

Ergonomie

a k t u e l l

TUM

Technische Universität München

Die Fach-Zeitschrift aus dem  Lehrstuhl für Ergonomie

Ausgabe 015
Sommer 2014
ISSN 1616-7627

Lehrstuhl für Ergonomie Boltzmannstr. 15 • 85747 Garching • Tel. 089 - 289-15388 • Fax 089 - 289-15389 • Internet: www.ergonomie.tum.de



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



das Jahr seit der letzten Ausgabe war geprägt von sehr eindrücklichen Ereignissen.

So mussten wir uns im Dezember von Prof. Heinz Schmidtke verabschieden, der den Lehrstuhl für Ergonomie bis 1993 leitete und die Münchner Ergonomie begründete. Andererseits hatten wir im Rahmen der GfA Frühjahrstagung 2014 und ihrer Vorbereitung in Kooperation mit den Kollegen der Hochschule München und dem Bayerischen Rundfunk koordiniert durch Dr. Rausch sehr positive Erlebnisse.

Darüber hinaus verabschieden wir uns in diesem Jahr von sehr verdienten Mitarbeitern: Dr. Fraczek tritt ihren wohlverdienten Ruhestand an. Professor Eichinger wurde auf den Lehrstuhl für das Fachgebiet Usability Engineering an die Hochschule Deggendorf berufen. Beide haben jeder auf seine unvergleichliche Art und mit enormer Erfahrung maßgeblich zum Erfolg des Lehrstuhls beigetragen. Ich danke Ihnen vielmals und wünsche Ihnen gleichermaßen alles Gute für Ihren nächsten Lebensabschnitt.

Auch im Bereich der Forschungsprojekte gibt es natürlich wieder Neuerungen. Die intensive Diskussion um die automatisierte Fahrzeugführung hat zu einer weiteren Intensivierung der Forschungsaktivitäten in diesem Bereich geführt und bestätigt das Konzept der kooperativen Fahrzeugführung, das schon sehr früh in München verfolgt wurde.

Dieser Ansatz der kooperativen Mensch-Technik-Interaktion findet auch Einsatz in den Projekten im Bereich der Produktionsergonomie, die inzwischen Fahrt aufgenommen haben und mit ihren konstruktiven innovativen Lösungen vor allem den demografischen Wandel adressieren. Das Fachgebiet für Sportgeräte und -materialien konnte für die Skeletonpilotin Anja Huber einen ergonomisch und aerodynamisch verbesserten Rennschlitten für die Olympischen Spiele in Sotschi entwickeln.

Viele Projekte, die wir Ihnen in den vergangenen Ausgabe vorgestellt hatten, haben eindrucksvolle Ergebnisse präsentiert. Das Elektrofahrzeug EVA wurde inzwischen im Rahmen der Tokio Motorshow präsentiert und die Arbeiten zum Thema Klimakomfort werden fortgesetzt. In Braunschweig fand die Halbzeitpräsentation des Projekts UR:BAN statt, während die Projekte Ecomove und eMUC erfolgreich beendet wurden. Diese Themen finden ihre Fortsetzung zum Teil in Industriekooperationen und Förderprojekten der Europäischen Union.

Die ersten Studierenden den Masterstudiengang „Ergonomie – Human Factors Engineering“ gehen nun auf die Zielgerade und beginnen nach einem intensiven Studienprogramm nun ihre Abschlussarbeit.

Also auch dieses Jahr gibt es wieder neue Forschungsfragen, neue Projekte und natürlich auch neue Mitarbeiter am Lehrstuhl für Ergonomie. Das LfE Team und das SPGM Team wünschen Ihnen viel Freude bei der Lektüre, die Sie inspirieren und zum Forschen anstiften soll.

