

Ergonomie

AKTUELL

AKTUELL

Die Fachzeitschrift aus dem Lehrstuhl für Ergonomie



Technische Universität München



Ausgabe 016
Sommer 2015
ISSN 1616-7627

Boltzmannstr. 15 • 85747 Garching • Tel. 089 - 289-15388 • Fax 089 - 289-15389 • Internet: www.lfe.mw.tum.de



Vorwort

Liebe Kolleginnen und Kollegen,
sehr geehrte Leserinnen und Leser,
Freunde und Förderer der Ergonomie,

Der Blick in diese Ausgabe der Ergonomie Aktuell zeigt, dass wir die Anzahl und Ausstattung unserer Labore noch einmal deutlich verbessern konnten. Vor allem aber konnten wir uns auf zukünftige Fragen hervorragend ausrichten. Besonderer Dank gilt an dieser Stelle der Firma Daimler für die Spende des Ergonomieprüfstandes, der es uns erlaubt Fragestellungen im Bereich des Sitzkomforts in hervorragender Weise zu untersuchen. Aus eigener Anstrengung und mit den Fördermitteln des Projektes UR:BAN wurde die Vernetzung der Simulatoren und die Implementierung des Fußgängersimulators vorangetrieben. Damit sind wir in der Lage, komplexe Interaktionen in zukünftigen Verkehrsszenarien zu untersuchen, in denen zunehmend automatisierte und assistierte Fahrzeuge schwächeren Verkehrsteilnehmern begegnen werden.



Hier danke ich nochmals allen wissenschaftlichen Mitarbeitern, Studierenden und vor allem unserem Werkstattpersonal, die zum Gelingen und zum Aufbau dieser tollen und zum Teil einzigartigen Labore beigetragen haben.

Natürlich hat sich wieder eine Vielzahl von Doktoranden in Forschungsaktivitäten zur Produktionsergonomie engagiert. Der daraus entstandene Ansatz der nutzerorientierten Assistenz ist inzwischen in Form von unterschiedlichen Prototypen realisiert worden, die von der Daumengröße bis zum Exoskelett reichen. Hinzu kommen wertvolle Grundlagenuntersuchungen zur Akzeptanz dieser Assistenzsysteme.

Im Bereich der Fahrzeugergonomie stehen nach wie vor die zunehmende Automation der Fahraufgabe und die Quantifizierung der Fahrerablenkung durch Nebentätigkeiten im Zentrum. Eine Vielzahl von Experimenten wurde zu diesen Themen auch im zurückliegenden Jahr durchgeführt und hat nennenswerte Beiträge zur internationalen Diskussion ermöglicht. Darüber hinaus erlaubt uns nun dieser Datenbestand, das Verhalten des Fahrers in diesen Nutzungssituationen zunehmend zu modellieren. Damit werden wir Entwicklern in Zukunft eine Alternative zum Probandenversuch an die Hand geben können.

Mittlerweile haben einige Studierende des Studiengangs Human Factors Engineering ihren Masterabschluss erworben und sind ins Berufsleben eingetreten. Wir sehen in Ihnen wichtige Botschafter für die Ergonomie und wünschen Ihnen viel Erfolg in Ihren Positionen in Forschung und Industrie!

Eine ganz besondere Freude ist es mir, dass es gelungen ist, das enorme Wissen, das sich über die Jahrzehnte am Lehrstuhl für Ergonomie angesammelt hat, nun endlich mit dem Buch „Automobilergonomie“ zu veröffentlichen. Unter Leitung und mit enormem Einsatz des Kollegen Bubb haben wir mit dem Kollegen Vollrath und Herrn Grünen (Opel) das opus in diesem Jahr im Springer Verlag veröffentlicht und legen es allen Interessierten und unseren Studierenden ans Herz.

Wie Sie sehen und vor allem lesen können, blicken wir auf ein außerordentlich erfolgreiches Jahr zurück. Dafür bedanke ich mich herzlich bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Lehrstuhls, den Kooperationspartnern in Forschung und Industrie, der TUM und auch unseren Studierenden insbesondere im Studiengang Human Factors Engineering.

Ihr

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Klaus Bengler".

Klaus Bengler

Editorial

Überarbeitung der Richtlinie VDI/VDE 3850

Jurek Breuninger, Severina Popova-Dlugosch

4

Exoskelett zur manuellen Lastenhandhabung: Unterstützung des Menschen in der Logistik

Verena Knott

7

Der Modulare Ergonomieprüfstand – Eine Spende der Daimler AG

Annika Ulherr

10

Fußgängersimulation am Lehrstuhl für Ergonomie – Bits und Bytes lernen laufen

Christian Lehsing, Ilja Feldstein, André Dietrich

16

Apps while Driving - Aber bitte nicht ablenkend

Michael Krause, Antonia S. Conti

22

Arbeitsgestaltung alternsgerecht und ergonomisch - aber wie?

Carmen Aringer

24

Ein neues Mitglied am Lehrstuhl: Sitztestdummy Bob

André Dietrich, Ilja Feldstein

27

Spiegelersatz am Nutzfahrzeug

Albert Zaindl

30

Consortium meeting of HFauto

Bastiaan Petermeijer, Joel Goncalves

34

Comparison of shoe-surface tractions on various playing surfaces in futsal

Prof. Veit Senner, Bahador Keshvari

35

Die ISEA Winterschool 2015

Marius Janta

38

Energiemanagementsystem für muskelkraftbetriebene Elektro-Leicht-Fahrzeuge

Daniel Meyer

40

Veröffentlichungen Sommer 2014 bis Sommer 2015

43

Dissertationen

47

Abgeschlossene Diplom- und Masterarbeiten am LfE

48

Auszeichnungen und Ehrungen am LfE

50

Neue Projekte

51

Wer ist neu am LfE?

52

Abschied

53

Pressespiegel

54

Visiting Professor Riender Happee (TU Delft)

57

Rückblick

58

Überarbeitung der Richtlinie VDI/VDE 3850

„Gebrauchstaugliche Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen“

Jurek Breuninger, Severina Popova-Dlugosch

Die VDI 3850 ist eine Richtlinie des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) und des Verbands der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (VDE), die Entwicklern beim Gestalten von Bediensystemen von technischen Anlagen im industriellen Umfeld Hilfestellung geben und bewährte Praktiken vorstellen soll. Für die Maschinenbedienung in industriellen Anlagen gelten besondere Anforderungen, die teilweise über die allgemeinen ergonomischen Anforderungen bei der Produktgestaltung hinausgehen, da in diesem Nutzungsuumfeld oft spezielle Randbedingungen wie Lärm, Vibrationen, Verschmutzung und stehende Bedienung Einfluss auf die Mensch-Maschine-Interaktion haben. Im Vergleich zur Bedienung von Consumer-Produkten ist zudem häufig das Risiko erhöht: Bedienhandlungen können oft weitreichende Folgen auf die Gesundheit von Arbeitern und die Wirtschaftlichkeit des Arbeitsprozesses haben. Deshalb ist eine sorgfältige ergonomische Analyse von Nutzern, Aufgabe und Aufgabenkontext notwendig.

Die Richtlinie wurde in ihrer bisherigen Form in den Jahren 2000–2004 veröffentlicht und bezog sich deshalb in manchen Teilen noch auf den technischen Stand der späten neunziger Jahre. Durch die rasche technische Entwicklung bei den Eingabetechnologien, vor allem die breite Etablierung von modernen Touchscreens auch in der Industrie, sowie der Entwicklung bei der computergestützten ergonomischen Arbeitsplatzauslegung mit der Hilfe von digitalen Menschmodellen war eine Überarbeitung der Richtlinie notwendig. Die Richtlinie wird vom Fachausschuss 5.31 „Nutzergerechte Gestaltung von Maschinenbediensystemen“ der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik verfasst und betreut. Der Lehrstuhl für Ergonomie ist in diesem Gremium mit Professor Bengler, Herrn Breuninger und Frau Popova-Dlugosch vertreten. Sie waren bei der Überarbeitung beteiligt und brachten vor allem das am Lehrstuhl vorhandene Wissen in den Bereichen digitale Menschmodelle, Touchscreen-Interaktion und Eingabegeräte in die neue Fassung der Richtlinie ein.

Aktuell beinhaltet die Richtlinie drei Teile. Blatt 1 „Konzepte, Prinzipien und grundsätzliche Empfehlungen“ erläutert die Grundlagen der gebrauchstauglichen Gestaltung. Aufbauend auf das in der DIN EN ISO 9241-210 vorgeschlagene Prozessmodell wird hier ein speziell auf die Be-

dürfnisse der Industrie angepasstes Vorgehen für die Entwicklung von Benutzungsschnittstellen erörtert. Ergänzt wird dieses durch generelle Prinzipien und konkrete Empfehlungen für die gebrauchstaugliche Gestaltung von Software. Die aktualisierte Fassung dieses Blattes ging im Juli 2014 in den Weißdruck und ist öffentlich verfügbar.

Blatt 2 „Interaktionsgeräte für Bildschirme“ wurde unter der Leitung des Lehrstuhls für Ergonomie überarbeitet. Die Grundstruktur der Version von 2002 wurde übernommen, die Klassifizierung der vielfältigen Anforderungen wurde vereinfacht und präzisiert. Das Blatt enthält weiterhin eine Auflistung der aus dem Bürobereich bekannten Eingabegeräte Maus, Trackball, Touchpad, Trackpoint, Joystick, Grafiktablett, Touchscreen und Tasten. Veraltete Begriffe in der Richtlinie wurden durch die heute gängigen ersetzt und eine detaillierte Bewertung der Eingabegeräte für ihren Einsatz im industriellen Umfeld formuliert. Zusätzlich werden jeweils die Bedingungen genannt, die für einen ergonomischen Einsatz erfüllt sein müssen. Darüber hinaus wurden die allgemeinen Anforderungen, die beim Einsatz von Eingabegeräten mit Bildschirmen zu beachten sind, überarbeitet und erweitert. Die Übersicht über ergonomische Gelenkwinkel (Abbildung 1) und Bewertungsmöglichkeiten für Körperhaltungen wurde an den Stand der Forschung angepasst.

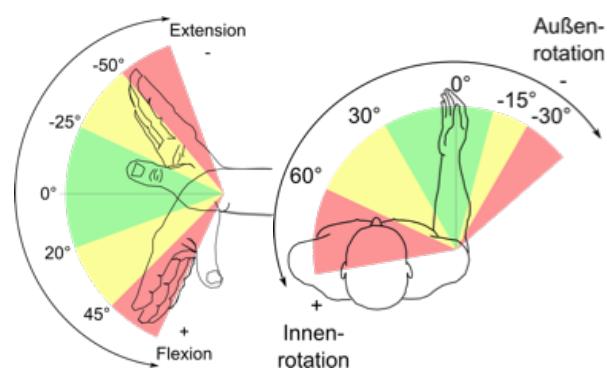


Abbildung 1: Beispiele für empfohlene Gelenkwinkel

Für die Körperstellungen sitzend und stehend werden grundsätzliche Empfehlungen zur Arbeitsplatzgestaltung gemacht. Die Einbauempfehlungen für Eingabegeräte allgemein und bestimmte Gruppen von Geräten im Speziellen wurde deutlich verändert. Statt des Verweises auf ein paar

grundsätzliche Körperstellungen und Einbaupositionen, wird nun auf moderne Vorgehensweisen bei der Arbeitsplatzgestaltung verwiesen. Die Percentillierung wird eingeführt und die Vorteile digitaler Menschmodelle (Abbildung 2 & Abbildung 3) bei der Auslegung für heterogene Nutzergruppen erläutert. Neu ist außerdem eine kurze Beschreibung der Besonderheiten spezieller ergonomischer Varianten der Maus und der Tastatur. Auch zu ihnen werden Empfehlungen beim industriellen Einsatz gemacht. Die neue Version von Blatt 2 ist zurzeit als Gründruck vorveröffentlicht und kann begutachtet werden. Die allgemeine Veröffentlichung ist für Mitte 2016 geplant.



Abbildung 2: Beispiel für die Verwendung eines digitalen Menschmodells bei der Auslegung eines Sitzarbeitsplatzes

Aufgrund der besonderen Bedeutung von Touchscreens als günstiges, flexibles und weit verbreitetes Ein- und Ausgabegerät werden die speziellen Anforderungen bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen mit Touchscreens in einem eigenen Teil der Richtlinie behandelt: Blatt 3 „Merkmale, Gestaltung und Einsatzmöglichkeiten von Benutzungsschnittstellen mit Touchscreens“. Dort werden die Vorteile von Touchscreens genannt und beschrieben, mit welchen gestalterischen Mitteln sie beim industriellen Einsatz besonders zur Gelung kommen. Allerdings bringt der Touchscreen auch einige besondere Anforderungen mit sich, die für eine ergonomische Arbeitsplatzgestaltung bei der Auslegung der Hardware und der Software beachtet werden müssen. Im Rahmen der Überarbeitung wurden die Empfehlungen auf den heutigen technischen Stand angepasst, der deutlich mehr gestalterischen Spielraum bei der Interaktion zulässt als die Version von 2004. Vor allem die Bedienung mit Touch-Gesten ist heute

establiert und kann bei bedachter Gestaltung Akzeptanz und Erlernbarkeit des Bediensystems verbessern. Jedoch muss auch weiterhin bei der Software-Gestaltung beachtet werden, dass Nutzer sich nicht die Anzeige und somit meist einzige Rückmeldung verdecken. Für den industriellen Einsatz ist die Möglichkeit der Handschuhbedienung ein oft wichtiges Kriterium bei der Wahl der Touchscreen-Technologie und muss auch bei der Gestaltung der Software durch größere Interaktionsflächen adressiert werden. Die Hardware muss häufig besonders gegen Beschädigung geschützt sein, was durch größere Wahrscheinlichkeit für Parallaxefehler ebenfalls Auswirkung auf die Software-Gestaltung haben muss. Blatt 3 der Richtlinie beschreibt alle Prinzipien, die bei der Gestaltung von Touchscreen-Bediensystemen beachtet werden müssen und gibt Entwicklern praktische Empfehlungen an die Hand, die die Auswahl geeigneter Hardware und die technische Umsetzung ergonomischer Bedienkonzepte auch ohne Fachkenntnisse erlauben. Blatt 3 befindet sich zurzeit ebenfalls im Gründruck und wird im Herbst 2015 regulär veröffentlicht.



Abbildung 3: Beispiel für die Verwendung eines digitalen Menschmodells bei der Auslegung eines Steharbeitsplatzes

Bedingt durch den Einzug mobiler Geräte ins industrielle Umfeld ist ein weiterer Teil der Richtlinie mit der Bezeichnung Blatt 4 „Mobile Bedienung“ geplant. Dieses wird Empfehlungen für die Gestaltung mobiler Geräte beinhalten, welche bei der Bedienung von technischen Anlagen zum Einsatz kommen können. Der Fachausschuss sucht aktuell Experten für die Ausarbeitung von Blatt 4.

Literatur

DIN EN ISO 9241-210 (2010). Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme (ISO 9241-210:2010); Deutsche Fassung EN ISO 9241-210:2010

VDI/VDE 3850 (2014). Gebrauchstaugliche Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen – Blatt 1 Gebrauchstaugliche Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen - Konzepte, Prinzipien und grundsätzliche Empfehlungen (VDI/VDE 3850 Blatt1:2014-04); Beuth, Berlin

VDI/VDE 3850 (2002). Gebrauchstaugliche Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen – Blatt 2 Interaktionsgeräte für Bildschirme (VDI/VDE 3850 Blatt2:2002-11); Beuth, Berlin

VDI/VDE 3850 (2014). Gebrauchstaugliche Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen – Blatt 3 Merkmale, Gestaltung und Einsatzmöglichkeiten von Benutzungsschnittstellen mit Touchscreens (VDI/VDE 3850 Blatt3:2014-07); Beuth, Berlin

Exoskelett zur manuellen Lastenhandhabung: Unterstützung des Menschen in der Logistik

Verena Knott

Mit dem Begriff der *human centered assistance applications* (HCAA) definiert der Lehrstuhl für Ergonomie der Technischen Universität München die Entwicklung zukünftiger Assistenzsysteme für die Produktion und Logistik mit dem Ziel, Belastungen, die durch Arbeitstätigkeiten auf den menschlichen Körper wirken, zu minimieren (Abbildung 1; Schmidtler et al., 2014).



Abbildung 1: Human Centered Assistance Applications am Lehrstuhl für Ergonomie (Schmidtler et al., 2014)

Einer der drei Ansätze am Lehrstuhl adressiert diese Ziele im Aufbau eines Exoskeletts im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekts „Körpergetragene Hebehilfe“.

Manuelle Lastenhandhabung

Auch heute können im Bereich der Produktion, Logistik oder Dienstleistung noch keine optimalen Arbeitsbedingungen für Lasten-hebende Arbeitnehmer vorgefunden werden. Insbesondere Hebe-, Umsetz- und Tragevorgänge hoher Gewichte stellen eine große Belastung für den Körper dar. Eine Statistik der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin besagt, dass hochgerechnet 7,6 Mio. Menschen in Deutschland schwere Lasten manuell handhaben müssen und sich mehr als die Hälfte davon belastet fühlt (Brenscheidt et al., 2012). Exemplarisch haben Tätigkeitsanalysen in der manuellen Kommissionierung oder der Postlogistik ergeben, dass diese Tätigkeiten mit dem Heben und Tragen von Lasten bei einem Durchschnittsgewicht von 6,5 kg und einem erlaubten Höchstgewicht von 31,5 kg in Verbindung stehen. In der Literatur werden diese hohen körperlichen Belastungen verbunden mit ungünstigen Körperhaltungen, als ein Grund für Erkrankungen des

muskuloskelettalen Systems angesehen (Liebers & Caffier, 2009), die wiederum mit einem vorzeitigen Eintritt in die Erwerbsunfähigkeit verbunden sind (Liebers et al., 2013).

Exoskelett als Assistenzsystem

Im Zuge des demographischen Wandels arbeiten zahlreiche Forschungsinstitute zur Problematik der Entwicklung von Unterstützungssystemen. Eine Übersicht über den aktuellen Stand der Forschung zu Assistenzsystemen und Exoskeletten für die manuelle Lastenhandhabung findet sich beispielsweise in Knott et al. (2014a, 2014b).

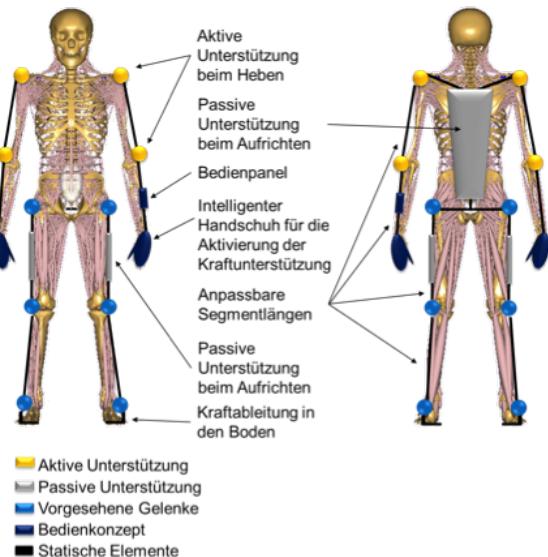


Abbildung 2: Konzept des Projekts „Körpergetragene Hebehilfe“

Der Lehrstuhl für Ergonomie der Technischen Universität München (TUM) hat in dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten und im September 2013 begonnenen nationalen Drei-Jahres-Projekt „Körpergetragene Hebehilfe“ (Entwicklung, Aufbau und Verifikation einer, Körpergetragenen Hebehilfe zur Unterstützung Lasten-hebender Arbeitnehmer) zusammen mit fünf Projektpartnern aus Industrie und Forschung ebenfalls zum Ziel, eine optimal, auf die Anatomie des menschlichen Körpers abgestimmte Körpergetragene Hebehilfe zur Kompensation nachlassender körperlicher Fähigkeiten zu entwickeln und somit zur gesundheitlichen Prävention von Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE) beizutragen. Das Exoskelett, bestehend aus den drei Teilsystemen Rumpf, untere Extremitäten und obere Extremitäten, soll die in Abbildung 2 visualisierten Funktionen vereinen, um die in Abbildung 3 zusammen-

gefassten Ziele zu erreichen. Über aktive Antriebe in den oberen Extremitäten kann der Arbeitnehmer bei seiner Tätigkeit unterstützt werden. Eine Federkonstruktion trägt im Teil der unteren Extremitäten zu einem erleichterten Aufrichten des Körpers bei und ein Leichtbaugrundgerüst agiert als Schnittstelle zwischen der Bein- und Armkonstruktion.



Abbildung 3: Ziele des Exoskeletts für die manuelle Lastenhandhabung

Im Rahmen des Projekts übernahm der Lehrstuhl für Ergonomie zunächst die Durchführung von detaillierten Tätigkeitsanalysen bei Endanwendern aus den Bereichen der manuellen Kommissionierung sowie der Postlogistik. Lastenmanipulationsvorgänge wurden detailliert untersucht und dokumentiert, um im Anschluss objektive Messdaten zu Bewegungsprofilen über ein Bewegungserfassungssystem (VICON Motion Capturing System) zu erfassen. Mithilfe dieser Bewegungsdaten und dem biomechanischen Menschmodell AnyBody (AnyBody Modeling System™) konnten die Belastungen der einzelnen Muskelgruppen simuliert und konkrete Aussagen zu den Auswirkungen der manuellen Lastenhandhabung auf das Skelettsystem getroffen werden. Die subjektiven Aussagen der Arbeitnehmer die im Rahmen der Tätigkeitsanalyse befragt wurden konnten somit objektiviert werden. Zudem konnten die Bewegungsdaten zur Auslegung des Antriebssystems herangezogen werden und die Daten des biomechanischen Menschmodells wurden genutzt, um vorab die Krafteinleitung in den Körper zu spezifizieren.

Damit das am Körper fixierte Exoskelett während der Unterstützung nicht störend auf den Körper wirkt, musste im nächsten Entwicklungsschritt berücksichtigt werden, dass das System möglichst gut an die individuelle Anatomie seines Nutzers anpassbar ist. Problematisch hierbei ist, dass durch die hohe Variabilität der Menschen hinsichtlich ihrer Proportionen verschiedenste Einstellmechanismen vorzusehen sind, damit das System auch von einer möglichst großen Zielgruppe angewendet werden kann. Im Allgemeinen wird im Bereich der Ergonomie eine Auslegung von Produkten vom 5. bis zum 95. Perzentil gewählt. Basierend auf einer Datenbankrecherche im Portal iSize (<https://portal.i-size.net>), das aktuelle Ergonomie- und Bekleidungsdaten zusammenfasst, erfolgte die Größeneinteilung der drei Teilsysteme des Exoskeletts.

Aufbauend auf den in der Spezifikationsphase gesammelten Informationen wird nun im zweiten Projektabschnitt das intuitiv bedienbare User-Interface ergonomisch ausgelegt, das zusätzlich durch eine Expertenevaluation und die Befragung von zukünftigen Nutzern abgesichert wird. Das Bedienkonzept des Exoskeletts gliedert sich in folgende drei Teile:

- Intelligenter Handschuh zur Aktivierung der Kraftunterstützung,
- Bedienpanel am Exoskelett zur Mitteilung der wichtigsten Informationen für den Nutzer und
- Stationäres System zur App-basierten Wiedergabe von textuellen Informationen für den Nutzer und Service.

Spiroergometrie als Möglichkeit zur Evaluation des Exoskeletts

Gegen Projektende wird der Lehrstuhl für Ergonomie im Rahmen der wissenschaftlichen Verifikation und Validierung des am Körper getragenen Assistenzsystems den Nachweis zur Reduktion der physischen Belastungen auf den menschlichen Körper seitens der Ergonomie erbringen. Im Zuge dessen stellt sich allerdings die Frage, wie ein Nachweis der Belastungsreduktion durch derartige Assistenzsysteme bei der manuellen Lastenhandhabung erbracht werden kann. In der Literatur wurde bereits die Spiroergometrie zur Analyse von Hebetätigkeiten in Verbindung mit Unterstüt-

zungssystemen eingesetzt (Marley & Duggasani, 1996; Whitfield et al., 2014), da Hebetätigkeiten nicht nur muskuloskeletal belastend wirken, sondern auch Auswirkungen auf das Herz-Kreislauf-System (Bongwald et al., 1995) sowie auf die Ventilation im Körper (Löllgen et al., 2010) haben. Die Spiroergometrie ermöglicht qualitative und quantitative Aussagen zur Reaktion von Herz, Kreislauf, Atmung und Stoffwechsel bei körperlicher Belastung (Hollmann & Hettinger, 2000). Mithilfe des diagnostischen Verfahrens können die Untersuchungsergebnisse der körperlichen Reaktionen bei Belastungen mit und ohne körpergetragene Hebehilfe verglichen werden. Zudem lassen sich dadurch die Anwendbarkeit der Hebe- und Tragehilfe untersuchen und der Nutzen des Systems objektivieren.

Derzeit werden erste Untersuchungen zu Hebe-, Umsetz- und Tragevorgängen an einem, basierend auf der Tätigkeitsanalyse, nachgebildeten Logistik-Arbeitsplatz unter dem Einsatz eines Spiroergometrie-Systems (MetaMax 3B, CORTEX Biophysik GmbH) am Lehrstuhl für Ergonomie durchgeführt. Die Ergebnisse fließen in die Evaluation des Exoskeletts zu Projektende mit ein.

Literatur

Bongwald, O., Luttmann, A. & Laurig, W. (Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Hrsg.). (1995). Leitfaden für die Beurteilung von Hebe- und Tragetätigkeiten, Institut für Arbeitsphysiologie. Zugriff am 05.08.2014. Verfügbar unter <http://www.dguv.de/Projektdatenbank/ffff0119/pr9119.pdf>.

Brenscheidt, F., Nöllenheidt, C. & Siefer, A. (2012). Arbeitswelt im Wandel: Zahlen - Daten - Fakten (Ausgabe 2012) - A81. Zugriff am 31.07.2014. Verfügbar unter http://www.baua.de/de/Publikationen/Broschueren/A81.pdf?__blob=publicationFile&v=8.

Hollmann, W. & Hettinger, T. (2000). Sportmedizin: Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin (4. Aufl.). Stuttgart [u.a.]: Schattauer.

Knott, V., Kraus, W., Schmidt, V., & Bengler, K. (2014a). Ergonomische Gestaltung einer körpergetragenen Hebehilfe zur Unterstützung der manuellen Lastenhandhabung. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft. 60. Kongress der Gesell-

schaft für Arbeitswissenschaft in München. Dortmund: GfA-Press.

Knott, V., Kraus, W., Schmidt, V., & Bengler, K. (2014b). Manual Handling of Loads Supported by a Body-worn Lifting Aid. In: Proceedings of the 3rd International Digital Human Modeling Symposium DHM 2014, Odaiba, Japan, 20-22 May 2014.

