

Ergonomie AKTUELL

Die Fachzeitschrift des Lehrstuhls für Ergonomie

Ausgabe 020 | Sommer 2019 | ISSN 1616-7627



IMPRESSUM:

Ergonomie Aktuell

Die Fachzeitschrift des Lehrstuhls für Ergonomie erscheint im Selbstverlag einmal pro Jahr.
Auflage 200

Herausgeber:

Lehrstuhl für Ergonomie
Technische Universität München
Boltzmannstraße 15
85748 Garching
Tel: 089/ 289 15388
www.ergonomie.tum.de
<http://www.lfe.mw.tum.de/downloads/>

ISSN: 1616-7627

Verantw. i.S.d.P.:
Prof. Dr. phil. Klaus Bengler
Prof. Dr.-Ing. Veit Senner

Redaktion:

Prof. Dr. phil. Klaus Bengler
Prof. Dr.-Ing. Veit Senner
Dr.-Ing. Verena Knott
Dipl. Wirtsch.-Ing. Christian Lehsing, M.Sc.
Julia Fridgen

Layout:

Julia Fridgen/TUM

Druck:

Printy, Digitaldruck & Kopierservice
80333 München

© Lehrstuhl für Ergonomie | TUM

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur in Abstimmung mit der Redaktion.

Zum Sprachgebrauch:

Nach Artikel 3 Abs. 2 des Grundgesetzes sind Frauen und Männer gleichberechtigt. Alle Personen- und Funktionsbezeichnungen beziehen sich gleicher Weise auf Frauen und Männer.

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,
Freunde und Förderer der Ergonomie,

die diesjährige Ausgabe der Ergonomie blickt auf ein sehr erfolgreiches Jahr zurück und zeigt, dass viele Forschungsschwerpunkte des Lehrstuhls für Ergonomie Themen wichtige zukunftsrelevante Fragestellungen adressieren. Vor allem fällt auf, dass die neuen Rollenverteilungen zwischen Mensch und Maschine neue Werkzeuge und Methoden erfordern bzw. die Aktualisierung unseres Handwerkzeuges.

So bringen die Projekt INSAA und DELFIN den RAMSIS der Welt der automatisierten Fahrzeuge näher und für die Studierenden wurde mit dem Design Thinking Seminar eine neue Lehrveranstaltung ins Leben gerufen. Ziel ist es die Idee der nutzerorientierten Entwicklung und das agile Arbeiten auf sehr hohem Niveau zu ermöglichen.

Vor allen Dingen ist neben den Aktivitäten zur automatisierten Fahrzeugführung ein Forschungsschwerpunkt entstanden, der sich mit Leben und Arbeit in der Digitalisierung beschäftigt. Diese Aktivitäten finden vor allem in Kooperation mit der neu gegründeten Munich School for Robotics and Machine Intelligence (MSRM) statt, in die auch der Lehrstuhl für Ergonomie zur Koordination der Aktivitäten in der Arbeitsforschung aufgenommen wurde. In diesem Zug verstärken wir mit den Kollegen anderer Fakultäten unsere Aktivitäten zur künstlichen Intelligenz.

Die Beiträge in dieser Ausgabe und die abgeschlossenen Dissertationen zeigen, dass die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des Lehrstuhls zu den aktuellen Forschungsthemen national und international gefragte Experten sind. Ebenso sind wir stolz



darauf, dass inzwischen viele HFE Studierende als kompetente Mitarbeiter die Idee der menschenorientierten Gestaltung an der TUM in ihren Unternehmen umsetzen und auf diesem Weg unsere Gesellschaft mitgestalten.

Das LfE Team und das SPGM Team wünschen Ihnen viel Freude bei der Lektüre. Lassen Sie sich zum Forschen und Gestalten inspirieren.

Wir wünschen Ihnen viel Freude bei der Lektüre.

Ihr

Klaus Bengler

Impressum	02
Editorial	03
Projekt Kooperatives, hochautomatisiertes Fahren (Ko-HAF) – Fährst du schon oder forschst du noch? <i>Jonas Radlmayr</i>	06
UNICARagil – Ein Zwischenstand <i>Ingrid Bubb, Hendrik Homans, Lorenz Prasch, Jakob Reinhardt</i>	10
Agiles Arbeiten und die vierte technische Revolution <i>Caroline Adam, Lorenz Prasch</i>	16
Workshop Design Thinking Experience am Lehrstuhl für Ergonomie <i>Caroline Adam</i>	20
Und was machen sie dann? Eine Befragung der Absolvent/innen des Studiengangs Ergonomie – Human Factors Engineering (HFE) <i>Carmen Aringer-Walch</i>	24
Professur für Sportgeräte und -materialien:	
Verständnis für die Interaktion zwischen Athlet, Ausrüstung und Umwelt - <i>Aljoscha Hermann</i>	26
Gesundheit, Wohlbefinden und mehr Spaß durch technische Unterstützung - <i>Aljoscha Hermann</i>	27
Sportlicher Leistungsgewinn durch optimiertes Equipment - <i>Bahador Keshvari</i>	28
Verbesserte Schutzausrüstung - <i>Stefanie Paßler, Tanja Lerchl</i>	29
Gemeinsames sporttechnologisches Projekt mit der Technischen Universität Chemnitz - <i>Quirin Schmid</i>	31
Rechtliche Anforderungen an automatisiertes Fahren – Erkenntnisse aus Verkehrsgerichtstagen mit Verkehrsunfallbeispielen <i>Thomas Winkle</i>	32
Neue Projekte	38
Veröffentlichungen von Sommer 2018 bis Sommer 2019	42
Dissertationen	47
Abgeschlossene Diplom- und Masterarbeiten	49
Neue Mitarbeiter	52
Abschied	53
Aktuelles	54
Rückblick	56

Projekt Kooperatives, hochautomatisiertes Fahren (Ko-HAF) – Fährst du schon oder forschst du noch?

Jonas Radlmayr

Hochautomatisiertes Fahren

Automatisiertes Fahren ist in aller Munde! Ob technische Hürden, gesetzliche Voraussetzungen oder ethische Fragen, die Diskussion um automatisiertes Fahren wird in Medien, Industrie und Wissenschaft leidenschaftlich geführt. Einen Beitrag dazu leistet das vom **Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderte** Projekt Kooperatives, hochautomatisiertes Fahren – Ko-HAF. Dabei geht es konkret um das hochautomatisierte Fahren, bei dem **Geschwindigkeiten bis zu 130 km/h** durch die Automation auf Autobahnen realisiert werden können, bei denen sich Fahrer von der **Fahraufgabe abwenden** dürfen. Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) definiert hochautomatisiertes Fahren als Level 3 (Gasser & Westhoff, 2012), analog zur Automationstaxonomie der Society of Automotive Engineers, die Level 3 als Conditional Driving Automation definiert (SAE, 2018). In beiden Fällen darf sich der Fahrer von der Fahraufgabe abwenden, ist allerdings als Rückfallebene vorgesehen, sofern die Automation eine Systemgrenze erreicht. Dann kommt es zu einer sogenannten Übernahme (Damböck, 2013; Gold, Damböck, Lorenz, & Bengler, 2013).

Ko-HAF

Im Projekt Ko-HAF befasste sich eines von 5 Arbeitspaketen unter der Leitung des Lehrstuhls für Ergonomie mit der Übernahme und Einflüssen wie



fahrfremde Tätigkeiten (ffT) oder Müdigkeit auf diese Übernahme. Das Projekt wurde nach 3,5-jähriger Laufzeit Ende 2018 mit einer sehr erfolgreichen Abschlusspräsentation auf dem Opel-Testgelände in Dudenhofen abgeschlossen. Die Demonstrationen mit im Projekt aufgebauten Versuchsträgern umfassten eine Vielzahl von Themen, wie beispielsweise Umfelderkennung und -repräsentation in einem Safety Server (Arbeitspaket 1), die hochgenaue Lokalisierung und ein statisches Umfeldmodell als Voraussetzung für hochautomatisiertes Fahren (Arbeitspaket 2), die Funktionsentwicklung für den Normal- und Notbetrieb (Arbeitspaket 4) und die Absicherung und Erprobung dieser Funktionen im realen Verkehr (Arbeitspaket 5). Dabei konnten Besucher der Abschlusspräsentation hochautomatisiertes Fahren live erleben. Arbeitspaket 3 (AP3) mit dem Titel kooperative Fahrzeugführung und kontrollier-

bare Automation präsentierte die Vielzahl der Studienergebnisse im Rahmen einer Posterausstellung, mithilfe von Wizard-of-Oz-Versuchsträgern und in Vorträgen. Im Arbeitspaket 3 wurden zu ergonomischen Fragen von den Partnern insgesamt 33 empirische Studien durchgeführt, mit 1723 Probanden in mehr als 1750 Stunden. Die Ergebnisse wurden in mehr als 30 Publikationen veröffentlicht und fanden bereits während der Projektlaufzeit Einzug in die internationale Standardisierung auf ISO-Ebene. Zentraler Untersuchungsgegenstand der Versuche war die Übernahme als sicherheits- und komfortkritischer Teil des hochautomatisierten Fahrens, wenn das Fahrzeug eine Systemgrenze erreicht und Fahrer zum manuellen Weiterfahren aufgefordert werden. Im Vordergrund stand dabei der Fahrerzustand, der sich aufgrund längerer Automationsdauern, oder der Zuwendung zu fahrfremden Tätigkeiten während der automatisierten Fahrt ändert. Inwiefern diese Änderungen einen Einfluss auf die Übernahmezeit und -qualität haben, wurde intensiv im Arbeitspaket 3 untersucht.

Methodische Basis und Taxonomie der Übernahme

Als methodischer Unterbau diente ein zu Beginn des Projekts erarbeiteter Rahmen, oder Framework, der in Abbildung 1 zu sehen ist. Einflussgrößen wie die konkrete Übernahme-situation oder die Gestaltung des HMI's der Übernahmeaufforderung können den Prozess genauso beeinflussen, wie die Transition ausgehend von einem aktuellen Fahrerzustand (bspw. müde, einer fahrfremden Tätigkeit zugewendet) hin zu einem Fahrerzustand, der für das folgende, manuelle Fahren kein Problem darstellt.

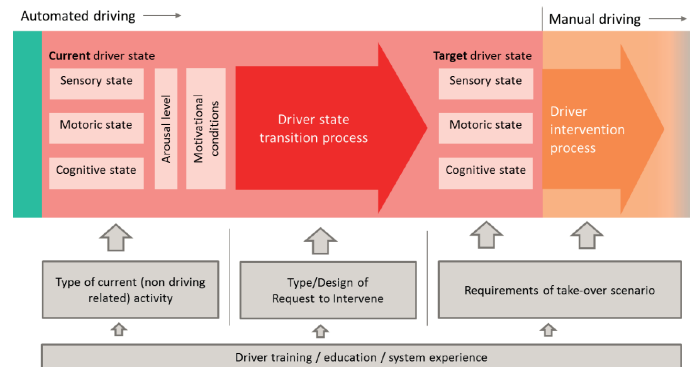


Abbildung 1: Übernahmeprozess beim hoch-automatisierten Fahren und Einflussgrößen (Marberger et al., 2017).

Um die Ergebnisse der verschiedenen Studien und Partner vergleichbar zu machen, wurde zudem zu Projektbeginn eine Klassifizierung und Bewertung bereits bestehender Übernahme-situationen erarbeitet (Gold, Naujoks, Radlmayr, Bellem, & Jarosch, 2017). Dabei können Übernahme-situationen nun hinsichtlich Dringlichkeit, Vorhersagbarkeit, Kritikalität und Komplexität des notwendigen Manövers eingeordnet werden. Zudem ermöglicht diese Taxonomie das zielgenaue Auswählen sinnvoller Situationen in Abhängigkeit der Forschungsfrage, da es große Unterschiede zwischen Situationen gibt, die entweder die Grenzen menschlicher Leistungsfähigkeit abbilden sollen, oder den Komfort und die Akzeptanz von Übernahmen in den Vordergrund stellen. Analog zur Klassifizierung und Bewertung von Übernahme-situationen wurde ein Katalog an fahrfremden Tätigkeiten (fft) erstellt. Dieser basiert auf einer umfangreichen Sichtung bereits bestehender Literatur und erlaubt eine Zuordnung der fft zu den unterschiedlichen Phasen einer Übernahme, die durch die Ausübung der fft beeinflusst werden können. Mögliche Auswirkungen von fft auf die Übernahmeleistung können so zielgerichteter untersucht werden. Der Katalog der fahrfremden Tätigkeiten wurde am Anfang des Projekts publiziert (Naujoks, Befeilin, Wiedemann, & Neukum, 2018). Die Vielzahl an Ergebnissen im Arbeitspaket 3 wurden zur Vorbereitung der Abschlusspräsentation in einer umfangreichen inhaltlichen Diskussion zu zentralen „key messages“ zusammengetragen, die neben den Detailergebnissen der einzelnen Studien eine gemeinsame Ergebniszusammenschau des AP3

bieten. Dabei zeigte sich, dass die Übernahmezeit beeinflusst wird durch

- Merkmale der fahrfremden Tätigkeiten
- Individuelle Faktoren (Fahrermerkmale)
- Merkmale des Übernahmeszenarios (z. B. Zeitbudget, Komplexität der erfordernten Fahrerintervention, ...)
- und der Gestaltung des HMI's.

Die Untersuchungen zu nicht planbaren (unplanned, unexpected, time-critical) Übernahme-situationen (auf ungeplante Ereignisse) im AP3 fanden dabei immer mit Zeitbudgets zwischen 5 und 10 Sekunden statt.

Müdigkeit beim hochautomatisierten Fahren

Die Ergebnisse zum Thema Müdigkeit beim hochautomatisierten Fahren zeigten, dass Müdigkeit beim automatisierten Fahren rasch entstehen oder erzeugt werden kann und sich sprunghaft ändern kann. Fahrer unterscheiden sich hinsichtlich intra- und interindividuellen Entwicklung von Müdigkeit stark. Für hochautomatisierte Fahrfunktionen muss Schlaf als extremer Fahrerzustand mit hoher Zuverlässigkeit erkannt und vermieden werden. Die Detektion von starker Schläfrigkeit und Müdigkeit kann dabei helfen, solchen extremen Fahrerzuständen entgegenzuwirken oder damit umzugehen, um die Sicherheit und die Akzeptanz des Systems zu erhöhen. Die Versuche in Ko-HAF haben gezeigt, dass Änderungen des Müdigkeitslevels mit verschiedenen Labor-Messmethoden unter hohem Aufwand (Eye-Tracking, EEG, videobasiertes Expertenrating, Selbstbewertung) in experimentellen Bedingungen erkennbar sind. Allgemein wurden im AP3 zur Untersuchung von Müdigkeit ausreichend lange automatisierte Fahrten (bis 90 Minuten) durchgeführt, um Auswirkungen auf das Übernahmeverhalten nachweisen zu können. Bereits bei kürzeren automatisierten Fahrten (20 – 30 Minuten) konnte unter monotonen Bedingungen eine Zunahme von Müdigkeit nachgewiesen werden, diese zeigte allerdings keinen Einfluss auf die Übernahmeleistung. Auch bei

längeren automatisierten Fahrten zeigten sich keine eindeutigen Ergebnisse hinsichtlich des Übernahmeverhaltens. Diese Ergebnisse zum Thema Müdigkeit finden sich ebenfalls in einer partnerübergreifenden Publikation wieder (Radlmayr et al., 2018).

Fahrfremde Tätigkeiten

Neben dem Auftreten von Müdigkeit wurden zudem fahrfremde Tätigkeiten untersucht. Relevante Merkmale (Handbelegung, Blickabwendung, etc.) aus Sicht der Ergonomie identifiziert, in einem Katalog klassifiziert und daraus abgeleitete Auswirkungen auf die Transition systematisch untersucht. Dabei zeigte sich, dass folgende Merkmale fahrfremder Tätigkeiten den Zeitbedarf des Fahrers gegenüber keiner Beschäftigung mit einer Tätigkeit erhöhen können:

- Belegung der Hände
- Starke Körperdrehung
- Unterbrechungsaufwand bzw. Anzahl der Handlungsschritte zur Unterbrechung der Aufgabe

Für folgende Merkmale fahrfremder Tätigkeiten stellte sich kein eindeutiges Bild dar:

- Visuelle oder visuell-manuelle Tätigkeit ohne Handbelegung
- Kognitive Aufgaben

Als mögliche Erklärung für das nichteindeutige Bild wurden die Kompensation durch Selbstregulation und Risikowahrnehmung der Fahrer herangezogen, sowie große individuelle Unterschiede im Umgang mit der fahrfremden Tätigkeit. Dabei zeigte sich, dass durch aktivierende bzw. motivierende fahrfremde Tätigkeiten der Entwicklung von Müdigkeit temporär entgegengewirkt werden kann, andererseits aber durch monotone oder entspannende fahrfremde Tätigkeiten Müdigkeit gezielt erzeugt werden kann.

Mögliche Optimierungen des HMI's wurde ebenfalls in Ko-HAF untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass Fahrerbeobachtungssysteme adaptive HMI-Kon-

zepte vor und in der Übernahme ermöglichen. Bei geplanten Übernahmen sind mehrstufige Transitionskonzepte zu empfehlen, um die Sicherheit und Akzeptanz der Übernahme zu erhöhen. Zudem ist es für den Umgang mit fahrfremden Tätigkeiten vorteilhaft, eine Vorschau über geplante Transitionen (basierend auf Safety Server und geplanter Route) anzubieten. Hinsichtlich der Übernahme kann ein „lockout“ (systemseitiges Unterbrechen der fahrfremden Tätigkeit auf vernetzten „handheld devices“ oder integrierten elektronischen Geräten (infotainment) zum Zeitpunkt der Übernahmeaufforderung) die Reaktion in der Übernahme beschleunigen. Grundsätzliche bezieht sich die Analyse und Interpretation von Effekten in Ko-HAF dabei auf durchschnittliche Fahrerreaktionen. Für eine Betrachtung der Kontrollierbarkeit von Übernahmen ist allerdings die Einbeziehung von extremeren Reaktionen vonnöten.

Ko-HAF hat neben der Vielzahl an empirischen Ergebnissen zudem einen enormen Beitrag zur Weiterentwicklung von Untersuchungsmethoden geliefert. Im Projekt wurden für Realfahrzeugstudien auch Wizard-of-Oz-Fahrzeuge von verschiedenen Partnern aufgebaut und verwendet. Um auch hier eine Vergleichbarkeit von Ergebnissen zu gewährleisten, wurden die Wizard-of-Oz-Methodik im Rahmen eines Workshops kritisch beleuchtet und die methodischen Grundlagen für eine weitere Verwendung dieser Methodik zur Untersuchung ergonomischer Fragestellungen geschaffen.

Fahren und Forschen

Abschließend lässt sich festhalten, dass der enorme empirische Datenschatz in Ko-HAF sehr differenzierte Antworten auf die Themen Fahrerzustand und dessen Einfluss auf die Übernahme beim hochautomatisierten Fahren zulässt. Dabei hat sich gezeigt, dass die hohe Dynamik des Themas „automatisiertes Fahren“ Katalysator für eine sehr offene und konstruktive Zusammenarbeit im Projekt war, gleichzeitig aber bei weitem nicht alle ergonomischen Fragen durch Ko-HAF beantwortet werden konnten. Die Zusammenschau der Ergebnisse, die durch die Vielzahl an Partnern mitgetragen wird, unterstreicht, wie wichtig und notwendig Förderprojekte wie Ko-HAF sind, um

belastbare Antworten auf die Herausforderungen im Automobilsektor und der Ergonomie zu liefern.

Eine Sammlung aller Ergebnisse zum Download findet sich auf www.ko-haf.de.

Literatur

- Damböck, D. (2013). Automationseffekte im Fahrzeug – von der Reaktion zur Übernahme. München, Technische Universität München, Dissertation.
- Gasser, T. M., & Westhoff, D. (2012). BAST-study: Definitions of automation and legal issues in Germany. Paper presented at the Proceedings of the 2012 Road Vehicle Automation Workshop.
- Gold, C., Damböck, D., Lorenz, L., & Bengler, K. (2013). „Take over!“ How long does it take to get the driver back into the loop? Paper presented at the Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting.
- Gold, C., Naujoks, F., Radlmayr, J., Bellem, H., & Jarosch, O. (2017). Testing Scenarios for Human Factors Research in Level 3 Automated Vehicles. In N. A. Stanton (Ed.), *Advances in Human Aspects of Transportation: Proceedings of the AHFE 2017 International Conference on Human Factors in Transportation*, Los Angeles, USA (pp. 551-559). Cham: Springer International Publishing.
- Marberger, C., Mielenz, H., Naujoks, F., Radlmayr, J., Bengler, K., & Wandtner, B. (2017). Understanding and Applying the Concept of „Driver Availability“ in Automated Driving. In N. A. Stanton (Ed.), *Advances in Human Aspects of Transportation: Proceedings of the AHFE 2017 International Conference on Human Factors in Transportation*, Los Angeles, USA (pp. 595-605). Cham: Springer International Publishing.
- Naujoks, F., Befelein, D., Wiedemann, K., & Neukum, A. (2018). A Review of Non-driving-related Tasks Used in Studies on Automated Driving. Paper presented at the *Advances in Human Aspects of Transportation*, Cham.
- Radlmayr, J., Feldhütter, A., Frey, A., Jarosch, O., Marberger, C., Naujoks, F., . . . Bengler, K. (2018). Drowsiness and fatigue in conditionally automated driving - Towards an integrative framework. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Europe Chapter*.
- SAE. (2018). J3016 - Taxonomy and definitions for terms related to on-road motor vehicle automated driving systems. In *Surface Vehicle Recommended Practice*.

UNICARagil – Ein Zwischenstand

Ingrid Bubb, Hendrik Homans, Lorenz Prasch, Jakob Reinhardt

UNICARagil – Die Vision

Zur Bewältigung des steigenden Mobilitätsbedarfs und fortschreitender Urbanisierung werden autonome elektrische Fahrzeuge eine Schlüsselrolle einnehmen. Wie aber solche Fahrzeuge gestaltet und im Straßengeschehen eingesetzt werden können, dafür will das Projekt UNICARagil (Laufzeit: 02/2018 -01/2022) einen bedeutenden Beitrag leisten. Grundgedanke ist hierbei eine modulare, skalierbare Fahrzeugplattform, die über unterschiedliche Absicherungsmöglichkeiten (Sensoren, Cloud, Drohnen, Leitwarte, aber auch neuartige Softwarearchitekturen) das Verkehrsgeschehen erfassen und in diesem automatisiert agieren kann. Über unterschiedliche Karosserien können individuelle Anwendungsfälle dargestellt werden. In UNICARagil werden vier Fahrzeugkonzepte erarbeitet, die in Abb. 1 dargestellt sind; ein auf Abruf bestellbare AUTOtaxis, die AUTOelfe für den privaten Gebrauch, das AUTOshuttle als Omnibus und das AUTOliefer als Lieferfahrzeug. (Woopen et al., 2018).



Abbildung 1: UNICARagil Familie (von links nach rechts AUTOliefers, AUTOelfe, AUTOtaxis, AUTOshuttle) (Bildquelle: Woopen et al., 2018)

Wie bereits in der Ergonomie Aktuell 2018 berichtet wurde, befasst sich der Lehrstuhl für Ergonomie mit folgenden drei Themenschwerpunkten im Projekt:

- Mensch-Maschine-Interaktion
- Arbeitsplatzgestaltung Leitwarte
- Konzeptentwicklung, Aufbau und Realabsicherung des Prototyps AUTOtaxis

Im folgenden Artikel soll eine Bestandsaufnahme gemacht werden, womit sich der Lehrstuhl im letzten Jahr beschäftigt hat und wie es weitergehen wird.

Mensch-Maschine-Interaktionen rund um die Fahrzeuge

Im Projekt stehen bei der Interaktion und Kooperation vor allem drei Themen im Fokus: ergonomische und kooperative Trajektorien, externes Anzeigekonzept und internes Anzeigekonzept.

Das Fahrverhalten der Fahrzeuge soll so ausgelegt werden, dass Passagiere sich wohl und sicher fühlen und zudem das Fahrzeug von anderen Verkehrsteilnehmern nicht als „Fremdkörper“ im Verkehr wahrgenommen wird. Da der Mensch nicht mehr selbstständig das Fahrzeug führt, sondern als Passagier agiert, ändert sich die Rolle des Nutzers. Elbanihawi, Simic und Jazar (2015) bezeichnen diesen Paradigmenwechsel als „Loss of Controllability“ weshalb derzeit gültige Komfortmaßstäbe für die manuelle Fahrzeugführung nicht ungeprüft für die autonome Fahrzeugführung übernommen werden können.