Ihr



Klaus Bengler

| | |
|--|----|
| Editorial | |
| eCoMove - | |
| Emissionsreduzierung im Straßenverkehr mit Hilfe kooperativer Systeme | |
| <i>C. Rommerskirchen</i> | 4 |
| Automatisiertes Fahren - ohne Mensch wird alles besser? | |
| <i>C. Gold</i> | 7 |
| Elektromobilität am Lehrstuhl für Ergonomie | |
| - EVA und visio.m, Optimierungen für effizienten Klimakomfort | |
| <i>M. Janta, P. Stuke</i> | 10 |
| Einsatz moderner gestenbasierter Touch-Interaktion in Industrie und Haustechnik | |
| Forschungsprojekt GE3STIK | |
| <i>J. Breuninger</i> | 13 |
| Motivierende Lernumgebungen in Schule und Studium | |
| <i>R. Kassirra, C. Aringer</i> | 18 |
| Neue Lehrveranstaltung: Ergonomische Aspekte der Luftfahrt und Flugführung | |
| <i>A. Haslbeck</i> | 22 |
| Einsatz von EKIDES in der Produktentwicklung, Rückblick und Perspektiven | |
| <i>I. Jastrzebska-Fraczek</i> | 24 |
| Ergonomische Gestaltung, Umsetzung und | |
| Validierung einer körpergetragenen Hebehilfe unter Berücksichtigung | |
| ethischer Fragestellungen | |
| <i>V. Knott, J. Wernecke</i> | 34 |
| Optimierung eines Skeletonschlittens | |
| <i>I. Feldstein</i> | 36 |
| QuadRad | |
| <i>D. Meyer</i> | 39 |
| Die ISEA Winterschool 2014 | |
| <i>M. Janta</i> | 41 |
| TV- Reportage über mechatronische Skibindungen | |
| Sendung „Einstein“ des schweizer Fernsehen DRS1 | |
| <i>M. Nusser</i> | 43 |
| UR:BAN geht in die Halbzeit - Vorstellung erster Ergebnisse im Mai | |
| <i>C. Lehsing, M. Götze</i> | 44 |
| Bericht über den 60. Frühjahrskongress 2014 | |
| der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. am 12. bis 14. März 2014 in München | |
| <i>H. Rausch</i> | 47 |
| TUM CREATEs EVA auf der Tokyo Motor Show 2013 | |
| <i>P. Stuke</i> | 48 |
| Neue Projekte | 49 |
| Unser Studiengang | 52 |
| Veröffentlichungen Sommer 2013 bis Sommer 2014 | 53 |
| Dissertationen | 58 |
| Nachruf | |
| Prof. em. Dr. rer. nat. Heinz Schmidtke | 60 |
| Wer ist neu am LfE? | 61 |
| Abschied | 63 |
| Rückblick | 66 |

eCoMove - Emissionsreduzierung im Straßenverkehr mit Hilfe kooperativer Systeme

Christoph Rommerskirchen

Ein erklärtes Ziel der europäischen Kommission ist es, die aktuellen Emissionen des Treibhausgases CO₂ zu senken. Da der Straßenverkehr für ca. 20% der CO₂ Emissionen in der Europäischen Union (Europäische Union, 2013) zuständig ist, werden von der EU Initiativen und Projekte unterstützt zur Reduzierung dieser. Eines dieser Projekte ist das im Rahmen des 7. Europäischen Rahmenprogramms gestartete Projekt eCoMove (www.ecomove-project.eu) unter Beteiligung des Lehrstuhls für Ergonomie.

eCoMove Projekt und Ziele

eCoMove war ein 2010 von der EU initiiertes und mit einem Gesamtbudget von 22,5 Millionen Euro, davon 13,7 Millionen Euro gefördert, ausgestattetes 3-Jahres-Projekt unter Teilnahme von Universitäten, Forschungsinstituten und Firmen aus den Bereichen Automobilbau inklusive Zulieferindustrie und Verkehrsplanung. Ziel des Projektes war es, die Emissionen, die durch den Nutzer, der PKW oder LKW Fahrer wie auch der Routenplaner oder der in der Verkehrsplanung tätige, im Straßenverkehr entstehen, mit Hilfe kooperativer Systeme zu senken. Dazu sollten für die Bereiche des ökologischen Fahrens, der ökologischen Fracht- und Logistikplanung, sowie im ökologischen Verkehrsmanagement Lösungen entwickelt werden durch eine Verzahnung von Infrastruktur und Fahrzeug. Der Lehrstuhl für Ergonomie beteiligte sich im Projekt vor allem mit seiner Expertise der antizipativen Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssysteme.