Kroidl, R., Schwarz, S. & Lehnigk, B. (2010). Kursbuch Spiroergometrie: Technik und Befundung verständlich gemacht (2. Aufl.). [s.l.]: THIEME.

Liebers, F. & Caffier, G. (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, D., Hrsg.). (2009). Bericht „Berufsspezifische Arbeitsunfähigkeit durch Muskel-Skelett-Erkrankungen in Deutschland“ - F1996. Zugriff am 31.07.2014. Verfügbar unter <http://www.baua.de/cae/servlet/contentblob/668706/publicationFile/92050/F1996.pdf>.

Liebers, F., Brendler, C. & Latza, U. (2013). Alters- und berufsgruppenabhängige Unterschiede in der Arbeitsunfähigkeit durch häufige Muskel-Skelett-Erkrankungen. Bundesgesundheitsbl., 56 (3), 367-380.

Löllgen, H., Erdmann, E. & Gitt, A. (2010). Ergometrie. Belastungsuntersuchungen in Klinik und Praxis. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.

Marley, R. J. & Duggasani, A. R. (1996). Effects of industrial back supports on physiological demand, lifting style and perceived exertion. International Journal of Industrial Ergonomics, 17, 445-453.

Schmidtler, J., Hölzel, C., Knott, V., & Bengler, K. (2014). Human centered assistance applications for production. In: Ahram, T.; Karwowski, W.; Marek, T. (eds.) In: Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE 2014, Kraków, Poland 19-23 July 2014.

Whitfield, B. H., Costigan, P. A., Stevenson, J. M. & Smallman, C. L. (2014). Effect of an on-body ergonomic aid on oxygen consumption during a repetitive lifting task. International Journal of Industrial Ergonomics, 44 (1), 39-44.

Der Modulare Ergonomieprüfstand – Eine Spende der Daimler AG

Annika Ulherr

Im Jahr 2013 wurde der Lehrstuhl für Ergonomie von der Daimler AG kontaktiert und gefragt ob Interesse an dem Modularen Ergonomieprüfstand (MEPS) der Daimler AG besteht.



Abbildung 1: Der MEPS aufgebaut bei der Daimler AG (Quelle: Daimler AG, 2013)

Bei dem Prüfstand handelt es sich um eine Entwicklung von und mit der Daimler AG für ergonomische Untersuchungen der verschiedenen Fahrzeugsparten (u.a. PKW, LKW, Busse). Die Nutzung im Rahmen unterschiedlicher Fahrzeugkonzepte bedingt den modularen und damit sehr flexiblen Aufbau des Prüfstands.

Der Prüfstand besteht aus Schienenelementen, auf welchen Modulwagen mittels Elektromotoren verfahren werden können (vgl. Abbildung 2).



Abbildung 2: Modulwagen auf Schienenelement

Die Modulwagen sind je nach Funktion unterschiedlich aufgebaut und ermöglichen die Befestigung von Interieur- und Karosserieelementen der aufzubauenden Fahrzeugkonzepte. Die Strom- und Datenversorgung der Wagen sind mittels Kabel realisiert. Die Steuerung der Wagen erfolgt durch das Bedienterminal oder alternativ kabellos durch einen Tablet-PC.

Der Aufbau bei der Daimler AG hatte eine Grundfläche von ca. 6,5 m x 4 m und das umgebenden Podest von 9 m x 6 m bei einer Höhe von ungefähr 1,1 m. Das Gewicht des Prüfstands ergab in Summe ca. 6-7 Tonnen. Trotz der Herausforderungen bezüglich Transport, Zwischenlagerung der Elemente und endgültigem Stellplatz, entschloss sich der Lehrstuhl den Prüfstand von der Daimler AG zu übernehmen, da sich mithilfe des Prüfstands vielfältige Forschungsmöglichkeiten eröffnen.

Bisheriger Stand der Technik am Lehrstuhl für Ergonomie

Für die Untersuchung ergonomischer Faktoren von Fahrzeugen werden in der Regel vereinfachte Modelle verwendet. Die sogenannten „Mock-Ups“ sind den jeweiligen Anforderungen entsprechende Aufbauten aus Aluminiumprofilen, Holz und anderen einfach zu verbauenden Materialien. Die Geometrien solcher Aufbauten können bis zu einem gewissen Maß verändert werden, extreme Konzeptwechsel erfordern jedoch aufwändige Umbauten. Für Sitzkomfortuntersuchungen werden am Lehrstuhl für Ergonomie Aufbauten, wie beispielsweise in Abbildung 3 zu sehen, verwendet. Dieser einfache Aufbau setzt sich aus den relevanten Elementen zusammen, welche für Sitzkomfortversuche benötigt werden. Eine Platte repräsentiert den Dachhimmel und ein Tuch die Motorhaube, zusammen mit Pedalen und Lenkrad ist es den Probanden somit möglich, eine realistische Sitzeinstellung zu wählen.



Abbildung 3: Aufbau für Sitzkomfortuntersuchungen am Lehrstuhl für Ergonomie

Hiamtoe, Steinhardt, Köhler und Bengler (2012) führten ihre Versuche zur Raumwahrnehmung mit Hilfe eines variablen Modells eines Fahrzeugcockpits durch. Der Versuchsaufbau, zu sehen in Abbildung 4, befindet sich aktuell im Foyer des Lehrstuhls für Ergonomie als Ausstellungsstück.



Abbildung 4: Variables Modell eines 1er BMW Cockpits am Lehrstuhl für Ergonomie

Die Untersuchungen von Dlugosch, Conti und Bengler (2013) zu Fahrerablenkung wurden am Lehrstuhl für Ergonomie im mobilen Fahrsimulator, in Abbildung 5 zu sehen, durchgeführt. Die vorhandenen Elemente ermöglichen, zusammen mit einer Fahrsimulation, eine ausreichend realistische Fahrsituation für eine Vielzahl an Untersuchungen ergonomischer Fragestellungen.



Abbildung 5: Mobiler Fahrsimulator am Lehrstuhl für Ergonomie

Untersuchungen zu Fahrerassistenzsystemen, wie beispielsweise die Studie von Rommerskirchen, Helmbrecht und Bengler (2014), werden am Lehrstuhl für Ergonomie im statischen Fahrsimulator (Abbildung 6) durchgeführt. Dabei handelt es sich um ein 6er BMW Cabrio, welches mit Mess- und Sensortechnik, anstelle eines Motors, ausgestattet ist, um in einer auf Leinwänden rundum projizierten Fahrsimulation agieren zu können.



Abbildung 6: Statischer Fahrsimulator am Lehrstuhl für Ergonomie

Die beschriebenen Versuchsaufbauten orientieren sich grundsätzlich an Personenkraftwagen, wie sie aktuell genutzt werden. Untersuchungen anderer Fahrzeugkonzepte, wie beispielsweise Lastkraftwagen, waren bislang ohne großen Umbauaufwand nicht durchführbar. Auch die aktuell absehbare Entwicklung hin zu automatisiertem Fahren bedarf neuer Innenraumkonzepte in Fahrzeugen, die es zu untersuchen gilt.

Der neue modulare Ergonomieprüfstand (MEPS) am Lehrstuhl für Ergonomie eröffnet vielfältige Möglichkeiten hinsichtlich Studien unterschiedlichster Fahrzeug- und Innenraumkonzepte.

Der Aufbau des MEPS am Lehrstuhl für Ergonomie

Im Frühjahr 2014 war der Umzug der Elemente des MEPS von der Daimler AG in Sindelfingen nach Garching mit zwei LKW-Ladungen und einer Transporterfahrt abgeschlossen. Als Aufbauort des MEPS wurde das Technikum gewählt. Dieses ist, da es vor einigen Jahren als Standort für einen dynamischen Fahrsimulator angedacht war, schwarz gestrichen und mit einer Grube versehen, die auch im jetzigen Konzept genutzt wird. Der Aufbau des MEPS benötigt 1135 mm Höhe

bis zur Oberkante der Abdeckplatten (Fahrbahniveau). Um möglichst viel vorhandenen Raumhöhe zu nutzen, wurde der Prüfstand in der Grube versenkt und damit eine maximale Tritthöhe von 185 mm (DIN, 18065, 2011) zwischen Raumboden und den Platten erreicht.

Die Planung und Umsetzung des Aufbaus wurde von vier Studenten und einer Studentin im Rahmen einer Gruppenbachelorarbeit mit Unterstützung der Werkstatt des Lehrstuhls durchgeführt. Die Studierenden gingen sehr strukturiert vor, um Lösungen für die komplexe Aufgabenstellung zu generieren. Im Folgenden wird die gewählte Lösung beschrieben.

Die vorhandene Grube im gewählten Raum hat den Vorteil, dass zukünftige Versuchsaufbauten nur eine Trittstufe über dem Raumboden liegen werden. Jedoch musste der Aufbau in die Grube eingepasst werden, welche eine geringere Grundfläche hat als der ursprüngliche Aufbau bei der Daimler AG. Zudem befinden sich Betonelemente in der Grube, welche den Bauraum weiter einschränken. Die relevanten Maße der räumlichen Randbedingungen sind in Abbildung 7 zu sehen. Der Raum soll noch für andere Vorhaben nutzbar bleiben, weswegen für den Aufbau des Prüfstands nur ein Teil des Raums verwendet werden sollte.

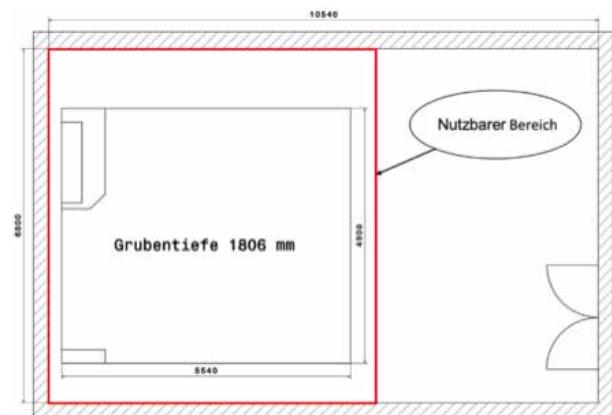


Abbildung 7: Draufsicht Raum mit Grube (Ross, 2014)

Des Weiteren musste eine Unterkonstruktion entwickelt werden, da der Prüfstand nicht vollständig in der Grube versenkt werden sollte. Abbildung 8 zeigt den Aufbau als CAD-Modell, erstellt in CATIA V5.

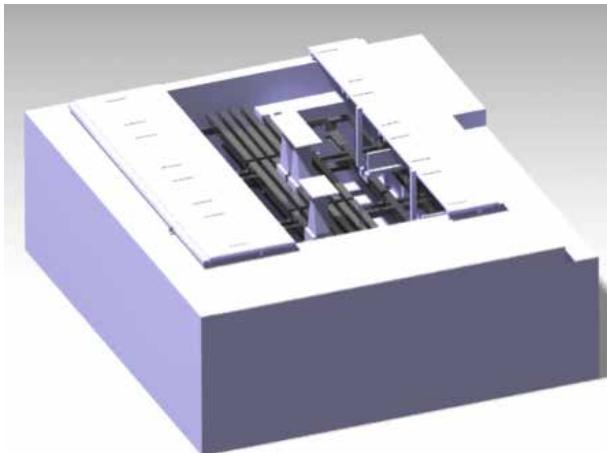


Abbildung 8: Geplanter Aufbau der MEPS als Modell in CATIA V5 (Zerwes, 2014)

Die Modulwagen müssen wechselbar bleiben, da nur so unterschiedliche Fahrzeugkonzepte aufgebaut werden können. Die einfachste Art des Wagenwechsels besteht darin, dass die Wagen an einem Ende der Modulschienen herausgefahren werden. Um das Versenken und das Herauffahren der Modulwagen zu ermöglichen, wurde eine Hebekonstruktion gewählt. Dabei wird der Prüfstand auf einer Unterkonstruktion aus Stahlträgern montiert, welche von hydraulischen Hubzylindern bei Bedarf um 700 mm angehoben wird. Das Prinzip ist in Abbildung 9 zu sehen.

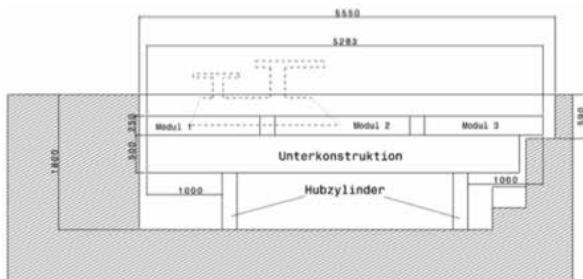


Abbildung 9: Gewählte Lösungsansatz für den Einbau (Haffner, 2014)

Für die neu entwickelte Unterkonstruktion wurde neben einer Festigkeitsberechnung auch eine Absicherung gegen Gestaltänderung und Versagen mittels FEM Analyse durchgeführt. Abbildung 10 zeigt als Beispiel das Ergebnis der FEM Analyse hinsichtlich der Biegung der Unterkonstruktion bei Belastung durch den Prüfstand und Lagerung auf vier Hubzylindern.

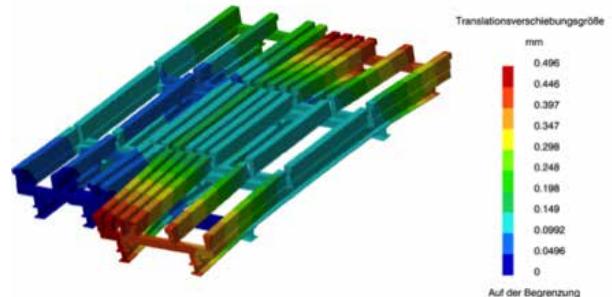


Abbildung 10: FEM-Analyse der Biegung der Unterkonstruktion (Obster, 2014)

Das hydraulische Hubsystem wurde in Zusammenarbeit mit der Hansa-Flex AG ausgelegt und realisiert. Der Prüfstand wird, wenn Modulwagen getauscht werden müssen, von vier Hydraulikzylindern mit Hilfe an der Wand montierter Führungen angehoben. In Abbildung 11 sind zwei Hubzylinder in ausgefahrenem Zustand zu sehen.

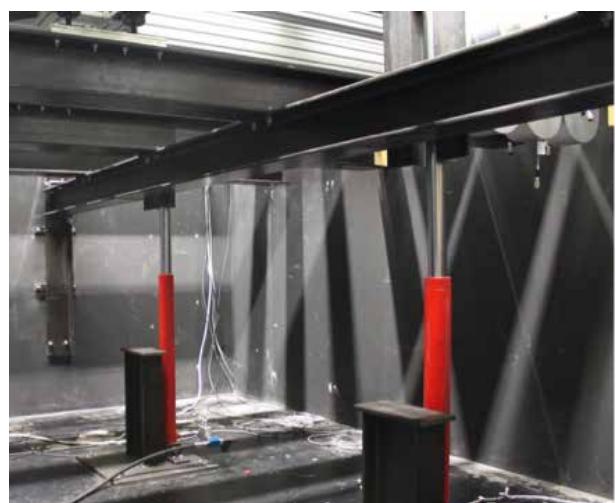


Abbildung 11: Zwei der vier montierten, ausgefahrenen Hydraulikzylinder (Kriegler, 2014)

Wegen der veränderten Raumbedingungen im Vergleich zur Daimler AG, mussten die Abdeckungen und die Führungen der Strom- und Datenkabel umgestaltet werden. Die Kabelrollen wurden aus Platzgründen unterhalb der Schienenmodule angebracht und die Kabel über Umlenkrollen zu den Modulwagen geführt. Abbildung 12 zeigt die CAD-Konstruktion der Umlenkrollen, wobei das Gestell der oberen Umlenkrollen klappbar gestaltet ist, um das Herausfahren der Modulwagen weiter zu gewährleisten.

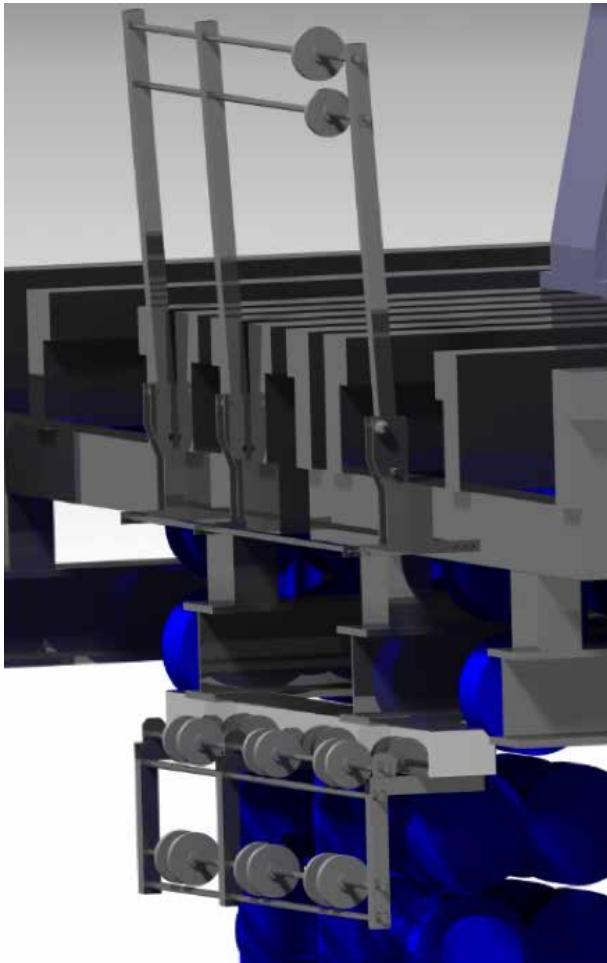


Abbildung 12: Kabelrollen (blau) und Umlenkkonstruktion in CATIA V5 (Obster, 2014)

Neben der Planung des Einbaus und den dazu nötigen Konstruktionen, haben sich die fünf Studierenden auch in die Steuerung und Bedienung des modularen Ergonomieprüfstands eingearbeitet. Um zukünftigen Nutzern die Bedienung zu erleichtern, wurden eine ausführliche Anleitung und ein „Quick Start Guide“, der den Prozess eines Versuchsaufbaus schrittweise erklärt, erstellt.

Abbildung 13 und Abbildung 14 zeigen den aufgebauten MEPS am Lehrstuhl für Ergonomie ohne Abdeckungen.



Abbildung 13: Aufbau MEPS am Lehrstuhl für Ergonomie

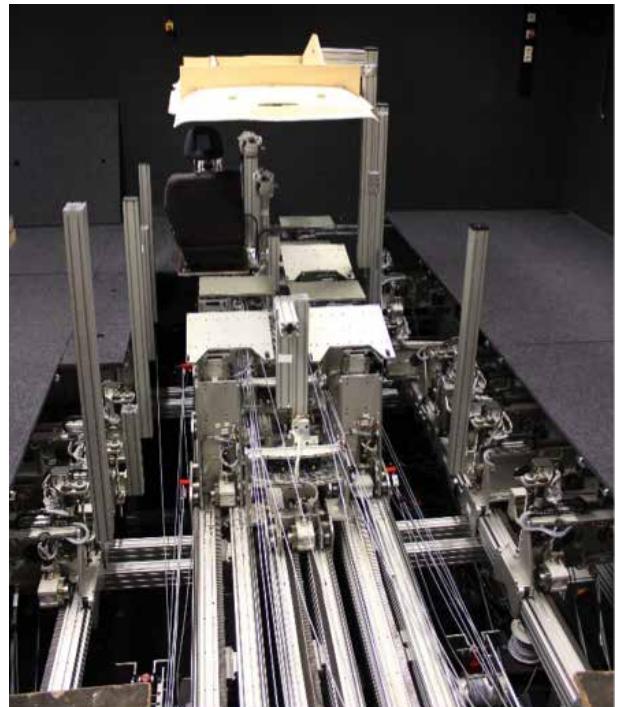


Abbildung 14: Aufbau MEPS am Lehrstuhl für Ergonomie (von oben)

Ausblick

Der Prüfstand wird hauptsächlich von der Mitarbeiterin Ingrid Bubb betreut und vorerst ausschließlich für Forschung und Lehre genutzt.

Danksagung

Der Lehrstuhl für Ergonomie bedankt sich ganz herzlich bei der Daimler AG für die großzügige Spende des modularen Ergonomieprüfstands. Besonders erwähnen möchten wir in diesem Zusammenhang die außerordentlich gute Zusammenarbeit und den reibungslosen Ablauf der Übergabe mit Herrn Brückner und Herrn Sauerbier.

Weiterhin gilt ein sehr großer Dank den fünf Bacheloranden (Caroline Haffner, Johannes Kriegler, Martin Obster, Vincent Ross und Jannik Zerwes), die großartige Arbeit geleistet haben.

Den Mitarbeitern der Werkstatt des Lehrstuhls für Ergonomie (Michael Arzberger und Heribert Hart) wird ganz herzlich gedankt. Nicht nur für die unzähligen Schweißnähte und Bohrungen, sondern auch für die Unterstützung der Studierenden und die sehr gute Zusammenarbeit.



Abbildung 15: Das Aufbau-Team

Abbildung 15 zeigt das Team am Lehrstuhl für Ergonomie, welches den Aufbau des MEPS geplant und realisiert hat.

Literatur

DIN, 18065 (2011). Gebäude treppen - Begriffe, Messregeln, Hauptmaße. Berlin: Beuth.

Slugosch, C., Conti, A. S. & Bengler, K. (2013). Driver distraction through conversation measured with pupillometry, In: Proceedings of the 7th International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training, and Vehicle Design, Bolton Landing, New York, USA.

Haffner, C. (2014). Planung und Aufbau eines modularen Ergonomieprüfstands. Bachelorarbeit, Technische Universität München, Garching bei München

Hiamtoe, P., Steinhardt, F., Köhler, U. & Bengler, K. (2012). Subjective and objective evaluation of sense of space for vehicle occupants based on anthropometric data. Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation, 41 (Supplement 1), 252-257.

Kriegler, J. (2014). Planung und Aufbau eines modularen Ergonomieprüfstands. Bachelorarbeit, Technische Universität München, Garching bei München

Obster, M. (2014). Planung und Aufbau eines modularen Ergonomieprüfstands. Bachelorarbeit, Technische Universität München, Garching bei München

Rommerskirchen, C. P., Helmbrecht, M. & Bengler, K. (2014). The Impact of an Anticipatory Eco-Driver Assistant System in Different Complex Driving Situations on the Driver Behavior. IEEE Intell. Transport. Syst. Mag., 6 (2), 45-56.

Ross, V. (2014). Planung und Aufbau eines modularen Ergonomieprüfstands. Bachelorarbeit, Technische Universität München, Garching bei München

Zerwes, J. (2014). Planung und Aufbau eines modularen Ergonomieprüfstands. Bachelorarbeit, Technische Universität München, Garching bei München

Fußgängersimulation am Lehrstuhl für Ergonomie – Bits und Bytes lernen laufen

Christian Lehsing, Ilja Feldstein, André Dietrich

Einleitung

Die Fahrsimulationsforschung hat am Lehrstuhl für Ergonomie (LfE) eine lange Tradition. Bereits seit 1996 unter der Lehrstuhlleitung von Prof. Bubb wurde diese Methode zur Erforschung verschiedenster ergonomischer Fragestellungen herangezogen (Penka, Gengenbach & Bubb, 1997; Sträter, Schweigert & Fraczek, 2001; Schweigert & Bubb, 2001). Seit diesen Tagen hat sich die Computertechnik extrem weiterentwickelt. Mehrkernrechner, Ultra-HD-Projektoren, Bewegungsplattformen und realistische Mock-Ups¹ lassen den Versuchsteilnehmer immer tiefer in die Simulation eintauchen. Die so erzeugte Immersion führt zu einem immer realistischeren Verhalten der Probanden in den Simulationsversuchen – sie vergessen nahezu, dass es sich „nur“ um eine digitale Welt handelt. Im Rahmen dieser Methode wurden verschiedenste Arten von Simulatoren entwickelt. Interessant ist hierbei, dass nicht nur PKWs sondern ebenso LKWs, Busse, Züge, Motorräder und ähnliches mehr simuliert werden können (z.B. Buld, Will, Kaussner & Krüger, 2014; Daun, Braun, Frank, Haug & Lienkamp, 2013). Die Versuchsteilnehmer treffen während der Fahrt im Simulator auf andere Verkehrsteilnehmer. Das Verhalten letzterer wird je nach Fragestellung vor den Versuchen programmiert und ist dann standardisiert abrufbar. Eine echte und natürliche Interaktion, also das wechselseitige Beeinflussen des Verhaltens, ist hierbei gar nicht oder nur sehr begrenzt im Rahmen des programmierten Verhaltenskanons möglich. Die Forschung auf diesem Gebiet konzentrierte sich in der Vergangenheit zudem mehrheitlich auf den Autobahn- oder Überlandverkehr. Die Interaktion zwischen den Verkehrsteilnehmern spielte dort eine eher untergeordnete Rolle – entscheidend war das Zusammenspiel zwischen Mensch und Technik.

In der Forschungsinitiative UR:BAN – Urbaner Raum: Benutzergerechte Assistenzsysteme und Netzmanagement (siehe auch Ergonomie Aktuell 2013 und 2014) werden die beiden letztgenannten Aspekte aufgegriffen. Die Initiative, bestehend aus den drei eigenständigen Säulen Kognitive Assistenz, Vernetztes Verkehrssystem und Mensch im Verkehr, arbeitet am Thema Fahrerassistenz und Verkehrsmanagement für die Stadt (Manstetten et al., 2013). Der Lehrstuhl für Ergonomie engagiert sich im Rahmen der Projektleitung sowie inhaltlicher Arbeiten im den Teilprojekten „Urbanes Fahren“, „Stadtgerechte Mensch-Maschine-Interakti-

on“ und „Simulation und Verhaltensmodellierung“ (SIM) in der Projektsäule „Mensch im Verkehr“ (MV).

Aufgrund der verschiedenen Klassen an motorisiertem und nicht-motorisiertem Verkehr, sowie den stadttypischen Gegebenheiten in Bezug auf Infrastruktur und Information herrschen im urbanen Umfeld besondere Gesetzmäßigkeiten. Diesen Umstand aufgreifend soll im Teilprojekt SIM die Methode der vernetzten Fahrsimulation weiterentwickelt werden, um eine realistischere Interaktion zwischen den Verkehrsteilnehmern zu ermöglichen. Diese soll die Grundlage dafür bilden, zukünftige Assistenzsysteme für die Stadt valide bewerten zu können.

Motivation zum Bau des Fußgängersimulators

Der überwiegende Teil von Simulatorstudien für Verkehrsanwendungen fokussiert sich auf den Fahrer: sei es beispielsweise zur Akzeptanzanalyse von Assistenzsystemen oder zur Quantifizierung von Ablenkungen durch Interfaces – der Fahrzeugführer steht im Mittelpunkt. Im realen Straßenverkehr finden sich jedoch weitere Verkehrsteilnehmer, welche vor allem im urbanen Umfeld eine erhebliche Rolle spielen.