Der verbreitetste Ansatz zur Steigerung des Wohlbefindens während der Fahrt ist die Optimierung der Fahrzeugbewegung hinsichtlich der auf den Fahrer wirkenden Kräfte und Rucke (Elbanihawi et al., 2015). Hartwich, Beggiato, Dettmann und Krems (2015) identifizierten Geschwindigkeit, Beschleunigung und Bremsintensität als die drei wichtigsten Einflussfaktoren auf das Fahrerlebnis und damit die wahrgenommene Fahrweise. Müller (2015) konnte in seiner Dissertation feststellen, dass eine Abhängigkeit von Beschleunigungsgrenzen und der Wahrnehmbarkeit dieser Grenzen durch die Probanden besteht. Diese Grenzwerte müssen in die Trajektorienplanung mitberücksichtigt werden und können gezielt für Veränderungen in der Fahrstrategie genutzt werden. Jedoch ist zu beachten, dass ermittelte Werte aus manuellen Fahrten nicht direkt für das autonome Fahren übernommen werden können, da hier eine komplexe Wechselwirkung von wahrgenommenen Einflussparametern vorliegt und

somit keine allgemeingültigen Angaben von Richt- bzw. Grenzwerten möglich sind (Festner, Eicher, & Schramm, 2017). Diese Richt- bzw. Grenzwerte sind beispielweise von Fahrzeug, Use Case, Passagier und Tätigkeit abhängig. In einer Realfahrzeug-Studie stellen Festner et al. (2017) fest, dass akzeptable Grenzwerte auch von der durchgeführten Tätigkeit abhängen. Je nach Tätigkeit (Verkehr beobachten, Artikel lesen und Spielen auf Tablet) ergeben sich unterschiedliche Komfortwerte. Aus diesen Gründen sollten Grenzwerte und somit auch der Fahrstil wählbar sein (Festner et al., 2017). Bisherige Studien zeigen auch, dass Passagiere im autonomen Fahrzeug geringere Beschleunigungen akzeptieren als Fahrer (Le Vine, Zolfaghari, & Polak, 2015). Neben Beschleunigungsfaktoren können Kinetose-Erscheinungen das Komfortempfinden der Passagiere beeinflussen und müssen demnach sowohl in der Innenraumgestaltung als auch in der Trajektorienplanung berücksichtigt werden, erste Anhaltspunkte zu Übelkeitsempfinden sowohl durch unterschiedliche Sitzposition als auch Beschleunigungswerten können Arbeiten wie Bohrmann (2018) entnommen werden.

Im Projekt wird nicht nur die Auswirkung des Fahrverhaltens auf die Passagiere, sondern auch die auf andere Verkehrsteilnehmer untersucht. Ziel hierbei ist es, dass ein UNICARagil Fahrzeug nicht als Fremdkörper von anderen Verkehrsteilnehmern wahrgenommen wird. Dazu wird zwischen „Erwartungskonformität“ und „Selbstbeschreibungsfähigkeit“ (vergleiche Dragan, Lee & Srinivasa, 2013) unterschieden. So sollten autonome Fahrzeuge eine hohe Selbstbeschreibungsfähigkeit in ihrem Fahrverhalten aufweisen, sodass ohne erkennbaren Fahrer die Absicht des Fahrzeugs eindeutig und früh genug geklärt ist („Das Fahrzeug bremst stark ab und lenkt nah an den Mittelstreifen – vielleicht wird es gleich einen Fahrstreifenwechsel vollziehen.“). Ein Verhalten ist erwartungskonform, wenn es mit der Erwartung übereinstimmt („Wenn das Fahrzeug nach rechts blinkt, biegt es dann auch wirklich nach rechts ab?“)

Für das Projekt wurden innerhalb eines Workshop mit weiteren Projektpartnern fünf Fahrsituationen ausgewählt, die hinsichtlich ihrer „Erwartungskonformität“ und „Selbstbeschreibungsfähigkeit“ analysiert wurden. Dies dient als Grundlage für weitere Ausarbeitungen und Abstimmungen, um beispielsweise bisher in der Virtual Reality untersuchte Fahrzeugtrajektorien aus Sicht von Verkehrsteilnehmern zu evaluieren.

Da im autonomen Fahrzeug die verbale und nonverbale Kommunikation des Fahrzeugfahrers mit anderen Verkehrsteilnehmern wegfällt, bedarf es möglicherweise eines technischen Ersatzes (Färber, 2015). Somit ist ein externes Anzeige-Konzept (external HMI, kurz: eHMI) zur Kommunikation z.B. mit Fußgängern oder potentiellen Passagieren (Shuttle) mittels Displays oder LED-Matrix angedacht. Im Projekt wurden bisher Recherchen über aktuelle Anzeige-Konzepte durchgeführt und mögliche Lösungen für das Projekt identifiziert. Darüber hinaus erfolgte ein technisches Proof-of-Concept, um die IT-Architektur und technische Bauteile speziell für das Projekt zu testen. Dieses Proof-of-Concept wurde bereits mit einer LED-Matrix und einem LED-Streifen realisiert (Abbildung 2). Solch ein Konzept soll vor allem dafür dienen „Patt-Situationen“ im Straßenverkehr mit Beteiligung autonomer Fahrzeuge aufzulösen sowie Vertrauen und Akzeptanz zu steigern. Die primäre Kommunikation der Fahrzeugintention soll über das selbstbeschreibende Fahrverhalten abgebildet werden, wie oben beschrieben.

Die technische Umsetzung und Evaluation dieser Bauteile folgte im Frühjahr 2019 und zeigte erste positive Ergebnisse.



Abbildung 2: Prototypischer Aufbau der LED-Matrix und des LED-Streifens (Bildquelle: Robin Storm, 2019)

Zusätzlich zum eHMI ist ein internes Anzeigekonzept notwendig, um den Informationsbedarf der Passagiere und Insassen der Fahrzeuge zu bedienen. 46% der Autofahrer sehen bisher ihre Zeit im Auto als verlorene Zeit an (AutoScout24, 2011). Im Vergleich dazu sehen nur 13% der Bahnreisenden ihre Zeit im Zug als verschwendet an (Lyons, Jain, Susilo & Atkins, 2013). Die Möglichkeit zur Beschäftigung mit anderen Aufgaben als der Fahraufgabe stellt den zweitwichtigsten Vorteil des selbstfahrenden Autos dar. Dies wurde in einer Online-Studie mit 489 Teilnehmern festgestellt (König & Neumayr, 2017). Der Bedarf von Informationen und Interaktionsmöglichkeiten der Passagiere des AUTotaxis, AUToshuttle und AUTOelfe sind bisher ungeklärt. Da der Informationsbedarf im autonomen Fahrzeug weitgehend unerforscht ist, wird hier ein nutzerzentrierter Ansatz gewählt. Nach einer Literaturrecherche wird der Informationsbedarf szenariobasiert ermittelt. Im Frühjahr 2019 werden mittels einem nutzerbasierten Gestaltungsprozesses weitere Anforderungen spezifiziert und umgesetzt.

Arbeitsplatzgestaltung Leitwarte

Mit dem Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik (FTM) an der TU München wird das Konzept für eine Leitwarte entwickelt, aus welcher die automatisierte Fahrzeugflotte betrieben werden soll. Hierfür wurde zunächst der Stand der Technik von Leitwarten in anderen Domänen genauer betrachtet, um hieraus relevan-

te Informationen für das Projekt abzuleiten. Für die Analyse wurde unter anderem eine Kontextanalyse in der Leitwarte Nürnberg durchgeführt, in der fahrerlose U-Bahnen überwacht werden.

Im Projekt soll innerhalb der Leitwarte Einfluss auf die Fahrzeugflotte genommen werden, vorstellbar ist die Änderung des Fahrtziels durch Teleoperation. Die Teleoperation ermöglicht dabei auf einzelne Fahrzeuge über einen Remote-Eingriff zuzugreifen und Probleme zu beheben.

In einem nächsten Schritt wurde eine Cognitive Work Analysis durchgeführt, die, in Kombination mit abgeleiteten Aufgaben der Leitwarte, Grundlagen für ein Interaktionskonzept darstellt. So konnten funktionale und nichtfunktionale Anforderungen an das Interaktionskonzept und die ergonomische Auslegung des Arbeitsplatzes abgeleitet werden.

Konzeptentwicklung, Aufbau und Realabsicherung des Prototyps AUTotaxi

Im zurückliegenden Jahr hat sich der Lehrstuhl für Ergonomie zusammen mit dem Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik der TUM hauptsächlich mit der Konzeptentwicklung des AUTotaxi beschäftigt. Dabei wurden Fragestellungen bearbeitet, die sich unter anderem damit beschäftigen, wie Personen in das Fahrzeug einsteigen werden, aber auch wie der Innenraum des Fahrzeugtaxi gestaltet werden soll.

Unter der Zielsetzung einen möglichst großen Innenraum bei gegebenen Grunddimensionen des kleinen Fahrzeugaufbaus (für AUTotaxi und AUTOelfe) gewährleisten zu können, wurden unterschiedliche Sitzkombinationsmöglichkeiten mit dem virtuellen Menschmodell RAMSIS™ durchgeführt. Dabei werden folgende Prämissen berücksichtigt:

- Gute Differenzierungsmöglichkeit gegenüber der „großen“ Fahrzeugplattform (AUToshuttle) und auch gegenüber dem Privatfahrzeug (AUTOelfe)
- Innenraum flexibel und individuell an NutzerInnen anpassen

- Sitzvorzugsrichtung soll in Fahrzeugrichtung sein, um mögliche Kinetosesymptome gering halten zu können
- Viel Sicht nach außen durch große Fenster
- Gewährleistung von Ablagemöglichkeiten für Taschen/Rucksäcke am Sitz, sowie Ablagemöglichkeit für größere Gegenstände im Fahrzeugbereich
- Pro Seite eine Zugangsmöglichkeit, um den Einstieg in das Fahrzeug zu erleichtern
- Ein aufrechter Einstieg und vor allem Ausstieg soll möglich sein, um sich im Innenraum möglichst einfach orientieren und bewegen zu können.
- Haltegriffe sollen den Zustieg und auch Ausstieg aus dem Fahrzeug erleichtern können
- Sitzhöhen sollen vergleichbar denen eines Sofas/Stuhl (~ 400 mm) sein, was zu mehr Beinfreiheit führt als eine vergleichbar niedrige Sitzhöhe
- Anbringung von Anbauelementen an Sitzen möglich und gewünscht (z.B. Armlehnen / Tische)
- Höhenverstellung und Lehnenneigung der Sitze wünschenswert

Der Entwicklungsprozess erfolgte in iterativen Schleifen und konnte nicht immer einen nutzerzentrierten Ansatz verfolgen. Dies war bedingt durch die schnelle Festlegung auf die Dimensionen der Fahrzeugplattform, aber auch durch notwendige Differenzierung von großer (Busshuttle und Lieferfahrzeug) und kleiner Plattform (Taxi und Privatfahrzeug) nicht immer möglich.

Erforderliche Raumdimensionen für die kleine Plattform, z.B. in der Höhe, konnten über das digitale Menschmodell RAMSISTM festgelegt werden. Hierbei wurde ein sehr großer Mann mit langen Oberkörper als Auslegerkriterium verwendet (vgl. Abbildung 3).

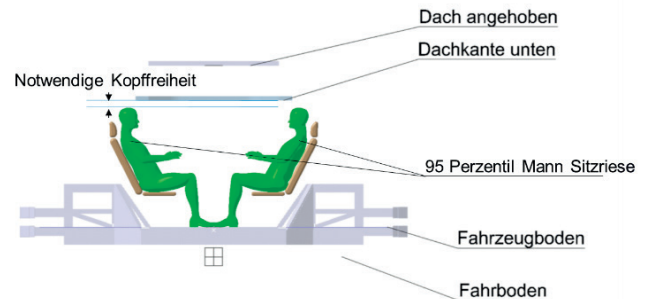


Abbildung 3: Veranschaulichung Bedarf Innenraumhöhe durch Betrachtung kritischstem Perzentil Mann sehr groß Sitzriese (Bildquelle: Ingrid Bubb @TUM)

Es ist vorgegeben, dass sich die kleinen (AUTOfaxi und AUTOfixe) Fahrzeuge von den großen (AUTObusshuttle und AUTOfahrzeug) Fahrzeugen unterscheiden. Trotzdem sollen unterschiedlich große Personen die unterschiedlichen Autos gleich gut besteigen und verlassen können. Ein innovativer Lösungsvorschlag ist für die kleinen Fahrzeuge ein duales Türkonzept. Dies bedeutet, dass sich die Türen zum einen zur Seite (z.B. über Schiebetüren, Schwenktüren, etc.) öffnen, zusätzlich wird das Dach angehoben, um den Einstieg und die Orientierung im Innenraum zu erleichtern. Eine Trägerstruktur in der Fahrzeugmitte sorgt für die notwendige Stabilität des Aufbaus, weshalb ein Zu- und Ausgang auf beiden Seiten des Fahrzeugs realisiert werden soll. In Abbildung 4 wird das gewählte Einstiegskonzept schematisch mit einem sehr großen Mann (ungefähr 95. Perzentils Körpergröße) verdeutlicht.

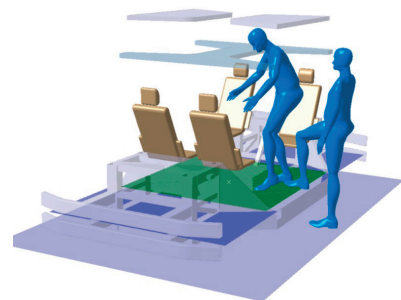


Abbildung 4: Veranschaulichung des Einstiegsszenarios – Teile des Daches werden angehoben, um den Einstieg zu erleichtern (Bildquelle: Ingrid Bubb @TUM)

Auf Basis dieses Zugangs-Grundkonzeptes konnten bei gegebener Plattformstruktur unterschiedliche Innenraumkonzepte entwickelt werden. Dabei war die Beinlänge des sehr großen Mannes kritisch für die Auslegung der Länge des Innenraums und die der sehr kleinen Frau für die Sitzhöhe (vgl. Bubb, Bengler, Grünen und Vollrath, 2015). Abbildung 5 zeigt verschiedene Konzeptvarianten.

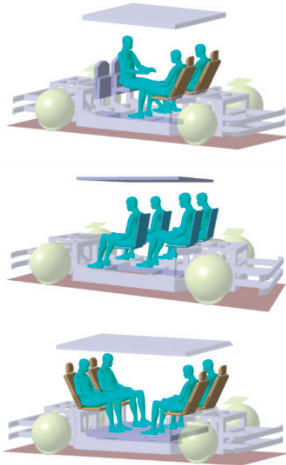


Abbildung 5: Unterschiedliche Konzeptvorschläge für Fahrzeuginnenraum des AUTotaxis am Beispiel eines sehr großen Mannes, Sitzzwerg (Bildquelle: Ingrid Bubb @TUM)

Ein Expertengremium diskutierte und bewertete diese unterschiedlichen Innenraumkonzepte. Für das AUTotaxi ergibt sich ein Raumkonzept, das zwei vollwertigen Hauptsitze in Fahrtrichtung und zwei Klappsitze entgegen Fahrtrichtung umfasst. Dies soll unter anderem eine größtmögliche Unterscheidung zum Privatfahrzeug ermöglichen. Die Ausstattung der Hauptsitze soll sowohl Armlehnen als auch Tische umfassen, um so fahrfremde Tätigkeiten wie Arbeiten und Lesen während der Transportzeit zu ermöglichen (vgl. Abbildung 6). Durch die Klappsitze kann bei Bedarf ein Transport für bis zu vier Personen ermöglicht werden. Werden die beiden Klappsitze nicht belegt, so kann in diesem Bereich Gepäck verstaut werden.

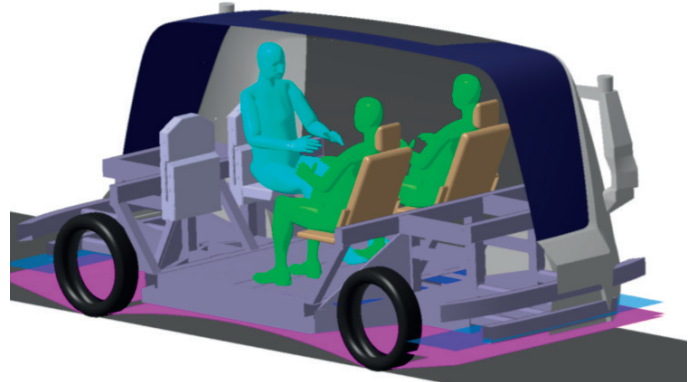


Abbildung 6: Grundidee Innenraumkonzept AUTotaxi bei Besetzung des Taxis mit drei Personen (Bildquelle: Ingrid Bubb @TUM)

Aktuell wird eine Sitzkiste aufgebaut, um diese ersten virtuellen Ergebnisse zu evaluieren. Damit sollen nicht nur die Konzeptideen für den Innenraum, sondern auch der Einstieg für das kompakte Fahrzeug überprüft werden. Neben Untersuchungen des Erlebens und des Nutzens des Innenraum- und Zugangskonzepts, können an der Sitzkiste Fragestellung zur Platzierung notwendiger Haltegriffe und zum Stauraum für Gepäck beantwortet werden.

Die Forschungsarbeiten wurden im Rahmen des Projekts „UNICARagil“ durchgeführt (FKZ 16EMO0288). Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung des Projekts durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Wir bedanken uns besonders bei dem Institut für Kraftfahrzeuge, RWTH Aachen, dem Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik, TU München, dem Institut für Mess-, Regel- und Mikrotechnik, Universität Ulm, und dem Institut für Mess- und Regelungstechnik, KIT, für ihren Beitrag zu dieser Veröffentlichung.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Literatur

- AutoScout24. (2011). Unser Auto von morgen. Zugriff am 23.07.2018. Verfügbar unter http://about.autoscout24.com/de-de/au-press/2011_as24_studie_auto_v_morgen.pdf
- Bubb, H., Bengler, K., Grünen, R. E., & Vollrath, M. (2015). *Automobilergonomie*. Springer-Verlag.
- Bohrmann, D. (2019). Probandenstudie - Vom Fahrer zum Passagier. *ATZextra*, 24(S1), 36–39. <https://doi.org/10.1007/s35778-019-0010-x>
- Dragan, A. D., Lee, K. C.T. & Srinivasa, S. S. (2013). Legibility and predictability of robot motion. In H. Kuzuoka (Hrsg.), 2013 8th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI). 3 - 6 March 2013, Tokyo, Japan; [including workshop papers (S. 301–308). Piscataway, NJ: IEEE.
- Elbanhawi, M., Simic, M. & Jazar, R. (2015). In the Passenger Seat: Investigating Ride Comfort Measures in Autonomous Cars. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 7, 4–17. <https://doi.org/10.1109/MITS.2015.2405571>
- Hartwich, Beggiato, Dettmann & Krems. (2015). Drive Me Comfortable - Individual Customized Automated Driving Styles for Younger and Older Drivers. *Braunschweig: 8. VDI-Tagung - Der Fahrer im 21. Jahrhundert*, 10.-11.11.2015.
- Färber, B. (2015). Kommunikationsprobleme zwischen autonomen Fahrzeugen und menschlichen Fahrern. In M. Maurer & S. Beiker (Hrsg.), *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte* (Springer Open, S. 127–146). Berlin [u.a.]: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-45854-9_7
- Festner, M., Eicher, A., & Schramm, D. (2017). Beeinflussung der Komfort-und Sicherheitswahrnehmung beim hochautomatisierten Fahren durch fahrfremde Tätigkeiten und Spurwechseldynamik. In *Uni-DAS eV Workshop Fahrerassistenz und automatisiertes Fahren. Walting im Altmühltal*.
- König, M. & Neumayr, L. (2017). Users' resistance towards radical innovations: The case of the self-driving car. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 44, 42–52. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.10.013>
- Müller, T. A. (2015). Ermittlung vestibulärer Wahrnehmungsschwellen zur zielgerichteten Gestaltung der Fahrzeug-Längsdynamik (Dissertation). Technische Universität München.
- Woopen, T., Lampe, B., Böddeker, T., Eckstein, L., Kampmann, A., Alrifae, B., . . . Hecker, C. (2018). UNICARagil - Disruptive modulare Architektur für agile, automatisierte Fahrzeugkonzepte (27th Aachener Kolloquium Fahrzeug und Motorentechnik). Aachen. Retrieved from http://www.unicaragil.de/downloads/2018-07-23_UNICARagil_AachenerKolloquium_final.pdf

Agiles Arbeiten und die vierte technische Revolution

Caroline Adam, Lorenz Prasch

Die vierte technische Revolution

Einer der größten aktuell zu beobachtenden Trends ist die Digitalisierung, also die zunehmende Vernetzung verschiedenster Objekte und Dienste im Alltag. Historisch betrachtet lässt sich diese in das Framework der technischen Revolutionen einordnen. Während es die erste technische Revolution (Dampfmaschine) zunächst ermöglichte, körperlichen menschlichen Aufwand durch Maschinen zu ersetzen, machte die zweite technische Revolution (Elektrizität) dies durch die Bereitstellung der nötigen Infrastruktur nahezu überall möglich. Dies stellt also einen zweistufigen Veränderungsprozess dar, wobei in der ersten Stufe eine grundsätzliche Möglichkeit geschaffen wird, erst die zweite Stufe jedoch für eine allgemeine Verfügbarkeit sorgt und damit für massive Auswirkungen auf Arbeit und Leben. Folgt man dieser Einordnung, befähigt die dritte technische Revolution (Computer) erstmals dazu, auch komplexe kognitive Prozesse durch Maschinen zu substituieren. In der Folge machte die vierte technische Revolution (Internet) diese Möglichkeit allgemein zugänglich und ist nach wie vor im Begriff, ihre Konsequenzen zu entfalten (Bubb, 2006).

Die Verbreitung und vor allem die Vernetzung des Computers ermöglicht es Organisationen und Individuen weltweit und ohne großes Vertriebsnetz Kontakt zu Stakeholdern aufzunehmen und Dienstleistungen oder Produkte zu vermarkten (Sauter, Sauter & Wolfig, 2018). Zusätzlich verändert sich vermehrt auch das Wesen der Produkte selbst. Digitale Produkte, die häufig keinerlei physischen Produktionsprozess mehr benötigten prägen aufgrund ihrer vergleichsweise simplen Skalierbarkeit die Märkte der letzten Jahre. Einher mit der zunehmenden Digitalisierung der Produkte geht die Veränderung der zu ihrer Herstellung zu leistenden Arbeit.

Gegeben durch die Möglichkeiten eines schnellen Informationstransfers, entsteht ein globaler Marktplatz, der einerseits geprägt ist von niedrigen Markteintrittsbarrieren, andererseits jedoch an Unbeständigkeit, Unsicherheit, Komplexität und Ambi-

valenz zunimmt (Sauter et al., 2018). Das Akronym VUCA (volatility, uncertainty, complexity, ambiguity) beschreibt diese veränderten Rahmenbedingungen. Im Lichte dieser globalen Umbrüche geraten etablierte Geschäfts- und Führungsmodelle ins Wanken und Anforderungen an die Arbeitsgestaltung, die Kommunikation sowie die Zusammenarbeit verändern sich (Moskaliuk, 2019). Die Antwort vieler Unternehmen auf diese Herausforderung lautet Agilität. Ein typisches Charakteristikum agiler Methoden und Prozesse ist – neben der Kundenorientierung bzw. Nutzerzentrierung (Beck et al., 2001) – die Organisation in kurzen Entwicklungszyklen. Diese sogenannten Sprints sind in der Regel zwischen ein bis vier Wochen lang (Cooper, 2014) und bilden einen festen Rahmen, in dem eine Entwicklungsschleife durchlaufen wird. Ziel der Unternehmen ist es, auf die wachsende Geschwindigkeit globaler Veränderungen und die immer häufiger auftretenden disruptiven Innovationen zu reagieren (Sauter et al., 2018), indem sie die Fähigkeit entwickeln, „sich kontinuierlich an [ihre] komplexe, turbulente und unsichere Zukunft anzupassen“ (Häusling & Fischer, 2016, S. 30).

Agiles Arbeiten

Seinen Ursprung in der Praxis findet agiles Arbeiten circa 1950 im Kontext der Produktion. So wurde der Ansatz des Lean Manufacturing bzw. des Lean Management durch den Automobilhersteller Toyota konsequent umgesetzt (Sauter et al., 2018). Mit dieser Umstellung im Sinne einer Prozessoptimierung (auch bekannt unter dem Begriff Toyota Production System) zielte das Unternehmen nicht mehr darauf ab, die Produktion langfristig zu planen, sondern sich durch eine Reduzierung der system response time in die Lage zu versetzen, unmittelbar auf Veränderungen am Markt reagieren zu können (Mori, 2000).