festgestellt, dass der Unterschied beim Kraftstoffverbrauch zwischen dem effizientesten und dem ineffizientesten Fahrer ca. 50% beträgt. Zu ähnlichen Ergebnissen sind Alessandrini et al (2009) für Hybridfahrzeuge bei Feldversuchen und Rommerskirchen et al. (2012) bei reproduzierbaren Versuchen mit realistischen Verkehrssituationen am statischen Fahrsimulator des Lehrstuhls für Ergonomie gekommen. Nach Dorrer (2003) muss der Fahrer, um erfolgreich Kraftstoff einzusparen, sowohl wissen, z. B. wie und wann zu schalten ist, wie zu verzögern ist etc., das Wollen haben, z. B. Motivation, Zeitdruck, etc., als auch das Können besitzen, wie z. B. zukünftige Situationen richtig einschätzen, Einschränkungen der Sicht durch Wetter, Einschränkungen durch Müdigkeit auszugleichen, etc. Deshalb gibt es verschiedene Ansätze zur Verbrauchsoptimierung durch den Fahrer. Das sind zum einen Ökotrainings unter Umständen unterstützt durch automatisierte Analysen des Fahrverhaltens, zum anderen verschiedene Motivationsansätze mit unter Umständen Einbindung von sozialen Netzwerkkomponenten (z.B. Fiat „eco:drive“) und zu guter Letzt Fahrerassistenzsysteme, wie die schon häufig vorhandene Gangwechselunterstützung, zur direkten Unterstützung des Fahrers in bestimmten Situationen.

In eCoMove wurde hinsichtlich der Fahrerunterstützung vor allem an der Entwicklung kooperativer Fahrerassistenzsysteme und ökologischer Navigation gearbeitet.

Vorausschauendes Fahrerassistenzsystem für eCoMove

Am Lehrstuhl für Ergonomie wurde hauptsächlich ein vorausschauendes Fahrerassistenzsystem entwickelt mit dem Ziel den Kraftstoffverbrauch mit Hilfe einer Anzeige zu reduzieren, welche aufkommende Verzögerungssituationen dem Fahrer frühzeitig anzeigt. Das Ziel ist, durch eine frühzeitige Reaktion des Fahrers eine optimale Verzögerung durch Ausrollen des Fahrzeugs zu erreichen. Die Haupteinsparung wird erreicht durch den Zeitgewinn, mit Hilfe von zusätzlicher Sensorik und Informationen. Diese entstammen Car2X und digitalen Karten (Popiv, 2012). Die generelle Leistungsfähigkeit eines solchen Systems wurde von Reichart et. al. (1998) mit ca. 15% angegeben. In eCoMove wurde das Mensch-Maschine-Interface (MMI) zum vorausschauenden Fahren welches im Projekt ISPA (Car@TUM Projekt in Kooperation von BMW und u.a. LfE) entstanden

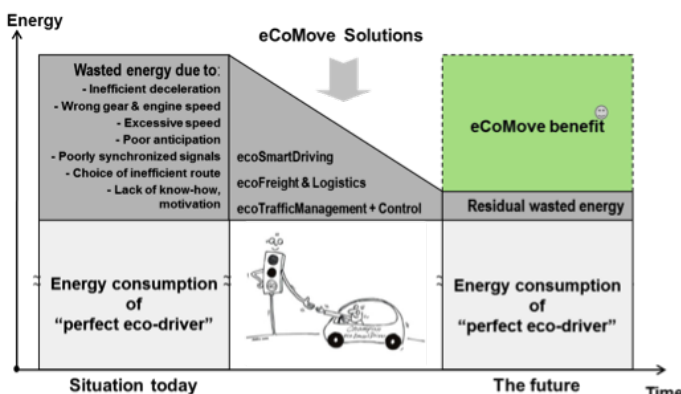


Abbildung 1: Ziele und Visionen im EU Projekt eCoMove.

Kraftstoffverbrauch

Die Eingangsfrage ist, wie der Kraftstoffverbrauch von Fahrern positiv beeinflusst werden kann. Dazu hatte Waters & Laker (1980) in Realfahrversuchen aber auf abgesperrter Strecke ohne Fremdverkehr

ist, weiterentwickelt und weiteren Untersuchungen unterworfen. Das MMI zeigt mit Hilfe einer Birds-Eye-Perspektive den weiteren Straßenverlauf mit auftretenden zukünftigen Verzögerungssituationen. Es konnte nachgewiesen werden, dass das Potential für eine Unterstützung des Fahrers vorhanden ist (Popiv, 2012). Für die weitere Arbeit wurde zuerst der Fahrsimulator des Lehrstuhls für Ergonomie in Bezug auf den berechneten Kraftstoffverbrauch validiert um zuverlässige Aussagen zu den erreichten prozentualen Kraftstoffeinsparungen zu bekommen (Rommerskirchen et al, 2012). Zusätzlich wurde die Navigation integriert, so dass das vorhandene MMI wie folgt validiert wurde (Abb. 2). Es konnte dabei für eine Strecke gemischt aus Autobahn, Landstraßen und Stadtstrecke eine Kraftstoffverbrauchsreduzierung von ca. 8% gegenüber der Kontrollbedingung ohne System erreicht werden (Rommerskirchen & Bengler, 2013).