Abbildung 1: Versuchsperson im Fußgängersimulator

¹ Fahrzeugaufbauten

Durch die städtische Infrastruktur, die Heterogenität der Verkehrsteilnehmer, einer, im Vergleich zur Autobahn oder Landstraße komplexeren Informationsstruktur, um nur einige Faktoren zu nennen, die jene Art von Verkehr charakterisieren, ist es notwendig, die Interaktion zwischen den verschiedenen Verkehrsteilnehmern in Fahrsimulationen zu ermöglichen (Maag, Mühlbacher, Mark & Krüger, 2012). Interaktion, verstanden als wechselseitige Verhaltensanpassung zur Konfliktvermeidung, ist in der Simulation möglich, indem man zwei oder mehr Personen in ein und dieselbe virtuelle Welt integriert (z.B. Lehsing, Kracke, Bengler, 2015; Schindler, Harms, Noyer, Richter, Flemisch, Köster, Bellet, Mayenobe & Gruyer, 2011; Mühlbacher, Zimmer, Fischer & Krüger, 2011). Im Falle der schwächsten Verkehrsteilnehmer, der Fußgänger, stellt dies eine besondere Herausforderung dar: Wie lässt sich das Fußgängerverhalten in Simulatoren erforschen und welche Vorteile ergeben sich daraus für Fahrsimulatoren?

Die Technik – mittels Infrarot zur Bewegung

Als Simulationsumgebung für den Fußgängersimulator wurde die Software SILAB der Firma WIVW GmbH gewählt, welche bereits lange Tradition am Lehrstuhl hat (seit 2007) und sowohl in den lehrstuhleigenen Fahrsimulatoren, als auch in den Fahrsimulatoren des Nachbarlehrstuhls für Fahrzeugtechnik (FTM) verwendet wird. Durch Vernetzung lässt sich der simulierte Fußgänger daher direkt in die Umgebung dieser Fahrsimulatoren einspeisen.



Abbildung 2: Vicon Kamera

Damit ein Fahrzeugführer die tatsächlich getätigten Bewegungen eines Fußgängers erkennt, müssen die Körperbewegungen der jeweiligen Person an die Simulationsumgebung übertragen und darin implementiert werden. Damit zusätzlich eine realistische Interaktion erzeugt werden kann, müssen die Bewegungen in Echtzeit an das System übertragen werden. Hierfür wurde das Soft- und Hardware-Sys-

tem Vicon herangezogen. Es handelt sich dabei um ein visuelles, markerbasiertes Infrarot-Motion-Tracking-System. Dabei werden 39 retroreflektierende Marker an bestimmten Körperpunkten des Probanden aufgebracht und anschließend durch Kameras (Abbildung 2) erfasst, die mit einer Wiederholrate von bis zu 1000Hz aufzeichnen können. Die Software Nexus von VICON errechnet anhand der Aufnahmen die räumliche Position der Marker und referenziert diese in ein festgelegtes Körpermödell. Körpersegmente dieses Modells werden mit ihrer Ausrichtung an SILAB übertragen, sodass das Abbild des Fußgängers in der virtuellen Umgebung die Bewegungen des getrackten Menschen übernimmt.

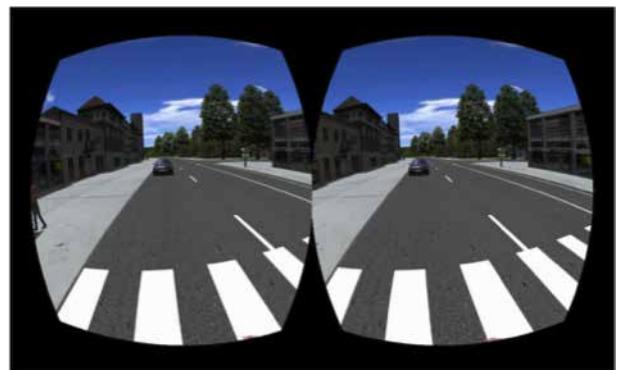


Abbildung 3: Sicht durch das HMD

Damit der Proband selbst ein (visuelles) Feedback seiner Körper-Bewegungen, Bewegungen im Raum und eine Interaktion mit der umgebenden Szenerie erfährt, sendet SILAB das Szenario an ein Head-Mounted-Display (HMD, Abbildung 3). Die Wahl fiel in diesem Fall auf die Oculus Rift DK2, da diese sich durch ein geringes Gewicht (Tragekomfort), hohe Auflösung (960x1080 Pixel pro Auge) und geringe Latenz bei der Erfassung der Kopfdrehungen (1000Hz) auszeichnet, dabei aber noch mit einem Field of view (FOV) von 100° ein verhältnismäßig großes Gesichtsfeld bedient.

Die gewählten Technologien ermöglichen dem Fußgänger im Simulator eine freie Bewegung im Raum und eine realistische Wahrnehmung der Simulationsumgebung. Die Darstellung der eigenen Körperbewegungen sowie die komplett visuelle Abschottung der realen Welt lassen einen Probanden dabei mit der virtuellen Umgebung verschmelzen.

Empirie - Erste Studien im Rahmen von UR:BAN

Die Pilotstudie

Damit das Potential des Fußgängersimulators abgeschätzt werden konnte, wurde eine Pilotstudie durchgeführt, in der der Fußgänger in der Simulation zum Teil durch einen Konfidenten gesteuert wurden (siehe Abbildung 4 und 5), während Probanden im Fahrsimulator fuhren. Ziel dieses Versuchs war die detaillierte Untersuchung folgender Fragen:

- Welche Metriken eignen sich, um die Interaktion zwischen Fahrer und Fußgänger zu operationalisieren
- Ändert sich das Fahrverhalten des PKW-Fahrers in den unterschiedlichen Querungsszenarien (freie Strecke, Verdeckungssituation und Zebrastreifen)
- Gibt es Verhaltensunterschiede seitens des PKW-Fahrers in Bezug auf den querenden Fußgängertyp (programmiert vs. menschliches Verhalten)?



Abbildung 4: mobiler Fahrsimulator des LfE



Abbildung 5: Fußgängersimulator des LfE (Version 1)

Insgesamt 30 Probanden nahmen an dem einstündigen Fahrversuch teil. Sie fuhren dabei durch ein urbanes Szenario und trafen an geografisch definierten Streckenpunkten entweder auf einen Bot (programmierter Fußgänger) oder den durch einen Menschen gesteuerten Fußgänger (Konfident). In insgesamt 12 Querungsszenarien wurden Fahrdaten, z.B. Geschwindigkeit, Verzögerung und Abstand zum Fußgänger aufgezeichnet. Aus diesen Daten ließ sich ein weiteres Maß, die Time-To-Arrival, kurz TTA (ähnlich der Time-To-Collision, kurz TTC) errechnen. Hierbei zeigte sich, dass letztgenannte sensitiv auf Verhaltensänderungen in Bezug auf den PKW-Fahrer reagierte. Die Datenanalyse wird aktuell fortgeführt und soll durch eine Zeitreihenanalyse (Kreuzkorrelation) der einzelnen Situationen vervollständigt werden, da hieraus zusätzliche Informationen über die zeitliche Korrelation und somit das Abstimmungsverhalten bzw. die Interaktion der Verkehrsteilnehmer gewonnen werden kann (Yanovitzky & Vanlear, 2008).

Explorative Untersuchung zum Verhalten im Fußgängersimulator

Die technische Umsetzung wurde im Rahmen einer kleinen Probandenstudie auf ihre Machbarkeit überprüft. Dabei standen vor allem das Wohlbefinden und das Empfinden der virtuellen Realität der Versuchsteilnehmer im Vordergrund.

14 Probanden hatten in sechs etwa zweiminütigen Szenarien verschiedene Aufgaben zu erfüllen: diese reichten vom freien Bewegen auf einem virtuellen Platz bis hin zum eigenständigen Überqueren einer stark befahrenen Straße. Die erwartete Simulator-Sickness, welche aus zahlreichen Fahr

simulatorstudien bekannt ist, war hierbei, trotz geringer Auflösung und bemerkbaren Latenzzeiten und dem dadurch ausgelösten Motion Blur (Bewegungsunschärfe), äußerst gering ausgeprägt. Zurückführen lässt sich dieses Ergebnis auf die Kopplung von Motion-Tracking und Verwendung eines HMDs: das Bild auf dem Display passte sich den tatsächlichen Bewegungen des Probanden an, sodass der in Simulatoren üblicherweise auftretende visuell-vestibuläre Konflikt stark vermindert wurde. Nachdem die Probanden sich an die leicht schwammig erscheinenden Bewegungen

im Simulator und die Sichtverhältnisse gewöhnt hatten, empfanden sie die virtuelle Umgebung als durchaus realistisch (Dietrich, 2014). Dies spiegelt sich auch in den Lückenakzeptanzzeiten der virtuellen Straßenüberquerung wieder. Die Probanden wählten einen Fahrzeugabstand von im Schnitt 3,3s zur Überquerung der Straße, welcher mit ähnlichen Studien anderer Fußgängersimulatoren vergleichbar ist (z.B. Lobjois & Cavallo, 2009).

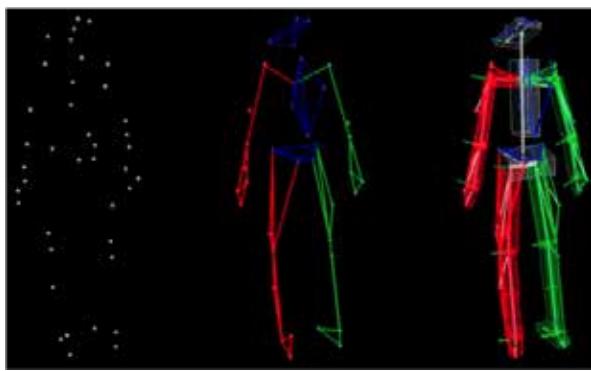


Abbildung 6: Vicon Darstellungen (links reflektierende Marker, mitte/rechts Plugin-Gait-Modell in Vicon Nexus)

Aus dieser Probandenstudie ließen sich des Weiteren Fragestellungen für zukünftige Untersuchungen generieren:

- Wie stark ändert ein Proband in der virtuellen Realität seinen Gang?
- Erkennt eine Versuchsperson beschleunigende/abbremsende Fahrzeuge?
- Welchen Einfluss hat die visuelle Darstellung der Bewegungsgrenzen in der virtuellen Realität auf den Gang und das Sicherheitsgefühl?

Diese Fragestellungen sind Schwerpunkte künftiger Untersuchungen zum Verhalten in der virtuellen Realität und werden mithilfe bevorstehender Probandenstudien am Lehrstuhl erörtert.

Interaktion und maschinelles Lernen

Im Rahmen einer Masterarbeit wurde ebenfalls untersucht, welche Auswirkungen das Fußgängerverhalten auf den PKW-Fahrer hat. Forschungsfragen, die an dieser Stelle von Interesse waren sind:

- Welchen Verlauf nimmt die Interaktion zwischen diesen beiden Verkehrsteilnehmern?
- Kann die Methode des maschinellen Lernens dazu beitragen Interaktion zu analysieren?

Da sich der Fußgängersimulator in der Zwischenzeit weiterentwickelt hat, wurde in dieser Studie bereits das Motion-Capturing-Lab (MCL) in Verbindung mit dem Vicon-System eingesetzt. Hierbei war es möglich, menschliche Bewegung digital zu erfassen und in die Fahrsimulation zu implementieren. Bewegte sich also der Mensch im MCL so bewegte sich auch seine digitale Repräsentation (Avatar) synchron dazu. Die Szenerie aus Sicht des Fußgängers wurde, im Gegensatz zur ersten Ausbaustufe, durch ein Head-Mounted-Displays vermittelt (siehe Abbildung 3). Zusätzlich zu den Fahrdaten wurden in diesem Versuch die Blickdaten des PKW-Fahrers erfasst, da diese als essentiell im Rahmen der Interaktion im Straßenverkehr, gerade in der Stadt, angesehen werden (Snyder & Knoblauch, 1971). In der Arbeit konnte gezeigt werden, dass maschinelles Lernen durchaus das Potenzial hat Interaktion zwischen Verkehrsteilnehmern anhand von Fahr- und Blickdaten zu erkennen. In dem Versuch zeigte sich, dass die folgenden Metriken sich besonders gut eignen, um eine Interaktion zwischen den Verkehrsteilnehmern zu operationalisieren:

- Geschwindigkeit des PKW (Velocity Ego Vehicle),
- Beschleunigung (Throttle) des PKW und
- Abstand des Fahrerblicks zum Fußgänger (Gaze-Pedestrian distance).

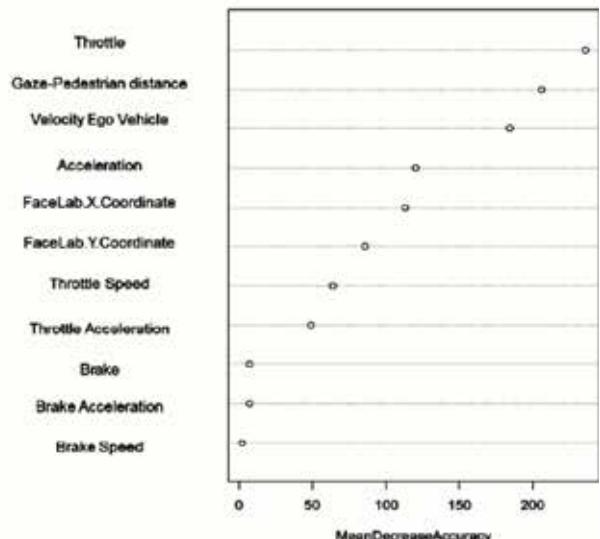


Abbildung 7: Klassifikation von Fahr- und Blickdaten durch den Algorithmus des maschinellen Lernens (Benz, 2015)

Abbildung 7 verdeutlicht zudem die Tatsache, dass ein Nichtbeachten dieser Parameter den standardisierten gemittelten Fehler zur Klassifikation von Interaktion durch den maschinellen Algorithmus erhöhen würde (MeanDecreaseAccuracy).

Ausblick

Derzeit läuft der Proband im Fußgängersimulator noch auf dem normalen Untergrund des Labors. Hierdurch ist die begehbar Fläche im Szenario auf 3x4m² Lauffläche stark eingeschränkt. Um in Zukunft komplexere Szenarien gestalten zu können, soll der Fußgängersimulator durch die Integration einer omni-direktonalen Laufoberfläche erweitert werden. Voraussichtlich wird hierzu das Virtuix Omni System eingesetzt: Hierbei handelt es sich um eine beschichtete Laufschale, welche in Kombination mit speziellen Schuhen dem Anwender ein Laufgefühl vermittelt, ohne dass dieser sich tatsächlich von der Stelle bewegt. Durch den konkav geformten Untergrund, rutscht der Anwender unmerklich zurück in die Mitte der Lauffläche.

Des Weiteren soll der Fußgängersimulator um eine akustische Komponente erweitert werden. Die Vorversuche haben gezeigt, dass für einen Fußgänger die auditive Wahrnehmung von großer Bedeutung ist. So spielt das Empfinden von Verkehrsgeräuschen, insbesondere bei Überquerungsszenarien, eine wichtige Rolle, da sich ein Fußgänger stark an seinem Gehör bezüglich Detektion, Lokalisation und Abstand von potentiellen Gefahrenquellen – wie herannahenden Fahrzeugen – orientiert. Zu diesem Zweck wird derzeit untersucht, welche Möglichkeiten sich eignen, dem Fußgänger eine immersive Geräuschkulisse bereit zu stellen.

Durch die geplanten technischen Erweiterungen eröffnen sich neuartige Möglichkeiten der Situationsgestaltung. Durch die omni-direktionale Laufoberfläche könnten zukünftig Überquerungen mehrspuriger Straßen sowie der Annäherungsvorgang an eine Querungsstelle untersucht werden. Des Weiteren könnten Infrarot-LEDs in den VICON-Spezialanzug integriert werden, um eine optimierte Detektionsleistung zu erreichen und somit anstehende Studien in Durchführung und Auswertung zu verbessern.

Literatur

- Benz, T. (2015). Analysing Interaction in Urban Space: An Empirical Approach Using Machine Learning and Linked Simulation. Masterarbeit, Technische Universität München.
- Buld, S., Will, S., Kaussner, A., & Krüger, H.-P. (2014). Entwicklung eines Verfahrens zur Erfassung der Fahrerbeanspruchung beim Motorradfahren (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Fahrzeugtechnik, Heft F93). Bremen: Carl Schünemann Verlag.
- Daun, T.J., Braun, D.G., Frank, C., Haug, S., & Lienkamp, M. (2013): Evaluation of Driving-behavior and the Efficacy of a Predictive Eco-Driving Assistance System for Heavy Commercial Vehicles in a Driving Simulator Experiment. In: Proceedings of the 16th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems ITSC, The Hague, The Netherlands.
- Dietrich, A. (2014). Machbarkeitsanalyse eines Fußgängersimulators. Diplomarbeit, Technische Universität München.
- Lehsing, C., Kracke, A., & Bengler, K. (2015). Urban Perception – A Cross-Correlation Approach to Quantify the Social Interaction in a Multiple Simulator Setting. In: Proceedings of the 2015 IEEE International Conference on Transportation Systems (ITSC) . (to be published)
- Lobjois, R., Cavallo, V. (2009). The effects of aging on street-crossing behavior: from estimation to actual crossing. In: Accident, analysis and prevention 41 (2), p. 259-267.
- Maag, C., Mühlbacher, D., Mark, C., Krüger, H.-P. (2012). Studying Effects of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) on Individual and Group Level Using Multi-Driver Simulation. IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, 4(3), 45-54.
- Manstetten, D., Bengler, K., Busch, F., Färber, B., Lehsing, C., Neukum, A., Petermann- Stock, I., Schendzielorz, T. (2013). “UR:BAN MV” – a German project focusing on human factors to increase traffic safety in urban areas, In: Proceedings of the 20th ITS World Congress, Tokyo, Japan.

Mühlbacher, D., Zimmer, J., Fischer, F., Krüger, H.-P. (2011). The multi-driver simulator – A new concept of driving simulation for the analysis of interactions between several drivers. In N. G. D. de Waard, L. Onnasch, R. Wiczorek, & D. Manzey (Eds.), *Human Centred Automation* (pp. 147-158). Maastricht, The Netherlands: Shaker Publishing.

Penka, A.; Gengenbach, R.; Bubb, H. (1997): Driving Simulation Systems as fast Tools to evaluate different Types of Head-Up Displays in a Vehicle. In: Holzhausen, K.-P. (Ed.): *Human Factors and Ergonomics Society Europe Chapter Annual Conf. 1997*, Bochum, Germany, Nov. 6-7, 1997. Bochum, Germany: Fachhochschule Bochum, Univ. of Applied Sciences, S. 262-268.

Schindler, J., Harms, C., Noyer, U., Richter, A., Flemisch, F., Köster, F., Bellet, T., Mayenobe, P., Gruyer, D. (2011). JDVE: A Joint Driver-Vehicle-Environment Simulation Platform for the Development and Accelerated Testing of Automotive Assistance and Automation Systems. In P. C. Cacciabue, M. Hjälmåhl, A. Luedtke, & C. Riccioli (Eds.), *Human Modelling in Assisted Transportation* (pp. 233-240). Milano: Springer Milan.

Schweigert, M., Bubb, H. (2001): Eye movements, performance and interference when driving a car and performing secondary tasks. In: *Proceedings of the 9th International Conference on Vision in Vehicles*, Brisbane, Australia.

Snyder, M., & Knoblauch, R. (1971). *Pedestrian Safety, The Identification of Precipitating Factors and Possible Countermeasures: Final Report FH-11-7312*, Department of Transportation, Washington D.C.

Sträter, O., Schweigert, M., J.-Fraczek, I. (2001): The Impact of Errors of Commission on Human Reliability in a Car-Driving Task. In: Zio, E.; Demichela, M.; Piccinini, N. (Hrsg.): *Safety and Reliability*. Vol. 3, Politecnico di Torino, Italy. S. 1843-1850.

Yanovitzky, I., VanLear, A. (2008). *Time Series Analysis: Traditional and Contemporary Approaches*, In: Hayes, A.F., Slater, M.D., & Snyder, L.B. (eds). *The Sage Sourcebook of Advanced Data Analysis Methods for Communication Research*, Los Angeles, CA: Sage.

Apps while Driving - Aber bitte nicht ablenkend

Michael Krause, Antonia S. Conti

Der Industriestandard MirrorLink sieht vor mobile Endgeräte (bevorzugt Smartphones) und Fahrzeuge miteinander zu koppeln. Für den Nutzer sollte es damit genauso einfach sein, ein Telefon mit dem Fahrzeug zu verbinden wie eine Tastatur mit dem PC.

MirrorLink (Spiegelverbindung) wurde zuvor auch Terminal-Mode genannt und entstand in Zusammenarbeit von Nokia (Nokia, 2010) und der CE4A (Consumer Electronics for Automotive) einer Arbeitsgruppe des Verbands der Automobilindustrie (VDA). Terminal bezeichnete insbesondere in der Frühzeit der Informatik eine einfache Bedieneinheit (Bildschirm, Tastatur) mit dem ein meist leistungsstärkeres Gerät (Server) angefragt und bedient wurde. Dieses Konzept ist heute noch selten als Thin Client anzutreffen. Für Windowsnutzer ist eventuell der Remote Desktop ein naheliegender Vergleich. MirrorLink wird durch das CarConnectivityConsortium (CCC) vertreten, einem Zusammenschluss von Automobil- und Smartphoneherstellern sowie Zulieferern (CCC, 2015).

Die MirrorLink-Verbindung geht dabei über die bekannten Fahrzeugkopplungen, wie Freisprecheinrichtungen, hinaus. Das Smartphone stellt seine Rechenleistung und Software zur Verfügung und erhält durch das Fahrzeug einen größeren und gut positionierten Bildschirm zur Darstellung. Die Bedienhandlungen des Nutzers mit Lenkradtasten, Mittelkonsolentouchscreen oder Drehdrücksteller werden vom Fahrzeug wieder an das mobile Gerät zurückgemeldet. Damit beständen gute Voraussetzungen, um Apps im Fahrzeug verantwortungsvoll bedienen zu können, wenn weitere wichtige ergonomische Bedingungen, wie beispielsweise Interaktionsprinzipien und Systemverhalten, berücksichtigt werden.

Die Spiegelung der Smartphoneanzeige in das Fahrzeug hätte für den Nutzer noch einige weitere positive Effekte. Während das deutsche Durchschnittsauto etwa 9 Jahre alt ist, werden Smartphones durch die Vertragspolitik der Telekommunikationsunternehmen meist maximal 2 Jahre genutzt. Der Nutzer könnte also durch den Smartphonewechsel kontinuierlich sein Fahrzeuginfotainment mit aktueller Unterhaltungs- und Kommunikationshardware ausstatten (ohne fahrzeugbezogene Mehrkosten).

Auf dem Smartphone befinden sich ohnehin unter anderem die favorisierten Apps des Nutzers, seine Musiktitel, Kontaktdaten, Termine und Navigationsziele. Ein Umstieg vom Privatfahrzeug in den Dienst- oder Mietwagen wäre mit Konzepten wie MirrorLink ohne Kopiervorgänge und Synchroni-

sierungen transparent für den Nutzer möglich. Das jeweilige Fahrzeug stellt dem Smartphone seine Infotainmentstruktur zur Verfügung. Ähnlich wie Computerbildschirme die man an seinem Arbeitsplatz und zu Hause an sein Notebook anschließt.

Da die Interaktion mit dem mobilen Gerät im Fahrzeug erfolgt und auf einigen Bildschirmen für den Fahrer sichtbar sein kann, muss der potentiellen Fahrerablenkung besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. So kann nicht jede Applikation Zugang zum Fahrzeug erhalten; die Applikationen müssen über die Prozesse des CCC zugelassen werden.

Die Automobilhersteller hatten bereits in der Vergangenheit Selbstverpflichtungen wie AAM (2006) und JAMA (2004) erarbeitet und sich auch an staatlichen Empfehlungen wie dem ESoP (2006) beteiligt. Auch die aktuelle Empfehlung (Phase 1) der National Highway Traffic Safety Administration für Fahrerinformationsysteme (NHTSA, 2013), wurde mit Diskussionsbeteiligung seitens der Automobilbranche erstellt. Für Phase 2, die mobile Endgeräte im Fahrzeug betrifft, hatte sich auch das CCC an die NHTSA gewandt und auch auf die Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Ergonomie hingewiesen (CCC, 2014).

Im zurückliegenden Projekt wurden die derzeit typischen Probandentests für Blickdaten zur Fahrerablenkung näher betrachtet. Am weitesten verbreitet ist dabei die Prüfung nach AAM (2006). Die Probanden führen eine Fahrzeugfolgeaufgabe durch und folgen einem Führungsfahrzeug in sicherem Abstand, während Nebenaufgaben bearbeitet werden. Dabei können beispielsweise Blickdaten mit einem Eye-Tracking-System erfasst werden. Eine anerkannte, kostengünstigere und leichter durchzuführende Möglichkeit ist ein Okklusionsversuch (ISO 16673:2007). Alle diese Labortests sind dennoch zeit- und kostenintensive Aktivitäten im schnellen Entwicklungszyklus von Applikationen.



Fahrzeugfolgeaufgabe in der LfE-Sitzkiste (mobiler Fahrsimulator) mit Dikablis Eye-Tracking

Wenn Apps im Fahrzeug Einzug halten, wird die Fülle an Applikationen mit den bisherigen Tests nicht mehr beherrschbar sein. In einem ersten Schritt wurden Interaktionsabläufe mit den Applikationen einem aufgabenanalytischen Ansatz folgend in kleinere Abschnitte untergliedert und versucht mit diesen Versuchsergebnisse vorherzusagen. Das Vorgehen ist aussichtsreich und erste Ergebnisse werden in Krause et al. (2015) vorgestellt. Denkbar wäre bei Weiterentwicklung des Vorgehens, dieses beispielsweise vor einem Labortest durchzuführen und nicht vertretbare Interaktionskonzepte mit wenig Aufwand auszuschließen, um Laborressourcen für aussichtsreiche Applikationen freizuhalten. Oder bereits in der Implementierungsphase den Entwicklern entsprechende Informationen zur Verfügung zu stellen.

Losgelöst vom Industriekontext lässt sich das Projekt am Lehrstuhl in den Bereich der kognitiven Modellierung einordnen. Eine andersgeartete Untergliederung von Interfacebedienungen in Interaktionsprototypen wurde am Lehrstuhl bereits von Popova et al. (2011a, 2011b), durchgeführt. Die Aktivitäten reihen sich somit auch in die Lehrstuhltradition, unter anderem von Schweigert (2002), Rassl (2004) und Remlinger (2013) ein. Eine detailliertere Modellierung von einzelnen Blick- und Armbewegungen bei einfachen Bedienhandlungen wurde in Zusammenarbeit mit Daejin An (Gastwissenschaftler, Hyundai) betrachtet; siehe Conti et al. (2015). Eine studentische Gruppe (Studiengang Human Factors Engineering) befasste sich des Weiteren im letzten Semester mit der automatisierten Datenerfassung im Umgang mit Bedienprototypen.