Zusätzlich zur bereits beschriebenen zunehmenden Unsicherheit und der damit verbundenen Notwendigkeit schnellstmöglich auf aktuelle Entwicklungen rea-

gieren zu können, zeichnet sich unsere heutige Welt obendrein durch den immer häufigeren Verzicht auf den Menschen im produzierenden Gewerbe aus. Die Automatisierung manueller Routinetätigkeiten ist maßgebliche Konsequenz der Anwendung der Prinzipien Frederick Winslow Taylors (1914). Dieser Trend wird sich voraussichtlich fortsetzen und hat bereits zu einer deutlichen Zunahme von Wissensarbeit geführt (Ramirez & Nembhard, 2004). Dabei meint Wissensarbeit die Akquise, Verarbeitung, Generierung und Verbreitung von Wissen (Drucker, 1959). Im Angesicht dieser Entwicklung macht Peter Drucker im Jahr 1999 die Produktivitätssteigerung der manuellen Arbeit durch die Verbesserung von Prozessen und Arbeitsbedingungen im letzten Jahrhundert für den Großteil der ökonomischen und gesellschaftlichen Errungenschaften dieser Zeit verantwortlich. In Konsequenz der im Rahmen der vierten technischen Revolution bereits beschriebenen Veränderungen nennt er die Analyse und Verbesserung der Arbeitsbedingungen für WissensarbeiterInnen als größte Herausforderung des 21. Jahrhunderts.

Im Bereich der Wissensarbeit sind agile Methoden heute vor allem in der Softwareentwicklung weit verbreitet. Vorteile ergeben sich dabei insbesondere aus der Tatsache, dass dank kurzer, kontinuierlicher Feedbackschleifen und einer schnellen Reaktionsfähigkeit flexibel und unverzüglich auf Änderungen reagiert werden kann. Zumeist ist die Entwicklung von Software kein prozessorientierter und industrieller Vorgang, sondern vielmehr durch einen schöpferischen, kreativen und dynamischen Charakter geprägt (Fuchs, Stolze & Thomas, 2013). Den agilen Entwicklungsprozess zeichnet dabei die kreative Zusammenarbeit der Teammitglieder in Kombination mit einem großen Handlungsspielraum aus: „Creativity, not voluminous written rules, is the only way to manage complex software development problems“ (Highsmith & Cockburn, 2001, S. 121).

Durch die hohe Flexibilität und Dynamik agiler Arbeitsprozesse in Kombination mit einem durch VUCA geprägten Arbeitsumfeld ergeben sich insbesondere

für die Arbeitsforschung zahlreiche Herausforderungen, um die Potentiale und Chancen der Digitalisierung für die Arbeit zu nutzen.

Herausforderungen für die Ergonomie

Für eine erfolgreiche Einführung agiler Prozesse in Unternehmen ist ein Wandel der Werte sowohl seitens der Führungskräfte, als auch der Belegschaft von großer Wichtigkeit.

„Ein Unternehmen, welches agile Methoden wie Design Thinking oder Kanban einführt, ist ein Unternehmen mit agilen Methoden, aber noch lange keine agile Organisation.“

(Markus Reimer, Innovationsexperte)

Neben der Offenheit für Neues und der Bereitschaft sich auf Veränderungen einzulassen braucht es auch den Mut Entscheidungen zu treffen und neue Wege zu gehen. Ein ‚agiles Unternehmen‘ kann für die Belegschaft in einem Arbeitsumfeld resultieren, welches geprägt ist von ganzheitlicher und autonomer Arbeitsweise in zunehmend selbstverantwortlichen Teams. Jedoch dürfen unternehmerische Risiken nicht auf die Beschäftigten verlagert werden und damit bedarf es einer Veränderung der Führungs- und Unternehmenskultur (BMAS, 2016). Der Ergonomie kommt dabei eine zentrale Rolle zu, da sie die arbeitenden Menschen im Arbeitsprozess ganzheitlich betrachtet, mit dem Ziel die Produktivität zu erhöhen und das Wohlbefinden zu steigern (Dul et al., 2012).

Im Hinblick auf die Wissensarbeit besteht die Herausforderung jedoch zunächst nicht nur darin, die Produktivität von WissensarbeiterInnen zu steigern, sondern zu ermitteln, wie die Produktivität in diesem Kontext überhaupt definiert werden kann (Prasch & Bengler, 2019). Im Gegensatz zu manueller Arbeit, deren Produktivität in der Regel durch Stückzahl pro Zeiteinheit - oder genereller - Ergebnis durch Aufwand quantifiziert werden kann, fehlt für Wissens-

arbeit bis dato eine solche Größe. Insbesondere bei kreativer Wissensarbeit ist es häufig schwierig festzulegen, was das gewünschte Ergebnis ist und welche Aufwände genau dazu beitragen.

Dem obersten Ziel der Ergonomie, einer optimalen Synthese aus Systemleistung und Wohlergehen folgend, müssen also zunächst diese beiden Dimensionen erfassbar gemacht werden.

„If you can't measure it, you can't manage it.”

(Peter Drucker, Pionier des modernen Managements)

Eine klassische Herangehensweise zum Verständnis der auf die Arbeitenden wirkenden Faktoren bildet hierbei das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept (Schmidtke, 1993). Die Herausforderung in der Anwendung zur Ableitung allgemeingültiger Regeln zeigt sich jedoch in der schwierigen Messung von vermehrt auftretenden psychischen Belastungen und Beanspruchungen (siehe dazu auch Rothe et al., 2017).

Im Kontext der zunehmend komplexen, kreativen, aber auch über mehrere Kontinente und Zeitzonen verteilten Arbeit stellt sich die Frage nach der optimalen Arbeitsorganisation sowie Arbeitsmitteln. Während die technischen Möglichkeiten zur Kommunikation (von Telefon- über Videokonferenzen bis hin zu Meetings in der virtuellen Realität) immer mehr Ähnlichkeit zu physischen Treffen gewinnen, scheint diese Präsenz doch für einige Arbeitsaufgaben unabdingbar. Dies zeigt sich beispielsweise auch in der Tatsache, dass Unternehmen ihre MitarbeiterInnen verstärkt in die Büros ‚zurückholen‘, da sie hier ein höheres Maß an Kreativität und Innovation erwarten.

“They're thinking of every single possible way to reunite people to drive better innovations.”

(Thanh Nguyen, Connery Consulting, Managing Director)

Stark innovationsgetriebene Arbeitgeber wie Google oder Apple zielen darauf ab, die Arbeitsstätte als eine

Art Innovationscampus zu gestalten (und zu vermarkten), wobei von Sportmöglichkeiten über eine Wäscherei bis hin zu Kräuter- und Gemüsegärten alles vorhanden ist, was ein Umfeld schaffen soll, welches ArbeitnehmerInnen gar nicht mehr verlassen müssen bzw. wollen.

Dennoch ermöglicht uns die Digitalisierung ein hohes Maß an Flexibilität in der örtlichen Arbeitswahl, welche einhergeht mit dem Kontrollverlust über konkrete Arbeitsbedingungen. Zwar adressiert die Arbeitsstättenverordnung Telearbeit und bezieht dabei die physische und die psychische Belastung im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung mit ein, mobiles Arbeiten (im Flugzeug, Zug, Café oder gelegentliches Arbeiten von Zuhause) ist in der Arbeitsstättenverordnung jedoch nicht geregelt. Hier gilt es bei der Gestaltung von Arbeits- und Transportmitteln bestmögliche Voraussetzungen zu schaffen.

Neben der räumlichen Entgrenzung von Arbeit führt die hohe Flexibilität auch zu einer zeitlichen Entgrenzung. Die ständige Arbeitsmöglichkeit birgt die Gefahr der ständigen Arbeitstätigkeit und kann daher mit einem Anstieg der psychischen Belastung einhergehen: “Aus der Möglichkeit des ‘Anytime – Anyplace’ darf für Beschäftigte nicht das Diktat des ‘Always and Everywhere’ werden“ (BMAS, 2015, S.65). Auf der anderen Seite kann eine selbstbestimmte Zeiteinteilung jedoch auch zu einer Zunahme der Motivation und reduzierter psychischer Belastung und Beanspruchung führen, bedingt beispielsweise durch ein hohes Maß an Eigenverantwortung, verbesserter Vereinbarkeit von Arbeit und Privatem (BAuA, 2017) sowie Zeitersparnis durch reduzierte arbeitsbedingte Mobilität.

Das Verschwimmen der Grenzen zwischen Arbeit und Privatem ist gleichzeitig Risiko und Chance für Arbeitgeber und ArbeitnehmerInnen. Es ergibt sich eine Reihe an Fragen an die Arbeitswissenschaft und die Ergonomie, deren Beantwortung entscheidend sein wird, um die Chancen, die sich durch die Digitalisierung im Kontext der Arbeit ergeben, ergreifen zu können:

- Wie kann eine ganzheitliche Einführung agiler Prozesse im Unternehmen unter Miteinbeziehung der Belegschaft gelingen?

- Wie lautet eine allgemeingültige Definition von Wissensarbeit? Um sich darauf aufbauend der Frage widmen zu können, wie Produktivität im Kontext der Wissensarbeit gemessen werden kann?
- Wann braucht es physische Präsenz am Arbeitsplatz und wie können digitale Technologien den Arbeitsprozess bestmöglich unterstützen?
- Wie sollten Arbeits- und Transportmittel ergonomisch gestaltet sein, um mobiles Arbeiten gefährdungsfrei zu ermöglichen?
- Wie kann psychische Belastung und Beanspruchung gemessen werden? Und welche Rolle spielt dabei Eustress, beispielsweise im Rahmen der Kreativarbeit?
- Muss es Grenzen der Arbeit geben, wenn diese sich nicht mehr wie Arbeit anfühlt? Wie kann Arbeitsbelastung bei immer mehr verschwimmenden Grenzen in einem vertretbaren Rahmen gehalten werden?

Literatur

- BAuA – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. (2017). Flexible Arbeitszeitmodelle. Überblick und Umsetzung. 1. Auflage. Dortmund.
- Beck, K., Beedle, M., Van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., ... & Kern, J. (2001). Manifesto for agile software development.
- BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales. (2015). Arbeit weiter denken. Grünbuch Arbeiten 4.0, 64-67. Berlin.
- BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales. (2016). Arbeit weiter denken. Weißbuch Arbeiten 4.0, 82-89. Berlin.
- Bubb, H. (2006). A consideration of the nature of work and the consequences for the human-oriented design of production and products. *Applied Ergonomics*, 37(4 SPEC. ISS.), 401-407.
- Cooper, R. G. (2014). What's Next?: After Stage-Gate. *Research-Technology Management*, 57(1), 20-31.
- Dul, J., Bruder, R., Buckle, P., Carayon, P., Falzon, P., Marras, W. S., ... van der Doelen, B. (2012). A strategy for human factors/ergonomics: developing the discipline and profession. *Ergonomics*, 55(4), 377-395.
- Drucker, P. F. (1959). *Landmarks of Tomorrow: A Report on the New "Post-Modern" World*. New York: Harper & Row.
- Drucker, P. F. (1999). Knowledge Worker Productivity: The Biggest Challenge. *California Management Review*, 41(2), 79-85.
- Eckstein, J. (2012). Agilität und verteilte Projekte. In *Agile Softwareentwicklung mit verteilten Teams*, 7-22. dpunkt. verlag.
- Fuchs, A., Stolze, C., & Thomas, O. (2013). Von der klassischen zur agilen Softwareentwicklung Evolution der Methoden am Beispiel eines Anwendungssystems. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 50(2), 17-26.
- Häusling, A., & Fischer, S. (2016). Mythos Agilität – oder Realität. *Personalmagazin*, 4, 30-33.
- Highsmith, J., & Cockburn, A. (2001). Agile software development: The business of innovation. *Computer*, 34(9), 120-127.
- Morien, R. (2005). Agile management and the Toyota way for software project management. In *INDIN'05. 2005 3rd IEEE International Conference on Industrial Informatics*. IEEE, 516-522.
- Moskaliuk, J. (2019). VUCA-World: Was die Digitalisierung wirklich verändert hat. In *Beratung für gelingende Leadership 4.0*, 1-8. Springer, Wiesbaden.
- Prasch, L., & Bengler, K. (2019). Ergonomics in the Age of Creative Knowledge Workers – Define, Assess, Optimize. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 821, 349-357.
- Ramírez, Y. W., & Nembhard, D. A. (2004). Measuring knowledge worker productivity. *Journal of Intellectual Capital*, 5(4), 602-628.
- Rothe, I., Adolph, L., Beermann, B., Schütte, M., Windel, A., Grever, A., Lenhardt, ... Formazin, M. (2017) *Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt - Wissenschaftliche Standortbestimmung*. 1. Auflage. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- Schmidtke, H. (1993). *Ergonomie*. 3. Auflage. (pp. 116-120). Carl Hanser Verlag, München.
- Sauter, R., Sauter, W., & Wolfig, R. (2018). *Agile Arbeitswelt*. In *Agile Werte- und Kompetenzentwicklung*, 1-66. Springer Gabler, Berlin, Heidelberg.
- Taylor, F. W. (1914). *The Principles of Scientific Management*. New York: Harper & Brothers.
- Womack, J. P., Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *Machine that changed the world*. Simon and Schuster.

Workshop Design Thinking Experience am Lehrstuhl für Ergonomie

Caroline Adam

Um der neuen Arbeitswelt in der universitären Lehre gerecht zu werden, wurde am Lehrstuhl für Ergonomie im *Studiengang Human Factors Engineering* (MSE) mit Melissa Ayanoglu und Patricia Paule eine neue Lehrveranstaltung in Kooperation mit der BSH Hausgeräte GmbH ins Leben gerufen. Im Rahmen der Veranstaltung lernen die Studierenden agile Methoden kennen und anwenden und durchlaufen den iterativen Prozess unter Anleitung ausgebildeter Coaches aus der Praxis.

Design Thinking als agile Methode

Neben Scrum, Kanban, Lean und Pulse zählt auch Design Thinking zu den agilen Methoden (Sauter, Sauter & Wolfig, 2018). „Das Design Thinking ist ein umfassender kundenorientierter Innovationsansatz, der die Generierung und Entwicklung von kreativen Geschäftsideen bzw. ganzen Geschäftsmodellen zum Ziel hat“ (Müller-Roterberg, 2018, S. 1). In verschiedensten Lebensbereichen ermöglicht Design Thinking ein systematisches Herangehen an komplexe Problemstellungen (HPI, o.D.). Im Mittelpunkt stehen dabei insbesondere die Nutzerbedürfnisse und -wünsche und nutzerorientierte Gestaltung. Durch eine möglichst frühzeitige Visualisierung der Ideen mit Prototypen werden spätere potenzielle NutzerInnen kontinuierlich in den Prozess miteinbezogen (HPI, o.D.). Ausgangspunkt ist die menschliche Perspektive, um innovative und attraktive Pro-

dukte, Erlebnisse oder Services zu gestalten, welche marktfähig und realisierbar sind. Wichtig für einen erfolgreichen Design Thinking-Sprint sind die drei Kernelemente (HPI, o.D.):

- Multidisziplinäre Teams
- Variable Räume
- Design Thinking-Prozess

Durch die Arbeit in interdisziplinären Teams soll eine kreative Arbeitsatmosphäre entstehen, in der innovative Antworten auf komplexe Fragestellungen entwickelt werden. Offenheit und Neugierde sind dabei wichtige Voraussetzungen für den Erfolg der Methode (HPI, o.D.).

Neben der Teamzusammensetzung ist auch die Auswahl eines geeigneten Raumes von großer Wichtigkeit. So wird eine passende Arbeitsumgebung hergestellt, die den Kreativprozess unterstützt und eine Innovationskultur fördert (Meinel & von Thienen, 2016). Flexibles Mobiliar soll ausreichend Platz bieten für die Gestaltung von Prototypen und deren Präsentation.

Der Design Thinking-Prozess darf nur als Hilfsmittel verstanden werden, um einen Kreativprozess auch im Rahmen der Lehre oder im Diskurs greifbar zu machen (Meinel & von Thienen, 2016). Während Un- erfahrene sich zunächst an den Prozess halten kön-

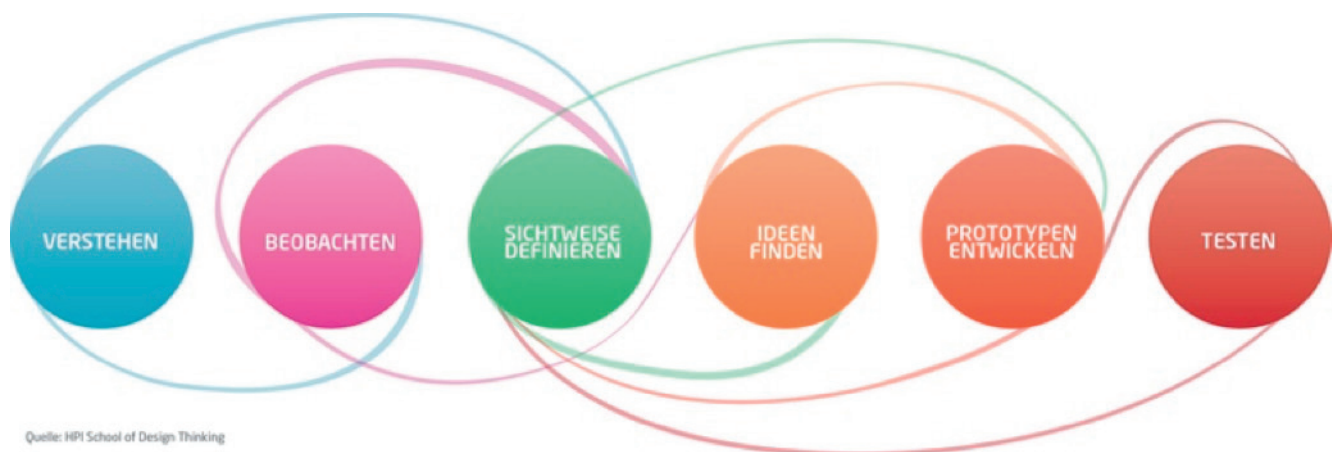


Abbildung 1: Design Thinking Prozess (Quelle: <https://hpi-academy.de/design-thinking/was-ist-design-thinking.html>).

nen, gehen Erfahrene meist flexibel und sprunghaft mit den Phasen um, um je nach Bedarf schnell reagieren zu können (Meinel & von Thienen, 2016).

Zumeist besteht der iterative Prozess aus sechs Phasen (siehe Abb. 1). Die einzelnen Phasen werden im Folgenden kurz erläutert (vgl. Sauter et al., 2018):

Understand/Verstehen

In dieser Phase sollen die Teams den Problembereich, in dem eine Lösung gefunden werden soll, verstehen. Das Problem oder die Aufgabe soll in allen Facetten erfasst werden und ein erstes Verständnis für Anforderungen, Bedingungen und Herausforderungen entwickelt werden.

Observe/Beobachten

Hier soll eine empathische Beziehung zu den betroffenen Personen oder Kunden des Problembereichs entwickelt werden, indem das entsprechende Umfeld untersucht wird. Anforderungen der Kunden sollen definiert und das Problem verstanden werden.

Define/Sichtweisen Definieren

Die gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich der Anforderungen werden in dieser Phase zusammengetragen, um die wichtigsten Herausforderungen zu identifizieren.

Ideate/Ideen finden

In der Ideenfindungsphase sollen so viele Ideen entwickelt werden, wie möglich. Nicht die Qualität und die Realisierbarkeit der Ideen steht dabei im Fokus, sondern die pure Menge an generierten Lösungsmöglichkeiten. Aus dieser Menge an Ideen können gute Konzepte ausgewählt und gegebenenfalls kombiniert werden.

Prototype/Prototypen entwickeln

Ausgearbeitete und -gereifte Ideen werden unmittelbar in eine praktische Lösung, einen Prototyp, umgesetzt. Alle wichtigen Konzepte und Ideen sollen dabei Berücksichtigung finden.

Test/Testen

Mit und bei Kunden wird ein Prototyp getestet, damit sichergestellt werden kann, dass die Lösung das wirkliche Problem adressiert und sowohl praktikabel als auch anwendbar ist.

Die Arbeitswelt verändert sich – die Lehre auch!

Die Digitalisierung verändert die Lern- und Arbeitswelt radikal. Um mit der wachsenden Geschwindigkeit der globalen Entwicklungen mithalten zu können, modifizieren Unternehmen ihre Strategien. So setzen sie zunehmend auf agile Arbeitsprozesse, autonome Teams und Interdisziplinarität, um in ständiger Abstimmung mit Stakeholdern in kurz getakteten Zyklen auf die hohe Dynamik der Arbeitswelt zu reagieren (Sauter et al., 2018). Durch die Transformation der Arbeitsprozesse verändern sich auch die Anforderungen an die Beschäftigten: „Die Mitarbeiter müssen [...] auf Herausforderungen in der Zukunft vorbereitet werden, die wir heute noch nicht kennen, auf Berufe, die noch gar nicht existieren, auf die Nutzung von Technologien, die noch gar nicht entwickelt sind. Dies wird nur möglich sein, wenn die Mitarbeiter ihre Fähigkeiten, selbstorganisiert und kreativ mithilfe digitaler Systeme und agiler Methoden zu handeln, konsequent erweitern.“ (Sauter et al., 2018, S.2).

Aufbau der Lehrveranstaltung

In einer Kooperation aus Wissenschaft und Industrie bearbeiten Studierende verschiedener Studiengänge der TUM in einem dreitägigen Design Thinking Training eine vorgegebene Design-Challenge. Die Challenge leitete sich ab aus dem Thema des Wissenschaftsjahres 2018 Arbeitswelten der Zukunft:

Wie kann die Universität die Studierenden auf die Arbeitswelt der Zukunft vorbereiten?

Die Teams durchlaufen den Design Thinking-Prozess vollständig und lernen damit den nutzerzent-

rierten Ansatz zur Generierung innovativer Lösungen für komplexe Problemstellungen kennen. Durch begleitende Input-Sessions werden die Grundlagen zur Methodik gelehrt, welche anschließend direkt im Projekt angewendet werden.

In der Veranstaltung sollen Studierende erfahren, wie komplexe Problemstellungen kreativ und agil gelöst werden können, anhand einer Methode, die in der Industrie bei der Entwicklung innovativer Prototypen für Produkte, Dienstleistungen oder Prozesse Anwendung findet.

Ziel

Nach der Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die Innovationsmethode ‚Design Thinking‘ anzuwenden, um praxisrelevante Probleme strukturiert zu beschreiben und zu analysieren sowie kundenorientierte und evaluierte Lösungen zu entwickeln.

Die Studierenden werden in die Lage versetzt, ihre Ideen und Prototypen zu bewerten und die Ergebnisse vor einem Expertengremium zu präsentieren.

Zudem werden die Studierenden dazu befähigt, in interdisziplinären Teams zusammenzuarbeiten und gemeinsam Lösungen zu entwickeln.

Die Studierenden verstehen die zentrale Bedeutung der Innovationsmethode ‚Design Thinking‘ einzuordnen, eine strukturierte Prototypentwicklung durchzuführen und innovative Ideen und Prototypen zu präsentieren.

Impressionen

Erstmals fand die Veranstaltung im Dezember 2018 an drei aufeinanderfolgenden Tagen statt.

In fünf Gruppen arbeiteten 20 Studierende ganztägig an der vorgegebenen Challenge, unter intensiver Betreuung von sieben Coaches der BSH Hausgeräte GmbH.

Als Veranstaltungsort wurde das quantum in Garching Hochbrück gemietet, um den oben genannten Raumkriterien gerecht zu werden und kein Hörsaalflair zu vermitteln. Durch spezielle Leichtschaumplatten (KAPA-Boards), welche gleichzeitig als Raumtrennung fungierten, wurde flexibles Arbeiten und gutes Visualisieren in den einzelnen Phasen ermöglicht (Abb. 2).



Abbildung 2: Design Thinking Experience am LfE (Quelle: Patricia Paule, TUM).

Ein umfangreicher Vorrat an Prototyping-Materialien (Abb. 3) sollte den Studierenden bei der Ideenumsetzung ermöglichen, der Kreativität freien Lauf zu lassen.



Abbildung 3: Prototyping-Material für die Lehrveranstaltung Design Thinking Experience am LfE (Quelle: Patricia Paule, TUM).

Literatur

- HPI Hasso-Plattner-Institut (o.D.). Was ist Design Thinking?. Abgerufen von: <https://hpi-academy.de/design-thinking/was-ist-design-thinking.html>.
- Meinel, C. & von Thienen, J. (2016). Informatik Spektrum. 39: 310. doi: 10.1007/s00287-016-0977-2.
- Müller-Roterberg, C. (2018). Was ist Design Thinking. In Praxishandbuch Design Thinking: Tipps & Tools (pp. 1-7). Books on Demand, Norderstedt.
- Sauter, R., Sauter, W., & Wolfig, R. (2018). Agile Arbeitswelt. In Agile Werte- und Kompetenzentwicklung (pp. 1-66). Springer Gabler, Berlin, Heidelberg.