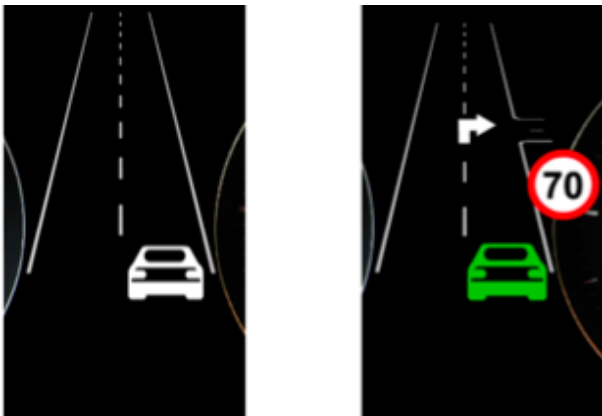


Abbildung 2: eco-MMI für das Kombiinstrument aktiv (rechts) bzw. ohne Situationsanzeige (links)

Weiteres Ziel war die Prüfung, ob das System auch in komplexeren Verkehrsszenarien nutzbar ist, genutzt wird bzw. ob es ablenken könnte. Es konnte festgestellt werden, dass die Blickabwendungsdauer hin zum MMI immer kürzer wurde je komplexer die Situation wurde. Allerdings hatte dies keinen Einfluss auf die Reaktion der Probanden auf das MMI. Es konnten unabhängig von der Komplexität der Situation weiterhin gleichbleibende Kraftstoffeinsparungen erzielt werden (Rommerskirchen et al 2014).

eCoMove hatte auch das Ziel eine praktische Umsetzung zu zeigen. Darum wurde in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner BMW Forschung und Technik eine Anzeige für das Head-Up-Display (HUD) entwickelt und evaluiert um anschließend

in ein Testfahrzeug einzubauen. Das Problem lag hierbei einerseits darin, dass das HUD eine kleinere Anzeigefläche besitzt und sich direkt im Sichtfeld des Fahrers befindet und deshalb bei der Anzeigedarstellung stärker auf eine einfache Umsetzung zu achten war. Die Ergebnisse zeigten auch mit der HUD Anzeige eine Kraftstoffeinsparung von ca. 10% gegenüber der Baseline.



Abbildung 3: Anzeigevariante des eco-MMIs für Head-Up-Display

Da das Ziel des Projektes eCoMove eine Verringerung des Emissionen im Straßenverkehr war, wurden nicht nur Informationen aus dem Verkehrsumfeld, wie der Status von Lichtsignalanlagen über Car2X genutzt um eine bessere Fahrweise zu bekommen, sondern die Ergebnisse aus den Simulatorstudien zu den MMIs wurden in Verkehrssimulationen eingespeist. Die Grundidee ist, dass der veränderte Fahrstil von „eco-Fahrern“ auch Einfluss auf Ampel- und Verkehrssteuerung haben kann (Lüßmann et al, 2012). Denn nur durch eine Kombination und Kooperation von intelligenter Verkehrssteuerung und entsprechender Fahrerassistenzsysteme kann der Kraftstoffverbrauch optimiert werden.

Weitere Nutzung und Ausblick

Im Rahmen der gemeinsamen Präsentation von eCoMove und Interact im November 2013 in Aachen konnten die Ergebnisse eindrucksvoll präsentiert werden. Der Lehrstuhl war mit dem mobilen Fahrsimulator vor Ort vertreten und erhielt viel positive Rückmeldung für das entwickelte Konzept des vorausschauenden Fahrerassistenzsystems. BMW zeigte die gemeinsame, im Realfahrzeug umgesetzte HUD-Lösung im Rahmen realer Testfahrten.