Literatur

Nokia (2010). Nokia and CE4A Release Nokia Research Center's Terminal Mode Technology Spec <http://research.nokia.com/news/9384> (aufgerufen 2. April 2015)

CCC (2015). Member List <http://www.mirrorlink.com/member-list> (aufgerufen 2. April 2015)

CCC (2014). Car Connectivity Consortium MirrorLink® and Driver Distraction. Für die Anhörung: Driver Distraction Guidelines (Phase 2) for Portable and After-Market Devices Public Meeting Agenda and Presentations <http://www.regulations.gov/contentStreamer?documentId=NHTSA-2013-0137-0004&attachmentNumber=3&disposition=attachment&contentType=pdf> (aufgerufen 2. April 2015)

ESoP (2006). European Statement of Principles. Commission Recommendation of 26 May 2008

on safe and efficient in-vehicle information and communication systems: update of the European Statement of Principles on human-machine interface (2008/653/EC)

AAM (2006). Alliance of Automobile Manufacturers. Statement of Principles, Criteria and Verification Procedures on Driver Interactions with Advanced In-Vehicle Information and Communication Systems. Driver Focus-Telematics Working Group

NHTSA (2013). National Highway Traffic Safety Administration Visual-Manual NHTSA Driver Distraction Guidelines For In-Vehicle Electronic Devices. Docket No. NHTSA-2010-0053

JAMA (2004). Japan Automobile Manufacturers Association. Guideline for In-vehicle Display Systems — Version 3.0

Krause, M., Conti, A.S., Henning, M., Seubert, C., Heinrich, C., Bengler, K., Herrigel, C. & Glaser, D. (2015). App analytics: evaluating the distraction potential of in-vehicle device apps. AHFE 2015 (in press)

Conti, A.S., Kremser, F., Krause, M., An, D., & Bengler, K. (2015). The effect of varying target sizes and distances between target and non-target elements on goal-directed hand movement times while driving. AHFE 2015 (in press)

Popova, S., Krause, M., & Bengler, K. (2011a). Experimental Evaluation of Touch Screen Interaction for In-Car Applications. Ergonomics & Human Factors 2011, 12-14 April, Stoke Rochford, Lincolnshire.

Popova, S., Krause, M., & Bengler, K. (2011b). To Touch or Not To Touch – Gestaltungshinweise für die Touchscreens im Kraftfahrzeug. In: 57. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft „Mensch, Technik, Organisation – Vernetzung im Produktentstehungs- und –herstellungsprozess“, S. 269-272, GfA-Press, Dortmund

Schweigert, M. (2002). Fahrerblickverhalten und Nebenaufgaben, Dissertation Lehrstuhl für Ergonomie, Technische Universität München

Rassl, R. (2004). Ablenkungswirkung tertiäre Aufgaben im Pkw Systemergonomische Analyse und Prognose, Dissertation Lehrstuhl für Ergonomie, Technische Universität München

Remlinger, W. (2013). Analyse von Sicht einschränkungen im Fahrzeug, Dissertation Lehrstuhl für Ergonomie, Technische Universität München

Arbeitsgestaltung altersgerecht und ergonomisch - aber wie?

Carmen Aringer

Relevanz der Thematik

Bedingt durch den demographischen Wandel stehen auch Klein- und mittelständische Unternehmen (KMU) vor der Herausforderung, die Fähigkeiten ihrer älteren Arbeitnehmer/innen vermehrt zu berücksichtigen, um ein gesundes Arbeiten bis zum Renteneintrittsalter zu ermöglichen. Trotz vieler Initiativen und Förderungen in den letzten Jahren besteht der Eindruck, dass sich insbesondere KMUs mit der Umsetzung von Maßnahmen noch immer schwer tun. Die Gründe hierfür kann man lediglich vermuten. Neben der Vielzahl an Branchen im Bereich der KMUs und den individuellen Strukturen in den Unternehmen, könnte ein weiterer Grund in den oft sehr allgemein aufbereiteten Empfehlungen liegen. „Entscheidungsträger im Unternehmen benötigen im komplexen Themenfeld Demografie meist detailliertere Informationen bezüglich der Ansatzpunkte und der zur Verfügung stehenden Stellhebel.“ (Chodora, 2012, S.89). An diesem Punkt setzt das von der AUVA (Allgemeine Unfallversicherungsanstalt Austria) geförderte und zusammen mit dem Ergonomiezentrum Tirol durchgeführte Projekt „Arbeitsgestaltung altersgerecht und ergonomisch“ an. Unter Bezug auf motivationstheoretische Grundlagen verfolgt das Projekt das Ziel, österreichische KMUs mithilfe von speziell aufbereiteten Unterlagen und Schulungen zu einem vermehrten Engagement im Bereich der altersgerechten Arbeitsgestaltung zu motivieren.

Online-Befragung

Warum engagieren sich Unternehmen überhaupt im Bereich Demographie, was sind für diese Unternehmen Anreize und Motive? Um mehr über diese Aspekte zu erfahren wurde im Rahmen des Projekts im ersten Schritt eine Onlinebefragung unter 58 Unternehmen durchgeführt. Den motivationstheoretischen Hintergrund liefert das erweiterte kognitive Motivationsmodell von Heckhausen & Rheinberg (vgl. Rheinberg, 2010). Übertragen auf das Engagement im Bereich Demografie könnte demnach u.a. die Einschätzung der folgenden Aspekte die Entscheidung für ein Engagement beeinflussen: Wie änderungsbedürftig ist die derzeitige Situation - sind die Unternehmen bspw. schon von den Auswirkungen des demographischen Wandels betroffen? Wie schätzen die Unternehmen die Erfolgsaussichten einer Handlung in diesem Bereich ein und wie attraktiv sind mögliche Folgen aus diesem Handeln für das Unternehmen (treten weniger Krankheitstage auf, steigt die Mitarbeiterzufriedenheit)?

In der Befragung zeigte sich, dass die Betroffenheit der befragten Unternehmen bezüglich der beschriebenen Auswirkungen des demographischen Wandels (Fachkräftemangel, höhere Krankheitsquoten) bislang gering ist. Unternehmen die sich bereits engagieren sind häufig Großunternehmen, die sich im Rahmen der Gesamtunternehmensstrategie mit dem Thema auseinandersetzen. Weniger als die Hälfte der Unternehmen schätzt das Thema derzeit als hochrelevant ein, allerdings steigt der Anteil bei einem Blick in die Zukunft (10 Jahre) auf mehr als 80% an.

Welche Instrumente setzen die Unternehmen bislang bereits erfolgreich ein? Mit welchen Handlungen erreichen Sie bestimmte Ziele? Die folgende Abbildung 1 zeigt die am häufigsten genutzten Maßnahmen in der Stichprobe.

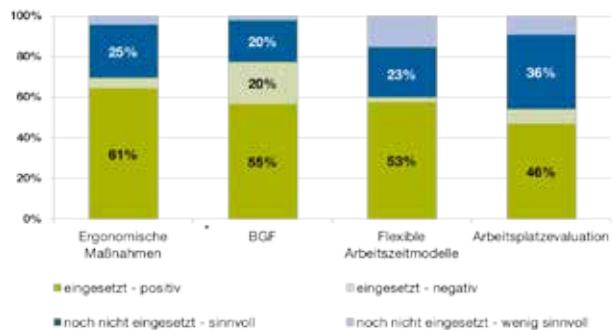


Abb. 1: Ausgewählte Maßnahmen zur altersgerechten Arbeitsplatzgestaltung und die Erfahrungen/Einschätzungen aus den befragten Unternehmen (N=58).

Speziell für die Gestaltung der Unterlagen und der Schulungen wurden die Unternehmen befragt, welche konkreten Inhalte für sie von Interesse sind. Demnach interessierten sich ca. 70% für die Themen „Entwicklung der psychischen Leistungsfähigkeit“, „altersgerechte Führung“, „präventive Gesundheitsförderung“ sowie „altersgerechte Arbeitsorganisation“. Die KMUs zeigten zudem besonderes Interesse an einem Instrument zur Einschätzung von Belastungen und speziellem Wissen zur ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung. Es bestand kaum Interesse an allgemeinen Informationen zur demographischen Entwicklung.

Gestaltung von Schulungsunterlagen und Seminaren

Die vorgestellte Befragung liefert bereits erste Hinweise für die thematische Gestaltung der Schulungen und der Unterlagen. Um dem Wunsch der KMUs nach sehr spezifischem Wissen nachzukommen, wurde ein sogenannter „Fähigkeitenkatalog“ aufbereitet. Dieser stellt übersichtlich, detailliert und wissenschaftlich fundiert die Entwicklung von Fähigkeiten (Hören, Sehen, Aufmerksamkeit,...) mit zunehmendem Erwerbsalter, relevante Arbeitsfelder und mögliche Maßnahmen dar.

Da für kleine Unternehmen Praxisbeispiele aus anderen Betrieben besonders hilfreich sind (s. Sczesny, Keindorf, Droß, & Jasper, 2014, S.126f.), wurden zudem neun Einzel- und Gruppeninterviews mit insgesamt 21 Personen in vier Unternehmen durchgeführt, die sich bereits länger mit dem Thema Demographie und alternsgerechte Arbeitsplatzgestaltung auseinandersetzen. Neben konkreten Beispielen für Einzelmaßnahmen an Arbeitsplätzen, wie die Neugestaltung des Lagers, um die Belastung durch Treppensteigen zu vermindern, die Umgestaltung des Arbeitsplatzes und einer verbesserten Anordnung der Arbeitsmittel, um übermäßig häufiges Bücken und Strecken zu reduzieren, wurden auch Beispiele aus den Bereichen Betriebliche Gesundheitsförderung und flexible Arbeitszeitgestaltung gesammelt. Als wichtiger Baustein für eine erfolgreiche Umsetzung kristallisierten sich in allen besuchten Unternehmen die bereits vorhandenen Arbeitsplatzevalutionen heraus, die eine gute Diskussionsgrundlage für weitere Maßnahmen in diesem Themenfeld darstellen. Dieser Bereich wurde deshalb auch in die Schulungen mit aufgenommen. Um die Unternehmen in den Schulungen auch auf mögliche Probleme hinweisen zu können, wurde in den Interviews besonderer Wert auf Erfahrungen im Einführungsprozess und mögliche Probleme gelegt. Dabei zeigte sich, dass sich die Unternehmen mehr Hintergrundwissen zur Evidenz der betrieblichen Gesundheitsförderung wünschen, da hier die Erwartungen von Unternehmensseite bspw. an Teilnehmerzahlen und Nutzen nicht immer erfüllt werden. Zum anderen zeigte sich, dass die häufig ausgesprochene Empfehlung, insbesondere ältere, gesundheitlich eingeschränkte Arbeitnehmer aufgrund ihrer Erfahrung auf Arbeitsplätze bspw. in der Qualitätssicherung zu versetzen, in der Praxis schnell an ihre Grenzen stößt. In vielen kleineren Unternehmen existieren solche Ar-

beitsplätze nicht in der benötigten Anzahl. Für die Schulungen wurde deshalb Wert darauf gelegt, dass die Teilnehmer für den Nutzen einer frühzeitigen Arbeitsplatzrotation in Kombination mit einer Belastungseinschätzung der Arbeitsplätze sensibilisiert werden. Von einem solchen System würden jüngere wie ältere Mitarbeiter/innen (=alternsgerecht) langfristig profitieren.

Durchführung der Seminare

Das vor diesem Hintergrund konzipierte eintägige Seminar wurde bislang in zwei mittelständischen Unternehmen durchgeführt und evaluiert. Eine weitere Evaluation erfolgt drei Monate nach dem Seminar, um feststellen zu können, ob bereits konkrete Maßnahmen umgesetzt werden konnten. Es hat sich bewährt, dass die Teilnehmer/innengruppe verschiedene Bereiche des Unternehmens repräsentieren, z. B. betriebliche Gesundheitsförderung, Arbeitsmedizin, Arbeitssicherheit, Führungskräfte, jüngere und ältere Beschäftigte. Zudem wurde der Betrieb jeweils am Vortag besichtigt, um zusammen mit dem Unternehmen Arbeitsplätze festzulegen, die für eine Gruppenarbeit im Rahmen des Seminars geeignet sind und konkrete Möglichkeiten für alternsgerechte Verbesserungen bieten. Häufig ergaben sich diese Arbeitsplätze bereits aus der Evaluierung und aus dem Vorschlag der Beschäftigten. Am Vormittag des Seminars standen die Sensibilisierung der Teilnehmer/innen und die Wissensvermittlung im Fokus. Hierzu sollten die Teilnehmer/innen bspw. Belastungen auf Fotos verschiedener Arbeitsplätze aus unterschiedlichen Branchen erkennen und abschätzen, inwiefern diese alterskritisch sein könnten. Im nächsten Schritt konnten mit diesem Hintergrundwissen auch weitere Belastungen an Arbeitsplätzen im eigenen Unternehmen identifiziert werden. Im nächsten Schritt erhielten die Teilnehmer/innen einen umfassenden Überblick über die Entwicklung der Fähigkeiten aber auch der Motivation mit zunehmendem Alter, der relevanten Arbeitsfelder und möglicher Maßnahmen (konkrete Arbeitsplatzgestaltung, Einschätzung der Arbeitsplätze mit der Leitmerkmalmethode, Job-Rotation,...). Dabei wurde besonderer Wert darauf gelegt, gezielt Informationen zu vermitteln, die sich auf Beschäftigte im erwerbsfähigen Alter (also bis maximal 67 Jahre) beziehen und auch die Individualität und Streuung der Fähigkeiten mit zunehmendem Alter zu betonen. Damit sollte pau-

schalen Aussagen bzw. Schlussfolgerungen zum Altern entgegengewirkt werden. Im Anschluss entwickelten die Teilnehmer/innen in Gruppenarbeit bereits erste Maßnahmen für unterschiedliche Themenfelder im Bereich der altersgerechten Arbeitsplatzgestaltung, bspw. im Bereich der Qualifizierung & Personalentwicklung, in der Gesundheitsförderung, Arbeitszeitgestaltung oder im Bereich Unternehmenskultur. Am Nachmittag erhielten die Teilnehmer/innen Messgeräte (Lärm, Licht,...), sowie einen Einschätzungsbogen für altersgerechte Arbeitsplätze (s. Morschhäuser & Matthäi o.J.), der eine grobe Beurteilung eines Arbeitsplatzes erlaubt. Sie sollten nun die am Vortag ausgewählten Arbeitsplätze einschätzen, problematische Bereiche (bspw. Ziehen von Lasten, schlechte Beleuchtung) ausmachen und konkrete Maßnahmen zur Verbesserung festlegen. Die Gruppen wurden jeweils von einem Projektverantwortlichen begleitet und beraten. Im Anschluss diskutierten die Teilnehmer/innen die Maßnahmen gemeinsam im Plenum und bestimmten Verantwortlichkeiten für die Umsetzung. Der Seminar- tag endete mit einem Ausblick auf weitergehende Beurteilungsverfahren, die wir insbesondere für Arbeitsplätze empfehlen, die sich in dem groben Screening als problematisch herausstellten.

Einschätzung der Seminare

Die Rückmeldung zu den Seminaren war bislang positiv, die Drei-Monats-Evaluation steht noch aus. Es zeigte sich, dass eine umfassende individuelle Bedarfserhebung, insbesondere zum Wissensstand der Teilnehmer/innen, aber auch zu den bisherigen Aktivitäten bspw. im Bereich der Betrieblichen Gesundheitsförderung nötig ist. Bewährt hat sich in diesem Zusammenhang die Vorab-Besichtigung der Arbeitsplätze. Durch eine umfassende Bedarfserhebung kann man zudem dem Wunsch der KMUs nach einer sehr praktischen und firmenspezifischen Aufbereitung der Informationen besser nachkommen, da gezielt Bezüge zu dem Betrieb hergestellt werden können. Sehr frühzeitig muss man unserer Erfahrung nach Erwartungen vorbeugen, dass ein solches Seminar oder die Unterlagen konkrete „Rezepte“ liefern können, wie man Arbeitsplätze altersgerecht gestaltet. Da Altern sehr individuell verläuft, muss man auch dem Wunsch der Unternehmen nach speziellen Grenzwerten („dieser Arbeits-

platz nicht mehr bei Arbeitnehmern ab 50“) eine Absage erteilen. Hier lautet unsere Empfehlung, in der Arbeitsplatzevaluierung oder mithilfe der Leitmerkmalmethode unterschiedliche Arbeitsplätze zu definieren. Verbleibararbeitsplätze, die sich für alle Beschäftigten langfristig eignen, könnten demnach durch eine grüne Bewertung bei der LMM definiert werden, während Arbeitsplätze aus dem gelben Bereich regelmäßig rotiert werden müssen. Zudem sollten kritische Arbeitsplätze mit Beteiligung der Arbeitnehmer kontinuierlich weiter entwickelt und verbessert werden. Wir konnten uns in den beiden Seminaren davon überzeugen, dass hier in kurzer Zeit viele Maßnahmen und Ideen entstehen können.

Literatur

Chodora, M. (2012). Fachkräfte sicherung demografie (me). Heute dem demografischen Wandel aktiv begegnen. In: Chancen durch Arbeits-, Produkt- und Systemgestaltung - Zukunftsfähigkeit durch Produktions- und Dienstleistungsunternehmen, 59. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Dortmund: GfA-Press, 89-92.

Morschhäuser, M. & Matthäi, I. (o.J.). Leitfaden zur Arbeitsplatzbeobachtung. Ermittlung alterskritischer Arbeitsbedingungen „55 plus“. Download unter: http://www.lago-projekt.de/medien/instrumente/Leitfaden_Arbeitsplatzbeobachtung.pdf (zuletzt am 07.04.2015)

Rheinberg, F. (2010). Intrinsische Motivation und Flow-Erleben. In: Heckhausen, J. & Heckhausen, H. (Hrsg.). Motivation und Handeln., 4. überarbeitete und erweiterte Auflage, Berlin: Springer, S.365-388.

Sczesny, C., Keindorf, S., Droß, P., & Jasper, G. (2014). Kenntnisstand von Unternehmen und Beschäftigten auf dem Gebiet des Arbeits- und Gesundheitsschutzes in KMU. 1. Auflage. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Ein neues Mitglied am Lehrstuhl:

Sitztestdummy Bob

André Dietrich, Ilja Feldstein

Ausgangssituation

Der Bau eines Prüfkörpers zum Sitzkomfort ist am Lehrstuhl für Ergonomie in den vergangenen Jahren bereits mehrfach in die Wege geleitet worden. Balzulat (2000) entwickelte einen Forschungsstuhl, an dem Kennwerte zu Elastizität und Steifigkeit eines menschlichen Oberschenkels im Sitzen erfasst werden können. Basierend auf dem dadurch erstellten FE-Modell von Mergl (2006) wurde ein erster Prüfkörper von Sabbah (2008) für den Lehrstuhl entwickelt, indem Scans von Oberschenkelkontur und -knochen in CAD-Volumenmodelle umgewandelt wurden. Die Knochen sind dabei aus Aluminium gefertigt, die Außenkontur durch eine gefräste Negativform festgelegt worden. Die physikalischen Eigenschaften wurden durch die Wahl eines geeigneten, gießbaren Silikons erreicht. Die Verdünnung mit Silikonöl ermöglichte dabei eine Annäherung an die E-Module der jeweiligen Oberschenkelbereiche, welche an die Versuchsdaten von Mergl (2006) angelehnt waren. Das Gewicht des Prüfkörpers konnte durch Gewichtsscheiben angepasst werden, um die Druckverteilung eines Mannes des 50. Perzentils zu erreichen.



Abb. 1: Hardware-Dummy aus Silikon des Lehrstuhls für Ergonomie (Sabbah, 2008)

Ein Konzept zur Optimierung des Prüfkörpers wurde von Schmidtke (2012) erörtert. Dabei sollte vor allem einem Ausschwitzen des verwendeten Silikonöls entgegengewirkt werden und der Dum-

my um Unterschenkel samt Füßen ergänzt werden. Die in diesem Artikel beschriebene Weiterentwicklung entstand innerhalb einer Kooperation mit der Hyundai Motor Europe Technical Center GmbH.

Weiterentwicklung des Dummies

Oberschenkel

Die im Vorfeld festgelegten Positionen und Ausrichtungen der Knochensegmente und Gelenke wurden übernommen, das konstruktive Design des Dummies jedoch weitestgehend überarbeitet. Da lediglich die Gesäßseite mit der Sitzoberfläche in Kontakt kommt, wurde die Vorderseite des Oberschenkels entfernt und durch eine Konstruktion aus Aluminiumplatten ersetzt. Dies ermöglichte eine vereinfachte Fertigung des Silikonparts und erleichterte zusätzlich die Mobilität durch angebrachte Griffe. Des Weiteren wurde auf eine Beweglichkeit der Hüftgelenke verzichtet. Für eine realistische Verteilung der Elastizität im Oberschenkel wurde der Silikonpart durch einen Maskenbildner schichtweise auf einer Epoxidharzplatte aufgebaut. Dabei kamen unterschiedliche Silikone zur Nachbildung von Zellen-, Muskel-, Fett- und Hautgewebe zum Einsatz. Das Knochenskelett wurde auf Basis eines 3D-Drucks ebenfalls aus Epoxidharz gefertigt. Dazu wurden im Vorfeld anhand von Härtemessungen an Oberschenkeln männlicher Personen nahe des 50. Perzentils Richtwerte vorgegeben, welche die Dicke und Härte der einzelnen Silikonschichten festlegten.

Das Oberschenkelsegment wiegt 25,7 kg und kann, um die Druckverteilung eines Mannes des 50. Perzentils einzustellen, durch Gewichtsplatten beschwert werden.



Abb. 2: Oberschenkel des Dummies auf einem Fahrzeugsitz

Unterschenkel

Die Unterschenkel bestehen aus einem gedrehten Kunststoffteil, welches auf eine Rohrkonstruktion gepresst wurde. Der Fuß – repräsentiert durch einen Schuhleisten der Größe 42 – ist über ein Kugelgelenk mit der Konstruktion verbunden und ermöglicht somit die Einstellbarkeit des Fersenpunktes. Die Unterschenkel sind demontierbar gestaltet und wiegen jeweils 5,1 kg.

Rücken



Abb. 3: Innenleben des Rückens

Das innere des Rückens macht eine Aluminiumkonstruktion aus, welche in vier, zueinander verstellbare Segmente unterteilt ist. Die Gelenkpunkte sind dabei an das Menschmodell von RAMSIS angelehnt und lassen eine Verstellung von bis zu $\pm 5^\circ$ zu, sodass am gesamten Rücken eine Neigung von bis zu etwa $\pm 20^\circ$ eingestellt werden kann. An die Aluminiumkonstruktion sind Rippen- und Wirbelemente aus Epoxidharz angebracht. Als Vorlage dienten dazu 3D-gedruckte Teile, welche anhand von Scandaten gestaltet und von der Hyundai Motor Europe Technical Center GmbH bereitgestellt wurden.

Der innere Aufbau des Rückens wurde analog zum Oberschenkelteil vom Maskenbildner mit mehreren Schichten Silikon überzogen. Das Rückensegment macht mit 30,1 kg im Ausgangszustand den schwersten Teil des Dummies aus und lässt sich durch Zusatzgewichte auf 45,4 kg bringen.



Abb. 4: Minimale (links) und maximale (rechts) Neigung des Rückens

Sitzdummy

Der Sitzdummy wiegt im komplett montiertem Zustand 81,7 kg und hat folgende Abmessungen:

Tabelle 1: Maße des gefertigten Dummies zur Evaluierung von Sitzen

Maße	Vorgabe	Abweichung
Schulterhöhe, sitzend	630mm	621mm 1,4%
Kniehöhe (einstellbar)	491mm	491mm 0%
Schulterbreite (biakromial)	400mm	387mm 3,4%
Schulterbreite (bideltoid)	505mm	490mm 3,1%
Sitztiefe (bis Kniegelenk)	570mm	
Sitztiefe	~520mm	532,5mm 2,3%
Abstand Gesäß-Knie-scheibe	~625mm	632mm 1,1%

Sitzdruckverteilung des Dummies

Zur Validierung des Dummies wurde dessen Sitzdruckverteilung mit Probandenergebnissen verglichen. Im ersten Schritt wurde dazu der Abdruck auf einer Tischplatte untersucht.

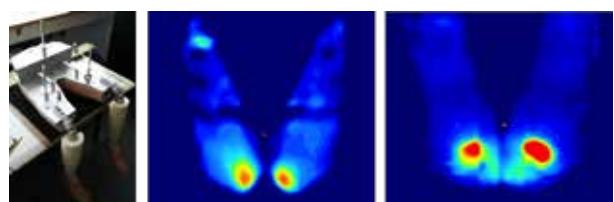


Abb. 5: Messung der Druckverteilung auf einer Tischplatte (links). Sitzdruckverteilung des Dummies (mitte) und eines 82kg Mannes (rechts).

An den in Abb. 5 dargestellten Druckverteilungen ist erkennbar, dass der Sitzdummy die Sitzhöcker wie gefordert abbildet, jedoch verminderte Druckflächen im vorderen Oberschenkelbereich aufzeigt.

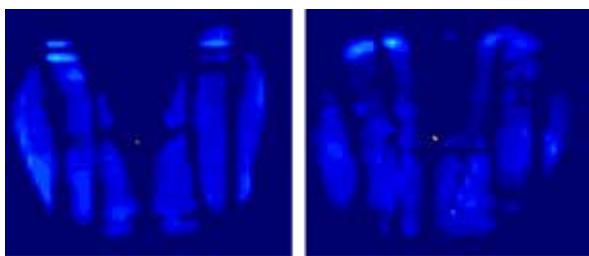


Abb. 6: Druckverteilungen des Dummies (links) und eines 82kg Mannes (rechts) auf einem Fahrzeugsitz

Untersuchungen der Sitzdruckverteilung in einem Fahrzeugsitz unter Berücksichtigung des Fersenpunktes weisen deutliche Ähnlichkeiten zwischen Mensch und Dummy auf. Der Sitzabdruck verbreitert sich im Bereich der Oberschenkel. Ein Ähnliches Ergebnis lässt sich auch bei der Untersuchung des Rückens feststellen.

Quellen

Balzulat, J. (2000). Ein holistischer Versuchsan-satz zum Sitzverhalten. Dissertation, Lehrstuhl für Ergonomie der Technischen Universität München.

Mergl, C. (2006). Entwicklung eines Verfahrens zur Optimierung des Sitzkomforts auf Automobilsitzen. Dissertation, Lehrstuhl für Ergonomie der Technischen Universität München.