Und was machen sie dann? Eine Befragung der Absolvent/innen des Studiengangs Ergonomie – Human Factors Engineering (HFE)

Carmen Aringer-Walch

Der Studiengang HFE

Seit dem Wintersemester 12/13 können Studierende den interdisziplinären Masterstudiengang HFE an der TUM studieren, der am Lehrstuhl für Ergonomie konzipiert wurde. Angesiedelt ist der HFE an der Munich School of Engineering, einem der Integrative Research Center der TUM. Ziel des Studiengangs ist es, „Absolventen und Absolventinnen zu interdisziplinär geprägten Experten und Expertinnen für die Konzeption, Implementierung und Bewertung zukünftiger Interaktionskonzepte zwischen Mensch und Technik auszubilden. Solche Interaktionen zwischen Mensch und Technik treten heutzutage in allen Lebens- und Arbeitsbereichen auf, wie beispielsweise Smartphone-Bedienung, Produktion, Haushaltsgeräte, Fortbewegungsmittel, um nur einige Bereiche zu nennen.“ (TUM 2017, S.5).

Zulassungsverfahren und Zusammensetzung der Studierenden

Voraussetzung für eine Zulassung zum Studiengang ist neben einem sechssemestrigen Bachelorabschluss aus den Bereichen Ingenieur-, Natur- oder Humanwissenschaften, der Nachweis von jeweils vier Credits aus drei von sechs Fächergruppen. Diese Gruppen sind: Forschungsmethodik, Mechanik, Konstruktion, Mathematische Grundlagen, Grundlagen der Programmierung und kognitions-wissenschaftliche Grundlagen. Weitere Voraussetzung ist das erfolgreiche Durchlaufen des zweistufigen TUM-Zulassungsverfahrens. Die Bewerber/innenzahlen lagen in den letzten Jahren für einen Start im Wintersemester bei ca. 130 Personen und für einen Start im Sommersemester bei ca. 70 Personen. Letztendlich nehmen pro Semester ca. 25 Personen ihren Studienplatz an und starteten den HFE an der TUM. Bezüglich der Zusammensetzung der Studierenden zeigt sich, dass bislang 70% der Studierenden vormals aus den Fächern der Sportwissenschaften, Ingenieurwissenschaften und der Psychologie stammen. Insgesamt bringen die Studierenden Vorerfahrungen aus mehr als 30 verschiedenen Studiengängen in den HFE ein.

Begleitforschung

Der HFE wird im Rahmen einer Begleitforschung seit 2013 evaluiert. Ziel der Begleitforschung ist zum einen, die wissenschaftlich fundierte Weiterentwicklung des Studienkonzepts und zum anderen, mehr über die Chancen der Absolvent/innen auf dem wissenschaftlichen und außerwissenschaftlichen Arbeitsmarkt zu erfahren. Einige Ergebnisse zu diesem zweiten Aspekt werden im folgenden Absatz vorgestellt.

Absolvent/innenbefragung

Für die vorliegenden Daten wurden in insgesamt vier Wellen von Absolvent/innen des HFE befragt. Letztmalig zum Zeitpunkt 04/2018. Von potenziell 91 Absolvent/innen konnten zu 43 Personen Datensätze ausgewertet werden. Von den 43 Personen sind 65% weiblich. Jeweils ca. ein Drittel der Personen hat im Bachelorstudiengang Sportwissenschaften, Ingenieurwissenschaften oder Psychologie studiert. Im HFE können sich die Studierenden auf drei mögliche Vertiefungen konzentrieren. Unter den befragten Absolvent/innen wählten 70% den Zweig Systemergonomie und Interaktionsdesign, 14% Anthropometrie & Biomechanik und 7% den Bereich Sports-Engineering. Die restlichen Befragten haben entweder keine Vertiefung gewählt, oder sich einen eigenen Schwerpunkt zusammengestellt.

Wie gelingt den Absolvent/innen der Berufseintritt?

Die Absolvent/innen berichten von keinerlei Problemen, eine Stelle zu finden: Im Gegenteil. Innerhalb von maximal sechs Monaten nach Studienabschluss haben bis auf eine Person alle Befragten eine Anstellung gefunden. 76% der Befragten geben dabei an, dass sie keine/kaum Schwierigkeiten hatten eine Stelle zu finden. 15% äußerten Schwierigkeiten eine Stelle zu finden, die ihnen wirklich zusagte und lediglich 10% gaben an, dass es ihnen Probleme bereitete eine Stelle zu finden, die ihrem Ausbildungsniveau entsprach.

Zu welchen Bedingungen gelingt der Berufseintritt?

Die ehemaligen Studierenden finden sowohl im (Privat-) Wirtschaftlichen (66%), als auch im öffentlichen Bereich (34%) Anstellungen. Bei den Angestellten im öffentlichen Bereich handelt es sich überwiegend um Personen, die eine Promotion anstreben. Die Absolvent/innen haben in den folgenden Branchen eine Beschäftigung gefunden: 28% Automobil, 28% Forschung & Lehre, 12% Software (-entwicklung) / IT / Online, 7% Beratung / Consulting und 5% Medizin(-technik). Weitere 14% der Befragten gaben jeweils vereinzelte Tätigkeitsfelder an, wie bspw. Maschinenbau oder Technisches Design.

Betrachtet man lediglich die Absolvent/innen, die im (Privat-) Wirtschaftlichen Bereich angestellt sind, haben 82% einen unbefristeten Arbeitsvertrag und 87% von ihnen geben an, mehr als 3.500 € brutto zum Einstieg zu verdienen.

Inhalte im Arbeitsalltag

Zudem wurden die Absolvent/innen befragt, in welchem Ausmaß sie die im Studium erworbenen Qualifikationen in ihrem Arbeitsalltag nutzen. Dabei zeigt sich, dass Absolvent/innen, die eine Stelle mit Promotionsziel inne haben, häufiger Aspekte aus ihrem HFE- Studium nutzen können.

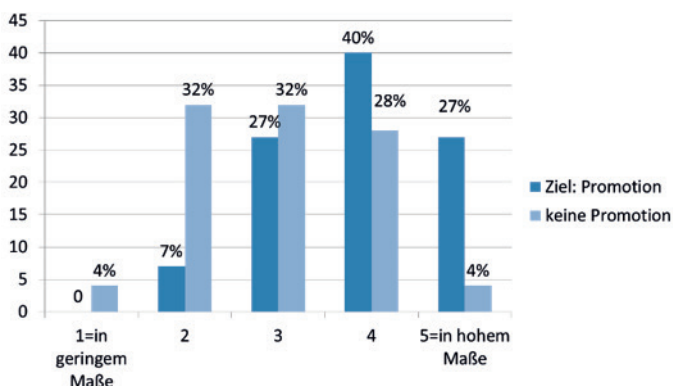


Abbildung 1: Einschätzung, inwiefern die im Studium erworbenen Qualifikationen in den derzeitigen beruflichen Aufgaben Anwendung finden. N=40, davon mit Ziel Promotion: 15.

Bei genauerer Betrachtung der Inhalte der Arbeitstätigkeit zeigt sich, dass im wissenschaftlichen Bereich die Fähigkeit zur Anwendung wissenschaftlicher Methoden eine stärkere Rolle spielt, während Angestellte im außerwissenschaftlichen Bereich häufiger gefordert sind, wirtschaftlich zu denken und zu handeln. Übereinstimmend äußern allerdings beide Gruppen, dass sie in hohem Maße gefordert sind, in ihrem Alltag interdisziplinär zu denken und zu handeln. Auf einer fünfstufigen Skala (1=gar nicht bis 5= in sehr hohem Maße) liegt der Mittelwert bei 4,0 (SD: 1.1). Ebenfalls relativ übereinstimmend sind die Absolvent/innen in dem Punkt, inwiefern es ihre tägliche Tätigkeit erfordert, neue Ideen zu entwickeln (MW: 4,3; SD: 1.0) und die Fähigkeit aufzubringen, mit anderen produktiv zusammenzuarbeiten (MW: 4,3; SD: 0.8).

Fazit

Der Studiengang HFE hat das Ziel, interdisziplinäre Expertinnen und Experten im Bereich der Mensch-Technik Interaktion auszubilden. Die Zusammensetzung der Studierenden wird diesem interdisziplinären Anspruch gerecht. Die Studierenden stammen aus vielen unterschiedlichen Studiengängen. Als Hauptzugang haben sich die Sportwissenschaften, Ingenieurwissenschaften und die Psychologie herauskristallisiert. Zudem ermöglicht der Studiengang einen erfolgreichen Eintritt sowohl in den wissenschaftlichen, als auch in den außerwissenschaftlichen Arbeitsmarkt. Die gute Einstellungslage der Absolvent/innen, bspw. hinsichtlich unbefristeter Arbeitsverträge, muss vor dem Hintergrund einer guten wirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland und Bayern in den letzten Jahren gesehen werden. Trotzdem kann man Stand heute konstatieren, dass es für die Themen der Ergonomie einen Bedarf am Arbeitsmarkt gibt und die Absolvent/innen des HFEs mit guten Aussichten in den Arbeitsmarkt starten.

Literatur

TUM (2017). Studiengangsdokumentation. Masterstudiengang Human Factors Engineering (Stand: 22.09.2017). Online verfügbar: https://www.mse.tum.de/fileadmin/w00bvc/www/Studierende/HFE/Downloads/Studiengangsdokumentation/SGD_HFE_online.pdf (zuletzt am 19.05.2019)

Professur für Sportgeräte und -materialien:

Verständnis für die Interaktion zwischen Athlet, Ausrüstung und Umwelt

Aljoscha Hermann

Sensoren von Kopf bis Fuß

Bei der Ausstellung „Highlights der Physik“ in Dortmund, im September 2018, präsentierte sich der SpgM mit einer Skifahrerpuppe, die mit zahlreichen körpergetragenen Sensorsystemen ausgestattet war. Bezugnehmend auf unsere Arbeit an einer mechatronischen Skibindung trug die Puppe eine Ski-unterhose zur Messung des Kniewinkels, sowie eine Socke zum Messen der Druckverteilung im Skistiefel. Die Socke misst externe Kräfte, die am Fuß und damit auf den Körper wirken. Ein Messshirt zur Erfassung von Oberkörperbewegungen vervollständigt die Haltungserkennung. Die Position und die Geschwindigkeit des Skifahrers werden mit einem hochpräzisen GPS-IMU System aufgenommen.



Abbildung 1: Skifahrerpuppe mit körpergetragenen Messsystemen

Zusätzlich zu den biomechanischen Parametern, werden physiologische Messwerte des Skifahrers überwacht. Durch eine Sportuhr wird die Herzfrequenz erfasst. Ein Sensor im Brustgurt zeichnet die Körperkerntemperatur auf und ein Sensor-Netz, welches zwischen Kopf und Helm getragen wird, misst das dortige Mikroklima.



Abbildung 2: Sensornetz zur Messung des Mikroklimas unter dem Helm

Die Veranstaltung wurde von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, dem Bundesministerium für Bildung und Forschung und der TU Dortmund organisiert und zog 45.000 Besucher an.

Gesundheit, Wohlbefinden und mehr Spaß durch technische Unterstützung

Aljoscha Hermann

Dynamischer Sitzen durch künstliche Intelligenz

Körperliche Inaktivität in Form von stundenlanger Computerarbeit führt über kurz oder lang zu muskuloskelettalen Beschwerden, die als funktionelle Rückenschmerzen bekannt sind. Eine effektive Gegenmaßnahme ist das sogenannte dynamische Sitzen. Eine nachweisliche Verbesserung des Bewegungsverhaltens bei Bildschirmarbeit können Echtzeit-Feedback-Systeme erzielen.

Ziel der Arbeit war es, ein intelligentes Feedback-System zu entwickeln, welches dem Nutzer in Echtzeit visuelle Rückmeldungen über seine Sitzgewohnheiten geben soll, wodurch die Aufmerksamkeit auf den Aspekt des dynamischen Sitzens gelenkt wird.

Das System besteht aus einer Bewegungserfassungseinheit, welches ein künstliches neuronales Netz (ANN) speist. Das ANN identifiziert Bewegungsmuster, welche schließlich für das visuelle Feedback an den Nutzer verwendet werden. Vier auf ein Funktionsshirt genähte Polymerfäden dienen als Messsystem. Die Daten der Fäden werden mittels eines Microcontrollers aufgezeichnet. Ein Smiley, der seine Farbe und seinen Gesichtsausdruck ändern kann, zeigt dem Nutzer in einem



Abbildung 1: Sensor-Shirt mit Messfäden (TUM)

Browserfenster an, wie aktiv oder inaktiv er ist. Wenn der Nutzer seine Sitzposition konstant wechselt, erhält er positives Feedback. Dem Nutzer wird zusätzlich angezeigt, ob er die verschiedenen vom Shirt analysierten Positionen in gleicher Dauer beibehält.

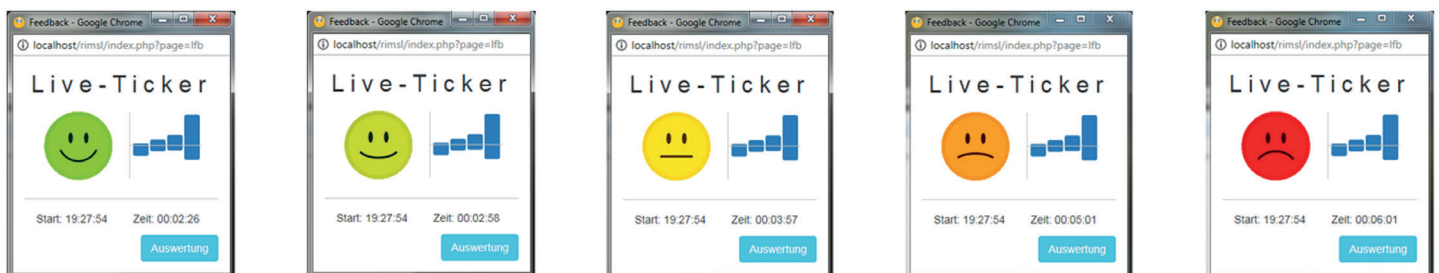


Abbildung 2: Verschiedene Rückmeldungen des Systems

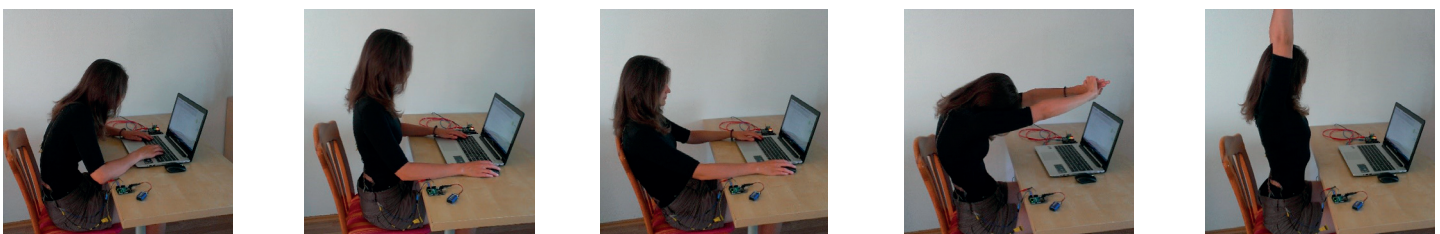


Abbildung 3: Unterschiedliche Sitzpositionen die durch das System erkannt werden

Sportlicher Leistungsgewinn durch optimiertes Equipment

Bahador Keshvari

3D-Gedrucktes Sportequipment für bessere sportliche Performance

Leistungssteigerung und Prävention von Überlastungsschäden gehen idealerweise Hand in Hand. Während kein Zweifel besteht, dass die Performance von Laufschuhen ein hohes Niveau erreicht hat, blieb die Häufigkeit von Laufverletzungen über die letzten 40 Jahre nahezu unverändert. Unsere Forschung bezieht die Wahrnehmung des Athleten bezüglich des Diskomforts eines Laufschuhs und das Belastungsempfinden des Athleten als zusätzlichen Faktor in das Design des Schuhs mit ein. Die Möglichkeit des 3D-Drucks bieten die hohe Chance subjektives Feedback direkt über die Änderung von Materialeigenschaften umzusetzen. So ist es inzwischen möglich, die elastischen und dämpfenden Eigenschaften von Sohlen sogar lokal anzupassen.

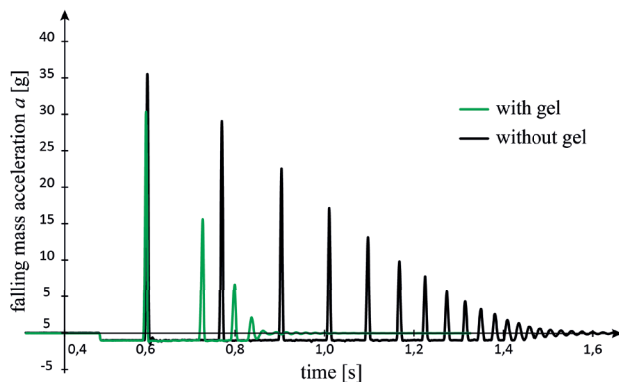


Abbildung 1: Beschleunigungs-Zeit Diagramm eines Impact-Tests einer körperzentrierten Gitterstruktur, gedruckt per SLS in PA12 mit (schwarz) und ohne (blau) Gel

In einer unserer 2018 durchgeführten Studien wurden unterschiedliche Gitterstrukturen für Zwischensohlen per selektivem Lasersintern hergestellt und die dämpfenden Eigenschaften mit einem Impact Tester untersucht (objektive Messung). Im nächsten Schritt wurde der subjektive Diskomfort, verursacht durch die dämpfende Zwischensohle, in Probandenversuchen per Fragebogen erhoben.

Im letzten Schritt soll die Abweichung zwischen subjektivem Empfinden und der objektiven Messung identifiziert und mit einer neuen, im Rapid-Prototyping-Verfahren gefertigten Gitterstruktur kompensiert werden.

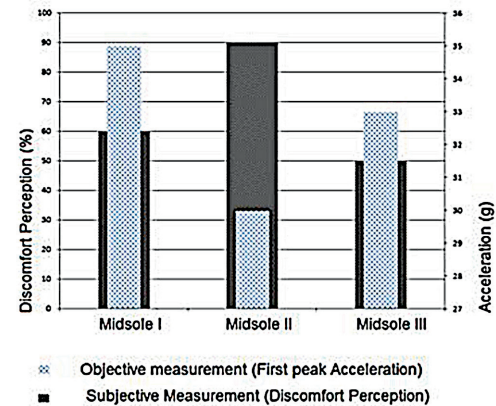


Abbildung 2: Vergleich des empfundenen Diskomforts mit der gemessenen Aufpralldämpfung

Eine neue Generation von Laufschuhen

Die Messung von subjektiver Wahrnehmung in Verbindung mit Schuhcharakteristika, wie Dämpfung, wird dazu beitragen, eine neue Generation von Laufschuhen hervorzubringen. In weiteren Studien an der Professur für Sportgeräte und -materialien werden andere Schuhcharakteristika, wie Gewicht und Traktion in Verbindung mit der Wahrnehmung von Diskomfort untersucht. Unser Ziel ist es, Laufschuhe mit einem möglichst geringen Belastungsempfinden hervorzubringen, ohne dabei die Performance einzuschränken.



Abbildung 3: Rendering des Schuhprototyps mit Gitterzwischensohle

Verbesserte Schutzausrüstung

Stefanie Paßler, Tanja Lerchl

Persönliche Schutzausrüstung an der SpGM

Helme werden sowohl im Freizeit-, als auch im Industriesektor getragen, um Kopfverletzungen vorzubeugen. Für Polizei und Militär sind Helme integraler Bestandteil der persönlichen Schutzausrüstung. Allerdings muss der zusätzliche Schutz durch den Helm mit einer thermischen und mechanischen Mehrbelastung des Nutzers bezahlt werden. Unsere Forschung untersucht und quantifiziert diese Mehrbelastung sowie die Schutzwirkung und generiert alternative Lösungen.

Die Bilder der Ausschreitungen während des G20 Gipfels 2017 in Hamburg oder die Gelbwesten-Proteste seit November 2018 in Frankreich zeigen auf verstörende Weise, welcher Gewalt Polizisten in ihrem Beruf ausgesetzt sind. Helme sind in solchen Situationen als Standardequipment unerlässlich.

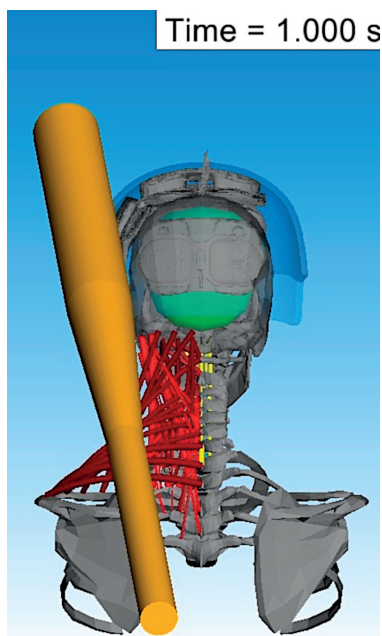


Abbildung 1: Biomechanische Simulation eines Schläges auf den Kopf mit einem Baseballschläger (Schaal-Mulacek, 2018)

Um das sensible menschliche Kopf-Nacken-System optimal zu schützen, dämpfen ballistische Helme lokale Schläge und reduzieren auf diese Weise das Ri-

siko für Schädelfrakturen. Zusätzlich sollen die Trägheitseigenschaften des Helms die Beschleunigung des Kopfes in Folge von Schlägen und Stößen reduzieren und so das Risiko für Gehirnerschütterungen und mögliche tödliche Gehirnverletzungen herabsetzen. Die Belastung der Halswirbelsäule durch den Helm ist nicht zu unterschätzen.

Biomechanische Mehrkörpersysteme ermöglichen eine nicht-invasive Untersuchung einer Vielzahl von Lastfällen bis hin zu Schweregraden, die die Möglichkeiten von Probandenstudien bei weitem übersteigen. Wir nutzen unsere Expertise in der biomechanischen Modellierung, um auftretende Belastungen des Kopf-Nacken-Systems in kritischen Situationen zu quantifizieren und mögliche Risikofaktoren für schwere Verletzungen zu identifizieren (Abb.1).

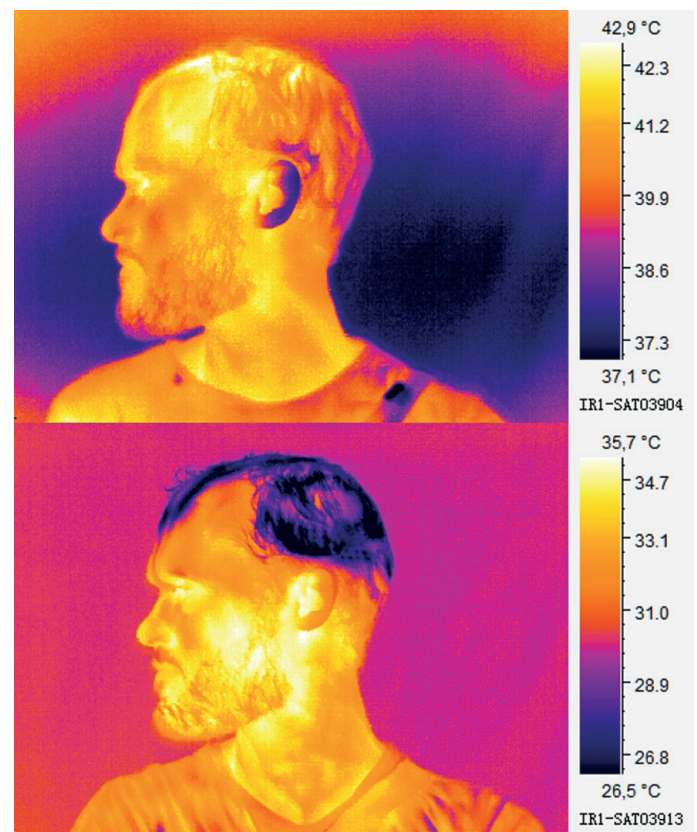


Abbildung 2: Hauttemperatur vor und nach der Anwendung eines aktiven Helmkühlsystems (Stöckl, 2018)

Aufgrund ihres Aufbaus und der geschlossenen Oberfläche wirken Schutzhelme als Isolationschicht, die die Thermoregulation des Menschen behindert. Dies führt zu unangenehmen Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit im Bereich zwischen Kopf und Helm.

Bei übermäßiger Hitze kann das Wärmegleichgewicht außer Kontrolle geraten und sowohl kognitive als auch physische Störungen nach sich ziehen. Die Verbesserung des thermischen Komforts von persönlicher Schutzausrüstung ist eines der Forschungsthemen an der Professur.

Um das Mikroklima zwischen Kopf und Helm objektiv zu bestimmen, wurde in Zusammenarbeit mit der Hochschule Reutlingen - Fakultät für Textil & Design - ein Messsystem entwickelt. Durch die Anwendung

des unten gezeigten Messsystems können sowohl Temperatur als auch die relative Luftfeuchtigkeit gemessen werden. Auf diese Weise lassen sich Rückschlüsse auf die thermischen Eigenschaften der Helme ziehen und Lösungen zur Reduzierung thermischen Diskomforts generieren.