Die generellen Ergebnisse von eCoMove und dem vorausschauendem Fahrerassistenzsystem sind in Bezug auf Kraftstoffverbrauch und Akzeptanz sehr positiv. Was bislang aber noch fehlt ist eine längerfristige Betrachtung der Systemnutzung. Es soll ja nicht nur eine kurzfristige Einsparung erzielt werden, sondern eine nachhaltige Änderung der Fahrweise. Darum werden in naher Zukunft weitere Studien zur Langzeitnutzung am LfE durchgeführt.

Literatur

Alessandrini, A., Orecchini, F., Ortenzi, F., Villatico Campbell F., (2009). Drive-style Emissions on the Latest Two Honda Hybrid Technologies. European Transport Research Review. 1 (2). pp. 57-66.

Dorrer C. (2003). Effizienzbestimmung von Fahrweisen und Fahrerassistenz zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs unter Nutzung telematischer Informationen. Dissertation. Universität Stuttgart.

Europäische Union (2013). Statistical Pocket-book 2013 - EU Transport in Figures. Luxemburg. doi:10.2832/19314.

Lüßmann, J., Rommerskirchen, C., Busch, F.; Bengler, K. (2012) Netzweite Wirkungsermittlung kooperativer Fahrerassistenzsysteme zur Verbrauchsreduzierung mittels Simulation. In: 5. Tagung Fahrerassistenz. München

Popiv, D. (2012) Enhancement of Driver Anticipation and Its Implications on Efficiency and Safety. Dissertation, TU München

Reichart, G., Friedmann, S., Dorrer, C., Rieker, H., Drechsel, E., Wermuth, G. (1998) Potentials of BMW Driver Assistance to Improve Fuel Economy. FISITA Conference, Paris

Rommerskirchen, C., Bengler, K. (2013) Merging navigation and anticipation assistance for fuel-saving. In: Stanton (Hg.), Advances in Human Aspects of Road and Rail Transportation, Boca Raton, FL, USA

Rommerskirchen, C., Helmbrecht, M., Bengler, K. (2014) The Impact of an Anticipatory Eco-Driver Assistant System in Different Complex Driving Situations on the Driver Behavior. Intelligent Transportation Systems Magazine, IEEE. 6 (2), pp 45-56

Rommerskirchen, C., Müller, T., Bengler, K. (2012) Validation of Fuel Consumption Calculated by a Driving Simulator. Proceedings of Driving Simulation Conference, Paris, Frankreich

Waters, M. H. L. & Laker, I. B (1980). Research in fuel conservation for cars. Report No. 921, Transport Research Laboratory, Crawthorne, England.

Automatisiertes Fahren - ohne Mensch wird alles besser?

Christian Gold

Das Thema „Automatisiertes Fahren“ erfreut sich derzeit eines großen Interesses in der Presse und der Automobilwirtschaft. Nie war man der Vision eines automatisch gesteuerten Automobils näher als in diesen Tagen. Automatisierte Systeme unterstützen uns bereits heute in vielen Bereichen der Fahraufgabe. Beim Einparken helfen Parkassistenten durch Übernahme der Lenkung, adaptive Geschwindigkeitsregler sind in der Lage in bestimmten Situationen die Längsführung zu übernehmen und Stauassistenten, derzeit limitiert auf niedrige Geschwindigkeitsbereiche, führen das Fahrzeug vollständig ohne Fahrereingaben. Dem Fahrer wird hierbei nicht mehr nur bei der Fahraufgabe assistiert, sondern seine Bedieneingaben werden durch Automationssysteme ersetzt. Demnach unterscheiden sich Fahrerassistenzsysteme deutlich von automatisierten Systemen hinsichtlich der Arbitrierung der Fahraufgabe. Selbstbewusst präsentieren Hersteller und Zulieferer ihre jüngsten Fortschritte auf dem Gebiet automatisierter Fahrzeugführung. So etwa Mercedes Benz, die medienwirksam 2013 mit einem Forschungsfahrzeug automatisiert von Mannheim nach Pforzheim fuhr, auf der selben Strecke auf der einst Bertha Benz eines der ersten Automobile lenkte (Ziegler et al., 2013). Die Botschaft wird schnell klar, automatisiertes Fahren wird unsere Mobilität in ähnlich gravierender Weise verändern wie damals die Erfindung des Automobils. Andere Hersteller zeigen sich ebenso wenig zurückhaltend. So stellte AUDI auf der Consumer Electronics Show (CES) 2014 ein automatisiertes Fahrzeug vor, dessen Technik nach eigenen Angaben 2016 als Staupilot in Serie gehen soll (Maclean, 2014). Die BMW AG plant gemeinsam mit Continental bis 2020 hochautomatisiertes Fahren zu ermöglichen (Continental, 2013). Dabei ist automatisierte Fahrzeugführung keinesfalls eine Entdeckung der letzten Jahre. Die Forschung geht hierbei zurück bis in die 1920er Jahre (Milwaukee Sentinel, 1926) und bekam mit dem EUREKA-Projekt Prometheus (1987-1994), der DARPA Grand Challenge 2004 und den darauf folgenden URBAN Challenge 2005 und Grand Challenge 2007 verstärkte Aufmerksamkeit in Presse und Gesellschaft. Die nächste Generation dieser Forschungsfahrzeuge fährt heute automatisiert im Stadtverkehr, wie beispielsweise das Fahrzeug Leonie der TU Braunschweig (Nothdurft et al. 2011).