Sabbah, O. (2008). Entwicklung eines Prüfkörpers zur Bewertung des Sitzkomforts. Ergonomie Aktuell 009; 2008, S. 48-50.

Schmidtke, D. (2012). Optimierung eines menschenähnlichen Prüfkörpers zur Bewertung des Sitzkomforts. Semesterarbeit. Technische Universität München.

Spiegelersatz am Nutzfahrzeug

Albert Zaindl

In einem gemeinsamen Forschungsprojekt wurde zusammen mit der MAN Truck & Bus AG innerhalb von drei Jahren ein Prototyp zum Thema Spiegelersatz durch Kamera Monitor Systeme (KMS) aufgebaut. Dabei wurde die aktuelle Nutzung der Spiegel ebenso berücksichtigt wie die optische Wahrnehmungsfähigkeit des Menschen, um ein möglichst ergonomisches Konzept zu erreichen. Das Resultat ist ein System, das den Fahrer merklich entlasten und die Sicherheit auf den Straßen erhöhen kann.

Wer erstmals in ein Nutzfahrzeug einsteigt wird erstaunt sein wie viele Außenspiegel am „König der Straße“ verbaut sind. Aktuell sind dies gesetzlich vorgeschrieben mindestens sechs Stück. All diese Spiegel wurden erst im Laufe der Zeit eingeführt, um Sicherheitslücken zu schließen. Ist nämlich die Fernsicht im Nutzfahrzeug durch die hohe Sitzposition mehr als ideal, so lässt die direkte Um- und Rücksicht aus dem Truck zu wünschen übrig. Die Spiegel schaffen Einsicht in die sonst nicht einsehbaren Bereiche, die so genannten toten Winkel.



Abbildung 1: Sichtfeldklassen am und im LKW (Bildquelle linkes Bild: (Zaindl et al., 2015)

Um ein System sinnvoll ersetzen zu können ist es unabdingbar die Nutzung des aktuellen System zu verstehen. Dabei ist es von Bedeutung die Interaktion des Fahrers mit dem Spiegel zu erforschen. Dies wurde durch verschiedene Studien realisiert. Dabei wurden in Fahrversuchen sowohl Blickerfassungen als auch Bewegungsmessungen durchgeführt. Die daraus gewonnenen Daten ergeben ein detailliertes Bild, wie der LKW Fahrer seine Spiegel nutzt und wie er in bestimmten Situationen durch Kopfbewegungen sein Blickfeld im Spiegel erweitert (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: Sichterweiterung im Probandenversuch (Bengler et al., 2015)

Die Ergebnisse (mit einem Sattelzuggespann MAN-TGX) lassen sich vereinfacht so zusammenfassen: Der Fahrer in den Versuchen ist meist bemüht die hintere Achse seines Aufliegers im Spiegel zu erkennen (siehe Abbildung 3). Gerade in Kurven erkennt er so, ob er enge Passagen und Straßen passieren kann. Wird das Ende bzw. die Achse des Aufliegers nicht mehr im Hauptspiegel erkannt wird das Sichtfeld durch eine Bewegung nach vorne erweitert, oder der Fahrer wechselt den Blick in den Weitwinkelspiegel. Bei den Blickhäufigkeiten lässt sich feststellen, dass die Hauptspiegel deutlich häufiger verwendet werden als Weitwinkel-, Anfahr- oder Frontspiegel. In den Versuchen wird auch deutlich, dass der Berufskraftfahrer in der Spiegelnutzung hoch trainiert sind, was sich durch entsprechend hohe Akzeptanz bemerkbar macht.

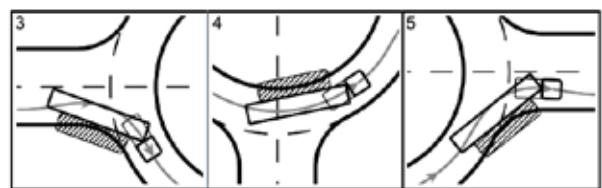


Abbildung 3: Die drei Hauptphasen bei der Kreisverkehrsfahrt – der Fahrer überwacht im Spiegel jeweils die Achse des Trailers (Bothe et al., 2013)

Für die theoretische Beurteilung der indirekten Sicht sind vor allem zwei Arten des Sehens von Bedeutung. Die „Foveale Sicht“ und das „Peripherie Sehen“ (Hunziker, 2006).

Die „Foveale Sicht“ beschreibt die direkte Sehrichtung, also genau den Bereich der bewusst und scharf wahrgenommen wird. Eine hohe Anzahl an Farbrezeptoren (Zapfen) auf kleinster Fläche bewirkt einen Effekt, der am besten mit einem Teleobjektiv vergleichbar ist. Dieser Bereich des

schärfsten Sehens ist mit ca. 2° auf einen sehr kleinen Teil des Gesichtsfeldes beschränkt (Gralla, 2007; Hunziker, 2006).

Die „Periphere Sicht“, das sogenannte Randsehen, deckt den größten Bereich des Gesichtsfeldes ab. Es besteht zum größten Teil aus Stäbchen und ist im Vergleich mit nur wenigen Zapfen ausgestattet. Die Rezeptoren sind zudem nicht wie in der Fovea einzeln an einen Sehnerv gekoppelt, sondern gehen jeweils gebündelt an einen Sehnerv. Durch diese Komprimierung und durch die Verteilung der Sehzellen lassen sich die Eigenschaften des Randsehens erklären. Es findet größtenteils Kontrastwahrnehmung mit einer hohen Lichtempfindlichkeit und Bewegungswahrnehmung statt. Wichtig zur Erkennung von Objekten im peripheren Sichtfeld ist der so genannte optische Fluss. Bewegt sich ein Objekt unterschiedlich zum optischen Fluss, so wird ein Objekt erkannt (Gralla, 2007; Goldstein, 2008).

Das „Periphere Sehen“ ist somit für die ganzheitliche Wahrnehmung zuständig, während die foveale Sicht sich auf einen Punkt konzentriert. Beide Arten des Sehens stehen dabei nicht in Konkurrenz, sondern bilden ein extrem leistungsstarkes Gesamtsystem. Wird ein Objekt im peripheren Sichtfeld wahrgenommen (meist durch eine lokale Änderung des optischen Flusses), kann das Auge eine Fixation des fovealen Sichtbereichs zum Objekt durchführen. Fehlt der optische Reiz im peripheren Sichtfeld, so kann das Objekt nur zufällig foveal entdeckt werden (Hunziker, 2006).

Abbildung 4 zeigt die simulierte Wahrnehmung des Fahrers beim Blick aus dem Fahrzeug für 5 Fixationen. Es ist zu erkennen, dass der Fahrer das wenigste seiner Umwelt scharf wahrnehmen kann. Mit wenigen Fixationspunkten, der gesamtheitlichen Wahrnehmung der Peripherie und Erfahrungswerten erstellt sich Mensch ein mentales Modell seiner Umgebung.



Abbildung 4: Simulation der peripheren Sicht und fovealen Ergänzung beim Blick aus dem Fahrzeug innerhalb von 5 Fixationen (nach Gralla, 2007)

Bei der Sicht in den Spiegel handelt es sich um eine hauptsächlich rein foveale Wahrnehmung (Rassl, 2004; Hudelmaier, 2003). Da der optische Fluss der Außenumgebung im Spiegelsystem unterbrochen wird, ist eine periphere Entdeckung nur eingeschränkt möglich. Das heißt der Fahrer muss im aktuellen Spiegelsystem seinen Blick bewusst auf den jeweiligen Spiegel richten, um den Bereich um und hinter dem Fahrzeug zu überblicken. Für den Hauptspiegel am Nutzfahrzeug stellt dies kein Problem dar, da dieser in die Ferne (nach hinten) gerichtet genau dem evolutionären Zweck der fovealen Sicht, nämlich der gezielten Ortung & Wahrnehmung weit entfernter Objekte, entspricht.

Eine periphere Entdeckung von Objekten im Weitwinkelspiegel, oder gar im Anfahrspiegel, während der Blick auf den Hauptspiegel gerichtet wird, ist jedoch unwahrscheinlich. Im Weitwinkel und Anfahrspiegel muss der Fahrer eine idealerweise peripher lösbar Aufgabe, nämlich dem zufälligen Entdecken von Objekten, aktuell mit der fovealen Sicht lösen, also dem bewussten Blick in den jeweiligen Spiegel (siehe Abbildung 5). (Gralla, 2007; Zaindl et al., 2015)



Abbildung 5: Fovealer Blick in den Spiegel – Erst beim direkten Blick in den Weitwinkelspiegel (rechtes Bild) ist der Radfahrer zu erkennen - Beim ersten Blick in den Hauptspiegel (linkes Bild) bleibt er unentdeckt.

Da immer nur eine Blickrichtung eingeschlagen werden kann, die foveale Sicht also nicht parallelisierbar ist, benötigt die Kontrolle der einzelnen Spiegel nacheinander eine gewisse Zeit. So braucht der Fahrer beispielsweise mindestens 2 Sekunden um seine drei Spiegel auf der Beifahrerseite zu kontrollieren (Zaindl et al., 2014 (b)). Diese Zeit fehlt um das restliche Verkehrsgeschehen zu überwachen. Gerade in komplexen Verkehrssituationen beschränkt sich der Fahrer meist auf die Spiegel, die er für seine Fahraufgabe benötigt. Der Fahrer entscheidet unterbewusst in welchen Spiegel er blicken wird und welchen Spiegel er unüberwacht lässt. (Zaindl et al., 2015)

Aus den Ergebnissen der Fahrversuche und den Erkenntnissen der optischen Wahrnehmung wurden zwei Hauptziele für die Gestaltung eines Spiegelsatzsystems gestellt:

- Die Darstellung in die Ferne (also der Hauptspiegelbereich) soll entsprechend dem aktuellen Spiegelsystem gestaltet werden.
- Die Darstellung der Nahbereiche (Weitwinkel und Anfahrspiegel) sollen so gestaltet werden, dass Objekte darin peripher erkannt werden können.

Um beide Hauptziele zu erreichen, wurde prototypisch eine innovative Darstellung realisiert. Der gesamte Bereich einer Seite, bestehend aus Hauptspiegel, Weitwinkelspiegel und Anfahrspiegel, wird dem Fahrer in einem durchgängigen Monitorbild dargestellt. (Zaindl et al., 2015; Zaindl et al., 2014 (b))

Die Art der Darstellung lässt sich dabei am besten am Beispiel eines Spiegels mit asphärischem Bereich erklären, der aus dem PKW-Bereich bekannt ist. Das Bild des Hauptspiegelbereichs wird unverzerrt auf dem Monitor dargestellt. An diesen Bereich schließt sich außen ein gestauchter Bereich an, der in etwa den seitlich fehlenden Weitwinkelbereich darstellt. Unter diesen beiden Bereichen wird der noch übrig gebliebene Teil der Sichtfelder des Weitwinkel- und Anfahrbereichs ebenso gestaucht angezeigt. Der direkte Vergleich zwischen dem Spiegelsystem und dem KMS ist in Abbildung 6 dargestellt.



Abbildung 6: Die Sichtbereiche aller drei Außenspiegel werden in einer durchgängigen Anzeige dargestellt

Die Vorteile der Ansicht liegen auf der Hand: dem Fahrer wird in einem durchgängigen Bild die Information gezeigt, die er sonst aus drei Spiegeln zusammenfügen müsste. Die Orientierung und räumliche Zuordnung wird dadurch verbessert. Daraus ergibt sich eine erhöhte Wahrnehmungsleistung bei einem geringeren Zeitaufwand. Der Fahrer muss nicht mehr entscheiden in welchen der drei Außenspiegel er blickt, sondern erfährt mit einem Blick alle nötigen Information. Ein Nicht-Wahrnehmen von Objekten wird durch das System unwahrscheinlicher. In Abbildung 7 wird der foveale Blick auf das KMS simuliert dargestellt. Im Vergleich zu Abbildung 5 lässt sich eine deutlich schnellere Wahrnehmung und räumliche Zuordnung des Radfahrers zum eigenen Fahrzeug erkennen. Eine erhöhte Entdeckungsrate bedeutet im Umkehrschluss auch eine potentielle Verringerung von Unfallzahlen. (Zaindl et al., 2015)



Abbildung 7: Fovealer Blick in das KMS – der Radfahrer wird auf den ersten Blick (peripher) erkannt und räumlich zugeordnet (zum Vergleich mit Abbildung 5)

Gerade die großen Außenspiegel führen bei Nutzfahrzeugen zu großen Bereichen, die nicht direkt eingesehen werden können. Die Effekte der Sichtverdeckungen der A-Säule und Spiegel wurden am Lehrstuhl schon ausgiebig untersucht (Remlinger, 2013). Durch den Entfall der Spiegel und die geschickte Anordnung der Monitore im Fahrzeug wird die direkte Sicht aus dem Fahrzeug entscheidend verbessert (siehe Abbildung 8).



Abbildung 8: Verbesserung der direkten Sicht (Zaindl et al., 2015)

Durch die Reduzierung der Aufstandsfläche und einer aerodynamische Optimierung der Kabine mit Spiegelersatz könnte künftig zudem Kraftstoff eingespart werden und somit die Umwelt merklich entlastet werden (Devesa & Indiger, 2011). Der Kraftstoffverbrauch und die Lebensdauerkosten eines LKW gehören zu den wichtigsten Aspekten des Nutzfahrzeugkunden (Kelp & Cornubert, 2008). Wenn sich das System schon in den ersten Betriebsjahren finanziell amortisiert, wird auch die nötige Stückzahl realisiert werden können, um die Vorteile aus Ergonomie und Sicherheit an einen großen Teil der Berufskraftfahrer zu bringen.

Literaturverzeichnis

- Bengler, K., Götze, M., Pfannmüller, L. & Zaindl, A. (2015). To See or not to See – Innovative Display Technologies as Enablers for Ergonomic Cockpit Concepts. electronic displays Conference. Nürnberg.
- Bothe, A. W. (2014). Analyse dynamischer Sichtsituationen zur ergonomischen Auslegung von Kamera-Monitor-Systemen (KMS) in schweren Nutzfahrzeugen. Dissertation. Darmstadt: Technische Universität Darmstadt.
- Bothe, A., Wohlfarth, E., Kirschbaum, M., & Bruder, R. (2013). Variation of actual fields of indirect vision in commercial vehicles during dynamic vision situations. 13. Internationales Stuttgarter Symposium Automobil- und Motorenmechanik. Stuttgart: ATZ.
- Devesa, A., & Indiger, T. (2011). Verbrauchsreduktion an Nutzfahrzeugkombinationen durch aerodynamische Maßnahmen. Berlin: Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V.
- Goldstein, B. E. (2008). Wahrnehmungspsychologie - Der Grundkurs. Heidelberg: Springer.
- Gralla, V. (2007). Peripheres Sehen im Sport – Möglichkeiten und Grenzen dargestellt am Beispiel der synchronoptischen Wahrnehmung. Dissertation. Bochum: Ruhr-Universität Bochum.
- Hudelmaier, J. (2003). Sichtanalyse im Pkw - unter Berücksichtigung von Bewegung und individuellen Körpercharakteristika. Dissertation. München: Technische Universität München.
- Hunziker, H. W. (2006). Im Auge des Lesers - Foveale und periphere Wahrnehmung - Vom Buchstabieren zur Lesefreude. Zürich: Transmedia.
- ISO. (2014). ISO FDIS 16505 - Road vehicles – Ergonomic and performance aspects of Camera-Monitor Systems – Requirements and test procedures. (ISO, Hrsg.)
- Kelp, R., & Cornubert, R. (11 2008). LKW-Kunden achten vor allem auf die Betriebskosten. Automotive Manager.
- Rassl, R. (2004). Ablenkungswirkung tertiärer Aufgaben im Pkw - Systemergonomische Analyse und Prognose. Dissertation. München : Technische Universität München.
- Remlinger, W. M. (2013). Analyse von Sicht einschränkungen im Fahrzeug. Dissertation. München: Technische Universität München.
- UN/ECE. (2009). Regelung Nr. 46 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN/ECE) – Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Einrichtungen für indirekte Sicht und von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Anbringung solcher Einrichtungen.
- Zaindl, A., Bengler, K., Erber, T., & Zimmermann, A. (2013). Method to analyze the body movement for the mirror view and test method to verify the simulated results. 2nd Digital human modelling conference 2013. Ann Arbor: UMTRI.
- Zaindl, A., Graf, D., Zimmermann, A., & Bengler, K. (2014a). Analyse der Kopfbewegung bei der Spiegelnutzung im Nutzfahrzeug. Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft - 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (S. 387-389). München: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft.
- Zaindl, A., Zimmermann, A., & Bengler, K. (2014b). Untersuchung der Spiegelnutzung im Nutzfahrzeug. 6. Grazer Nutzfahrzeugworkshop. Graz.
- Zaindl, A., Zimmermann, A., Dörner, K., & Kohrs, C. (2015). Kamera-Monitor-System als Spiegelersatz beim Nutzfahrzeug. ATZ (Ausgabe 05/2015), S. 28-33.

Consortium meeting of HFauto

Sebastiaan Petermeijer, Joel Goncalves

From the 19th – 23rd of January the Institute of Ergonomics was the host of the second consortium meeting of the ITN Marie Curie project Human Factors in Automated Driving (HFauto).

HFauto

HFauto is a Marie Curie project which involves universities, research institutes, and industry partner throughout Europe. The mission of the project is “to generate knowledge on Human Factors of automated driving towards safer road transport”. Within the project thirteen Early Stage Researchers (ESR’S) and one Experienced Researcher (ER) strive to answer questions, like “How should a human-machine-interface (HMI) be designed to support transitions between automated and manual control?” or “What are the effects of highly automated driving on accident risk and transport efficiency?”.

Consortium meeting

The second consortium meeting took place on the top floor of the IAS building at the TUM campus in Garching. The first two days (Monday and Tuesday) were scheduled for progress presentations of all the ESR’s. Most ESR’s, who recently started, presented a literature survey introducing their research topics and questions to be answered within the project. During these two days a multitude of topics, including microscopic traffic flow modelling, driver state inference, and multimodal human-machine interfaces, were presented to the supervisors and partners within the project. After the first day of interesting presentations and discussion the mixed group of young researchers, experienced supervisors and industry partners had a traditional dinner at the Weisses Bräuhaus located in the city centre.

On Wednesday a visit to the research facility of BMW was organized. The day was organized by Patrick Galaske, a PhD-candidate at BMW under the supervision of professor Bengler. After a warm welcome, with coffee and tea, the morning proceeded with a presentation of the different driving simulators BMW uses for their experiments. After being informed about the technical specifications and their general purpose, we were allowed to drive both the dynamic and static driving simulators. The lunch was followed by several presenta-

tions, including the vision of BMW on highly automated driving and an innovative HMI where the steering wheel decouples from the wheels during highly automated driving. Next, we got a static demonstration of the highly automated research vehicle that BMW is developing for on road test. Unfortunately, the vehicle was not ready to provide us a driving experience yet, but it soon will. The day at BMW was closed off by two presentations about usage safety and driver modelling. In summary, the day had a good balance between interesting presentations and demonstrations for everyone within the consortium.

The last two days of the week provided workshops for the ESR’s. Thursday, professor Neville Stanton, gave a training on Cognitive Workload Analysis (CWA), which is a method to consider the development and analysis of sociotechnical complex systems. The method has been used in a variety of domains, like aviation, military, and road transport. The method features a series of 5 sequential stages, which all provide a different perspective to the problem or system. In order to get a comprehensive understanding of the system one needs to complete all stages, although this is not required. The ESR’s were provided with a software tool, developed at the University of Southampton, which they learned to use throughout the day. Professor Stanton also introduced and explained every phase separately, after which the ESR’s worked on their analysis in small groups. This resulted in an insight how CWA can be used and at the same time some very useful hands-on experience with the software tool.

On Friday, two workshops, introducing the static simulator and eye-tracking methods available at the Institute of Ergonomics, were provided to the ESR’s. The simulator training was aimed to give the ESR’s some practical experience with the driving simulator, which will be used at the end of the HFauto project to demonstrate the different designs of the developed HMI. Magnus Helmbrecht and Christoph Rommerskirchen, introduced the SILAB-environment, next the ESR’s had to setup a small experiment which was then run in the static driving simulator of the institute. The second training was prepared by Markus Zimmermann and Andreas Haslbeck, showing the ESR’s the Dikablis and Facelab eye-tracking systems that are available at the institute. They showed how to

operate the systems, using a simple experiment on a desktop set up. Then, the ESR's would analyse the data and present their results to each other in a short presentation.

The whole consortium meeting proved to be a good mix of interesting presentations, demonstrations and workshop. The HFauto project will have two of these meetings every year and the meeting at the TUM set the standard for the other universities to follow.

More information about the European Marie Curie ITN project HFauto – Human Factors of Automated driving (PITN-GA-2013-605817) can be found at: <http://hf-auto.eu>



Comparison of shoe-surface tractions on various playing surfaces in futsal

Prof. Veit Senner, Bahador Keshvari

Introduction

Futsal is a small version of football which is played in over 100 countries [1]. The growth of futsal is not only limited to the indoor version, it has also spread to the outdoors. The interest in the outdoor version is increasing and companies are producing appropriate equipment. Although growth of futsal (indoor/outdoor) is increasing in different regions and more than one million official futsal players have already been registered by national federations worldwide, few studies have been conducted regarding shoe-surface traction and injuries of futsal players [2,3]. There are many more studies into football injuries than in futsal even though futsal has become the top ten injury-prone sports by having an incidence rate of 55.2 traumas for each 10000 hours of sport participation [4]. The rate of trauma among futsal players is just about 2.7 times more than football players [2].

Futsal is characterized by sprinting, stopping, cutting (rapid change of direction) and pivoting

situations where shoe-surface traction must be within an optimal range. Cutting or rapid changes of direction is common and necessary for good performance. Changes of speed and direction take place every 4–6 s in soccer [5]. To ensure a player can successfully perform the movement with minimal slipping, sufficient traction at the shoe-surface traction is required [6]. Many factors can influence the shoe-surface traction; such as surface moisture level and outsole configuration of the shoe [7]. Almost one-third of injuries were dedicated to non-contact activities. During rapid changes of direction the locking mechanism between foot and surface produces high loads on the lower extremities of the athlete [8]. The majority of injuries include the lower extremity, head and neck, upper extremity and trunk respectively [4].

Traction

According to the definition of ASTM [9] traction is “resistance to relative motion between a shoe outsole and a sports surface that does not necessarily obey classical laws of friction.” The traction between a sport shoe and playing surface is an important factor for safety and performance of the player. Traction, after comfort, was considered as a second significant factor among the most important shoe-surface interaction features [10]. Shoe-surface interaction studies mostly focuses on traction in football and it rarely includes futsal (indoor/outdoor). Studies show that the high level of coefficient traction depends on athletic activities and rarely exceeds 0.1 [11]. One of the vital studies in the field found that stopping on indoor soccer synthetic turf needs a minimum traction of 0.8 and a rapid direction change needs a minimum translational traction of 0.6 [11]. According to ASTM F2333-04 [9], traction was classified into following four groups: I. Dynamic Traction, II. Linear Traction, III. Rotational Traction, IV. Static Traction. Although traction is regularly important for athletic performance, high level of traction increases risk of injuries such as foot fixation, Anterior Cruciate Ligament (ACL) injuries and lower extremity injuries. However, low-level of traction increases the slipping risk [6].

The recent project is concentrated on comparing linear traction among four playing surfaces. Traction behavior was tested in four different conditions such as synthetic sweat, sand, water and mix water-sand.

Method

Cutting maneuver (rapid change of the direction) as a common activity which poses a potential risk of injuries was considered to perform under laboratory conditions at TUM faculty Sports and Health Sciences. Hence, former football player of Bayern München, Mr. Timo Heinze, participated to perform the cutting maneuver. In order to measure the ground reaction forces, the force plate was applied. Cutting maneuver was performed and captured from the front and side with high speed cameras. According to Fig. 1, a front view of the cutting maneuver was indicated with parameters definitions. The subject applies the force F at angle β from the vertical. F is opposed by the normal reaction force N and reaction to traction force T . The traction coefficient describes the ratio of traction force and normal force, $\tau = T/N$.



Fig. 1. The cutting maneuver includes translational and rotational movements

Data collected from recent experiment comprises force load and angular position. Ground reaction force was measured and found to be 1730 N and angular positions according to the side/front cameras were flexion/extension of 80 degrees and an supination angle of 49 degrees.

Traction test and material

In order to simulate the same activity with traction tester, it is necessary to reach the same force and angles which have been measured in last section. The traction tester is a device that provides a further understanding of shoe-surface interaction under realistic game situations. It consists of an artificial foot and ankle model with a shaft for the lower leg (Fig. 2) and is powered by pneumatic actuator.

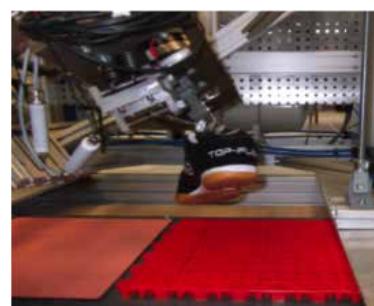


Fig. 2. Traction tester with two samples (Descol and Snap Sport bounce back)

Traction behavior was evaluated under four different conditions such as: (1.5 ml) synthetic sweat, (1ml) water, (1g) Sand and mixture (0.8g) sand+ (3.2) water. Cutting maneuver was simulated by using the same football boot interacting with five different playing surfaces (Tab. 1).

Table 1. Shoe and surfaces characteristics

Product Name	Country	Used in	Constituent
1-Asb Glass Floor	Germany	Surface	Glass
2-Descol (Pulastic outdoor)	Netherlands	Surface	Polypropylene
3-Snap Sport (shock tower)	USA	Surface	Polypropylene
4-Snap Sport (Bounce back)	USA	Surface	Polypropylene
5-Joma Top Flex 301 Sala	Spain	Shoe	Rubber

Summary

Across all surface-shoe combinations, translational traction coefficient (TT) was distributed between 0.173 and 0.276. Descol and snap sport show significant differences in all conditions. Traction behavior of these two samples show that translational traction is increasing in condition of sand, mixture water-sand, synthetic sweat and water respectively. According to the statistical analysis, ANOVA (2 tailed), ASB Glass floor did not show significant differences to the other conditions (p-value >0.05). Snap Sport (Bounce back) provides higher translational traction for cutting maneuver than other samples in all conditions. The optimum range of traction requires the decision, which level of risks is acceptable. Slip resistance and foot fixation are two factors which cause injuries when the traction coefficient is not adequate. Many factors can influence these two factors such as surface ages, contact geometry and dynamic, temperature and so on. It was tried to control many of these factors in our laboratory study.

By increasing the interest in futsal, the importance of shoe-surface traction should be solely investigated. As there is lack of experimental projects in terms of traction behavior in outdoor futsal, hence the study can be considered as introduction of optimum linear traction reference. A further goal of this study is the development of guidelines for different futsal shoes for a particular surface that would provide adequate traction.