In diesem Zusammenhang wurde ein Konzept zur aktiven Helmkühlung entwickelt, in ein Funktionsmodell implementiert und erprobt. Die Infrarotbilder (Abbildung 2) zeigen die Hauttemperatur vor und nach dem Einsatz des aktiven Kühlsystems. Die thermische Belastung durch den ballistischen Helm wurde deutlich reduziert.

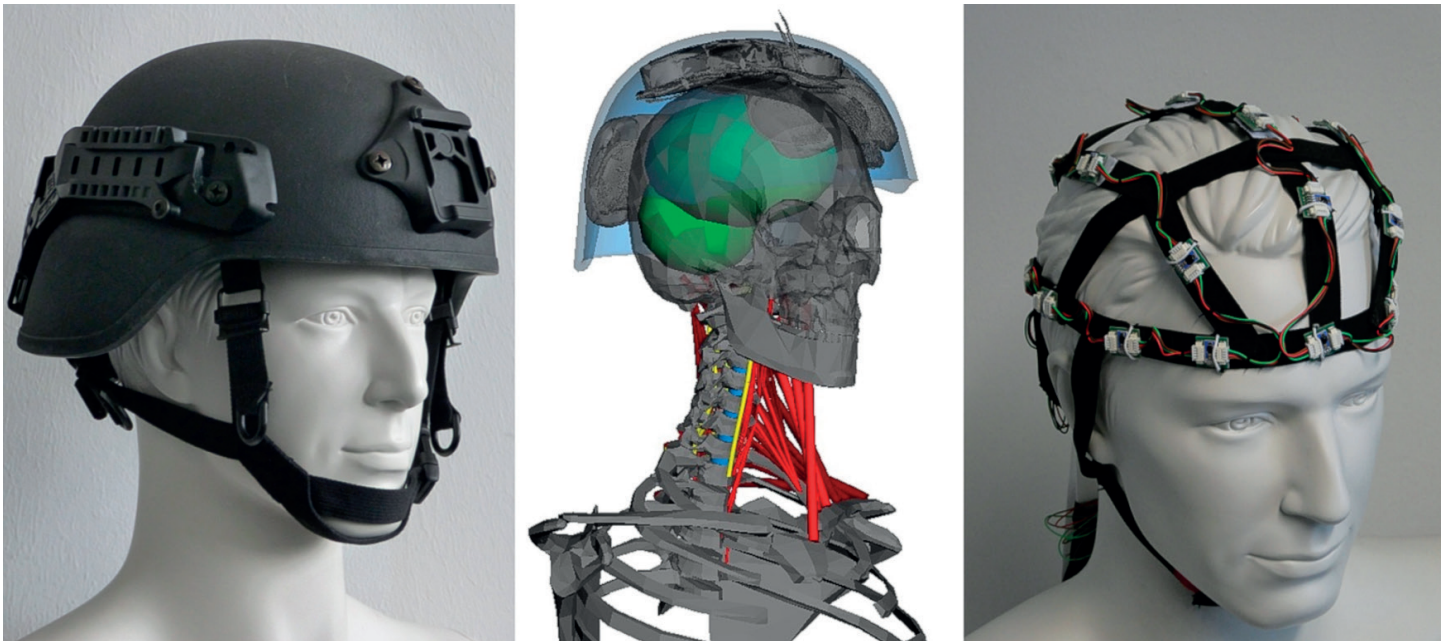


Abbildung 3: Von links nach rechts: Ballistischer Helm (Busch PROtective Germany GmbH & Co. KG), Mehrkörpermodell (Schaal-Mulacek, 2018), Temperatur- und Feuchtigkeitsmesssystem (TUM)

Gemeinsames sporttechnologisches Projekt mit der Technischen Universität Chemnitz

Quirin Schmid

Messungen auf der Zugspitze



Abbildung 1: Anbringen von Druckmesssensoren

Vom 25. bis 27. März fand auf dem Gletscher der Zugspitze das sporttechnologisches Projekt (Modul Sports Engineering) statt. Im Rahmen dieses Projektes hatten die Studierenden die Möglichkeit, Methoden und Messverfahren zur Lösung typischer Fragestellungen im Bereich des Sports Engineering unter schwierigen Feldbedingungen anzuwenden. Themen waren die Validierung einer Druckmesssocke für das alpine Skifahren, die Trainingsunterstützung im Schneesport durch Druckmesssohlen und Beschleunigungssensoren, sowie die Bewegungsanalyse, elektromyographische und spiroergometrische Messungen beim Skitouren.



Abbildung 3: 2D-Bewegungsanalyse einer Tourenbindung



Abbildung 4: Hoch konzentrierte Datenauswertung



Abbildung 2: Studierende und Betreuer der TU Chemnitz und TU München

Rechtliche Anforderungen an automatisiertes Fahren – Erkenntnisse aus Verkehrsgerichtstagen mit Verkehrsunfallbeispielen

Thomas Winkle

Die rechtlichen Anforderungen an automatisiertes Fahren nehmen ein breites Spektrum ein.

Ein zentrales internationales Abkommen, das einen Rechtsrahmen für nationale Straßenverkehrsgesetze vorgibt, ist das Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr von 1968. Da automatisierte Funktionen 1968 noch nicht bekannt waren, wurden diese in der letzten Änderung mit Wirkung vom 23. März 2016 für die Bundesrepublik berücksichtigt, doch das Übereinkommen sieht weiterhin einen Fahrer vor.

Anschließend erfolgte mit Wirkung vom 21. Juni 2017 die Ergänzung der Paragraphen 1a und 1b in das Straßenverkehrsgesetz (StVG). Entsprechend dem § 1a Absatz 1 StVG ist der Betrieb eines Kraftfahrzeugs „mittels hoch- oder vollautomatisierter Fahrfunktion“ grundsätzlich zulässig, unter der Bedingung, dass die Funktion bestimmungsgemäß verwendet wird. Der Fahrer darf sich während des Betriebs dieser Fahrfunktion vom Verkehrsgeschehen und der Fahrzeugsteuerung abwenden. Er muss aber „wahrnehmungsbereit“ bleiben. Ebenfalls im Juni 2017 hatte die deutsche Ethikkommission „Automatisiertes und Vernetztes Fahren“ einen Bericht mit 20 Regeln vorgestellt.

Bereits in den fünfziger Jahren konnte die Rechtsprechung mit der Anzahl verkehrsrechtlicher Straf- und Zivilverfahren durch die Zunahme der Verkehrsunfälle nicht mehr mithalten. Daraufhin ergriffen Richter, Staatsanwälte, Rechtsanwälte und Journalisten die Initiative für den ersten Deutschen Verkehrsgerichtstag beginnend am 25. Januar 1963. Damals diskutierten bereits über 200 Verkehrsjuristen, darunter Oberlandesrichter, Generalstaatsanwälte, Ministerialbeamte, Amtsrichter, Staats- und Amtsanwälte, Rechtsanwälte und Verwaltungsbeamte über aktuelle Probleme des Verkehrsrechts. Die fachlichen Beratungen in jährlich acht Arbeitskreisen stehen im Mittelpunkt des Verkehrsgerichtstages, bei dem mittlerweile bereits fast 2000 Teilnehmer mitwirken.

Arbeitskreise beim deutschen Verkehrsgerichtstag zum automatisierten Fahren:

Wegen der Bedeutsamkeit des Themas hatten sich bereits (2015, 2018 und 2019) Arbeitskreise beim deutschen Verkehrsgerichtstag zum automatisierten Fahren ausgetauscht.

53. Verkehrsgerichtstag 2015 - Arbeitskreis II:

Beim 53. Verkehrsgerichtstag 2015 im Arbeitskreis II wurde beschlossen, dass die derzeitige Änderung des Wiener Übereinkommens über den Straßenverkehr für eine vollständige oder dauerhafte Ersetzung des Fahrers durch ein System nicht genügt. Weiterhin wurde darauf hingewiesen Datenschutz, Datensicherheit und Transparenz für den Nutzer zu gewährleisten. Gegen vorhersehbaren und gefährlichen Fehlgebrauch sind technische Maßnahmen zu ergreifen. Auch eine Vorsorge gegen Manipulationen von außen entsprechend dem Stand der Technik standen im Fokus der Empfehlungen.

Ergänzende Erkenntnisse des Verfassers:

Allgemein ist die Gewährleistung der Produktsicherheit für die Entwickler der Automobilhersteller und Zulieferer von großer Bedeutung, denn die Folgen von Produktfehlern sind oft mit rechtlichen Konsequenzen und erheblichen negativen wirtschaftlichen Auswirkungen verbunden.



Abbildung 1: Entwicklungs- und Freigabeprozess automatisierter Fahrzeuge: Berücksichtigung technischer, rechtlicher und ökonomischer Risiken. (Quelle: Winkle, 2015)

56. Verkehrsgerichtstag 2018 - Arbeitskreis II:

Der Arbeitskreis II des 56. Verkehrsgerichtstag 2018 behandelte die zivilrechtlichen Fragen des automatisierten Fahrens.

Ausdrücklich wurde darauf hingewiesen, dass der Gesetzgeber klar zwischen hochautomatisierten und vollautomatisierten Fahrfunktionen unterscheiden sollte. Die eindeutige Mehrheit der Anwesenden war der Meinung, dass eine Änderung des geltenden Haftungssystems (Halter-, Fahrer- und Herstellerhaftung) beim Betrieb hochautomatisierter und vollautomatisierter Fahrzeuge nicht besteht. Die zukünftige Speicherung von Fahrzeugdaten soll sowohl im Fahrzeug selbst als auch bei einem unabhängigen Dritten erfolgen.

Auf die zukünftigen technischen Herausforderungen an maschinelle Verhaltensentscheidungen wurde von Prof. Dr. Ing. Markus Maurer anhand eines Beispielszenarios mit einem Fußgänger hinter einer Verdeckung hingewiesen.

Ergänzende Erkenntnisse des Verfassers:

Zur Bewertung von Fußgängerunfällen wurde im Rahmen einer Dissertation am Lehrstuhl für Ergonomie im Maschinenwesen der TU München eine Recherche der Rechtsprechung durchgeführt (Winkle, 2019). Innerhalb der recherchierten letzten 15 Jahre tendieren die Urteile zu Fußgängerunfällen den Fahrer und Halter des Kraftfahrzeugs stärker in die Verantwortung zu ziehen. Dabei zeigt ein wegweisendes BGH Urteil eine deutliche Wende in der bisherigen Rechtsprechung, die auch für die rechtlichen Rahmenbedingungen beim automatisierten Fahren deutliche Auswirkungen hat. Das BGH Urteil vom 19.08.2014 besagt, dass der Ersatzanspruch des Fußgängers, den keine Gefährdungshaftung trifft, gemäß § 9 StVG und § 254 BGB nur dann gekürzt werden darf, wenn feststeht, dass er den Schaden durch sein Verhalten mitverursacht oder mitverschuldet hat. Somit könnte bei einem fahrerlosen Fahrzeug öfter der Hersteller zur Verantwortung gezogen werden.

57. Verkehrsgerichtstag 2019 - Arbeitskreis II:

Während 2018 zum Thema Zivilrecht auffallend viele Experten von Versicherungen teilnahmen waren 2019 viele Polizeibeamte an der Diskussion beteiligt.

Bei den einleitenden Referaten zu den strafrechtlichen Fragen des automatisierten Fahrens wies Rechtsanwalt Herr Carsten Staub, Fachanwalt für Strafrecht und für Verkehrsrecht darauf hin, dass die technische Entwicklung des automatisierten Fahrens neue rechtliche Fragestellungen mit sich bringt. Er äußerte, dass die Strafjustiz und die Strafverteidigung in Zukunft mit neuen Sachverhalten konfrontiert sind. Das sei die Aufgabe der zukünftigen juristischen Praxis.

Seiner Meinung nach rücken neben dem Kraftfahrzeugführer und dem Halter des Fahrzeugs auch die Entwickler, Programmierer, Dienstleister und Zulieferer im Entwicklungsprozess (Chain of Supply) im Hinblick auf eine Fahrlässigkeitsschuld in den Fokus möglicher strafrechtlicher Verantwortung.

Er wies in diesem Zusammenhang auch auf den bereits mehrfach von dem Juristen Prof. Dr. Hilgendorf zitierten „Aschaffener Fall“ von Anfang 2012 hin. Hilgendorf hatte für die Staatsanwaltschaft einen Verkehrsunfall strafrechtlich zu bewerten. Dabei wurde davon ausgegangen, dass ein wegen Schlaganfall bewusstloser Fahrzeugführer durch einen aktivierten Lenkassistenten in einen Ort eingefahren ist und im Anschluss zwei Menschen getötet hat. Der aktivierte Lenkassistent habe das krankheitsbedingt führerlose Fahrzeug auf der Fahrbahn gehalten. Ohne den Lenkassistenten hätte der Fahrer das Lenkrad verrissen und wäre in einem Gebüsch am Ortseingang zum Stillstand gekommen.

Unabhängig ob diese Annahme tatsächlich zutrifft ist dieser Fall aus rechtlicher Hinsicht für die Zukunft relevant, denn der Fahrzeugführer scheidet hier nach Hilgendorf strafrechtlich mangels zurechenbarer Handlung als Täter aus. In diesem Fall schied ebenfalls eine strafrechtliche Verantwortung des Herstellers aus. Das Fahrzeug entsprach dem Stand der Technik und Hilgendorf begrenzt in diesem konkre-

ten Fall die Sorgfaltspflicht des Herstellers durch den Grundsatz des erlaubten Risikos. Im Rahmen der Produktbeobachtungspflicht müssen jedoch seiner Meinung nach zukünftige Neuentwicklungen Konsequenzen aus diesem nun bekannten Verkehrsunfall ziehen.

Als weiteres Beispiel wurde der tödliche Unfall in Tempe im US-Staat Arizona angesprochen, bei dem ein Uber-Testfahrzeug im selbstfahrenden autonomen Modus mit einer Fußgängerin und ihrem Fahrrad kollidierte. Es handelt sich dabei um den ersten aufgezeichneten tödlichen Fußgängerunfall mit einem selbstfahrenden Uber-Testfahrzeug. Eine 49-jährige Frau schob ihr Fahrrad über die Fahrbahn mit zwei Hauptfahrstreifen und weiteren zwei Fahrstreifen für Linksabbieger. Die Kollision ereignete sich am späten Abend des 18. März 2018.

Weder vom automatisch fahrenden Fahrzeug noch von der verantwortlichen Sicherheitsfahlerin erfolgten unfallvermeidende oder unfallfolgenmildernde Maßnahmen. Somit wirft der Vorfall allgemein ethische und rechtliche Fragen nach Sinn und Verantwortbarkeit der Fahrzeugautomatisierung auf.

Ergänzende Erkenntnisse des Verfassers:

Auf der Basis von veröffentlichten Fotos des deformierten Volvo XC90, der Unfallstelle mit den Endlagen und einem Video einer Außen- und Innenkamera konnte vom Verfasser eine Unfallrekonstruktion mit PC-Crash angefertigt werden. Trotz der begrenzten Wahrnehmungsleistung von Kamerasensoren bei Dunkelheit ist die Fußgängerin im veröffentlichten Video bereits über eine Sekunde vor Kollision eindeutig erkennbar.

Die vorliegende Unfallrekonstruktion ermöglicht weitere Analysen mit unterschiedlichen Annahmen zur potenziellen Unfallvermeidung des Menschen im Vergleich zur Maschine vor dem Hintergrund der verbauten Kamera-, Lidar- und Radarsensoren.

Detaillierte Angaben über den Unfall stellt das National Transportation Safety Board (NTSB, zu Deutsch: US-amerikanische nationale Verkehrsbehörde für Transportsicherheit) in einem Bericht zur Verfügung.

Demnach kollidierte das Uber-Testfahrzeug mit einer Geschwindigkeit von 39 mph. In etwa 6 Sekunden vor dem Aufprall fuhr das Fahrzeug mit 43 mph. Bereits 1,3 Sekunden vor dem Aufprall habe das System festgestellt, dass ein Notbremsmanöver erforderlich ist um eine Kollision zu verhindern. Laut Uber waren beim Testfahrzeug Notbremseingriffe zur Vermeidung von unberechenbarem Verhalten deaktiviert.

Die folgende Abbildung zeigt die Unfallstelle in der Simulation direkt vor der Kollision und in den Endlagen mit der aus dem Video ermittelten Fußgängergeschwindigkeit von 4,8 km/h (1,3 m/s) mit der die Fußgängerin ihr Fahrrad über die Straße schob.

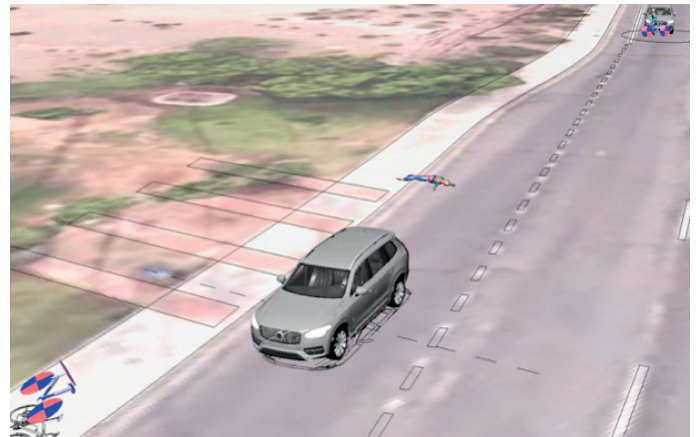


Abbildung 2: Unfallsimulation mit PC-Crash: Uber-Testfahrzeug direkt vor der Kollision und in den Endlagen (Quelle: Winkle, 2019)

Mithilfe eines Mehrkörpermodells lässt sich der Erstkontakt der Fußgängerin mit dem geschobenen Fahrrad an der Fahrzeugfront des Volvo XC90 darstellen.

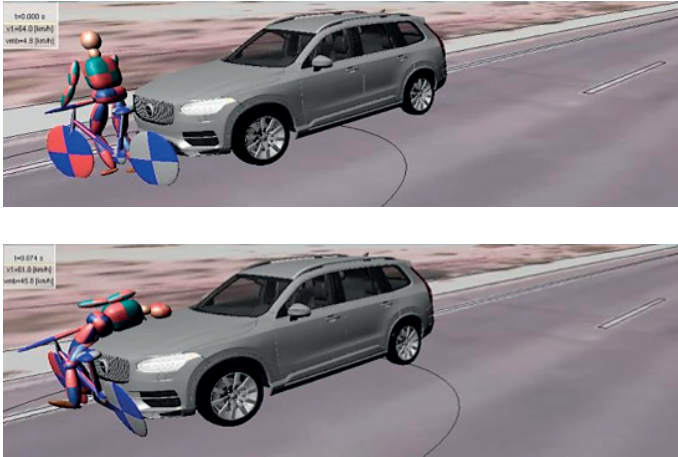


Abbildung 3: Unfallsimulation Über-Testfahrzeug mit PC-Crash und Mehrkörpermodell beim Anprall an der Fahrzeugfront (Quelle: Winkle, 2019)

Unter Annahme einer Geschwindigkeit von 64 km/h (17,8 m/s) und einer sofort wirkenden Notbremsung 1,3 Sekunden vor Kollision mit einer Verzögerung von 6,8 m/s² wäre der Unfall vermieden worden.

$$s = v * t = 17,8 \frac{m}{s} * 1,3 s = 23,1 m$$

$$a = \frac{v^2}{2s} = \frac{(17,8 \frac{m}{s})^2}{2 * 23,1 m} = 6,8 \frac{m}{s^2}$$

Die Rekonstruktion und Unfallsimulation ermöglicht die Untersuchung weiterer Annahmen mit den Entsprechenden Auswirkungen auf die Zusammenhänge von Wegen, Zeiten und Geschwindigkeiten.

57. Verkehrsgerichtstag 2019 – Abschließende Empfehlungen Arbeitskreis II:

Abschließend ergaben die Empfehlungen zu den strafrechtlichen Fragen des automatisierten Fahrens im Arbeitskreis II beim 57. Verkehrsgerichtstag 2019 keine wesentlichen neuen Anregungen.

Auf der Grundlage des aktuellen Strafrechtes seien alle durch das hoch- und vollautomatisierte Fahren aufgeworfenen neuen Fragestellungen zu lösen. Ein

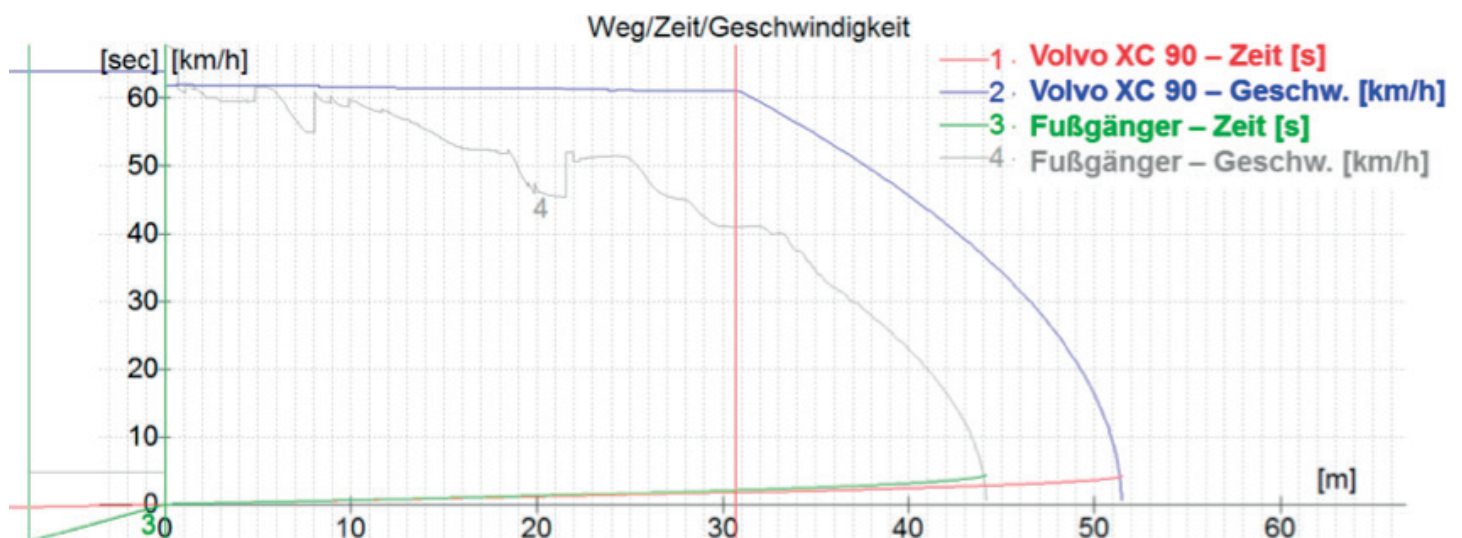


Abbildung 4: Unfallsimulation Über-Testfahrzeug Zusammenhänge von Weg, Zeit und Geschwindigkeiten (Quelle: Winkle, 2019)

Sonderstrafrecht oder auch ein Unternehmensstrafrecht ist nicht erforderlich.

Die Diskussion hatte einen Schwerpunkt im Hinblick auf die Einführung eines sogenannten Fahrmodusspeichers. So lautet die Empfehlung, dass ein vereinheitlichter Ereignisdatenspeicher zur Aufklärung von Delikten für hoch- und vollautomatisierte Fahrzeuge vorzusehen ist. Die Daten müssen jedenfalls auch im Fahrzeug gespeichert werden und aus ihm auslesbar sein.

Weiterhin wurde auf Drängen der anwesenden Polizeibeamten eine geeignete Kennzeichnung der maximal möglichen Automatisierungsstufe des Fahrzeugs empfohlen, um eine effektive Verfolgung von Delikten zu gewährleisten.

Ergänzende Erkenntnisse des Verfassers:

Die Empfehlung nach einer Speicherung der Unfall-, Verkehrsfluss-, Wetter- und Fahrzeugbetriebsdaten dient auch der Produktbeobachtung, dem Freigabeprozess und der Entwicklung von automatisierten Fahrzeugen.