Vorteile automatisierter Fahrzeugführung

Mit zunehmender individueller Mobilität nimmt auch die Verkehrsdichte, vor allem rund um Ballungszentren, zu, mit teilweise drastischen Folgen für die Verkehrsbelastung. Hier bietet automati-

siertes Fahren gegebenenfalls die Möglichkeit, etwa während eines Staus oder auf monotonen Strecken, Zeit für andere Tätigkeiten wie E-Mail-Korrespondenz, Zeitunglesen oder Telefonate nutzen zu können. Diese gewonnene Lebenszeit stellt für viele Fahrer einen klaren Mehrwert dar und macht somit automatisiertes Fahren für den Kunden zunächst interessant. Vor allem im Kontext zunehmender Vernetzung von Produkten und Individuen und der Anbindung des Fahrzeugs an das Internet wird die Schaffung von Freizeit zur Beschäftigung mit fahrfremden Tätigkeiten zunehmend relevant. Weiterhin verspricht automatisierte Fahrzeugführung ein hohes Wirkpotential bezüglich der Reduktion von Unfallzahlen. 86% der Unfälle resultieren aus menschlichem Fehlverhalten (Statistisches Bundesamt, 2012). In der Theorie könnte der Mensch als Hauptunfallursache mit einer Fehlerwahrscheinlichkeit im Bereich von etwa $1 \cdot 10^{-2}$ (VDI, 2003) aus dem System Fahrer-Fahrzeug genommen und durch einen Regler mit größerer statistischer Zuverlässigkeit (ca. $\leq 1 \cdot 10^{-5}$) ersetzt werden. Diese zu einfache Rechnung vernachlässigt jedoch die Betrachtung des Zusammenspiels von Automation und Fahrer und der aus der Einführung automatisierter Systeme mit hoher Wahrscheinlichkeit entstehenden Automationseffekte. Darüber hinaus ist zu beachten, dass der Mensch auch in einer Vielzahl von Situationen als „Unfallvermeider“ aus dem System entnommen würde. Weitere mögliche Vorteile der Automation, neben einer potentiell höheren Zuverlässigkeit des technischen Systems in bestimmten Situationen liegen in einer höheren Reaktionsgeschwindigkeit, und der guten Parallelisierbarkeit von Prozessabläufen. Die potentielle Reduzierung von Sach- und Personenschäden im Individualverkehr besitzt vor allem gegenüber dem Gesetzgeber eine hohe argumentative Kraft, welcher den rechtlichen Rahmen für die Zulassung automatisierter Systeme gestalten muss.

Der Mensch im hochautomatisierten Fahrzeug

Ist der Mensch also lediglich störendes Element im Regelkreis, der durch automatisiertes Fahren überflüssig wird? Schon 1983 beschreibt Lisanne Bainbridge das zunehmende Automatisierung Probleme auf Seiten des Operators eher verstärkt als reduziert (Bainbridge, 1983). In anderen Worten wird die Rolle des Menschen durch automatisiertes Fahren noch wichtiger als bei manueller Fahrt. Bis Fahrzeuge sich vollständig ohne den Fahrer als Rückfallebene, also autonom, von A nach B bewegen und dabei von Instanzen außerhalb des Fahrzeugs überwacht werden, wird noch viel Zeit vergehen. Bis dahin wird der Fah-