Reference

- [1] Sub-Committee of the International Football Association Board. Futsal laws of the game. Switzerland: Federation Internationale de Football Association; 2011. Available from: http://www.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/bigcount.summaryreport_7022.pdf.
- [2] A. Junge, J. Devorak. Injury risk of playing football in Futsal World Cups. Br J Sport Med. 2010; 44(15)
- [3] TN. Lindenfeld, DJ. Schmitt, MP. Hendy, RE. Mangine, FR. Noyes. Incidence of injury in indoor soccer. J Sports Med. 1994 May-Jun; 22(3):364-71.
- [4] SL.Schmikli, F.J.Backx, H.J.Kemler, W. van Mechelen. National survey on sports injuries in the Netherlands: target populations for sports injury prevention programs. Clin J Sport Med. 2009;19(2):101-6.
- [5] FIFA, 2009. Health checks in football. www.fifa.com (accessed 26.6.2009).
- [6] Lake, M., 2000. Determining the protective function of sports footwear. Ergonomics, 43 (10), 1610–1621
- [7] Severn, K.A., Flemming, P.R., and Dixon, N., 2008. Science of synthetic turf surfaces: player interactions. In: Proceedings of 7th ISEA Conference, 3–6 June 2008 Biarritz, France
- [8] Andrews, J.R., McLeod, W.D., Ward, T., and Howard, K., 1977. The cutting mechanism. American Journal of Sports Medicine, 5 (3), 111–121.
- [9] Standard Test Method for Traction Characteristics of the Athletic Shoe–Sports Surface Interface. Book of Standards Volume: 15.07.ASTM F2333 - 04(2011)
- [10] E.M. Hennig, T. Sterzing. The influence of soccer shoe design on playing performance: a series of biomechanical studies. Footwear Science, 2,3-11;(2010).
- [11] G.Valiant. (1990) Traction Characteristics of Outsoles for Use on Artificial Playing Surfaces, in Natural and Artificial Playing Fields: Characteristics and Safety Features, ASTM STP 1073 R.C.Schmidt, E.F.Hoerner, E.M.Milner, and C.A.Morehouse. (eds),, ASTM International, West Conshohocken, Philadelphia, PA 19103, pp. 61-68, 1990

Die ISEA Winterschool 2015

Marius Janta

Auch 2015 bot die International Sports Engineering Association (ISEA) Studierenden die Möglichkeit an einer einwöchigen Winterschool teilzunehmen. Dieses Lehrkonzept, rund um Fragestellungen zu Belastungen und Sicherheit im Schneesport, sollte den Teilnehmern in kürzester Zeit ermöglichen unterschiedliche Messtechnik im Feldversuch kennenzulernen, anzuwenden sowie die erhobenen Daten auszuwerten und zu präsentieren. Organisiert von der Universität Padova nahmen dieses Jahr elf Studierende des Human Factors Engineering (HFE) des Lehrstuhls für Ergonomie und der Professur für Sportgeräte und Materialien teil.

Organisation

Vom 4.-9. März 2015 kamen ca. 40 Studierende und ihre Betreuer aus ganz Europa und Übersee zusammen, um innerhalb einer Woche neun schneesportspezifische Fragestellungen in Kleinprojekten zu beantworten. Von Studenten der TU München wurden dieses Jahr drei Kleinprojekte bearbeitet:

- Das erste befasste sich mit der Erfassung von Relativbewegungen zwischen Hautoberfläche mittels dehnbarer Silikonfäden. Ihr Einsatz könnte zur Optimierung der Passform und Bewegungsfreiheit von Sporttextilien beitragen.
- Die zweite Gruppe verglich zwei Messsysteme zur Ermittlung des Kraftangriffspunktes (zwischen Ski und Schuh) beim Skifahren.
- Das dritte Team befasste sich mit dem Einfluss des Hydrationsstatus auf die physiologische Belastung beim Skitouren.



Abbildung 1: Gewinnergruppe. Von links: Nicola Petrone (Organisator), Jonathan Shepherd, Paula Laßmann, Sonja Lugmair, Linus Larsson.

Aus allen Projekten wurde letzteres, unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien (z.B. Relevanz, Wissenschaftlichkeit, Vortragsstil, Foliengestaltung) als Bestes ausgezeichnet und wird in Folgendem beispielhaft vorgestellt.

Hintergrund: Dehydrierung

Definiert wird Dehydrierung als übermäßiger Verlust von Körperwasser. Dieser tritt primär in warmen Umgebungen und unter körperlicher Belastung auf. Er ist Teil der menschlichen Thermoregulation und soll helfen die Körperkerntemperatur auf konstanten 37°C zu halten. Abweichungen können die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit einschränken, im Extremfall die Gesundheit schädigen oder gar zum Tod führen. Da sich auch im Winter Ausdauerdisziplinen, wie Skitouren oder Langlauf, vermehrter Beliebtheit erfreuen, bekommt das Thema auch im Wintersport mehr Relevanz. Gegenstand des Kleinprojektes war die Auswirkung einer leichten Dehydrierung auf die Beanspruchung zu untersuchen und einen Vergleich mit einem thermischen Menschmodell durchzuführen.

Im Versuch mussten Probanden eine Distanz von 1,7 km, mit einem Höhenunterschied von 240m, bei einer konstanten Herzfrequenz von 150 Schlägen pro Minute mit Schneeschuhen absolvieren. Mittels des spezifischen Uringewichts (g/m^3) und einer Pendelwaage (Kraftmesszelle: Messbereich: 0,02 bis 50kN, Genauigkeit: 0,005kg) wurde vor und nach dem Versuch der Hydrationsstatus und das Gewicht der Probanden ermittelt um den Ausgangspunkt zu kontrollieren und den Wasserverlust zu ermitteln. Des Weiteren wurde die Kerntemperatur im äußeren Gehörgang sowie die Herzrate mittels Pulsgurt kontinuierlich verfolgt. Die Messungen erfolgten als intraindividueller Vergleich an zwei Tagen mit leichter und keiner Dehydrierung. Erwartet wurden jeweils höhere Werte für Kerntemperatur und Herzfrequenz im dehydrierten Zustand.

Aufgrund der kleinen Stichprobe ($n=2$) war keine sinnvolle Statistik möglich. Dennoch konnten die erwarteten Unterschiede in den Verläufen der Kerntemperatur (Abbildung 2) und der Herzfrequenz (Durchschnitt hydriert: 170, Durchschnitt dehydriert: 178) annähernd aufgezeigt werden. Auch das spezifische Uringewicht stieg im Mittel auf einen Wert minimaler Dehydrierung (1010,7 g/

m^3) an. Durch weniger Gesamtkörperwasser kann gleichermaßen die höhere Kerntemperatur sowie die höhere Herzfrequenz erklärt werden. Ersteres, da der Körper weniger durch Evaporation kühlen kann, zweitens, weil ein geringeres Blutvolumen eine höhere Herzfrequenz erfordert, um den gleichen Sauerstoff umzusetzen. Der Vergleich mit simulierten Werten, mittels eines numerischen, thermischen Menschmodells zeigte große Unterschiede (z.B. Verlauf der Kerntemperatur, Abbildung 3) und lies nur die Schlussfolgerungen zu, dass notwendige Eingangsgrößen zu ungenau waren, um das Experiment mit ausreichender Genauigkeit abzubilden. Mit einer Kerntemperatur von über 40°C wäre beispielsweise ein Symptom für einen Hitzschlag gegeben.

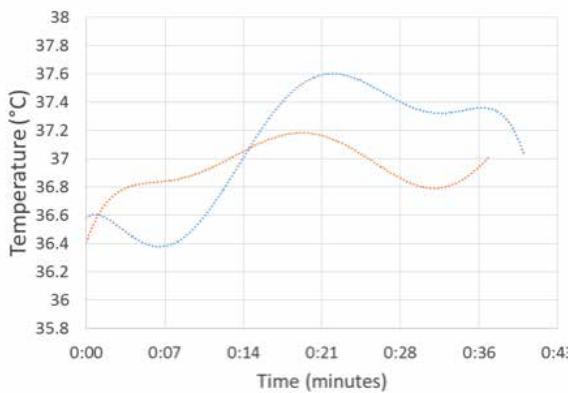


Abbildung 2: Verlauf der Kerntemperatur in hydriertem (orange) und dehydriertem (blau) Zustand

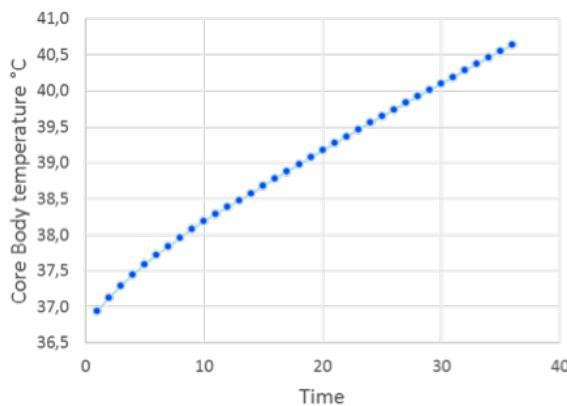


Abbildung 3: Verlauf der simulierten Kerntemperatur mittels des FPC-Models (Fiala, 1998)

In Summe: der Zweck dieser Lehrveranstaltung lag im Grunde eher in dem enormen Lerneffekt, als an besonderen Forschungsergebnissen. In

kürzester Zeit mussten die Studenten unter Feldbedingungen Daten zu einem mehr oder weniger unbekannten Thema erheben, auswerten, interpretieren und schließlich in fremder Sprache präsentieren. Dieses sehr praxisnahe Lehrkonzept sollte daher als Ergänzung zur eher theoretischen Ausbildung an Universitäten dienen. Studierende des Masterstudienganges Human Factors Engineering werden nächstes Jahr auf jeden Fall wieder dabei sein.

Energiemanagementsystem für muskelkraftbetriebene

Elektro-Leicht-Fahrzeuge

Daniel Meyer

Motivation

E-Bikes erfreuen sich immer größerer Beliebtheit in Deutschland. Im Jahr 2014 wurden bereits 480.000 Stück verkauft, eine Zunahme um rund 17% im Gegensatz zu 2013. Dabei wird die Zielgruppe aufgrund neuer Modelle zunehmend jünger (Zweirad-Industrie-Verband, 2015).

Wichtige Vorteile elektrisch unterstützter Fahrräder sind u.a. das Zurücklegen größerer Strecken und die einfachere Bewältigung von Fahrwiderständen (Umweltbundesamt, 2014). Mit Hilfe der elektrischen Unterstützung ist es möglich die Belastung des Fahrers deutlich zu reduzieren und somit längere oder anspruchsvollere Strecken zurückzulegen (Meyer et al., 2014).

Problematisch ist dabei die schwierig zu bestimmende Reichweite, da diese von vielen Faktoren wie der eigenen Fahrleistung, der Topographie der Strecke und den verwendeten Fahrradkomponenten (Motor, Akku) abhängt. Aktuell auf dem Markt erhältliche Systeme berücksichtigen nur vergangene Verbrauchsdaten, um auf die Restreichweite des E-Bikes zu schließen. Dies lässt nur eine unzureichende Vorhersage der Restreichweite zu. Aus diesem Grund sind derzeitige E-Bike-Akkus meist deutlich überdimensioniert, um die Gefahr auf der Strecke liegen zu bleiben, zu reduzieren. Der Nyon Bordcomputer berücksichtigt als erstes System zusätzlich die Topographie sowie das aktuelle Fahrverhalten des Fahrers, um eine genauere Abschätzung der Reichweite treffen zu können (Robert Bosch GmbH, 2015).

Ein weiteres Problem ist die sehr grobe Einteilung der Antriebsunterstützung, welche meist nur in 3 bis 4 Unterstützungsstufen unterteilt ist. Starke individuelle Unterschiede in der Physiologie einzelner Radfahrer machen allerdings eine feinere Anpassbarkeit der Antriebsunterstützung notwendig, um den Fahrer weder zu unter- noch zu überfordern.

Energiemanagementsysteme

Im Automobilbereich ist das Energiemanagement von Hybridfahrzeugen seit langem ein wichtiges Thema, um den Kraftstoffverbrauch und die Schadstoffemissionen zu senken. Dementsprechend existiert bereits eine Vielzahl an unterschiedlichen Ansätzen, um dieses Ziel zu erreichen (Pisu et al., 2007, Ehsani et al., 2010, Liu et al., 2013).

Wie bei Hybrid-Pkws sorgen auch beim E-Bike zwei Antriebsquellen - ein Elektromotor und ein weiterer Antrieb - für Vortrieb. Liegt für Pkws der Fokus eines Energiemanagementsystems auf der Minimierung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen, muss bei E-Bikes das optimale Verhältnis aus Muskel- und Motorleistung gefunden werden, um auch längere Touren absolvieren zu können.

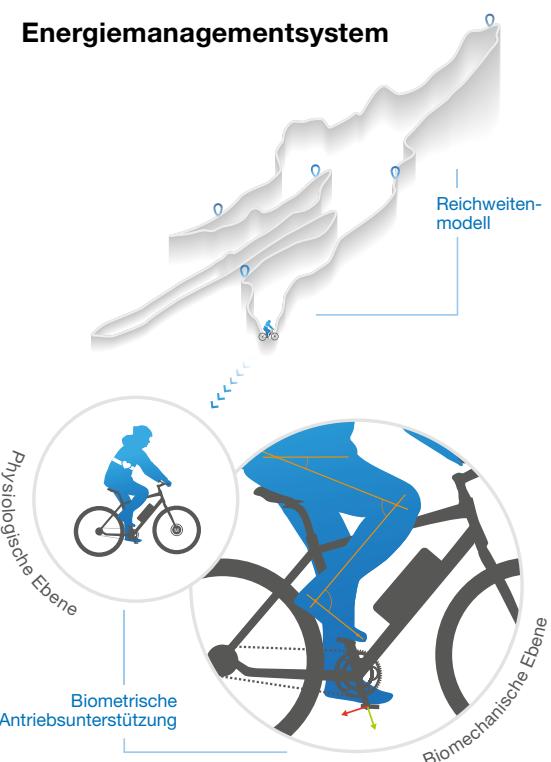


Abbildung 1: Energiemanagementsystem bestehend aus einem Reichweitenmodell und einer biometrischen Antriebsunterstützung

Um immer die richtige Unterstützung zu liefern und diese energieeffizient bereitzustellen ist daher ein Energiemanagementsystem notwendig, dass mehrere Ebenen umfasst. Die Basis bildet ein Reichweitenmodell welches die verschiedenen Einflussgrößen auf die Reichweite des E-Bikes berücksichtigt und so den voraussichtlichen Energieverbrauch auf der Strecke berechnet.

Während der Fahrt sorgt eine biometrische Antriebsunterstützung für die individuelle Anpassung der Unterstützungsstufe an die physiologische und biomechanische Konstitution des Radfahrers.

Insgesamt soll es so möglich sein die persönliche Reichweite eines E-Bike Fahrers zu erhöhen, indem die Motorunterstützung nur in der benötigten Höhe zugegeben wird. Gleichzeitig soll der Energieverbrauch durch die effiziente Abgabe der Unterstützung verringert werden, indem der Gesamtwirkungsgrad der Muskeln und des Motors erhöht wird.

Reichweitenmodell

Das Reichweitenmodell berücksichtigt Einflussgrößen des Fahrers, der Umgebung und des verwendeten E-Bikes, um den voraussichtlichen Energieverbrauch auf der Fahrstrecke zu berechnen. So kann der Füllstand der Batterie nach festgelegten Streckenabschnitten abgeschätzt und der Fahrer im Voraus über kritische Füllstände benachrichtigt werden. Dementsprechend kann der Fahrer seine Route ändern oder Zwischenstopps einplanen.

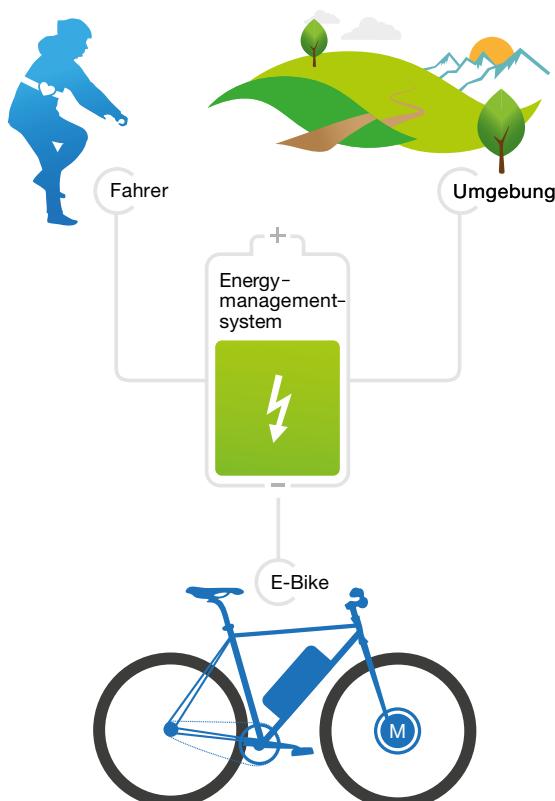


Abbildung 2: Einflussgrößen auf die Reichweite von muskelkraftbetriebenen Elektro-Leicht-Fahrzeugen

Die Leistungsfähigkeit des Fahrers wird anhand einfach zu erfassender Parameter - Größe, Gewicht, Geschlecht, Alter, sportliche Aktivität - abgeschätzt. Über diese Parameter wird der Zusammenhang zwischen Herzfrequenz und abgegebener Leistung für den Fahrer individuell bestimmt (Dungs, 2013).

Die auf der Strecke auftretenden Fahrwiderstände bestehen aus dem Wind- und Rollwiderstand, sowie Widerständen durch Höhen- oder Geschwindigkeitsänderung und werden aus vorhandenen Streckeninformationen berechnet (Martin et al., 1998).

Als Einflussfaktoren des E-Bikes werden die verwendeten elektrischen Komponenten (Batterie und Motor) und der Aufbau des Fahrrads berücksichtigt. Die Effizienz der elektrischen Komponenten wird auf Prüfständen ermittelt und in Form von Verbrauchstabellen hinterlegt. Der Aufbau des E-Bikes beeinflusst die Fahrwiderstände und damit den Verbrauch des Systems. Wichtige Kenngrößen des E-Bikes (z.B. cw-Wert, Rollwiderstand, etc.) werden über Ausrollversuche ermittelt und ebenfalls im System hinterlegt.

Biometrische Antriebsunterstützung

Die biometrische Antriebsunterstützung gliedert sich in eine physiologische und eine biomechanische Ebene.

Auf der physiologischen Ebene sorgt ein Regelungssystem dafür, dass die Herzfrequenz auf einem vorgegebenen Zielwert gehalten wird oder einem gewünschten Profil folgt. Die Regelung misst die aktuelle Herzfrequenz des Fahrers und passt die Motorunterstützung entsprechend an.

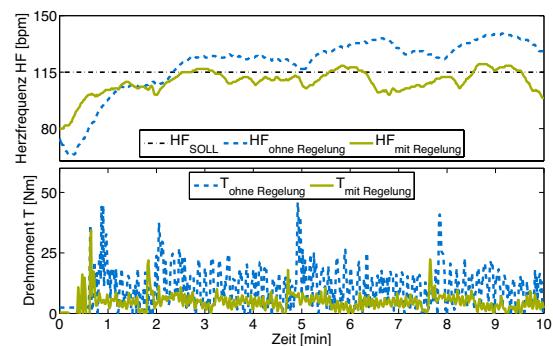


Abbildung 3: Mit Hilfe des Regelsystems kann die Herzfrequenz auf einem vorgegebenen Wert gehalten werden (oben) während gleichzeitig die Belastung des Fahrers begrenzt wird (unten)

Zusätzlich zur aktuellen Herzfrequenz verwendet die Regelung das aktuelle Drehmoment des Fahrers, um eine gleichmäßige Belastung und somit ein angenehmeres Fahrgefühl auch bei starken Störungen durch Umgebungseinflüsse sicher zu stellen (Meyer et al., 2015).

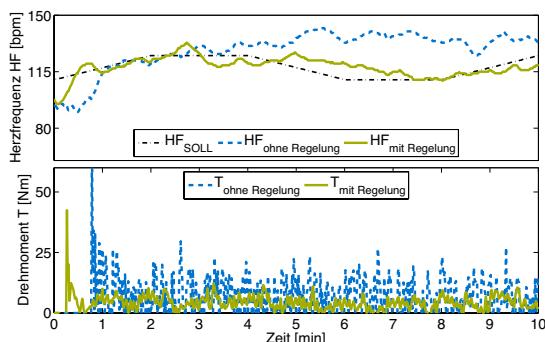


Abbildung 4: Herzfrequenz (oben) und Drehmoment (unten) für ein wechselndes Herzfrequenzreferenzprofil

Auf biomechanischer Ebene soll untersucht werden, ob der Gesamtwirkungsgrad der Muskeln und des Motors durch eine an die Tretbewegung angepasste Motorunterstützung erhöht werden kann.

Dazu wird ein Muskel-Skelett-Modell der unteren Extremitäten verwendet, mit dem der Energieverbrauch in den Muskeln berechnet wird (Höchtl et al., 2010). Dieses Modell wird um die Komponenten eines E-Bikes erweitert, um den Tretzyklus unter dem Einfluss einer elektrischen Motorunterstützung simulieren und analysieren zu können.

Über Optimierungsalgorithmen soll anschließend das optimale Drehmomentprofil des Motors ermittelt und das Energieeinsparpotential bewertet werden.

Zusammenfassung

Das Potential elektrisch unterstützter Fahrräder wird zurzeit aufgrund der nicht individuell angepassten Antriebsunterstützung nicht vollständig ausgenutzt. Mit Hilfe eines Energiemanagementsystems soll dies verbessert werden. Das System erlaubt eine genauere Abschätzung der Restreichweite und ermöglicht eine individuell angepasste Antriebsunterstützung auf physiologischer und biomechanischer Ebene. Dadurch soll die Planung von Fahrten erleichtert und die persönliche Reichweite von E-Bike Fahrern erhöht werden.

Literatur

Zweirad-Industrie-Verband (ZIV) (2015): Zahlen – Daten – Fakten zum Deutschen E-Bike-Markt 2014.

Umweltbundesamt [Hrsg.] (2014). E-Rad macht mobil - Potenziale von Pedelecs und deren Umwelteinwirkung, URL: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/e-rad-macht-mobil>

Meyer, D., Steffan, M., & Senner, V., (2014). "Impact of electrical assistance on physiological parameters during cycling". Procedia Engineering, 72, pp. 150–155.

Robert Bosch GmbH (2015). Nyon, Der erste all-in-one eBike Bordcomputer. http://www.bosch-ebike.de/de/produkte_neu/nyon/nyon_portal_und_apps.php (abgerufen am 07.05.2015).

Pisu, P., Rizzoni, G. (2007). A Comparative Study of Supervisory Control Strategies for Hybrid Electric Vehicles. In: IEEE Trans. Contr. Syst. Technol. 15 (3), S. 506–518.

Liu, W. (2013). Introduction to Hybrid Vehicle System Modeling and Control. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.

Ehsani, M., Gao, Y., Emadi, A. (2010). Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles. Fundamentals, theory, and design. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press (Power electronics and applications series).

Dungs, C. (2013). Ermittlung der Leistungsfähigkeit beim Fahrradfahren anhand von anthropometrischen Daten und Vitalparametern, Bachelor Thesis, Technische Universität München, Fachgebiet für Sportgeräte und -materialien.

Martin, J.C., Milliken, D.L., Cobb, J.E., McFadden, K.L., Coggan, A.R. (1998). Validation of a Mathematical Model for Road Cycling Power, Journal of Applied Biomechanics, 14, S. 276-291

Meyer, D., Zhang, W., Tomizuka, M., Senner, V. (2015). Heart rate regulation for electric bicycle riders with different heart rate reference profiles, 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, accepted paper

Höchtl, F., Böhm, H., Senner, V. (2010). Prediction of energy efficient pedal forces in cycling using musculoskeletal simulation models. In: Procedia Engineering 2 (2), S. 3211–3215.

Veröffentlichungen Sommer 2014 bis Sommer 2015

2014

Albert, M., Wimmer, M., & Bengler, K. (2014). Nutzerorientierte Interaktionsgestaltung beim hochautomatisierten Fahren. In VDI Wissensforum GmbH (Ed.), 30. VDI/VS-Gemeinschaftstagung „Fahrerassistenz und integrierte Sicherheit“ (Vol. 2223, pp. 75–82). Düsseldorf: VDI Verlag GmbH.

Aringer, C. (2014). Alter(n)sgerechte Arbeitsplätze in Unternehmen. Motivierende Schulungskonzepte zur Gestaltung. ASU protect. Das Magazin für Arbeitsschutzmanagement, (1), 10–14.

Baumann, M., Cao, Y., Cauchard, F., Corradini, P., Corradini, M., Dehais, F., . . . Zimmermann, M. (2014). Public Deliverable D3-09 & D3-10: Reference Designs and Design Patterns for Cooperation, D3CoS State Inference and Adaptation & Multimodal Human-Machine Interfaces – Final Version. ARTEMIS JU 269336-2. München.

Beck, J., Eichinger, A., & Bengler, K. (2014). Nuclear Power Plant Operators' Regulatory Focus and the Probability Estimates of Compound Events. In Proceedings of the 38th Enlarged Halden Programme Group Meeting, 07.-12. Sep., Røros, Norwegen: OECD Halden Reactor Project.

Bengler, K. (2014). Driver Distraction. In D. Crolla, D. E. Foster, T. Kobayashi, & N. Vaughan (Eds.), Encyclopedia of Automotive Engineering (pp. 1–8). Wiley Online Library. doi: 10.1002/9781118354179.

Bengler, K., Dietmayer, K., Färber, B., Maurer, M., Stiller, C., & Winner, H. (2014). Three Decades of Driver Assistance Systems. Intelligent Transportation Systems Magazin, IEEE, (Vol 6/4), 6–22. doi:10.1109/ITS.2014.2336271.

Eichinger, A., & Bengler, K. (2014). Representations and operations: parts of the problem and the solution: Comments on J.C.F. de Winter: Controversy in human factors constructs and the explosive use of the NASA TLX: a measurement perspective. Cognition, Technology & Work. doi: 10.1007/s10111-014-0275-1.

Galaske, P., Farid, M., & Bengler, K. (2014). Influence of Expertise on the Judgment of Controllability of Advanced Driver Assistance Systems. In T. Ahram, W. Karwowski, & T. Marek (Eds.), Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, AHFE 2014 (pp. 2128–2135).

Gold, C., & Bengler, K. (2014). Taking Over Control from Highly Automated Vehicles. In T. Ahram, W. Karwowski, & T. Marek (Eds.), Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, AHFE 2014.