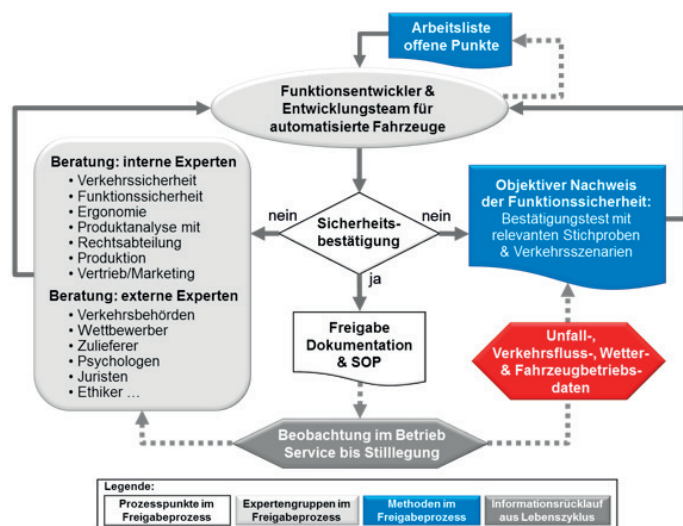


Abbildung 5: Area-wide real-world test scenarios of poor visibility for safe development of automated vehicles (Quelle: Winkle, Erbsmehl, Bengler, 2018)

Literatur

- Bartels B, Liers H (2014) Forschungsvereinigung Automobiltechnik, Bewegungsverhalten von Fußgängern im Straßenverkehr, Teil 2, FAT Schriftenreihe, (268 ISSN 2192-7863, Berlin
- Chiellino U, Winkle T, Graab B, Ernsberger A, Donner E, Nerlich M (2010) Was können Fahrerassistenzsysteme im Unfallgeschehen leisten? In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 3/2010, TÜV Media GmbH, S. 131-137, Köln.
- Hilgendorf E (2015) Workshop Fahrerassistenz FAS 2015, Gastvortrag Arbeitstitel: Automatisiertes Fahren aus rechtlicher Sicht, Walting
- Knapp A., Neumann M., Brockmann M., Walz R., Winkle, T. (2009) Code of Practice for the Design and Evaluation of ADAS, Preventive and Active Safety Applications, eSafety for road and air transport, European Commission Project, Response3, European Automobile Manufacturers Association – ACEA, www.acea.be, Brüssel.
- National Transportation Safety Board (2018) Preliminary Report Highway HWY18MH010, Washington, D.C.
- Maurer M (2018) Hochautomatisiertes und Vollautomatisiertes Fahren. In 56. Deutscher Verkehrsgerichtstag Goslar, Deutsche Akademie für Verkehrswirtschaft e.V.
- Steffan H, Moser A (2016) Die Bildung der Verkehrsunfallkarte mit der Ausnutzung neuer Funktionen der Simulationssoftware PC-Crash 11.0. Technische Analyse von Verkehrsunfällen, Institut für Fahrzeugsicherheit, TU Graz, Kaskady, Slowakei.
- Winkle T (2019) Requirements to Develop Safe Automated Vehicles: A Dilemma between Innovation and Consumer Protection, Dissertation (noch nicht veröffentlicht)
- Winkle T, Erbsmehl C, Bengler K (2018) Area-wide real-world test scenarios of poor visibility for safe development of automated vehicles, European Transport Research Review Extended Findings. Springer Nature, Berlin, Heidelberg.
- Winkle T, Bengler K (2019) Code of Practice for self driving/ automated vehicles: Consulting Experiences from the ADAS Code of Practice, Journal of Advanced Transportation, vol. 2019, Article ID 1419503, New York, Kairo.
- Winkle T (2016) Safety Benefits of Automated Vehicles: Extended Findings from Accident Research for Development, Validation and Testing. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B., Winner, H., (eds), Autonomous driving – technical, legal and social aspects. Springer, Berlin, Heidelberg

- Winkle T (2016) Development and Approval of Automated Vehicles: Considerations of Technical, Legal and Economic Risks. In: Maurer, et.al., (eds), Autonomous driving – technical, legal and social aspects. Springer, Berlin, Heidelberg
- Winkle T (2015) Entwicklungs- und Freigabeprozess automatisierter Fahrzeuge: Berücksichtigung technischer, rechtlicher und ökonomischer Risiken. In: Maurer, et.al., (eds), Autonomes Fahren - Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Springer - Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Winkle T, Mönnich J, Bakker J, Kohsiek A (2009) GIDAS Wirkfeldanalyse ausgewählter simTD Anwendungsfälle zur Darstellung eines maximal anzunehmenden Wirkungsfeldes, Forschungsbericht simTD, gefördert von den Ministerien BMWI, BMBF, BMVBS, Sindelfingen

Neue Projekte:

INSAA – Insassensimulation in automatisierten Automobilen

Martin Fleischer, Ingrid Bubb



Hintergrund

Viele produzierende Unternehmen setzen auf die digitale Produktentwicklung. So werden in der Fahrzeugbranche hierdurch auch ergonomische Anforderungen abgesichert. Bisher wurde der klassische Fahrerplatz vor allem mit Hilfe von digitalen Menschmodellen auf die ergonomische Durchführung der primären Fahraufgabe hin optimiert. Mit zunehmender Entwicklung des Automatisierungsgrades von Fahrzeugen findet jedoch ein Paradigmenwechsel in der Innenraumgestaltung durch die geänderte Rolle des Fahrers statt. Dem Fahrer wird einen Großteil der Zeit die primäre Fahraufgabe abgenommen, so dass er sich fahrfremden Tätigkeiten zuwenden kann. Diese Tätigkeiten zeigen eine hohe Variabilität und können zudem vom Fahrzeugtyp abhängen (z.B. Erholungsaktivitäten im PKW oder Bürotätig-

keiten im LKW). Hierzu werden aktuell neue Konzepte für den Fahrzeuginnenraum entwickelt, die neue Auslegungen für die Mensch-Maschine-Interaktion nach sich ziehen.

Analog zur klassischen Fahrzeugentwicklung ist die digitale ergonomische Absicherung auch dieser Konzepte für die Effizienz des Entwicklungsprozesses unbedingt notwendig, jedoch aktuell nicht möglich, da die zugrundeliegenden digitalen Menschmodelle für diese neue Situation nicht entwickelt worden sind. Daher besteht der Bedarf, die Anwendbarkeit von Menschmodellen auf die Bewertung von fahrfremden Tätigkeiten und Übernahmeprozessen für die ergonomische Auslegung von automatisierten Fahrzeugen auszudehnen.

Forschungsvorhaben

Für diesen Bedarf sollen in dem vom BMBF – KMU innovativ geförderten Forschungsvorhaben INSAA (Laufzeit 01.05.2018 - 31.05.2021) die Fähigkeiten des digitalen Menschmodells RAMSIS entsprechend erweitert werden. Ziel ist die Haltungsberechnung von RAMSIS durch wissenschaftlich valide Modelle so zu erweitern, dass mit Hilfe von RAMSIS Hal-

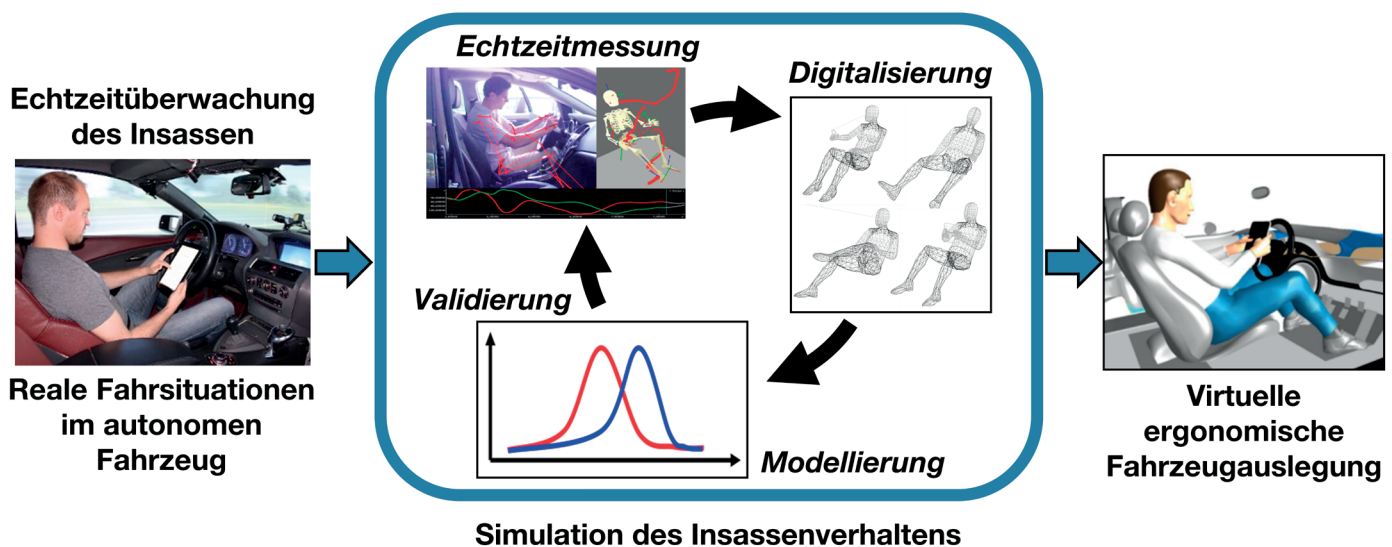


Abbildung 1: Simulation des Insassenverhaltens für die ergonomische Auslegung von automatisierten Fahrzeugen in INSAA

gen für verschiedene Aufgaben im automatisierten Fahrzeug (PKW & LKW) berechnen und abgesichert werden können. Zusätzlich soll aus diesen Haltungen die Bewegung in die Fahrerhaltung simuliert und hinsichtlich der Bewegungszeit bewertet werden. Das Projekt konzentriert sich dabei auf die SAE Automationslevel 3 und 4 (SAE, 2014).

Diese Zielsetzung wird durch Erweiterung der Datenbasis und Methoden des Menschmodells RAMSIS erreicht. Zunächst wird das reale Insassenverhalten bei fahrfremden Tätigkeiten und Übernahmeprozessen in einem Versuchsaufbau berührungslos gemessen. Die Messvorrichtung wird dabei so gestaltet, dass die Probanden vollständig und in Echtzeit beobachtet werden können. Aus den Messdaten werden Modelle für fahrfremde Tätigkeiten und Übernahmeprozesse erstellt und in die Simulationsumgebung integriert (vgl. Abbildung 1).

Forschungsaufgaben des Lehrstuhls für Ergonomie

Der Lehrstuhl für Ergonomie stellt innerhalb des Projekts einen Zusammenhang zwischen fahrfremden Tätigkeiten und Haltungen her. Dieser Zusammenhang soll genutzt werden, um ergonomisch verbesserte Arbeitsräume in automatisierten Fahrzeugen entwickeln zu können. Eine weitere Herausforderung ist für den Lehrstuhl, die bereits geschaffenen Theorien zur Bewegungssimulation auf das Übernahmeszenario übertragen zu können und damit einen Beitrag zu leisten, das Menschmodell RAMSIS hin von einem rein statischen Bewertungstool in Richtung eines dynamischen Menschmodells zu verbessern.

Projektkonsortium

Neben dem Lehrstuhl für Ergonomie sind an dem Projekt die Human Solutions GmbH als Projektleiter und Simi Realty Motion System GmbH beteiligt. Um die Anforderungen der Praxis frühzeitig zu berücksichtigen und am Projektende zu validieren, sind mit AUDI, BMW, Daimler, Ford, MAN, Opel, Porsche,

Recaro Aircraft Seating, Volkswagen und ZF Friedrichshafen namhafte assoziierte Partner in das Projekt eingebunden.

GEFÖRDERT VOM



**Bundesministerium
für Bildung
und Forschung**

DELFIN – Dynamische Evaluierung von Fahrzeuginsassen

Martin Dorynek, Ingrid Bubb



Hintergrund

In der Entwicklung vieler Fahrzeugarten (z.B. PKW, LKW, Flugzeug, Land- und Baumaschinen) steht neben der Gestaltung des Fahrerarbeitsplatzes die Gestaltung der gesamten Kabine im ergonomischen Fokus (z.B. Einstieg ins Fahrzeug, Bedienvorgänge). Da die Insassen dynamisch mit dem Fahrzeug interagieren, sind entsprechende Bewegungsstudien für die ergonomische Absicherung notwendig. Diese werden aktuell an physischen Modellen der Kabine mit Probanden durchgeführt. Solche Tests sind jedoch sehr aufwendig und daher entsprechend zeit- und kostenintensiv.

Die Bedeutung ergonomischer Studien wird in Zukunft zunehmen, insbesondere hinsichtlich Komfort,

Sicherheit und Gesundheit der Insassen, vor allem im Hinblick auf eine alternde und länger arbeitende Gesellschaft. Daher besteht der Bedarf, diese Studien in den digitalen Produktentwicklungsprozess der Fahrzeughersteller zu integrieren. Hierzu ist eine Technologie für die Bewegungsprognose und -bewertung von Insassen am/im Fahrzeugmodell mit digitalen Menschmodellen erforderlich, um ergonomische Aussagen über das Design in einer frühen Entwicklungsphase zu erhalten. Diese Technologie ist jedoch bei den derzeit eingesetzten Menschmodellen noch nicht verfügbar, da zum einen die Prognose von Bewegungen noch einen sehr hohen manuellen Aufwand erfordert und zum anderen die ergonomische Bewertung von Bewegungen nicht valide berechnet werden kann.

Forschungsvorhaben

In dem vom BMBF – KMU innovativ geförderten Forschungsvorhaben DEFLIN (Laufzeit 01.05.2019 – 31.05.2022) sollen Ansätze entwickelt werden, um diese Wissenslücke zu füllen. Die Bewegungen sollen auf Basis der vorgegebenen Fahrzeuggeometrie

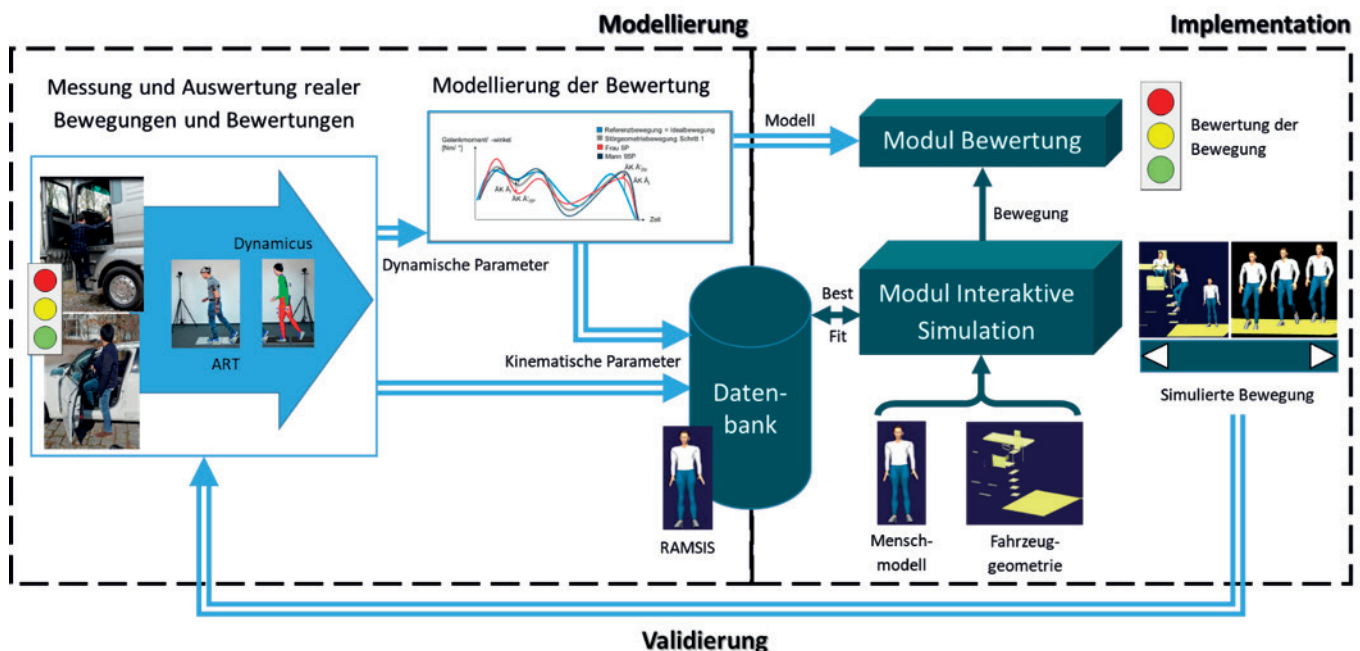


Abbildung 1: Vorgehen im Projekt DELFIN

und Probandendaten (z.B. Größe) automatisch mit Hilfe einer Bibliothek aus gemessenen Bewegungen berechnet und durch Anwender nachträglich noch interaktiv manipuliert werden können. Zusätzlich soll für berechnete Bewegungen ein Verfahren zur ergonomischen Bewertung implementiert werden, dass Rückschlüsse auf die menschengerechte Gestaltung des Fahrzeugdesigns ermöglicht. Die Technologie soll allgemein in der Fahrzeugentwicklung angewendet werden können (z.B. PKW, LKW, Flugzeug, Land- und Baumaschinen) und im Vorhaben in verschiedenen Anwendungen validiert werden.

Im Forschungsvorhaben werden zunächst reale Bewegungen aufgenommen, um auf dieser Datenbasis Bewegungsprognosen und Bewertungsgrundlagen aufzubauen. Für die Vermessung von realistischen Bewegungen wird das ART Motion-Capture-System grundlegend weiterentwickelt, so dass die Probanden wenig einschränkt und somit natürliche Bewegungen zusammen mit auftretenden Stützkraften exakt erfasst werden kann. Mit diesen Bewegungs- und Kraftmessungen werden die physikalischen Zusammenhänge von Bewegungen am Fahrzeug durch das Menschmodell Dynamicus (IfM) analysiert und daraus mit subjektiven Probandenbefragungen ein kinematisches Bewertungsmodell abgeleitet. Dieses Modell wird in ein Verfahren zur ergonomischen Bewertung implementiert, das Rückschlüsse auf die menschengerechte Gestaltung des Fahrzeugdesigns ermöglicht (vgl. Abbildung 1).

Forschungsaufgaben des Lehrstuhls für Ergonomie

Innerhalb des Projekts will der LfE einen Zusammenhang zwischen subjektiven Messgrößen und objektiven kinematischen und dynamischen Daten herstellen. Dieser Zusammenhang soll für die Bewertung von ergonomischen Arbeitsräumen genutzt werden. Eine Herausforderung hierbei ist für den Lehrstuhl die bereits geschaffenen Theorien zur Bewegungsbeurteilung auf das Anwendungsszenario Einstieg in den LKW sowie PKW übertragen zu können. Dieses Ziel verfolgt er über folgende drei Teilziele:

- Wissenschaftliche Auswahl von Bewegungs-Bewertungsmethoden für den Anwendungsfall Einstieg
- Ableitung eines geeigneten Versuchsdesigns zur Erhebung der Bewertungsdaten sowie Abnahme des Versuchsdesigns unter dem Aspekt der Bewegungsbeurteilung
- Erstellung eines Bewertungsmodells auf Basis der wissenschaftlichen Grundlagen und den erhobenen Daten

Projektkonsortium

Neben dem Lehrstuhl für Ergonomie sind an dem Projekt die Human Solutions GmbH als Projektleiter, Advance Realtime Tracking GmbH (ART) und das Institut für Mechatronik Chemnitz (IfM) beteiligt. Um die Anforderungen der Praxis frühzeitig zu berücksichtigen und am Projektende zu validieren, sind mit BMW, Daimler Truck und Airbus namhafte assoziierte Partner in das Projekt eingebunden.

GEFÖRDERT VOM



**Bundesministerium
für Bildung
und Forschung**

Veröffentlichungen von Sommer 2018 bis Sommer 2019

Lehrstuhl für Ergonomie

2018

- Adam, C., Aringer-Walch, C., & Bengler, K. (2018). Digitalization in Manufacturing – Employees, Do You Want to Work There? In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Eds.), *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA) 2018: Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 825, pp. 267–275). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96068-5_30
- Aringer-Walch, C., Besserer, S., & Pokorni, B. (2018). Nutzerbedürfnisse an ein digitales Assistenzsystem im Kontext der Industrie 4.0. In R. Weidner & A. Karafillidis (Eds.), *Konferenzband zur 3. Transdisziplinären Konferenz "Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen"* 2018 (pp. 139–150)
- Bohrmann, D., Lehnert, K., Scholly, U., & Bengler, K. (2018). Der Mensch als bestimmender Faktor zukünftiger Mobilitätskonzepte. In *VDI-Fahrzeug- und Verkehrstechnik* (Ed.): Vol. 2335. VDI-Berichte, 34. VDI / VW Gemeinschaftstagung Fahrassistenzsysteme und Automatisiertes Fahren 2018 (pp. 345–359). Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Bohrmann, D., Lehnert, K., Scholly, U., & Bengler, K. (2018). Kinetosis as a Challenge of Future Mobility Concepts and Highly Automated Vehicles. In RWTH Aachen (Ed.), *Proceedings of the 27th Aachen Colloquium Automobile and Engine Technology 2018* (pp. 1309–1335). Aachen: RWTH Aachen.
- Cramer, S., Kaup, I., & Siedersberger, K.-H. (2018). Comprehensibility and Perceptibility of Vehicle Pitch Motions as Feedback for the Driver During Partially Automated Driving. *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*. 4 (1). <https://doi.org/10.1109/TIV.2018.2886691>
- Dietrich, A., & Ruenz, J. (2018). Observing Traffic – Utilizing a Ground Based LiDAR and Observation Protocols at a T-Junction in Germany. In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Eds.), *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA) 2018: Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 823, pp. 537–542). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96074-6_56
- Dietrich, A., Willrodt, J.-H., Wagner, K., & Bengler, K. (2018). Projection-Based External Human Machine Interfaces-Enabling Interaction between Automated Vehicles and Pedestrians. In *Proceedings of the DSC 2018 Europe VR: 17th Driving Simulation & Virtual Reality Conference & Exhibition* (pp. 43–50)
- Feldhütter, A., Härtwig, N., Kurpiers, C., Mejia Hernandez, J., & Bengler, K. (2018). Effect on Mode Awareness When Changing from Conditionally to Partially Automated Driving. In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Eds.), *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA) 2018: Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 823, pp. 314–324). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96074-6_34
- Feldhütter, A., Hecht, T., & Bengler, K. (2018). Fahrerspezifische Aspekte beim hochautomatisierten Fahren: Schlussbericht zum Forschungsprojekt FE 82.0628/2015
- Feldhütter, A., Kroll, D., & Bengler, K. (2018). Wake Up and Take Over! The Effect of Fatigue on the Take-over Performance in Conditionally Automated Driving. In *Proceedings of the 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) 2018* (pp. 2080–2085). IEEE Xplore Digital Library. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2018.8569545>
- Feldhütter, A., Feierle, A., Kalb, L., & Bengler, K. (2018). A New Approach for a Real-Time Non-Invasive Fatigue Assessment System for Automated Driving. In *SAGE Journals* (Ed.), *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (HFES) 2018* (Vol. 62, pp. 1669–1673). London: SAGE Publication Ltd. <https://doi.org/10.1177/1541931218621379>
- Feldhütter, A., Hecht, T., Kalb, L., & Bengler, K. (2019). Effect of prolonged periods of conditionally automated driving on the development of fatigue: With and without non-driving-related activities. *Cognition, Technology & Work*, 21(1), 33–40. <https://doi.org/10.1007/s10111-018-0524-9>

- Fuest, T., Michalowski, L., Traris, L., Bellem, H., & Bengler, K. (2018). Using the Driving Behavior of an Automated Vehicle to Communicate Intentions - A Wizard of Oz Study. In Proceedings of the 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) 2018 (pp. 3596–3601). IEEE XPLORE Digital Library. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2018.8569486>
- Hebe, J., & Bengler, K. (2018). How Do People Move to Get into and Out of a European Cabin-Over-Engine Truck? In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Eds.), Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA) 2018: Advances in Intelligent Systems and Computing (Vol. 823, pp. 142–151). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96074-6_15
- Hecht, T., Feldhütter, A., Radlmayr, J., Nakano, Y., Miki, Y., Henle, C., & Bengler, K. (2018). A Review of Driver State Monitoring Systems in the Context of Automated Driving. In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Eds.), Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA) 2018: Advances in Intelligent Systems and Computing (pp. 398–408). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96074-6_43
- Heckler, B., Wohlpert, M., & Bengler, K. (2018). Anthropometric Factors in Seat Comfort Evaluation: Identification and Quantification of Body Dimensions Affecting Seating Comfort. In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Eds.), Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA) 2018: Advances in Intelligent Systems and Computing (Vol. 826, pp. 612–622). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96065-4_65
- Hornberger, P., Cramer, S., & Lange, A. (2018). Evaluation of Driver Input Variations for Partially Automated Lane Changes. In Proceedings of the 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) 2018 (pp. 1023–1028). IEEE XPLORE Digital Library. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2018.8569548>
- Jarosch, O., & Bengler, K. (2018). Is It the Duration of the Ride or the Non-driving Related Task? What Affects Take-Over Performance in Conditional Automated Driving? In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Eds.), Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA) 2018: Advances in Intelligent Systems and Computing (Vol. 823, pp. 512–523). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96074-6_54
- Jarosch, O., & Bengler, K. (2018). Rating of Take-Over Performance in Conditionally Automated Driving Using an Expert-Rating System. In N. Stanton (Ed.), Advances in Human Aspects of Transportation (AHFE) 2018: Advances in Intelligent Systems and Computing (Vol. 786, pp. 283–294). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93885-1_26
- Kalb, L., & Bengler, K. (2018). Modelling the Process of Controlling an Automated Steering Maneuver. In V. G. Duffy (Ed.), Proceedings of the 9th International Conference on Digital Human Modelling, (DHM) 2018: Part of Human Computer Interaction (HCI) International 2018 (Vol. 10917, pp. 588–598). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91397-1_48
- Kalb, L., Streit, L., & Bengler, K. (2018). Multimodal Priming of Drivers for a Cooperative Take-Over. In Proceedings of the 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) 2018 (pp. 1029–1034). IEEE XPLORE Digital Library. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2018.8569619>
- Kalb, L., Streit, L., & Bengler, K. (2018). What Drivers Make of Directional Maneuver Information in a Take-Over Scenario. In Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC) 2018 (pp. 3859–3864). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SMC.2018.00654>
- Karakaya, B., Kalb, L., & Bengler, K. (2018). Cooperative Approach to Overcome Automation Effects During the Transition Phase of Conditional Automated Vehicles. In Uni-DAS e. V. (Ed.), 12. Workshop Fahrerassistenzsysteme und automatisiertes Fahren FAS 2018. Uni-DAS e. V., Walting in Altmühltal