rer entweder permanent überwachen, wie es bei derzeitigen Stauassistenten der Fall ist, oder sich zumindest für die Übernahme der Fahraufgabe bereit halten müssen, falls die Automation ihre Systemgrenze erreicht oder aus anderen Gründen nicht mehr verfügbar ist. Die Fahraufgabe nach einer vorangegangenen längeren Zeit der automatisierten Fahrt unterscheidet sich hierbei deutlich von der bisher bekannten Fahraufgabe. Bewusstsein über die Situation muss erlangt, die Situation möglicherweise aus einem Zustand vollkommener Abwendung von der Fahraufgabe erfasst und korrekt eingeschätzt werden. Hinzu kommen Automationseffekte wie etwa der Verlust von Fahrfertigkeiten durch zunehmende Automatisierung, der vor allem in selten auftretenden oder komplexen Situationen, die einen hohen Grad an Training erfordern, relevant wird. So gibt es beispielsweise Anzeichen für einen negativen Einfluss von automatisierten Parkfunktionen auf die Fahrfertigkeit beim manuellen Einparken (Totzke et al., 2010). Die BAST benennt daher die Untersuchung der Mensch-Maschine-Interaktion und der Fahrer-aufmerksamkeit und Übernahme in kritischen Fahrsituationen als wichtigsten Forschungsbedarf im Bereich der automatisierten Fahrzeugführung (Gasser, 2013).

Ergonomie hochautomatisierter Fahrzeugführung

Vor allem die Übernahme der Fahrzeugführung von hochautomatisierten Fahrzeugen an Systemgrenzen stellt hierbei ergonomische Fragestellungen an die Wissenschaft. So wird etwa untersucht, wie lange Fahrer brauchen, um die Fahrzeugführung wieder zu übernehmen (vgl. Damböck, 2012; Petermann-Stock et al., 2013; Gold, 2013a). Dabei ist nicht nur die Übernahmezeit relevant, sondern auch wie gut und zuverlässig der Fahrer die Fahraufgabe nach solch einer Übernahme ausführt. Diese Quantifizierung der Qualität erfolgt etwa über Beschleunigungen oder Blickverhalten (z.B. Gold, 2013b). Hierbei gibt es eine Vielzahl von Einflüssen auf Übernahmezeit und -qualität wie die Komplexität der Situation, die Art der Aufgabe vor der Übernahme (Radlmayr, 2013), die Warnmodalität (Gold, 2014) oder die Trainiertheit im Umgang mit dem System (vgl. Luftfahrt: Haslbeck 2012). Für die technische Auslegung der Systeme sowie eine rechtliche Bewertung und Absicherung hochautomatisierter Fahrfunktionen ist die Kenntnis dieser Einflüsse von essentieller Bedeutung und damit der Einschätzung der BAST zuzustimmen.

Einen weiteren Einfluss auf die Übernahme und die Kommunikation zwischen Mensch und Fahrzeug bildet die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) - ein wichtiges Forschungsgebiet der Ergonomie. Seitens der Automation müssen dem Fahrer Systemzustände und Intenti-

onen transparent dargestellt werden um Automationseffekte zu vermeiden (z.B. Flemisch, Bengler, Bubb, Winner & Bruder 2014; Kienle, 2013, Bengler & Flemisch 2011). Der Fahrer muss seinerseits weiterhin die Möglichkeit der Einflussnahme auf das Systemverhalten behalten und eventuelle Absichten an die Automation übermitteln können, etwa durch Steuerung des Automatisierungsgrades mittels Anfassdruck an einem Stellteil (Damböck, 2010). Hierdurch wird eine Kooperation zwischen Mensch und Fahrzeug möglich, in der sich Fahrer und Automation die Fahraufgabe teilen (Shared Control) und sich somit synergetisch ergänzen. Dieses Prinzip fand im Projekt H-Mode Anwendung, bei welchem die Verbindung zwischen Reiter und Pferd auf die Interaktion von Fahrer und Fahrzeug übertragen wurde (Flemisch et al. 2014). Bei guter Gestaltung befähigt ein HMI automatisierter Fahrzeugführung auch zu Kooperation mit anderen Verkehrsteilnehmern, wie von Zimmermann (2012) im Rahmen des Projekts D3CoS untersucht wird.