Gold, C., Lorenz, L., & Bengler, K. (2014). Influence of Automated Brake Application on Take-Over Situations in Highly Automated Driving Scenarios. In Proceedings of the FISITA 2014 World Automotive Congress.

Goncalves, J., Goncalves, J. S. V., Rossetti, R. J. F., & Olaverri-Monreal, C. (2014). Smartphone Sensor Platform to Study Traffic Conditions and Assess Driving Performance. In Proceedings of the IEEE 17th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) (pp. 2596–2601). IEEE.

Goncalves, J. S. V., Rossetti, R. J. F., Jacob, J., Goncalves, J., Olaverri Monreal, C., Coelho, A., & Rodrigues, R. (2014). Testing Advanced Driver Assistance Systems with a Serious-game-based Human Factors Analysis Suite. In Proceedings of the IEEE Intelligent Vehicles 2014. Symposium Workshops (pp. 13–18). IEEE.

Gontar, P., Hoermann, H.-J., Deischl, J., & Haslbeck, A. (2014). How Pilots Assess Their Non-Technical Performance - A Flight Simulator Study. In N. Stanton, S. Landry, G. Buccianico Di, & A. Vallicelli (Eds.), Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE) Advances in Human Aspects of Transportation. Part I. (Part I, pp. 119–128). AHFE 2014.

Gontar, P., Hoermann, H.-J. (2014). Flight Crew Performance and CRM Ratings Based on Three Different Perceptions. In A. Droog (Ed.), Aviation Psychology: facilitating change(s). Proceedings of the 31st EAAP Conference (pp. 310–316).

Götze, M., Bißbort, F., Petermann-Stock, I., & Bengler, K. (2014). „A Careful Driver is One Who Looks in Both Directions When He Passes a Red Light“ – Increased Demands in Urban Traffic. In S. Yamamoto (Ed.), Human Interface and the Management of Information. Third International Conference, DUXU 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22–27, 2014, Proceedings, Part II (pp. 229–240). Springer.

- Haslbeck, A., Gontar, P., & Schubert, E. (2014). How Can Procedures and Checklists Help Pilots in Abnormal Flight Situations? In N. Stanton, S. Landry, G. Buccianico Di, & A. Vallicelli (Eds.), *Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE). Advances in Human Aspects of Transportation: Part II (Part II, pp. 456–461)*. AHFE 2014.
- Haslbeck, A. & Gontar, P. (2014). How Pilots Believe to Act – and how They Really Do: Insights from Flight Simulator Studies. In A. Droog (Hrsg.), *Aviation Psychology; facilitating change(s)*. Proceedings of the 31st EAAP Conference (S. 317–324).
- Haslbeck, A., Kirchner, P., Schubert, E., & Bengler, K. (2014). A Flight Simulator Study to Evaluate Manual Flying Skills of Airline Pilots. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society (HFES) 2014. Annual Meeting* (Vol. 58, pp. 11–15). SAGE Journals, doi: 10.1177/1541931214581003.
- Helmbrecht, M., Rolnik, R., Bengler, K., Vilimek, R., & Keinath, A. (2014). Identifying Types of Driver in Electric and Conventional Vehicles. In *Proceedings of the FISITA 2014 World Automotive Congress*.
- Hölzel, C. (2014). Ergonomic Evaluation of Upper Limb Movements in the Automobile Production Measured by Means of Motion Capturing. In *Proceedings of the 3rd International Digital Human Modelling Symposium DHM 2014*.
- Hölzel, C., Knott, V., Schmidtler, J., & Bengler, K. (2014). Unterstützung des Menschen in der Arbeitswelt der Zukunft, Human Centered Assistance Applications. In R. Weidner & T. Redlich (Eds.), Beitrag zu der Konferenz „Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen“. *Transdisziplinäre Akademiekonferenz* (pp. 359–369).
- Kerschbaum, P., Lorenz, L., & Bengler, K. (2014). Highly Automated Driving with a Decoupled Steering Wheel. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society (HFES) 2014. Annual Meeting* (Vol. 58 no. 1, pp. 1686–1690). SAGE Journals. doi: 10.1177/1541931214581352.
- Knott, V., Kraus, W., Schmidt, V., & Bengler, K. (2014). Manual Handling of Loads Supported by a Body-worn Lifting Aid. In *Proceedings of the 3rd International Digital Human Modeling Symposium DHM 2014*.
- vom Stein, M., Knott, V., Günthner, W. A., & Bengler, K. (2014). Einsatz der Augmented-Reality-Technologie zur Unterstützung des Fahrerles von Flurförderzeugen. *Hebezeuge Fördermittel*, (6), 37.
- Körber, M., & Bengler, K. (2014). Potential Individual Differences Regarding Automation Effects in Automated Driving. In C. S. G. Gonzalez, C. C. Ordonez, & H. Fardoun (Eds.), *Proceedings of the XV International Conference on Human Computer Interaction* (Art. No. 22, pp. 1–7), doi: 10.1145/2662253.2662275.
- Krause, M., & Bengler, K. (2014). KOLIBRI - Ampelas-sistenz für die Landstraße auf einem Smartphone. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 60.(3), 135–141.
- Krause, M., Conti, A., Späth, M., & Bengler, K. (2014). Testing Open-Source Implementations for Detection Response Tasks. In C. S. G. Gonzalez, C. C. Ordonez, & H. Fardoun (Eds.), *Proceedings of the XV International Conference on Human Computer Interaction* (Art. No. 60).
- Krause, M., Yilmaz, L., & Bengler, K. (2014). Comparison of Real and Simulated Driving for a Static Driving Simulator. In N. Stanton, S. Landry, G. Buccianico Di, & A. Vallicelli (Eds.), *Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE). Advances in Human Aspects of Transportation: Part II (Part II, pp. 29–40)*. AHFE Conference.
- Kremser, F., Gebhart, A., Zimmermann, M., & Bengler, K. (2014). The Relation of Gaze and Goal Directed Hand-Arm Movements. In *Proceedings of the 3rd International Digital Human Modelling Symposium DHM 2014*.
- Lange, A., Maas, M., Albert, M., Siedersberger, K.-H., & Bengler, K. (2014). Automatisiertes Fahren - So komfortabel wie möglich, so dynamisch wie nötig. In VDI Wissensforum GmbH (Ed.), 30. VDI/VS-Gemeinschaftstagung „Fahrerassistenz und integrierte Sicherheit“ (Vol. 2223, pp. 215–228). Düsseldorf: VDI Verlag GmbH.

Olaverri-Monreal, C. (2014). Infotainment System Features Set Adaptation to Target Cultures. In M. Snider (Ed.), *Cultural Diversity: International Perspectives, Impacts on the Workplace and Educational Challenges* (pp. 159–186). Nova Publishers.

Pfannmüller, L., Walter, M., & Bengler, K. (2014). Präzision von Navigationsanzeigen im Kontaktanalogen Head-up Display. In VDI Wissensforum GmbH (Ed.), 30. VDI/VS-Gemeinschaftstagung „Fahrerassistenz und integrierte Sicherheit“ (Vol. 2223, pp. 261–274). Düsseldorf: VDI Verlag GmbH.

Radlmayr, J., Gold, C., Lorenz, L., Farid, M., & Bengler, K. (2014). How Traffic Situations and Non-Driving Related Tasks Affect the Take-Over Quality in Highly Automated Driving. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society (HFES) 2014. Annual Meeting (Vol. 58, pp. 2063–2067). SAGE Journals, doi: 10.1177/1541931214581434.

Schmidtler, J., Hölzel, C., Knott, V., & Bengler, K. (2014). Human Centered Assistance Applications for Production. In S. Trzcielinski & W. Karwowski (Eds.), *Advances in the Ergonomics in Manufacturing: Managing the Enterprise of the Future* (Vol. 20, pp. 380–391). AHFE Conference.

Schmidtler, J., Harbauer, C., & Bengler, K. (2014). Investigation of Human Behaviour in Pushing and Pulling Tasks for Direct Manipulation of a Collaborative Robot. In D. de Waard, J. Sauer, S. Röttger, A. Kluge, D. Manzey, C. Weikert, . . . H. Hoonhout (Eds.), *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Europe Chapter 2014 Annual Conference*.

Schubert, E., & Haslbeck, A. (2014). Gestaltungskriterien für Szenarien in Flugsimulatoren zur Untersuchung von Verhalten und Leistung von Verkehrspiloten. In M. Grandt & S. Schmerwitz (Eds.), *Der Mensch zwischen Automatisierung, Kompetenz und Verantwortung*, (S. 125–137).

Ulherr, A., & Bengler, K. (2014). Global Discomfort Assessment for Vehicle Passengers by Simulation (UDASim). In Proceedings of the 3rd International Digital Human Modelling Symposium DHM 2014.

Zaindl, A., Karber, S., & Bengler, K. (2014). The User Behavior Concerning Pedals in the Vehicle and their Impact on Posture Calculations in Digital

Human Models. In Proceedings of the 3rd International Digital Human Modelling Symposium DHM 2014.

Zaindl, A., Zimmermann, A., & Bengler, K. (2014). Untersuchung der Spiegelnutzung im Nutzfahrzeug. Institut für Fahrzeugtechnik. Innovative Fahrzeuge und Effizienz / Leichtbau / Fahrerassistenzsysteme u. Fahrzeugbeanspruchung / CAE-Methoden, Graz.

2015

Aringer, C., Schiepe-Tiska, A., Simm, I., Kassirra, R., & Rausch, H. (2015). Ergonomie im Klassenzimmer: Ein Projekt zur Verbesserung ergonomischer Bedingungen in Schulen: Beitrag B.1.2. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (GfA) (Ed.), *VerANTWORTung für die Arbeit der Zukunft*.

Bengler, K., Götze, M., Pfannmüller, L., & Zaindl, A. (2015). To See or not to See- Innovative Display Technologies as Enablers for Ergonomic Cockpit Concepts. In Proceedings of the Electronic Displays Conference.

Bengler, K., Pfromm, M., & Bruder, R. (2015). Bedienelemente. In H. Winner, S. Hakuli, F. Lotz, & C. Singer (Eds.), *Handbuch Fahrerassistenzsysteme* (3rd ed., pp. 647–657). Wiesbaden: Vieweg Teubner.

Bubb, H., Bengler, K., Grünen, R. E., Vollrath, M. (2015). *Automobilergonomie*, Springer. Doi:10.1007/978-3-8348-2297-0.

Hinderer, M., Hilkesberger, M., Friedrich, P., Wolf, B., Bengler, K. (2015). Gefühlte Sicherheit in einem autonomen treppensteigenden Rollstuhl. In Proceedings of the 8. AAL-Kongress, 29.-30.04.2015 in Frankfurt/Main, VDI-Verlag.

Kassirra, R. (2015). Ein methodisches Verfahren zur Analyse motivationsunterstützender Merkmale in Arbeitsaufträgen: Beitrag B.1.10. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (GfA) (Ed.), *VerANTWORTung für die Arbeit der Zukunft*.

Kassirra, R., Schiepe-Tiska, A., Simm, I., Aringer, C., & Rausch, H. (2015). Messkoffer fürs Klassenzimmer. TUMcampus. Das Magazin der Technischen Universität München, (2), 14.

Knott, V., Demmelmair, S., & Bengler, K. (2015). Emissive Projection Display im Fahrzeug - Auswirkungen auf die Aufmerksamkeit des Fahrer. In Präsentations und Beitrag zum 61. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (GfA) (Ed.), VerANTWORTung für die Arbeit der Zukunft.

Krause, M., Knott, V., & Bengler, K. (2015). Implementing the Tactile Detection Task in a Real Road Experiment to Assess a Traffic Light Assistant. In L. Miller & A. L. Culen (Eds.). In Proceedings of the Eighth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions (pp. 43–48).

Lehsing, C., Kracke, A., & Bengler, K. (2015). Urban Perception – A Cross-Correlation Approach to Quantify the Social Interaction in a Multiple Simulator Setting. In 2015 IEEE International Conference on Transportation Systems (ITSC) . (to be published)

Petermeijer, S. M., Abbink, D. A., & de Winter, J. C. F. (2015). Should Drivers Be Operating Within an Automation-Free Bandwidth? Evaluating Haptic Steering Support Systems with Different Levels of Authority. The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, (Vol 57; No.1), 5–20. doi: 10.1177/0018720814563602.

Radlmayr, J., & Bengler, K. (2015). Literaturanalyse und Methodenauswahl zur Gestaltung von Systemen zum hochautomatisierten Fahren (FAT-Schriftenreihe). München.

Matthaei, R., Reschka, A., Rieken, J., Dierkes, F., Ulbrich, S., Winkle, T., & Maurer, M. (2015). Autonomes Fahren. In H. Winner, S. Hakuli, F. Lotz, & C. Singer (Eds.), Handbuch Fahrerassistenzsysteme (3rd ed., pp. 1139-1166). Wiesbaden: Vieweg Teubner.

vom Stein, M., Knott, V., Günthner, W. A., & Bengler, K. (2015). Augmented Reality im Flurförderzeug. Technische Sicherheit, 5(3), 40–45.

Wachenfeld, W., Winner, H., Gerdes, C., Lenz, B., Maurer, M., Beiker, S., Winkle, T. (2015). Use Cases des autonomen Fahrens. In M. Maurer, C. Gerdes, B. Lenz, & H. Winner (Eds.), Autonomes Fahren - Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte . Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Winkle, T. (2015). Entwicklungs- und Freigabeprozess automatisierter Fahrzeuge: Berücksichtigung technischer, rechtlicher und ökonomischer Risiken. In M. Maurer, C. Gerdes, B. Lenz, & H. Winner (Eds.), Autonomes Fahren - Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte (pp. 612–633). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Winkle, T. (2015). Sicherheitspotenzial automatisierter Fahrzeuge: Erkenntnisse aus der Unfallforschung. In M. Maurer, C. Gerdes, B. Lenz, & H. Winner (Eds.), Autonomes Fahren - Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte (pp. 352–374). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Professur für Sportgeräte und -materialien

Lehner, S., Binder, S., Mitternacht, J., & Senner, V. (2014). Entwicklung einer Testmethode der Ermüdbeständigkeit von Brustprothesen: Developing a Method for Testing the Fatigue Resistance of Breast Prostheses. Orthopädie Technik. Rehabilitation. Medizinprodukte, 65. Jahrgang(11), 46–50.

Lehner, S., & Senner, V. (2014). Impact Biomechanics - Use of Validated Models for the Evaluation of the Injury Risk. In Proceedings of the 3rd International Digital Human Modelling Symposium (DHM) 2014.

Senner, V. (2014). Ausrüstung und Sicherheit im alpinen Skisport. Sportunterricht, 63.(10), 291–297.

Lehner, S., Frank, I. M., & Senner, V. (2014). Analyse typischer Verletzungsmuster beim Snowboarden unter Verwendung von MKS-, CAD- und FEM-Modellen: dvs Band 244. In A. Baca & M. Stöckl (Eds.), Sportinformatik X (dvs). Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft (pp. 56-61). Hamburg: Feldhaus Verlag GmbH & Co. KG.

Dissertationen

Bedienkonzeptentwicklung für Fahrerinformationssysteme basierend auf einem Touchpad mit haptischer Rückmeldung

In dieser Arbeit erfolgt die Entwicklung eines effizienten und intuitiven Bedienkonzepts für Fahrerinformationssysteme (FIS). Hierfür wird basierend auf theoretischen Betrachtungen ein Touchpad mit haptischer Rückmeldung als Bedienelement gewählt. Die Realisierungsvarianten einer haptischen Rückmeldung auf einem Touchpad und die Kombination der Interaktionsarten dieses Bedienelements mit den Menüaufgaben eines FIS wer-

den in zwei Probandenstudien evaluiert. Aufbauend auf den Ergebnissen wird das Menüsystem entwickelt und das entstandene Gesamtbedienkonzept in einer Fahrsimulatorstudie mit einem Dreh-Drück-Steller Serienbedienkonzept verglichen.

Andreas Blattner 17.10.2014

Resilienz in soziotechnischen Systemen – Eine systemtheoretische Analyse der Produktion am Beispiel eines Motorenbaus der BMW AG.

Diese Dissertation hat das Ziel, die Struktur von menschlichen Fehlern in einem Produktionsbereich zu erfassen und damit deren Auftretenshäufigkeiten darzustellen. Mit Hilfe detaillierter Aussagen über Fehlertypen und Fehlerwahrscheinlichkeiten, kann man diese Erkenntnisse in zukünftige Produktionsplanungen und Produktentwicklungen einbeziehen, um die Fehlerraten in einem Produktionssystem so gering wie möglich zu halten und damit höchste Qualität zu erreichen. Im Sinne des

Resilience Engineering ist es Ziel eines jeden Produktionsbereiches sich als soziotechnisches System auf stabile und robuste Prozesse zu stützen, um auf mögliche Störfälle schnell reagieren zu können. Um das Verhalten der Akteure in einem soziotechnischen System zu verstehen und die Anpassung an Störgrößen darzustellen, wird ein systemtheoretisches Modell herangezogen.

Mona Meister 14.11.2014

Kooperative Interaktionskonzepte zum Fahren eines teilautomatisierten Fahrzeugs

Durch fortwährende Entwicklungen im Bereich der automatisierten Fahrzeugführung wird sich die Rolle des Fahrers in Zukunft wandeln. So wird seine Aufgabe der aktiven Führung des Fahrzeugs immer mehr einer Überwachung der Automation weichen. Um zu verhindern, dass sich der Fahrer vollständig aus der Fahraufgabe zurückzieht,

werden in dieser Arbeit alternative Interaktionskonzepte für eine kooperative Fahrzeugführung untersucht, die einen gleichzeitigen Eingriff von Fahrer und Automation während der Fahrt ermöglichen.

Martin Kienle 13.02.2015

Entscheidungsverhalten von Experten in Kernkraftwerken: Der Einfluss des regulatorischen Fokus auf kognitive Heuristiken

Ziel dieser Forschungsarbeit war es, anhand der Theorie des regulatorischen Fokus sowie anhand des Forschungsansatzes der Heuristiken und Verzerrungen Faktoren zu untersuchen, die das Entscheidungsverhalten von Experten beeinflussen. Die Forschungsbefunde zeigen auf, dass die Experten die Ankerheuristik bei der Einschätzung von konjunktiven und disjunktiven Ereignissen verwenden, und dass die Experten eine konstante regulatorische Fokus-Ausprägung aufweisen. Ein

Einfluss des regulatorischen Fokus auf die Ankerheuristik konnte nicht aufgezeigt werden. Die theoretischen und praktischen Auswirkungen der Befunde auf das Entscheidungsverhalten der Experten werden diskutiert, und eine Methode zur Erfassung der Verwendung von Heuristiken speziell für die Kerntechnik wird dargestellt.

Johannes Beck 29.06.2015

Abgeschlossene Diplom- und Masterarbeiten am LfE und SpGM

Diplomarbeiten

Konzeption, Implementierung und Parametrierung eines Triebstrangkoordinators zur automatisierten Fahrzeuglängsführung	01.06.14
Ausarbeitung, Umsetzung und Evaluation eines MMI-Konzepts für Fahrerassistenzsysteme zur optimalen Informationsausgabe in urbanen Verkehrssituationen	13.06.14
Weiterentwicklung und Sicherheitsanalysen des Spiegelersatz am Nutzfahrzeug	15.06.14
Integration von Smartphones und Applikationen im Nutzfahrzeug	30.06.14
Vergleich verschiedener Konzepte für die indirekte Sicht im LKW	15.07.14
Fahrerunterstützung durch ein kontaktanaloges Head-Up-Display: Implementierung und Evaluierung eines Versuchsaufbaus zur Messung der Beanspruchung und Bewertung verschiedener Anzeigekonzepte im kontaktanalogen Head-Up-Display	31.08.14
Entwicklung und Validierung einer Materialbeschreibung für Haut unter dynamischer Belastung	16.09.14
Einsatz von Kamera-Monitor-Systemen im Sattelkraftfahrzeug zur Vermeidung von Beeinträchtigungen der rückwärtigen Sicht durch den Auflieger	23.09.14
Simultane und proportionale Kontrolle von Handprothesen mit mehreren Freiheitsgraden: Eine neue Methode zur Verbesserung der Lernphase	11.11.14
Regelung von aktiven Force-Feedback Pedalen für High-End Fahrsimulatoren	15.11.14
Objekterkennung im Fahrzeuginnenraum mittels 3D Kamera (Fak. Elektrotechnik)	15.12.14
Machbarkeitsanalyse eines Fußgängersimulators	15.12.14
Probandenstudie zur Bewertung eines Spiegelersatzsystems im LKW mittels Head-und Eyetracking	15.12.14
Weiterentwicklung und Evaluierung flexibler Daumenunterstützer für die Automobilmontage	31.12.14
Touch-Interaktionen im Nutzfahrzeug - Vergleich zwischen Realfahrzeug und Fahrsimulator	15.01.15
Entwicklung eines MATLAB Programms mit dazugehöriger GUI zur Auswertung von Flugperformance Daten	28.02.15
Entwicklung eines Mountainbike-Lenkers mit der Braidformprozesskette	02.03.15

Masterarbeiten

Einfluss der Fahrzeuggbewegung auf das Wohlbefinden des Fahrers bei automatisierten Fahrstreifenwechselmanövern	31.05.14
Konzeption, Konstruktion, Auslegung und Prototypenbau eines Leichtathletik-Sprintschuhs mit Blattfedern aus Kunststoff	26.06.14
Entwicklung und Konstruktion von Daumenunterstützern zur Reduzierung von Belastungen bei manuellen Tätigkeiten in der Automobilmontage	30.06.14
Prediction of manual flying performance based on eye movements and other parameters	31.08.14
Konstruktion und Erprobung einer ergonomischen Gehhilfe	25.09.14
Eruierung des Bewegungsablaufes eines Kniesimulators mittels einer 3D-Videoanalyse	30.09.14
Einfluss von Verkehrsdichte und verbaler Kommunikation auf das Übernahmeverhalten im hochautomatisierten Fahrzeug	15.10.14
MSE - Industrialisierung einer Notauslösevorrichtung für Tourenskibindungen	23.10.14
Erweiterter Spiegelersatz: Konzeptentwicklung für den Einsatz von Augmented Reality	31.10.14
Experimentelle und konstruktive Absicherung einer Notauslösevorrichtung für Snowboardbindungen	06.11.14
MCTS - Analyse des Fahrzeugeinstieges auf Basis von Bewegungsmessung unter Berücksichtigung des demographischen Wandels	19.11.14
MSE - Interaktion mit höher automatisierten Fahrzeugen Gestaltung und Akzeptanz der Mensch-Maschine-Schnittstelle	21.11.14
Konzeptionierung des Fahrerarbeitsplatzes für das hochautomatisierte Fahren	09.01.15
Konzept und Planung eines Versuchs zum Trainieren künstlicher neuronaler Netze für die Diskomfortbewertung	31.01.15
Entwicklung eines Konzepts zur kooperativen automatischen Fahrzeugführung	13.02.15
Vergleich und Bewertung von Analysewerkzeugen für die Validierung und Kalibrierung von mikroskopischen Personenstrommodellen	18.03.15
Möglichkeiten einer Fahrstilerkennung durch die Frequenzanalyse quer- und längsdynamischer Fahrparameter	24.03.15
Sp - Center of Mass and Ground Reaction Forces in Golf	30.03.15
Quantifizierung von zeitlichen Variationen im Fahrerverhalten	14.04.15
Analysing Interaction in Urban Traffic: An Empirical Approach Using Machine Learning and Linked Simulation	18.04.15
Mechanisches und regelungstechnisches Konzept der Lastaufbringung und Muskelkraftsimulation eines biomechanischen Surrogats des menschlichen Knie	20.04.15
Entwicklung und Validierung eines IMU Sensorsystems zur kinematischen Analyse von mehrgelenkigen Bewegungen im Sport	06.05.15

Auszeichnungen und Ehrungen am LfE

2014 Human Factors Prize

Sebastiaan Petermeijer

“Should Drivers Be Operating Within an Automation-Free Bandwidth? Evaluating Haptic Steering Support Systems With Different Levels of Authority” – S.M. Petermeijer, D.A. Abbink, J.C.F. de Winter

The annual prize recognizes excellence in the Human Factors and Ergonomics research through a competition, in which authors were invited to submit a paper on the topic of “Human-Automation Interaction”. The winning paper has been published in a special edition of Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society.

(<http://hfs.sagepub.com/content/57/1/5.full>)

Best Paper

Christin Hölzel, Verena Knott, Jonas Schmidtler, Prof. Dr. phil Klaus Bengler

Hölzel, C.; Knott, V.; Schmidtler, J.; Bengler, K. (2014). Unterstützung des Menschen in der Arbeitswelt der Zukunft. In: Weidner, R. & Redlich, T. (Hrsg.) Band zur Ersten Transdisziplinären Konferenz zum Thema: Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen. Hamburg 2014. Best Paper Award. Verfügbar unter: http://www.humanhybridrobot.info/wp-content/uploads/2015/01/Band_zur_ersten_Konferenz_Technische_Unterstuetzungssysteme_die_die_Menschen_wirklich_wollen_2014.pdf

Selected Paper

Ralf Kassirra, Dr. Herbert Rausch

Kassirra, R.; Rausch, H. (in press). Analyzing motivation-enhancing features in work orders. A methodical procedure for analyzing motivation-enhancing features in written work orders. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.) Best-of-Buch zum 61. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft vom 25.02.-27.02.2015 in Karlsruhe.

Verena Knott, Prof. Dr. phil Klaus Bengler

Knott, V.; Demmelmair, S.; Bengler, K. (in press). Display Concepts for the Vehicle. The comparison of an „Emissive Projection Display“ and a conventional Head-Up Display. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.) Best-of-Buch zum 61. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft vom 25.02.-27.02.2015 in Karlsruhe.

Silberne TUM-Ehrennadel für Christoph Rommerskirchen

Christoph Rommerskirchen

Herrn Christoph Rommerskirchen wurde am 18.Juni 2015 für sein Engagement bei der Betreuung eines TUMKollegiaten die silberne TUM-Ehrennadel verliehen. Im Rahmen der Absolventenfeier des TUMKolleg zeichneten Prof. Dr. Manfred Prenzel von der TUM School of Education und der Vizepräsident der TUM für Studium und Lehre Prof. Dr.-Ing. Gerhard Müller die Betreuer des TUMKolleg für Ihre Verdienste aus.

Das TUMKolleg ist ein bundesweit einmaliges Kooperationsprojekt zwischen der Technischen Universität München und dem Otto-von-Taube-Gymnasium Gauting (OvTG). Mathematisch-naturwissenschaftlich begabte und leistungsfähige Schülerinnen und Schüler erhalten in einem eigenständigen Oberstufenzug eine intensive und individuelle Förderung im Bereich der MINT-Fächer und Englisch. An der TUM haben die TUMKollegiatinnen und TUMKollegiaten die Möglichkeit, über den Zeitraum von ca. einem Jahr ein individuelles kleineres Forschungsprojekt an einem Lehrstuhl der TUM durchzuführen.