- Knott, V., & Bengler, K. (2018). Exoskeleton Assistance Assessment (EAA)-Tool. In W. Karwowski, S. Trzcielinski, B. Mru-galska, M. Di Nicolantonio, & E. Rossi (Eds.), *Advances in Manufacturing, Production Management and Process Control* (Vol. 793, pp. 144–156). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94196-7_14
- Körber, M. (2018). Theoretical Considerations and Develop-ment of a Questionnaire to Measure Trust in Automation. In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Eds.), *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA) 2018: Advances in Intelli-gent Systems and Computing* (Vol. 823, pp. 13–30). Sprin-ger, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96074-6_2
- Prasch, L., & Bengler, K. (2018). Ergonomics in the Age of Cre-ative Knowledge Workers – Define, Assess, Optimize. In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Eds.), *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA) 2018: Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 821, pp. 349–357). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96080-7_41
- Prasch, L., Gebler, F., Reinhardt, J., & Bengler, K. (2018). You do the talking. Passengers are happy when the automati-on decides on cooperation. In *Proceedings of the 21st In-ternational Conference on Intelligent Transportation Sys-tems (ITSC) 2018* (pp. 1611–1616). IEEE XPLORE Digital Library. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2018.8569287>
- Radlmayr, J., Fischer, F. M., & Bengler, K. (2018). The Influence of Non-driving Related Tasks on Driver Availability in the Context of Conditionally Automated Driving. In S. Bagna-ra, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Eds.), *Proceedings of the 20th Congress of the International Er-gonomics Association (IEA) 2018: Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 823, pp. 295–304). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96074-6_32
- Radlmayr, J., Ratter, M., Feldhütter, A., Körber, M., Prasch, L., Schmidler, J., . . . Bengler, K. (2018). Take-Overs in Level 3 Automated Driving – Proposal of the Take-Over Performance Score (TOPS). In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Eds.), *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics As-sociation (IEA) 2018: Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 823, pp. 436–446). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96074-6_46
- Radlmayr, J., Brüch, K., Schmidt, K., Solbeck, C., & Weh-ner, T. (2018). Peripheral Monitoring of Traffic in Con-ditionally Automated Driving. In SAGE Journals (Ed.), *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (HFES) 2018* (Vol. 62, pp. 1828–1832). London: SAGE Publication Ltd. <https://doi.org/10.1177/1541931218621416>
- Reinhardt, J., Schmidler, J., & Bengler, K. (2018). Corporate Robot Motion Identity. In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Eds.), *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Associati-on (IEA) 2018: Advances in Intelligent Systems and Com-puting* (Vol. 823, pp. 152–164). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96080-7_41
- Schmidler, J., & Bengler, K. (2018). Influence of Size-Weight Illusion on Usability in Haptic Human-Robot Collaborati-on. *IEEE Transactions on Haptics*, 11(1), 85–96. <https://doi.org/10.1109/TOH.2017.2757925>
- Ulherr, A., & Bengler, K. (2018). How to Assess Sitting (Dis) comfort? – An Analysis of Current Measurement Me-thods and Scales. In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Eds.), *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA) 2018: Advances in Intelligent Systems and Compu-ting* (Vol. 826, pp. 566–575). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96065-4_60
- Walter, M., Seitz, V., & Bengler, K. (2018). The Virtual Pene-trating the Physical and the Implication for Augmented Reality Head-Up Displays. In T. Ahram (Ed.), *Advances in Human Factors in Wearable Technologies and Game Design: AHFE 2018. Advances in Intelligent Systems and computing* (Vol 795, pp. 3–10). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94619-1_1
- Walter, M., Wendisch, T., & Bengler, K. (2018). In the Right Place at the Right Time? A View at Latency and Its Impli-cations for Automotive Augmented Reality Head-Up Dis-plays. In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Eds.), *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA) 2018: Advan-ces in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 823, pp. 353–358). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96074-6_38

- Weinbeer, V., Muhr, T., & Bengler, K. (2018). Automated Driving: The Potential of Non-Driving-Related Tasks to Manage Driver Drowsiness. In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Eds.), *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA) 2018: Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 823, pp. 179–188). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96074-6_19
- Winkle, T., Erbsmehl, C., & Bengler, K. (2018). Area-wide real-world test scenarios of poor visibility for safe development of automated vehicles. *European Transport Research Review*, 10(2), 6. <https://doi.org/10.1186/s12544-018-0304-x>
- Winzer, O. M., Conti-Kufner, A. S., & Bengler, K. (2018). Intersection Traffic Light Assistant – An Evaluation of the Suitability of two Human Machine Interfaces. In *Proceedings of the 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) 2018* (pp. 261–265). IEEE XPLORE Digital Library. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2018.8569708>
- Yang, Y., Klinkner, J. N., & Bengler, K. (2018). How Will the Driver Sit in an Automated Vehicle? – The Qualitative and Quantitative Descriptions of Non-Driving Postures (NDPs) When Non-Driving-Related-Tasks (NDRTs) Are Conducted. In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Eds.), *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA) 2018: Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 823, pp. 409–420). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96074-6_44
- Yang, Y., Gerlicher, M., & Bengler, K. (2018). How does relaxing posture influence take-over performance in an automated vehicle? In *SAGE Journals* (Ed.), *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (HFES) 2018* (Vol. 62, pp. 696–700). London: SAGE Publication Ltd. <https://doi.org/10.1177/1541931218621157>
- Yang, Y., Karakaya, B., Dominioni, G. C., Kawabe, K., & Bengler, K. (2018). An HMI Concept to Improve Driver's Visual Behavior and Situation Awareness in Automated Vehicle. In *Proceedings of the 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) 2018* (pp. 650–655). IEEE XPLORE Digital Library. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2018.8569986>
- 2019
- Bohrmann, D. (2019). Probandenstudie - Vom Fahrer zum Passagier. *ATZextra*, 24(S1), 36–39. <https://doi.org/10.1007/s35778-019-0010-x>
- Cramer, S., & Klohr, J. (2019). Announcing Automated Lane Changes: Active Vehicle Roll Motions as Feedback for the Driver. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 63(1), 1–16. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1561790>
- Harbauer, C., Knott, V., Hergeth, L., & Bengler, K. (2019). Kinematische Evaluation eines aktiven Exoskeletts. In *Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (GfA) 2019* (Ed.), 65. Frühjahrskonferenz der GfA. Arbeit interdisziplinär analysieren - bewerten - gestalten. GfA Press
- Lehsing, C., Ruch, F., Kölsch, F. M., Dyszak, G. N., Haag, C., Feldstein, I. T., . . . Bowers, A. R. (2019). Effects of simulated mild vision loss on gaze, driving and interaction behaviors in pedestrian crossing situations. *Accident Analysis & Prevention*, 125, 138–151. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.01.026>
- Lu, Z., Zhang, B., Feldhütter, A., Happee, R., Martens, M., & de Winter, J.C.F. (2019). Beyond mere take-over requests: The effects of monitoring requests on driver attention, take-over performance, and acceptance. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 63, 22–37. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2019.03.018>
- Ostermaier, I., Gwehenberger, J., Feldhütter, A., & Pschenitza, M. (2019). Analyse von Unfallschäden zur Ermittlung des Unfallvermeidungspotentials durch automatisierte Fahrfunktionen auf SAE-Level 3 und 4. In *ADAC Stiftung & Hochschule Kempten* (Eds.), *Hochschule Kempten, Schriftenreihe: Vol. 1. Unfallforschung 2019: Symposium für Unfallforschung und Sicherheit im Straßenverkehr. Schriftenreihe* (1st ed., Bd. 1, pp. 27–36). Göttingen: Cuvillier Verlag.

Professur für Sportgeräte und -materialien

Link, D., Hermann, A., Lames, M., & Senner, V. (Eds.). (2018). Sportinformatik XII: 12. Symposium der dvs-Sektion "Sportinformatik und Sporttechnologie" vom 05.-07. September 2018 in Garching ; [Abstracts]. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft: Band 274. Hamburg: Feldhaus Edition Czwalina.

Meyer, D., Körber, M., Senner, V., & Tomizuka, M. (2018). Regulating the Heart Rate of Human-Electric Hybrid Vehicle Riders Under Energy Consumption Constraints Using an Optimal Control Approach. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 1–14. <https://doi.org/10.1109/TCST.2018.2852743>

Senner, V., Lehner, S., Michel, F. I., & Brügger, O. (2019). Modelling and simulation to prevent overloads in snowboarding. In A. Baca & J. Perl (Eds.), *Modelling and simulation in sport and exercise* (pp. 211–236). London and New York: Routledge / Taylor & Francis Group.

Dissertationen

Individual Differences in Human-Automation Interaction: A Driver-Centered Perspective on the Introduction of Automated Vehicles

In dieser Dissertation wurden in fünf Studien individuelle Unterschiede in der Interaktion eines Fahrers mit einer Fahrzeugautomation mit einem Fokus auf Übernahmesituationen untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass individuelle Unterschiede die Interaktion mit einer Automation bedeutend beeinflussen können, was sicherheitskritische Folgen nach sich ziehen kann. Die Heterogenität der Er-

gebnisse unterstreicht die Notwendigkeit, individuelle Unterschiede zu beachten, und verdeutlicht die Relevanz einer fahrerzentrierten Perspektive in der Gestaltung einer Fahrzeugautomation.

Moritz Körber, 02.11.2018

Ergonomische Fahrerplatzgestaltung und Interaktionskonzepte für hochautomatisierte Fahrzeuge

Die Herausforderungen auf dem Weg zum automatisierten Fahren betreffen neben technischen und rechtlichen Fragestellungen auch das Zusammenspiel zwischen Mensch und Automation. Diese Arbeit betrachtet die Aufgabenverteilung und Interaktionsgestaltung zwischen Fahrer und Fahrzeug während einer hochautomatisierten Fahrt. Basierend auf den Erkenntnissen aus prototypischer Um-

setzung und Nutzerstudien in einem Versuchsträger werden Empfehlungen für die Gestaltung und die Integration angepasster Interaktionskonzepte in einen Fahrerplatz für manuelles und automatisiertes Fahren abgeleitet.

Martin Albert, 09.11.2018

Cooperative Interaction Within Cars and Between Drivers

This publication-based doctoral dissertation explores interaction concepts for cooperation. Specifically, it investigates social cooperation between drivers as well as human-machine cooperation between cars and their drivers. The research goals—design of cooperative interaction, investigation into its subjective perception, and motivating humans to cooperate—are based on lane changes. Human-centered design methods govern a game-theoretic

analysis, multimodal design, iterative implementation, and driving-simulator evaluations of the final interaction concepts for cooperative driving. Five papers pursue these research goals and the dissertation ultimately proffers ten cross-domain-applicable design recommendations.

Markus Zimmermann, 14.12.2018

Quelle: <http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn:nbn:de:bvb:91-diss-20181214-1425243-1-6>

Verbrauchsreduzierung durch Fahrerassistenz unter dem Einfluss von Langzeitnutzung und Situationskomplexität

Damit der Fahrer den Kraftstoffverbrauch im Fahrzeug aktiv senken kann, muss er vor allem in Verzögerungssituationen vorausschauend fahren. Es wurde gezeigt, dass Fahrerassistenzsysteme dies in bestimmten Situationen, unterstützen können. Diese Arbeit zeigt, dass vorausschauende Fahrerassistenzsysteme auch in komplexen Situationen wirken. Mit Hilfe einer für jeden Probanden

dreiwöchigen Fahrsimulatorlangzeitstudie kann auch nachgewiesen werden, dass kein aufwendiges Erlernen des Assistenzsystems erforderlich ist. Der Einsparungseffekt bleibt dauerhaft erhalten.

Christoph Rommerskirchen, 19.12.2018

Quelle: <http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn:nbn:de:bvb:91-diss-20180219-1362565-1-5>

Optimizing Haptic Human-Robot Collaboration Considering Human Perception and Idiosyncrasies

Previous research on Haptic Human-Robot Collaboration (hHRC) developed and applied algorithms based on information acquired online during the interaction. Although these approaches effectively stabilized the system, they are susceptible to delays and can adversely affect usability. Humans heavily rely on visual stimuli that are available prior and during haptic interaction with their environment. In this context, this thesis models individual manipulation behavior of different sized objects as well as mass perception and provides methods for objective and subjective evaluation. As a design basis, it establishes the perception-related assistance strategy framework (PRAS) to provide engineers and researchers with a basis

for designing hHRC that enables high usability and acceptance of the robotic system. This thesis introduces human-centered assistance applications as a novel paradigm of design, evaluation, and application of physical assisting devices. By applying psychophysical methods, a human mass perception model was developed and the influence of visual object size cues on manipulation behavior with special interest in the speed-accuracy trade-off was investigated. Objective and subjective assessment methods of hHRC were developed and evaluated.

Jonas Schmidtler, 19.12.2018

Adaptives Informationskonzept für beanspruchende urbane Fahrsituationen

Bedeutende Unfallschwerpunkte im innerstädtischen Verkehr liegen vor allem in Kreuzungs- und Einmündungsgebieten und damit in besonders beanspruchenden Fahrsituationen. Die Arbeit beschreibt die Konzeptionierung und Evaluierung einer Informationsstrategie, bei welcher der Workload, verursacht durch die tertiäre Fahraufgabe, in einer beanspruchenden urbanen Fahrsituation minimiert

werden kann. Die geringe Komplexität und die damit verbundene verminderte Fehleranfälligkeit zeichnen das situationsspezifische und fahroptimierte Informationskonzept aus.

Linda Köhler, 10.01.2019

Automatisiertes Fahren mit kontaktanalogem Head-Up Display

Die Integration von augmented reality Information mittels kontaktanalogem Head-Up Display (kHUD) in ein automatisiertes Fahrzeug, wirft die Frage auf, welchen Effekt ein kHUD auf den Fahrer im Übernahmeprozess hat. Die erste Studie war eine Übernahmesituation an einer unkontrollierten Systemgrenze, die durch eine Fehlfunktion

des Adaptive Cruise Control Systems (ACC) verursacht wurde. Die zweite Studie war eine Übernahmesituation an einer kontrollierten Systemgrenze, die durch eine Navigationsentscheidung ausgelöst wurde.

Thomas Weißgerber, 17.01.2019

Abgeschlossene Masterarbeiten

Lehrstuhl für Ergonomie

MW - Objektive und subjektive Quantifizierung der Kooperationsleistung beim Fahrstreifenwechsel

MW - Video Based Automated Tracking of Traffic Participants on Street from Bird Eye View

MSE - Fußgänger im Blickpunkt: Eine Observationsstudie zum Fußgängerverhalten an verschiedenen Straßenüberquerungs-Szenarien

MSE - Ergonomische Evaluation von Konzepten der maschinellen Handlungsempfehlung in Übernahme-situationen beim hochautomatisierten Fahren

MSE - Erwartungen an digitale Assistenzsysteme im Kontext der Industrie 4.0 aus Nutzersicht

MSE- Kinematische Evaluation eines aktiven Oberkörper-Exoskeletts bei einer Hebebewegung mithilfe von CAPTIV Motion

MSE - Identifikation von zugrundeliegenden Bedürfnissen und Einflussfaktoren des Datenschutzeempfindens und deren Zusammenhang mit User Experience

MW - Konzeptionierung eines Augpunkt-fix-Auslegungskonzeptes für den LKW

MSE - Konzeption und Evaluation einer unterstützenden Anzeige im Head-up-Display in Übernahme-situationen beim hochautomatisierten Fahren

MSE - Developing a Gamified Merging-Assistant to Provide Sustainable Motivation for Cooperative Behavior on Motorways in the Long-Term

MW - Analysis of Relevant Movement Cues in Human-Robot Interaction for Mobile Robots

MW - Entwicklung einer Vorrichtung zur taktilen Kommunikation am Lenkrad eines automatisierten Kraftfahrzeugs

MSE - Teamkognition in komplexen Aufgabenbedingungen: eine interaktionsbasierte Analyse

MSE - Habituation Effects in Automated Driving. The Influences of Exposure Duration and Exposure Frequency on Visual Monitoring Behaviour

MSE - Visuelle Integration eines physischen Objekts in ein virtuelles Objekt in einer CAVE Automatic Virtual Environment

MSE - Verzögerungsstrategien und aktive Fahrzeugneigung als Kommunikationskonzept zwischen Fußgängern und automatisierten Fahrzeugen

MSE - Measuring Trust in Automation: The Scope and Application of the "Trust in Automation" Questionnaire

MW - Analyse von Versicherungsschäden zur Ermittlung des Schadenvermeidungspotentials durch L3+Funktionen

MW - Eignung der Wizard-Of-Oz Methode bei Realfahrtstudien hinsichtlich einer reproduzierbaren Fahrweise für die Darstellung von automatisierten Fahrzeugen

MW - Entwicklung und Bewertung von LKW-Innenraumkonzepten in VR

MSE - Effect of Automation Duration and Non-Driving Related Activities on the Level of Drowsiness in Conditionally Automated Driving

MW - Untersuchung innovativer Flächenheizsysteme zur Fahrzeugklimatisierung anhand einer Analyse der Äquivalenttemperatur

MW - Analyse des Einflusses von Sitzrichtung und Kopfhaltung auf das Komfortempfinden beim automatisierten Fahren durch eine reale Fahrstudie im Stadtverkehr

MSE - Mensch, pass auf - HMI-Maßnahmen gegen unzureichende Überwachung des Fahrzeugs während der teilautomatisierten Fahrt

LMU - Körpermodellierung in der Übernahme-situation beim Hochautomatisierten Fahren

MW - Einfluss eines blickrichtungs-basierten Attention Requests auf das Fahrerüberwachungsverhalten beim teilautomatisierten fahren

MW - Development of a machine learning algorithm to automatic hesitation recognition

MW - Which back-off movements do humans do?

MW - Konzeptionierung eines ergonomischen Handwagens anhand des Nutzungskontextes und mit Hilfe des digitalen Menschmodells RAMSIS NextGen

MSE - Auswirkungen fahrfremder Tätigkeiten mit unterschiedlichem Beanspruchungslevel auf den Müdigkeitszustand und die Übernahmeleistung beim hochautomatisierten Fahren

MSE - Evaluierung eines variablen Ergonomie-Prüfstands für Lkws

MW - Entwicklung eines Modells zur Beschreibung des Blickverhaltens beim manuellen Fahren

MW - Einfluss von Müdigkeit auf das Übernahmeverhalten in komplexen Situationen beim hochautomatisierten Fahren

LMU - Interaction Design for Cooperative Automation: Developing and Evaluating a Speech Dialog System for Takeover Situations

MW - Implementierung und Evaluierung einer Augmented Reality Anzeige für einen Abstandsregeltempomaten im Head-up Display

MW - Entwicklung und Evaluation eines Mensch-Maschine-Interface-Konzepts für das teilautomatisierte urbane Fahren

MW - Konzept zur Entwicklung einer aktorgetriebenen Kinematik eines Exoskeletts für den Arm

MSE - Effect of Latency on the Perception of Augmented Reality in Head-Up Displays

MSE - Externe Anzeige Konzepte beim automatisierten Fahren

MSE - Auswirkungen eines taktilen Fahrerassistenzsystems auf die Fahrleistung von Patienten mit Anopsie

MSE - The Relationship between Fatigue and the Manual Flight Performance of Airline Pilots during Approach

MSE - Leaping the hurdle of the first application use: Examination of different onboarding strategies

MSE - Akzeptanz von Smartphone-basierter Verkehrssicherheit für Fahrradfahrer

MW - Auswirkungen von Anopsien bei Fahrzeugführern auf die Verkehrssicherheit in Fußgängerquerungssituationen

MW - Unser-Interface Concept for a Private-usage Exoskeleton

MW - Evaluierung von Interaktionskonzepten für hochautomatisierte Fahrzeuge in einer Fahrsimulatorstudie

MW - Mensch-Maschine-Interaktion und Systemvertrauen

MSE - Creative Spaces. Designing spatial environments and artifacts to foster innovation, collaboration and creativity in teams and individuals

MW - Konzeptionierung und Implementierung eines Prototyps für externe Anzeigen autonomer Fahrzeuge

MSE - Einfluss von Bremsstrategie und eHMI auf das Querungsverhalten von Fußgängern im Stadtverkehr

MW - Entwicklung eines Konzepts zur Intentionserkennung bei einem ergonomischen Exoskelett

TUM School of Management - User-centric Evaluation of Connected Car Services regarding User Experience

MW - Entwicklung einer Methode zur Definition individueller, anthropometrischer Komfortbereiche von Fahrzeugsitzen

MSE - Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen für Passagiere autonomer Fahrzeuge

MSE - Collaboration in Virtual Teams: A Machine Learning Approach to Understand the Relationships between Communication, Distance and Knowledge Hiding

MSE - Effects of Gamification and Cognitive Load in a VR Pedestrian Simulator

MW - Untersuchung des Einflusses eines sich automatisch bewegenden Sitzes auf die Übernahme der Fahraufgabe in der Hochautomation

Professur für Sportgeräte und -materialien

MW - The impact of perceived comfort of weighted shoes on kinematic and kinetic parameters in the running gait

MSE - Dynamischer Sitzen durch künstliche Intelligenz!

MW - Prototypenentwicklung eines Hand-Exoskeletts am Handrücken zur Aktivierung der Rumpfmuskulatur und Validierung für eine sportliche Anwendung

MSE - Auslegung und Evaluation einer Motorregelung zur Einstellung von Muskelkräften an einem biomechanischen Kniemodell

MW - Evaluierung und Erforschung des Kühlpotentials von Phase Change Materials (PCMs) für die Anwendung in ballistischen Helmen

MSE - Konzeptionierung eine Fuzzy-Reglers für die Anwendung in einer mechatronischen Skibindung zur Bestimmung der Knieverletzungswahrscheinlichkeit

MW - Non-invasive Ermittlung der Körperkerntemperatur während körperlicher Aktivität - Weiterentwicklung und Erstvalidierung eines Demonstrator Systems

MW - Menschliche Bewegungsmuster in virtuellen Umgebungen: Robustes Data-Mining und fortgeschrittene Korrelationsanalyse

MSE - Weiterentwicklung und Evaluierung eines non-invasiven Messsystems zur Echtzeitüberwachung des menschlichen Wasser- und Elektrolythaushalts

MW - Adaptive Kühleinheit für geschlossene Helmsysteme: Konzeptionierung, Validierung und Verifizierung eines Funktionsmusters

MW - Erstellung realitätsnaher Belastungsprofile sowie Optimierung einer Messvorrichtung zur Ermittlung der Schaftsteifigkeit von Skischuhen

MSE - Innovative Materialien für Sportgeräte. Ein Faserverbundwerkstoff auf Basis von PLA und Hühnerfeder-Fasern

MSE - Standardisierung von Versuchsreihen und messtechnische Erfassung zur Ermittlung der Schaftsteifigkeit von Skischuhen unter verschiedenen Ranbedingungen

MSE - Konzeption und Entwicklung eines Systems zur Druckverteilungsmessung im Skischuh zur Bestimmung der auftretenden Lasten

MW - Effect of 3D-Printing Midsole on Discomfort Among Runners

MW - Entwicklung einer Druckmesssocke und Anwendung künstlicher neuronaler Netze zur Bestimmung kinetischer und kinematischer Größen des Skifahrens

MW - Kniewinkelmessung während des Skifahrens. Optimierung eines auf einem piezoresistiven Elasmomorfaden basierenden Messsystems durch Modellierung des Sensorfadensystems

MSE - Der höhenverstellbare Tisch für die Grundschule

Herzlich Willkommen

Unsere neuen MitarbeiterInnen am Lehrstuhl für Ergonomie



Frau Annika Boos studierte im Bachelor Psychologie an der Universität Ulm. Ihren Masterabschluss erlangte sie an der Technischen Universität München im Studiengang Ergonomie – Human Factors Engineering. In ihrer Abschlussarbeit untersuchte sie das Überwachungsverhalten von Fahrern automatisierter

Fahrzeuge unter dem Einfluss wechselnder Automationsstufen (SAE Level 2 und 3). Seit November 2018 ist Frau Boos als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Ergonomie im EU-geförderten Projekt InterACT sowie Industriekooperationen zum Thema Mensch-Fahrzeug Interaktion im Rahmen des automatisierten Fahrens tätig. Der Schwerpunkt ihrer Forschung soll auf Compliance in der Mensch-Maschine Kooperation liegen, also der Frage nach der Bereitschaft eines Nutzers, Handlungsvorschlägen eines automatisierten Systems oder Vorschriften für dessen bestimmungsgemäße Verwendung nachzukommen.