Neue Projekte

Untersuchung fahrerspezifischer Aspekte beim hochautomatisierten Fahren



Basierend auf einer Literaturrecherche, die methodische Limitierungen bei bestehenden Untersuchungen zum hochautomatisierten Fahren identifiziert hat, werden in diesem 2-Jahres-Projekt in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Straßenwesen und der Forschungsvereinigung Automobiltechnik fahrerspezifische Aspekte beim hochautomatisierten Fahren untersucht. Dabei steht die Entwicklung des Fahrerzustands im Laufe einer längeren hochautomatisierten Fahrt und bei zunehmender Systemerfahrung im Vordergrund der Untersuchungen. Natürliche Verhaltensanpassungen und deren Einfluss auf z.B. die Übernahmeleistung sollen analysiert werden. Zudem sollen die verwendeten Methoden zur Untersuchung von Fragestellungen beim hochautomatisierten Fahren weiterentwickelt werden. Faktorielle Untersuchungen als Benchmark für eine Übertragung dieser Ergebnisse auf den zukünftigen Anwendungsfall sind kritisch zu hinterfragen. Eine abschließende Validierung des entwickelten Methodenportfolios soll mithilfe eines Realfahrzeugversuchs unter Einbeziehung des Testfelds A9 stattfinden.

BASt - Fahrkompetenzerwerb



Das Forschungsprojekt soll auf Grundlage einer Literaturnalyse, Expertenmeinungen sowie der Auswertung bestehender Datenquellen zu einer qualifizierten Einschätzung des Spannungsfeldes zwischen zunehmender Fahrzeugautomatisierung und möglichen Einflüssen auf die Fahrkompetenz kommen. Hierbei soll Forschungsbedarf sowohl aus der Sicht des Fahrkompetenzerwerbs bei Fahranfängern als auch des Kompetenzverlustes bei erfahrenen Fahrern identifiziert werden.

Entwicklung eines Testverfahrens für Nutzfahrzeug-Abbiegeassistenzsysteme



Unfälle unter gleichzeitiger Beteiligung von rechtsabbiegenden Lkw und Radfahrern oder Fußgängern sind häufig folgenschwer, da sie zumeist mit schweren oder gar tödlichen Verletzungen der ungeschützten Verkehrsteilnehmer einhergehen. Derzeit werden im Rahmen des 2-Jahres-Projekt in einem Konsortium bestehend aus Transver, MAN und dem Lehrstuhl für Ergonomie Abbiegeassistenzsysteme diskutiert, die den Abbiegevorgang verhindern bzw. unterbrechen, wenn beim Rechtsabbiegen ein ungeschützter Verkehrsteilnehmer übersehen werden könnte. Die Ausrüstung von Nutzfahrzeugen mit solchen Systemen bietet grundsätzlich ein Potenzial zur Vermeidung von Unfällen bzw. zur Milderung der Folgen. Aus diesem Grund soll unter Berücksichtigung der Erkenntnisse der bisherigen Untersuchungen, des Unfallgeschehens und des Stands der Technik ein Testverfahren für Abbiegeassistenzsysteme entwickelt werden. Ein derartiges Testverfahren bietet die Möglichkeit, bestehende Abbiegeassistenzsysteme vergleichend zu bewerten. Gleichzeitig würde durch ein Testverfahren der Anreiz gesetzt, entsprechende Systeme anzubieten.

Ko-HAF



Automatisiertes Fahren und Kooperative Systeme stellen einen zentralen Forschungsschwerpunkt des Lehrstuhls für Ergonomie dar. In diesem Bereich startete das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie zum ersten Juni das 3,5-Jahresprojekt „Ko-HAF – Kooperatives, hochautomatisiertes Fahren“, mit einem breiten Konsortium, bestehend aus verschiedenen deutschen Automobilherstellern und Zulieferern der Automobilindustrie. Der Lehrstuhl adressiert als Arbeitspaketleiter „Kooperative Fahrzeugführung und kontrollierbare Automation“ gemeinsam mit den Konsortialpartnern die Schlüsselrolle des Menschen im hochautomatisierten, kooperativen Fahrzeug der Zukunft. Wesentliche Ziele sind hierbei die systematische Aufarbeitung der Fahr- und Nutzungsszenarien, die Erarbeitung einer technologischen Lösung zur Schätzung der Fahrer Verfügbarkeit, die Bewertung der zu erstellenden Interaktionskonzepte und die Erarbeitung von Absicherungsmethoden.

ZIM – Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand



Seit drei Jahren befassen sich der Lehrstuhl für Ergonomie und die Professur für Sportgeräte und Materialien wieder verstärkt mit dem Thema Umweltergonomie und den durch thermische Belastungen entstehenden Einflüssen auf Leistung und Komfort des Menschen. Durch das Zentrale Innovationsprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie wurde der Professur nun ein 2 Jahresprojekt genehmigt. In Kooperation mit der Fa. ciclosport® soll ein neues Biofeedbacksystem zur Überwachung des thermischen Stresses in Sport, Medizin und Arbeit entstehen. Ziel ist die Entwicklung und Kombination nicht invasiver Messverfahren zur Ermittlung hitzestressrelevanter Parameter, wie Körpertemperatur, Herzfrequenz und Schwitzrate und/oder deren Modellierung. Durch die integrative Berücksichtigung mehrerer Faktoren sollen zuverlässigere Aussagen über die thermische Belastung erreicht und Feedback für sinnvolle Gegenmaßnahmen ermöglicht werden.

Herzlich Willkommen am Lehrstuhl für Ergonomie



Herr Dipl.-Ing. Jan Beuscher war von Oktober 2014 bis Januar 2015 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet für Sportgeräte und Sportmaterialien tätig. Sein Diplomstudium Maschinenwesen mit den Vertiefungsrichtungen Werkstofftechnik sowie Flugantriebe und Strömungsmaschinen absolvierte er an der TU München. In seinen Semesterarbeiten beschäftigte er sich mit der Untersuchung des tribologischen Verhaltens von Werkstoffen typischer Lagerdeckel-Kurbelgehäuse-Paarungen und der Entwicklung einer Software für ECM-Verfahren. Seine Diplomarbeit verfasste er zum Thema formschlüssiger Hybridstrukturen aus CFK und metallischen Einlegern. Seit Juni 2013 war er als HiWi am SpGM im Prüflabor in Hochbrück beschäftigt.



Nadine Briemle ist von März bis Anfang Juli 2015 am Lehrstuhl für Ergonomie an der Technischen Universität München gewesen. Im Rahmen der letzten Monate ihrer Ausbildung zur Mediengestalterin in Digital und Print, Fachrichtung Gestaltung und Technik, erhielt sie Unterstützung von Frau Fridgen. Um Erfahrungen in den unterschiedlichen Bereichen der Branche innerhalb und außerhalb der TUM zu sammeln, war es ihr möglich fünf Praktika (BlueMedia GmbH, Lrz, Fakultät für Mathematik, Praktikum bei Axel Öland, selbstständiger Grafiker) wahrzunehmen. Unter der Betreuung von Frau Fridgen, in der Fakultät für Maschinenwesen, wurden ihr die letzten theoretischen und praktischen Fähigkeiten und Kenntnisse, innerhalb eines Praktikums, für die Abschlussprüfung vermittelt. Im Hinblick auf die täglichen Aufgaben am Lehrstuhl, konnte sie bei der Erstellung von Grafiken und Layouts zuarbeiten und selbstständig ausarbeiten. Nach der Beendigung der Ausbildung, ist eine Weiterbeschäftigung in der Fakultät für Mathematik für ein halbes Jahr vorgesehen.



Seit Februar 2014 ist Frau Ingrid Bubb als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Ergonomie tätig und wird dort im Bereich der Menschmodellierung schwerpunktmäßig im Bereich der komplexen Bewegungen ar-

beiten. Ingrid Bubb studierte Maschinenbau mit dem Schwerpunkt Medizintechnik an der RWTH Aachen. Bereits während des Studiums befasste sie sich mit Themenbereichen der Menschmodellierung. Zum einen versuchte sie innerhalb einer Studienarbeit die Anpassung eines digitalen Menschmodells an eine Versuchsperson zu vereinfachen, zum andern nutzte sie in ihrer Diplomarbeit das Menschmodell RAMSIS zur Auslegung und Entwicklung eines Konzeptes, um mobilitätseingeschränkte Personen zu unterstützen. Nach Abschluss ihres Studiums (2013) arbeitete sie als Applikationsingenieurin für die Firma Human Solutions GmbH. Zu ihren Aufgaben gehörten hierbei sowohl die konstruktive als auch analytische Bearbeitung ergonomischer Problemstellung in Bereich der Fahrzeugindustrie.



Herr Dipl.-Ing. André Dietrich ist seit März 2015 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Ergonomie tätig. Er studierte Luft- und Raumfahrt an der TU München mit den Schwerpunkten Luftfahrttechnik sowie Flugantriebe und Strömungsmaschinen.

Im Rahmen einer Semesterarbeit an der Professur für Sportgeräte und -materialien optimierte er die Oberschale eines Skeleton-Schlittens für die Olympischen Winterspiele 2014. Als studentische Hilfskraft konstruierte er einen Sitz-Dummy zur Fahrersitzvalidierung. In seiner Diplomarbeit befasste er sich mit der Machbarkeitsanalyse eines Fußgängersimulators und führte erste Probandenstudien durch.



Seit Juni 2015 ist Herr Aljoscha Hermann M.Sc. als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Sportgeräte und -materialien angestellt. Davor war Herr Hermann fast 2 Jahre als studentische und wissenschaftliche Hilfskraft am Lehrstuhl tätig. Während des Bachelorstudiums studierte er Luft- und Raumfahrt an der TU München, um anschließend seinen Master im Maschinenwesen mit den Schwerpunkten Ergonomie und Systematische Produktentwicklung zu absolvieren. Im Rahmen der Abschlussarbeit arbeitete Herr Hermann ein mechanisches und Regelungstechnisches Konzept der Lastaufbringung und der Muskelkraftsimulation eines biome-

chanischen Modells des menschlichen Knees aus. Dieses Kniemodell wurde von der ehemaligen Mitarbeiterin Michaela Nusser entworfen, deren Arbeit am Lehrstuhl Herr Hermann nun fortsetzt. Ziel seiner Studien ist die Untersuchung von Lastzuständen im Knie die während Verletzungssituationen im alpinen Skisport auftreten. Dies soll die Entwicklung einer mechatronischen Skibindung ermöglichen, welche derartige Verletzungssituationen erkennen und durch Auslösen der Bindung eventuell eine Knieverletzung verhindern kann.

Herr Dipl.-Kfm. techn. Univ. (TUM-BWL) Philipp



Moritz Kopp ist seit Mai 2015 als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Sportgeräte und -materialien (SpGM) bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Veit Senner tätig. Er studierte technische Betriebswirtschaftslehre, respektive „Technologie- und Managementorientierte Betriebswirtschaftslehre“ (TUM-BWL) auf Diplom an der TUM School of Management (Institut für Wirtschaftswissenschaften) und der Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Universität München. Sein Studium absolvierte er in den einschlägigen betriebswirtschaftlichen Schwerpunkten des Controllings (Management Accounting, wertbasierte Managementvergütung sowie internes und externes Rechnungswesen) sowie der (Wirtschafts-)Psychologie (Human Resource Management) als auch in den ingenieurwissenschaftlichen Vertiefungen der Arbeitswissenschaften (Ergonomie) und des technischen Produktionsmanagements. In seiner Diplomarbeit am SpGM beschäftigte sich Herr Kopp, begründet durch seine Interessen innerhalb der Motivations- und Flowforschung und im Zuge eines gemeinsamen Forschungsprojekts des SpGM mit der Deutschen Hochschule für Präventions- und Gesundheitsmanagement (DHfPG) in Saarbrücken, mit der Thematik zur Schaffung einer „nachhaltigen Fitnessdienstleistung“. Nunmehr arbeitet Herr Kopp an diesem von der DHfPG geförderten Projekt weiter.



Frau Lisa Rücker ist seit April 2015 Doktorandin am Lehrstuhl für Ergonomie (LfE) der Technischen Universität München (TUM). Im Rahmen eines Kooperationsprojektes mit der TUM ist sie als wissenschaft-

liche Mitarbeiterin an der Hochschule München (HM) tätig. Ihr Bachelor- und Masterstudium Wirtschaftsingenieurwesen absolvierte sie von 2009 bis 2014 an der HM. In ihrer Bachelorarbeit beschäftigte sie sich mit dem Thema Arbeitsplatzgestaltung im Laborumfeld und erstellte eine Gefährdungsbeurteilung. Im Rahmen ihrer Masterarbeit führte sie eine Methode zur Verhaltensprävention im Arbeitsschutzmanagement in einem mittelständischen Unternehmen ein.

In den folgenden Jahren wird sich Frau Rücker im Bereich der Anthropometrie/Bewegungsergonomie mit Körperstellungswechseln unter dem Aspekt der Beanspruchungsoptimierung beschäftigen.



Herr Michael Stecher M.Sc. ist seit Juli 2014 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Ergonomie tätig. Zuvor studierte er an der TU München Fahrzeug- und Motorentechnik mit Schwerpunkt Ergonomie. Im Rahmen seiner Semesterarbeit am Lehrstuhl analysierte er Faktoren, welche die Dauer von Hand-Arm-Bewegungen bei der Interaktion mit Bedienelementen im Fahrzeug beeinflussen. Seine Masterarbeit verfasste er in Kooperation mit der MAN Truck & Bus AG. Dabei entwickelte er ein ergonomisches Dreh-Drück-Steller-Bedienkonzept für Nutzfahrzeuge, welches er im Rahmen experimenteller Untersuchungen evaluierte.

Aktuell bearbeitet Herr Stecher das MANTUM Projekt „Gestensteuerung im Nutzfahrzeug“. In diesem Forschungsprojekt wird untersucht, welche Potenziale Gestik als Interaktionsmodalität im Lkw sowie im Bus besitzt und wie in diesem Kontext eine gestische Mensch-Maschine-Interaktion zu gestalten ist, damit diese Potenziale bestmöglich ausgeschöpft werden können.

Für mehrere bewährte Mitarbeiter endete ihre erfolgreiche Zeit am Lehrstuhl und sie konnten sich in Industrie und Wirtschaft neuen Herausforderungen mit den hier erworbenen Fähigkeiten stellen:

Jan Beuscher, Jurek Breuninger; Nadine Briemle, Uwe Herbst, Florian Kremser, Thomas Müller, Michaela Nusser, Christina Olaverri, Albert Zaindl

Für ihre persönliche und berufliche Zukunft wünschen wir allen viel Erfolg!

Pressespiegel

Projekt mit TU München – Ergonomie im Klassenzimmer

Gudrun Lohmann - Berufsfachschule für Altenpflege Teresa von Avila, Griesstätt am Inn

Derzeit läuft an der TU München, Lehrstuhl für Ergonomie und Lehrstuhl für Empirische Bildungsforschung ein durch die TÜV Süd Stiftung finanziertes Projekt zur Verbesserung der Bedingungen im Klassenzimmer. Schülerinnen und Schüler der Altenpflege sind sowohl mit den ergonomischen Bedingungen in ihrem Klassenzimmer und in ihrer täglichen Arbeit konfrontiert, zudem übernehmen sie noch Verantwortung für alte Menschen. Daher wurde das Projekt nun auf berufliche Schulen der Pflege ausgeweitet.



An der BFS Altenpflege setzte sich die Klasse AP 2 mit den Messgeräten zur Erhebung der Temperatur/ Globetemperatur (= gefühlte Temperatur), der Windgeschwindigkeit, des Lärms, des CO₂ Gehalts der Luft, der Helligkeit und Leuchtdichte und insgesamt der Beleuchtung auseinander. Mithilfe der Instrumente in den Meßkoffern wurden Daten an verschiedenen Punkten innerhalb der Schule und im Freien gemessen und mit den jeweiligen empfohlenen Werten verglichen. Dabei konnten die Schülerinnen und Schüler spontan Ideen für Verbesserungen einbringen und das neu erworbene Wissen in ihre berufliche Praxis übertragen.



In einem zweiten Schritt wurde mit Hilfe einer Sitzdruckmessmatte das Thema Sitzen allgemein und insbesondere im Unterricht beleuchtet. Dabei ging es um richtiges Sitzen, richtiges Mobiliar, auch Sitzen in Rollstühlen, Sitzen am Arbeitsplatz, Einsatz von Hilfsmitteln, Kooperation mit Physiotherapeuten und weitere Themen, die jeden beruflich und privat betreffen.

Ein interessantes Projekt mit vielen Inputs zum Nachdenken und Einbeziehen in die Praxis. Ein herzliches Dankeschön an Carmen Aringer und Annika Ulherr, die die Inhalte praxisnah und spannend an die Schülerinnen und Schüler weitergaben

Erschienen im Juni 2015 auf

http://www.caritas-nah-am-naechsten.de/Berufliche-Bildung/Ausbildung/Berufsfachschule-fuer-Altenpflege-Teresa-von-Avila/Page007344_3591.aspx

Messen macht mündig

Marc Müller, verberei, für die TÜV SÜD Stiftung

Für Technikbegeisterung sorgen, mehr Spaß in den Matheunterricht bringen und gleichzeitig noch die Lernumgebung verbessern? Der Ergonomiekoffer des Lehrstuhls für Ergonomie und der School of Education der Technischen Universität München (TUM) gehört zum naturwissenschaftlichen Unterricht von morgen dazu. Im Koffer stecken Profimessgeräte, beispielsweise für die Temperatur, die Windgeschwindigkeit, den CO₂-Gehalt oder den Lärm. Das Projekt zeigt: Wenn Ingenieure und Pädagogen Hand in Hand arbeiten, kommen echte Lösungen raus.

► 20 Koffer, 12 Schulen, mehr als 400 begeisterte Schüler – das sind die Eckdaten des Ergonomiekoffer-Projektes, das seit drei Jahren rund um München läuft. Das Ziel der Initiatoren vom Lehrstuhl für Ergonomie und der School of Education: Schüler für Technik begeistern, echte Messdaten für Berechnungen liefern und zudem dafür sorgen, dass sie sich mehr für ihre Umwelt interessieren. Professor Manfred Prenzel, Dekan der School of Education (TUM): „Das pädagogische Prinzip dahinter ist ganz einfach. Je mehr die Schüler selbst machen, desto mehr interessieren sie sich fürs Unterrichtsfach. Der Ergokoffer bietet dafür hervorragende Möglichkeiten.“ Die liegen für Dr. Herbert Rausch vom Lehrstuhl für Ergonomie auch darin, dass den Schülern echte Profigeräte zur Verfügung gestellt werden: „Die Messergebnisse sind belastbar. Eine echte Basis zum Verbessern der Lernumgebung“, unterstreicht Dr. Rausch. „Und es macht wirklich Spaß, damit zu arbeiten.“



Wie etwa bei der Lärmessung: Zwischen 60 und 85 dB(A) sind der Durchschnitt im Klassenzimmer. Bis 55 Dezibel wären ideal. Für Peaks sorgen jedoch profane, aber besonders laute Emittenten, wie beispielsweise das Stühlerücken. Bis zu 90 Dezibel bringt so ein Stuhl auf die Messuhr, wenn er übers Linoleum gezogen wird. Einfache Lösung: Filzgleiter.



So laut kann es werden, wenn ein Stuhl übers Linoleum gezogen wird.

Sie senken sofort den Lärmpegel. „Darauf sind die Schüler ganz von selbst gekommen“, sagt Dr. Anja Schiepe-Tiska, Mitarbeiterin von Professor Prenzel. Und sie haben es gleich umgesetzt. „Naturwissenschaftliche Grundlagen erarbeiten, Messtechnik einsetzen und dann ingenieurmäßig nach Lösungen suchen.“ Für Professor Prenzel und seine Mitarbeiterinnen ganz klar ein Motivationsgarant und damit auch ein klares Plus für den Koffer.

Nach Ansicht des Leiters der deutschen PISA-Studie 2015 wird diese ingenieurmäßige Herangehensweise in den Schulen viel zu wenig gelehrt: „Hier geben wir den Lehrern ein echtes Methodik-Pfund in die Hand.“

KRITISCH MIT QUELLEN UMGEHEN

Die TUM-Nachhilfe in Methodik kommt bei den Lehrern für Mathe, Bio, Chemie und Physik gut an. „Das Interesse an den Ergonomiekoffern ist sehr groß“, sagt Inga Simm, die die

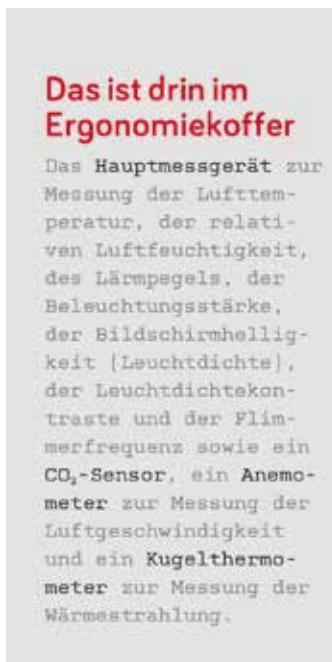
Wirkung des Projekts als Doktorandin von Professor Prenzel untersucht. Dass viele Lehrer zu wenig Zeit haben, verhindere eine noch größere Verbreitung. Dem Koffer stehen die Türen jedoch schnell offen, wenn etwa der Unterricht ausfällt: „Dann springen wir mit dem Ergonomiekoffer ein und füllen so gerne auch mal eine Lücke“, erläutert Simm.



Der Ergonomiekoffer im Einsatz im Otto-von-Taube-Gymnasium in Gauting.



Professor Manfred Prenzel, Doktorandin Inga Simm, Mittelschullehrer Ralf Kassirra, Dr. Anja Schiepe-Tiska, Dr. Herbert Rausch (v.l.n.r.).



Technikinteresse wecken, Praxisnähe erzeugen, Umweltbewusstsein stärken – die Arbeit macht die Schüler ganz grundsätzlich fit für einen kritischen Umgang mit Daten. „Beim Messen lernen die Jungen und Mädchen auch, die eigenen Messungen kritisch zu hinterfragen. Nicht alles einfach hinzunehmen, Literatur, Daten und Quellen zu hinterfragen – das macht auch fit für den Umgang mit dem Internet“, unterstreicht Professor Prenzel.

Beim Messen lernen die Jungen und Mädchen auch, die eigenen Messungen kritisch zu hinterfragen.

→ Professor Manfred Prenzel /→

Mittelschullehrer Ralf Kassirra, zurzeit am Lehrstuhl für Ergonomie, kann sich sogar den längerfristigen Einsatz der Messgeräte im Klassenzimmer der Zukunft gut vorstellen: „Warnhinweise, wenn die Luftwerte schlechter werden oder es in einer Ecke besonders laut ist – ein ständiges Monitoring von Klassenzimmern wäre auf jeden Fall prima für die Ergonomie und eine Entlastung der Lehrkräfte.“

Fotos: Conny Kurz

Illustration: Mo Büdinger

Erschienen am 5. Mai 2015 auf

<http://www.tuev-sued-stiftung.de/uploads/images/1430318121651422050131/stiftung2014-gesamt-lowres.pdf> ab Seite 34 bis Seite 37

Visiting Professor Riender Happee (TU Delft)



Professor Riender Happee (TU Delft) has been awarded a grant in the Visiting Professorship Program of the Bavarian State Ministry of Education, Science and the Arts. At the Lehrstuhl für Ergonomie he will perform research and initiate projects in the field of Automotive Human Factors.

Riender Happee coordinates the European Initial Training Network Human Factors of Automated Driving (HFAuto) where TUM and TU Delft cooperate with other universities and industry to address the human factors challenges of automated driving. The candidate will closely collaborate with Professor Bengler and the TUM PhD candidates Zimmermann, Goncalves and Petermeijer to develop a reference human machine interface for highly automated driving. The HMI will be validated using test protocols developed at TUM, providing a reference performance, and defining directions for further research. Riender Happee will also contribute to the new course "Human Factors of Automated Driving" in autumn 2015 using lectures with discussion providing essential insight in human factors challenges

such as acceptance and trust, driver workload, vigilance and situation awareness. Hands on assignments will train the students in interface design and empirical human factors research.

Riender Happee received his M.Sc. in Mechanical Engineering (1986), and PhD (1992) at TU Delft. He investigated crash safety at TNO Automotive (1992-2007) where he introduced biomechanical human models for impact and comfort in the automotive market. He is currently employed at TU Delft at the Faculties of Mechanical, Maritime and Materials Engineering (80%), and Civil Engineering and Geosciences (20%). He coordinates automotive research and education with a focus on human factors, biomechanics, automated driving, and driver modelling. As project manager of the Dutch Automated Vehicle Initiative (DAVI), he coordinates automated vehicle development to investigate the human interaction with automation in highway conditions and full automating in low speed urban conditions.

contact: R.Happee@tudelft.nl +31620493500

Rückblick

Forschungstag Ergonomie und Sommerfest 2014

Am 04. Juli 2014 lud der Lehrstuhl für Ergonomie alle Mitarbeiter, Ehemalige und Projektpartner zum alljährlichen Sommerfest ein.

Anregende Stationen, sowie gemütliches Beisammensein beim Grillen machten diesen Tag zu einem Erfolg.



Skiausflug

Wie bereits im vorherigen Jahr hat auch in diesem Jahr ein Teil der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Lehrstuhls einen Urlaubstag zum Skifahren genutzt. Bei schönstem Wetter konnten im Skigebiet „Wilder Kaiser - Brixental“ beste Pistenverhältnisse genossen werden.



Tag der Verkehrssicherheit

Auch dieses Jahr präsentierte der Lehrstuhl für Ergonomie, vertreten durch André Dietrich und Christian Lehsing, Auszüge aus den aktuellen Verkehrsorschungsthemen auf dem Tag der Verkehrssicherheit. Dieser fand zum elften Mal und heuer unter dem Motto „Rücksicht schafft Sicherheit“ auf dem Münchener Odeonsplatz statt. Publikumsmagnet war der neue Fahrsimulator des Lehrstuhls und die Oculus Rift. Bei beiden Systemen konnte man die jeweilige Perspektive des PKW-Fahrers oder Fußgängers einnehmen und so wurde die Simulation für die Besucher des Tages interaktiv erlebbar.



IMPRESSUM:

Herausgegeben vom
Lehrstuhl für Ergonomie
Technische Universität München
Boltzmannstrasse 15
85748 Garching
Tel: 089/ 289-15388
www.lfe.mw.tum.de

ISSN: 1616-7627

Verantw. i.S.d.P.:

Prof. Dr. phil. Klaus Bengler,
Prof. Dr.-Ing. Sportl. Veit Senner
Layout: Julia Fridgen
Redaktion:
K. Bengler, V. Senner, H. Rausch,
C. Lehsing, J. Fridgen
Cover: Nadine Briemle, Julia Fridgen
Druck:
Printy, Digitaldruck & Kopierservice
80333 München