Herr Simon Danner studierte Psychologie im Bachelor an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck und absolvierte im Anschluss daran den Master in Psychologie mit dem Nebenfach Informatik an der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen. Im Rahmen seiner Masterarbeit beschäftigte er

sich mit der Konzipierung, Entwicklung und Evaluierung einer Gesundheitsapp. Seit Oktober 2018 ist Herr Danner als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Ergonomie angestellt und setzt sich in seiner Forschung – in Kooperation mit der AUDI AG (INI.TUM) – mit adaptiven Mensch-Maschine-Interfaces im Kontext des automatisierten Fahrens und Übergängen von der manuellen hin zur automatisierten Fahrt auseinander.



Herr Martin Dorynek ist seit Mai 2019 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Ergonomie tätig. Er studierte im Bachelor Maschinenbau mit dem Schwerpunkt Modellierung und Berechnung an der Technischen Universität Hamburg.

Im Rahmen seiner Praktika und Werkstudententätigkeiten

in den Forschungs- und Entwicklungsabteilung einzelner OEM's entwickelte sich sein besonderes Interesse für den Mobilitätssektor. Sein Masterstudium in Fahrzeug- und Motorentechnik absolvierte er an der Technischen Universität München. Sein Studium schloss er mit der Masterarbeit „Entwicklung einer Methodik zur Bestimmung individueller, anthropometrischer Komfortbereiche bei Fahrzeugsitzen“ ab. In Zusammenarbeit mit der Audi AG und dem Lehrstuhl für Ergonomie forschte er nach Einflussgrößen zur objektiven Komfortbeurteilung von Fahrzeugsitzen. Beim Forschungsprojekt DELFIN befasst er sich am Lehrstuhl mit der dynamischen Evaluierung von Fahrzeuginsassen. Hauptaugenmerk liegt dabei auf der simulativen Bewertung des Fahrzeugeinstiegs.



Andrea Müller, M.Sc. ist seit Dezember 2018 als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Ergonomie tätig. Sie studierte den Bachelorstudiengang Ingenieurwissenschaften und anschließend den Masterstudiengang Maschinenwesen an der Technischen Universität München.

Als studentische Hilfskraft am

Lehrstuhl für Ergonomie analysierte sie Sitzdruckdaten aus Studien zum hochautomatisierten Fahren. In Ihrer Masterarbeit untersuchte sie das Blickverhalten älterer Autofahrer in Kreuzungssituationen. In Kooperation mit der AUDI AG beschäftigt sie sich momentan mit der Erarbeitung methodischer Guidelines für Wizard-of-Oz Versuche im Kontext der Entwicklung des automatisierten Fahrens.



Quirin Schmid ist seit Juli 2018 als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Sportgeräte und -materialien (SpGM) und dem Lehrstuhl für Mikrotechnologie und Medizingerätetechnik tätig. Im Anschluss an sein Bachelorstudium „Wissenschaftliche Grundlagen des Sports“ an der TUM absolvierte er seinen Master of Science in Human Factors Engineering. In seiner Masterarbeit am SpGM beschäftigte er sich mit der Entwicklung von Methoden zur nicht invasiven Aktivierungsmessung tiefliegender Muskeln. In Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Mikrotechnologie und Medizingerätetechnik sollen auf Gelenkkinematik und Muskelstatus individualisierte Exoskelette entwickelt werden.



Johannes Schwiebacher, M. Sc. ist seit Mai 2019 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Ergonomie tätig. Er absolvierte sowohl sein Bachelorstudium der „Ingenieurwissenschaften“, als auch den Masterstudiengang „Maschinenwesen“ an der TU München. In seiner Masterarbeit am Lehr-

stuhl für Ergonomie untersuchte er die Auswirkungen eines Überholwarnsystems auf die Risikobereitschaft bei Überholmanövern im Fahrsimulator. Seine zukünftige Forschungsarbeit wird seinen Schwerpunkt in der Untersuchung vertrauensbasierter Interaktionskonzepte mit autonomen Fahrzeugen finden. Im Projekt UNICARagil beschäftigt er sich unter anderem mit der Konzeptionierung von HMI's, sowie der Planung kooperativer Trajektorien für das automatisierte Fahren im Mischverkehr.



Pia Wald, M.Sc. ist seit Juli 2019 als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Ergonomie tätig. Sie studierte im Bachelor Sensorik und kognitive Psychologie an der Technischen Universität Chemnitz und entwickelte in ihrer Bachelorarbeit eine Mensch-Maschine-Schnittstelle für automatisiert fah-

rende Fahrzeuge. Anschließend studierte sie den Masterstudiengang Informatik. In ihrer Abschlussarbeit bei der Audi AG entwickelte Frau Wald eine Benutzeroberfläche zur Modellierung von Verkehrsszenarien. Im Rahmen ihrer aktuellen Forschung beschäftigt sie sich mit der Gestaltung des Fahrzeugverhaltens während einer automatisierten Fahrzeugführung. Dabei soll die Wirksamkeit verschiedener Rückmeldemodalitäten, die dem Fahrer Informationen zum aktuellen Fahrzustand geben, in unterschiedlichen Fahrsituationen untersucht werden.

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:

Stephanie Cramer, Benjamin Heckler, Hendrik Homans, Moritz Körber, Jonas Schmidtler, Annika Ulherr, Matthias Walter und Veronika Weinbeer

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

Studying Prediction Impairment in People with Autism – TUM and MIT Join Forces to Shed Light on Specific Aspects of the Disorder

Christian Lehsing, Pawan Sinha

Autism constitutes one of our time's most significant scientific and societal challenges. Affecting more than 1 in every 100 individuals, the condition renders many seemingly simple everyday tasks inexplicably difficult. In a joint study, funded by the Global Incentive Fund, we focus on one such task: driving. The goal is to understand why over 80% of high-functioning autistic individuals, whose IQ and motoric skills are more than sufficient to enable them to drive, nevertheless are unable to do so. Not only is this issue of great practical significance given its implications for independent living, it also holds the promise of helping elucidate fundamental ways in which the brain's processing of sensory information is affected by autism.

In a paper published 2014 (Sinha et al., 2014), Prof. Sinha presented a theory that might provide an answer. The theory posits that autism is accompanied by impairment in the predictive processes of the brain. As a consequence, an individual on the autism spectrum finds it more difficult to temporally extrapolate how a dynamic situation is going to unfold. This is especially the case when the rules that govern the unfolding are probabilistic (having an element of uncertainty) rather than deterministic. The relevance of this hypothesis to the driving scenario is self-evident. Driving is, at its core, a predictive task. In essence, it involves answering the question: "What action should I take now to navigate a safe path through dynamic entities whose trajectories, I predict, will unfold in a particular manner?" Any diminishments in prediction will be expected to compromise a person's ability to cope with the demands that driving imposes.

Together with researchers of the Sinha Lab, the Chair of Ergonomics undertakes a study of driving behavior (in a safe simulator environment) by autistic and non-autistic individuals. The effort will involve a collaboration between the Massachusetts Institute of Technology (MIT), the Outpatient Clinic for Autism Spectrum Disorders of the Ludwig-Maximilians-University of Munich (LMU) and the Technical University of Munich (TUM). The joining of forces will create a powerful opportunity for launching this ambitious

study. The three groups together, but not individually, possess the necessary simulator technology, expertise in experimental design for special-needs populations and sophisticated data analyses, and access to a large pool of experimental and control study participants, to make this study feasible.

The study itself takes place at the facilities in Munich, where two master students of the Human Factors Engineering study program are involved in the preparation, performance and initial data analysis within the scopes of their theses. An in depth data analysis will follow at the Sinha Lab in Boston during July and August where the two students will analyze the driving, gaze and questionnaire data to test the underlying hypotheses regarding a possible impairment of prediction in individuals with Autism.

References

- Sinha, P., Kjelgaard, M. M., Gandhi, T. K., Tsourides, K., Cardinaux, A. L., Pantazis, D., ... & Held, R. M. (2014). Autism as a disorder of prediction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(42), 15220-15225.

PedSiVal – Cross Platform Validation of Pedestrian Simulators

Sonja Schneider, Philipp Maruhn

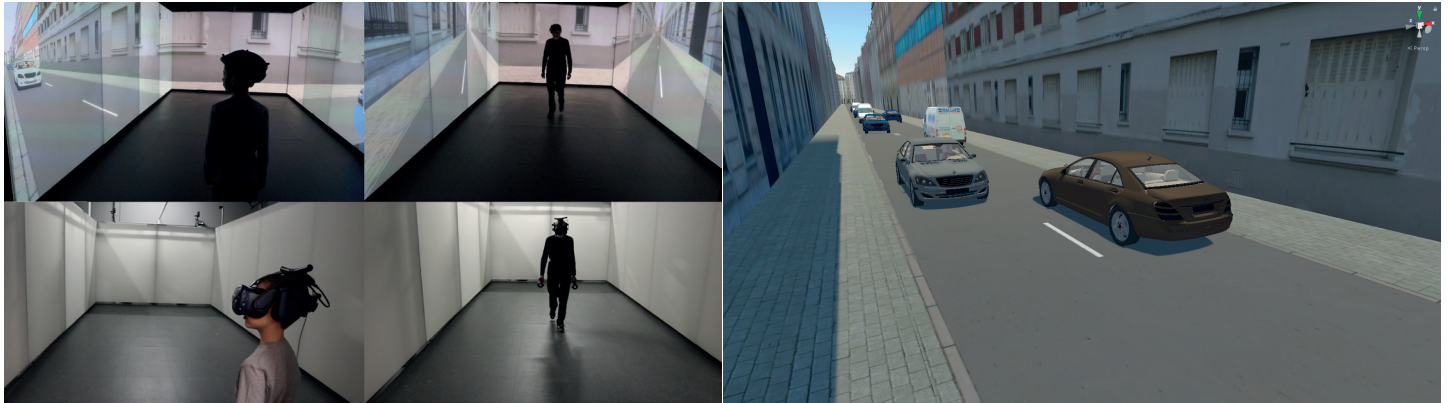


Abbildung 1: Dieselbe Simulationsumgebung wurde in Cave und HMD gezeigt

PedSiVal ist ein von der Agence nationale de la recherche (ANR) und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördertes, auf drei Jahre angelegtes Kooperationsprojekt zwischen dem französischen IFSTTAR und dem Lehrstuhl für Ergonomie. Ziel ist die plattformübergreifende Validierung von Fußgängersimulatoren.

In einem ersten Versuch (durchgeführt in Versailles – IFSTTAR) wurden Effekte der beiden unterschiedlichen Simulationsaufbauten CAVE und Head-Mounted-Display (HMD) untersucht. Dabei wurde die Querungsbereitschaft dreier Altersgruppen (11-12 Jahre, 25-42 Jahre, 64-81 Jahre) untersucht.

Der zweite, aktuell laufende, Versuch befasst sich mit der Übertragbarkeit der Simulator Ergebnisse auf die Realität. Dazu wurde die Querungsbereitschaft von Fußgängern bei definierten Abständen zwischen zwei Fahrzeugen untersucht. In einem nächsten Schritt wird dieser Versuch in virtueller Realität für die beiden Simulationsumgebungen CAVE und HMD repliziert.

Die Ergebnisse der beschriebenen Vergleiche ermöglichen Rückschlüsse auf die Eignung der betrachteten Einrichtungen für spezifische Fragestellungen, sowie auf die Aussagekraft experimenteller Befunde.



Abbildung 2: Realversuch zur Lückenakzeptanz bei Straßenquerungen von Fußgängern

Rückblick Professur für Sportgeräte und -materialien:

spinfoortec 2018 – 12. Symposium der Sektion Sportinformatik und Sporttechnologie der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft (dvs)

Sensordaten im Sport und in der Sportwissenschaft

Sportinformatik und Sporttechnologie sind wichtige Pfeiler der Sportwissenschaft. Mit der Zusammenführung dieser beiden Bereiche und die Umbenennung der bisherigen dvs-Sektion „Sportinformatik“ in die dvs-Sektion „Sportinformatik & Sporttechnologie“ im Rahmen des Symposiums spinfoortec²⁰¹⁸ soll der traditionell engen Beziehung sowie der thematischen Nähe der beiden Disziplinen in der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft institutionell Rechnung getragen werden.

Der wissenschaftliche Schwerpunkt der Veranstaltung ist die Nutzung von Sensordaten im Sport und in der Sportwissenschaft. Die drei Hauptvorträge beschäftigten sich mit den Themen maschinelles Lernen aus Positionsdaten (Prof. Dr. Ulf Brefeld, Leuphana Universität Lüneburg), den Herausforderungen der Inertialmesstechnik (Prof. Dr. Jörg Wagner, Universität Stuttgart) und direkten Verfahren zur kamerabasierten 3D Rekonstruktion (Prof. Dr. Daniel Cremers, Technische Universität München). Aus der Sportinformatik und der Sporttechnologie gab es zusätzlich 48 wissenschaftlichen Vorträge.

Neben den wissenschaftlichen Beiträgen wurde ein Dialogforum „Sportinnovation“ mit Industriepräsentationen, Job- bzw. Praktikumsbörse, sowie Infos zu Fördermöglichkeiten und Innovationsmanagement angeboten. Darüber hinaus fand im Vorfeld des Symposiums ein Workshop für Master-Studierende und Doktoranden statt. In diesem wurden Methoden der Erfassung, Analyse und Interpretation von Sensordaten an praktischen Beispielen aufgezeigt.



Abbildung 1: Gruppenfoto der Teilnehmer

Vom Kran zum Roboter: Paradigmenwechsel in der Kransteuerung

Die intuitive Laststeuerung ist ein neues Konzept zur Kranbedienung mit Funksteuerung, die automatisch die Positionen von Last, Kran und Bediener berücksichtigt. Bei herkömmlichen Kranen erfordert die Bestimmung der Betätigungsrichtung der Stellhebel vom Bediener eine gedankliche Umrechnung der Wunsch-Hakenbewegung auf die einzelnen Antriebe des Krans. Bei der Verwendung einer Funksteuerung muss er zusätzlich seine eigene Ausrichtung berücksichtigen.

Im Gegensatz dazu gibt der Bediener bei der intuitiven Laststeuerung durch die Betätigung eines einzigen Bedienelements die gewünschte Bewegungsrichtung der Last vor. Er lenkt den Joystick nur parallel zur gewünschten Bewegung der Last aus. Das System ermittelt durch die moderne Sensorik die Ausrichtung des Nutzers und steuert alle Antriebe des Krans gleichzeitig so an, dass die Bewegungsrichtung des Hakens der vom Bediener aus seiner Sicht vorgegebenen Richtung am Joystick entspricht. Hierfür kommt eine Rückwärtskinematik aus der Robotik zum Einsatz, die aus der gewünschten Bewegungsrichtung der Last die notwendigen Bewegungen aller Freiheitsgrade bestimmt. Aus dem Kran wird ein robuster Hebe-Roboter. Es findet ein Paradigmenwechsel statt: Der Benutzer steuert nicht mehr die Kranantriebe, sondern direkt die Last.

Für die bisherigen Ergebnisse wurde dieses Projekt mit dem zweiten Platz des Förderpreises des Verbandes der Baubranche, Umwelt- und Maschinentechnik e.V. (VDBUM) prämiert. Das Projekt wurde obendrein zur BAUMA 2019, der bedeutendsten Fachmesse der Baumaschinen- und Bergbaumaschinenbranche sowie flächenmäßig größten Messe der Welt mit über 600.000 Besuchern eingeladen. Hier wurde es als Finalist des BAUMA Innovationspreises ausgezeichnet.

Nach Identifikation ergonomischer Grundfragestellungen und erster Evaluation mittels einer Onlinestudie wurde die Tragfähigkeit des Konzepts zunächst

in der virtuellen Realität prototypisch nachgewiesen. Eine finale Evaluation am realen Demonstrator sowie die Veröffentlichung und weitere Verbreitung der Ergebnisse steht noch aus.

Das Projekt wird von der Allianz Industrie Forschung (AiF) im Zeitraum 08/2017 bis 08/2019 gefördert.



Rückblick

Forschungsaufenthalt an der Universität Tsukuba, Japan

Luis Kalb, Burak Karakaya, Felix Dülmer, Christian Lehsing

Nach den Vorbereitungen vor Ort im November 2018 durch Herrn Luis Kalb und im Februar 2019 durch Herrn Burak Karakaya startete am 11. April 2019 die experimentelle Phase des Forschungsaufenthaltes von Wissenschaftlern des Lehrstuhls für Ergonomie der TUM an der Universität Tsukuba. Zunächst wurde mit den ansässigen Forschern der aktuelle Stand bzgl. Probandenakquise sowie noch ausstehendem Aufbau von Messtechnik besprochen. Dazu fand ein Treffen des deutschen Vertreters Felix Dülmer mit Wissenschaftlern der Universität Tsukuba sowie dem Forschungsinstitut AIST (Dr. Kamijo) statt. Des Weiteren nahm Felix Dülmer an einem Kick-Off treffen des Instituts teil, um weitere Informationen zu möglicherweise überschneidenden Forschungstätigkeiten zu erhalten.

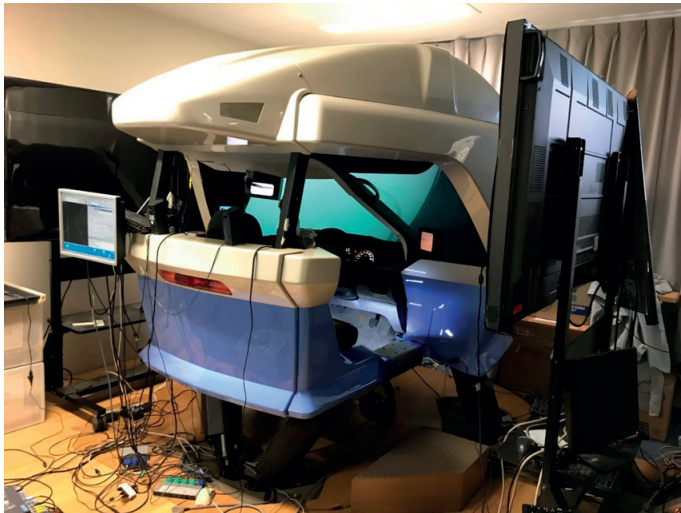


Abbildung 1: Dynamischer Fahrsimulator des Laboratory of Advanced Research der Universität Tsukuba

In der folgenden Woche starteten die Versuche im Fahrsimulator der Universität Tsukuba. Dabei bestand das Probandenkollektiv fast ausschließlich aus Japanern, was hinsichtlich der Ergebnisse einen guten Einblick bzgl. kultureller Unterschiede im Vergleich zu deutschen oder europäischen Fahrern liefern dürfte. Während der Versuche fand permanent eine Zusammenarbeit zwischen dem deutschen und den japanischen Forschern statt. Zudem fanden täglich Telefonkonferenzen zwischen Felix Dülmer (in Japan) und Luis Kalb (in Deutschland) statt,

um den aktuellen Fortschritt zu protokollieren und schnell auf Entscheidungsebene etwaige Probleme lösen zu können.



Abbildung 2: v.l.n.r.: Husam Muslim (JPN), Christian Lehsing (DE), Ass. Prof. Yuichi Saito (JPN), Felix Dülmer (DE), Joseph Leung (JPN)

Im Anschluss betreute Christian Lehsing den Versuch zusätzlich vor Ort. Dabei wurden Kontakte zum Assistenzprofessor Yuichi Saito des Instituts der Universität Tsukuba geknüpft. Im Zuge einer Einladung nach Deutschland für Ass. Prof. Saito wurde auch erneut das große Interesse der japanischen Kollegen an der weiterführenden Kooperation mit Deutschland bekräftigt. Darüber hinaus bereitete Herr Lehsing die Verarbeitung der Daten der physiologischen Messung in Absprache mit den Experten vor Ort vor.

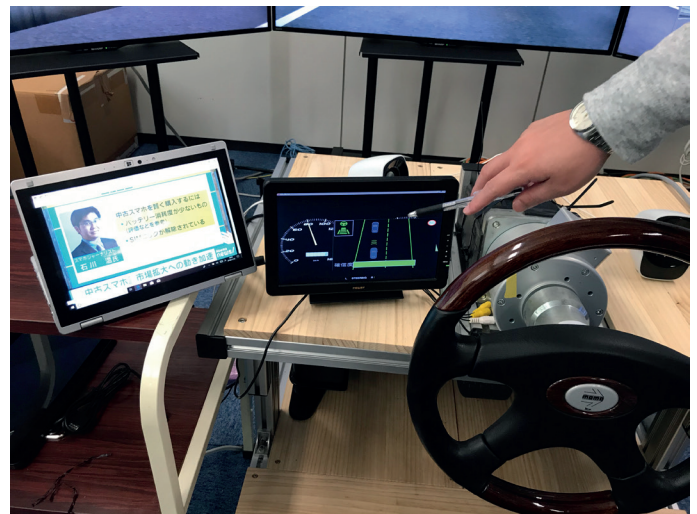


Abbildung 3: Klassische fahrfremde Tätigkeit in Japan: Fernsehen.

Vorläufige Ergebnisse

Die ersten, vorläufigen Ergebnisse der Studie weisen zunächst eindeutig auf den Einfluss des Linksverkehrs in Japan hin. Vor dem interkulturellen Hintergrund ist daher bereits jetzt festzuhalten, dass Systeme zur Richtungsanzeige auf Straßen mit mehreren Richtungsfahrstreifen auf jeden Fall das natürliche Fahrverhalten der Fahrer im jeweiligen Land berücksichtigen müssen. So ist es bspw. in Japan üblich, Überholvorgänge nach rechts, statt wie in Deutschland nach links, auszuüben. Des Weiteren scheint die Erfahrung mit dem getesteten System einen Einfluss auf die gewählte Ausweichtrajektorie zu nehmen. So folgen Fahrer nach einmaligem Erleben der Richtungsempfehlung deutlich häufiger dieser, auch wenn sie entgegen der antrainierten Intention nach links weist. Drittens scheinen Fahrer nur teilweise blockierte Fahrstreifen nicht als nicht befahrbar anzusehen. Sie wählen ihre Trajektorie, trotz mehr verfügbarem Platz auf der anderen Seite, vorbei am Pannenfahrzeug, obwohl dort weniger Platz zur Durchfahrt verfügbar ist.

nicht existent ist. Dies ist insbesondere methodisch relevant, da so andere Varianten von Studien angewandt werden müssen, um gezieltes Feedback zu erhalten (bspw. ausschließlich anonym).



Abbildung 4: Versuchsträger mit externer Anzeige in Form von LED Schriftzeichen.

Generell lässt sich festhalten, dass der Umgang mit japanischen Probanden eine neue Sichtweise für zukünftige Studien aufweist, da bspw. Kritik an erprobten System in der japanischen Kultur quasi

Rückblick

Der Mensch im Mittelpunkt – Innovationen für Arbeit mit Zukunft

GfA-Herbstkonferenz

Caroline Adam

Im Rahmen des Wissenschaftsjahres 2018 *Arbeitswelten der Zukunft*, fand die GfA-Herbstkonferenz in Kooperation mit acatech (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften) im und mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) statt. Unter dem Titel „Der Mensch im Mittelpunkt – Innovationen für Arbeit mit Zukunft“, wurde in Berlin von 27. bis 28. September 2018, unter Moderation von Prof. Klaus Bengler und Prof. Dieter Spath, aus verschiedenen Perspektiven von Wissenschaft, Politik und Wirtschaft über die Möglichkeiten und Herausforderungen zukünftiger Arbeitswelten diskutiert. Die Veranstaltung und der gemeinsame Dialog wurden zu einem großen Erfolg und die Ergebnisse dienen der Wissenschaft sowie der Politik als Auftakt für neue Forschungsvorhaben.





Rückblick

Forschungstag Ergonomie und Sommerfest 2018

Am 20. Juli 2018 lud der Lehrstuhl für Ergonomie alle Mitarbeiter, Ehemalige und Projektpartner zum alljährlichen Forschungstag Ergonomie und Sommerfest 2018 ein.

Die festlichen Reden anlässlich des 75. Geburtstages von Prof. Heiner Bubb, anregende Stationen, sowie gemütliches Beisammensein beim Grillen machten diesen Tag zu einem vollen Erfolg.