Sowohl die Gestaltung der Systeme und deren Schnittstelle zum Fahrer, als auch die davon abhängige Diskussion in Presse und Gesellschaft begünstigen oder blockieren Entwicklungen und Entscheidungen zur hochautomatisierten Fahrzeugführung. Es ist demnach aus wissenschaftlicher Sicht lohnenswert diese Einflüsse auf Entscheidungsprozesse und gesellschaftliche Auswirkung aus Sicht der Ethik, Psychologie, Soziologie und in einem interdisziplinären Kontext zu betrachten. Dies passiert etwa an der Technischen Universität München in dem Projekt „Automation and Society - Highly Automated Driving“ (ASHAD; <http://www.lfe.mw.tum.de/projects/leap-lab-for-the-empirical-analysis-of-large-projects/>). Auch die Daimler und Benz Stiftung widmet sich in dem Projekt „Automatisiertes Fahren im Straßenverkehr der Zukunft: Projekt Villa Ladenburg“ (<https://www.daimler-benz-stiftung.de/cms/forschung/foerderprojekte.html>) dem Themenkomplex dieser sozialen, psychologischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Aspekte, welche bei der BAST, ebenso wie in ASHAD, dem Cluster Gesellschaftliche Aspekte zugeordnet sind. Dieser Cluster stellt damit, neben dem bereits erwähnten Cluster Mensch-Maschine-Interaktion einen weiteren wichtigen Forschungsbereich im Gebiet der Forschung zur automatisierten Fahrzeugführung dar.

Ausblick

Mit voranschreitender Automatisierung von Fahrfunktionen wird sich die Fahraufgabe auch weiterhin gravierend verändern. Für den Erfolg dieser Entwicklung im Individualverkehr sind nicht nur technische Fortschritte im Bereich der Sensorik, Informationsverarbeitung und Fahrzeugtechnik

relevant, sondern es entscheiden vor allem ergonomische, ethische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte darüber, in welcher Rollenverteilung und mit welchen Interaktionskonzepten wir in Zukunft fahren werden und wie weit sich Fahrer in Zukunft von der eigentlich primären Aufgabe der Fahrzeugführung abwenden dürfen.

Literatur

Bainbridge, L. (1983). Ironies of Automation. *Automatica*, 19(6), 775–779.

Bengler, K. & Flemisch, F. (2011). Von H-MODE zur kooperativen Fahrzeugführung – grundlegende ergonomische Fragestellungen. 5. Darmstädter Kolloquium – Zukunft der Fahrzeugführung. Kooperativ oder autonom.

Continental AG (2014) Continental und BMW Group entwickeln gemeinsam hochautomatisiertes Fahren für die Autobahn. Retrieved from: http://www.continental-corporation.com/www/presseportal_com_de/themen/pressemitteilungen/1_topics/pr_2013_02_26_bwm_de.html Last checked on 08.04.2014

Damböck, D., Farid, M., Tönert, L., & Bengler, K. (2012). Übernahmezeiten beim hochautomatisierten Fahren. 5. Tagung Fahrerassistenz, 5.

Damböck, D., Kienle, M., & Bengler, K. (2010). Die Zügel fest in der Hand halten - Automationsgradumschaltung durch Griffkraftmessung. In VDI-Kongress, Useware.

Flemisch, F. O., Bengler, K., Bubb, H., Winner, H., & Bruder, R. (2014). Towards cooperative guidance and control of highly automated vehicles: H-Mode and Conduct-by-Wire. *Ergonomics*, 57(3), 343–360. doi:10.1080/00140139.2013.869355

Gasser, T. (2013) Herausforderung automatischen Fahrens und Forschungsschwerpunkte. 6. Tagung Fahrerassistenzsysteme, München, 28.-29. November 2013.

Gold, C., Damböck, D., Lorenz, L., & Bengler, K. (2013a). „Take over!“ How long does it take to get the driver back into the loop? Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 57(1), 1938–1942. doi:10.1177/1541931213571433

Gold, C., Lorenz, L., Damböck, D., & Bengler, K. (2013). Partially Automated Driving as a Fallback Level of High Automation. 6. Tagung Fahrerassistenzsysteme, 28.-29. November, München, 6.

Gold, C., Lorenz, L., & Bengler, K. (2014). Influence of Automated Brake Application on Take-Over Situations in Highly Automated Driving Scenarios. Proceedings of FISITA World Automotive Congress, 2-6 June, Maastricht, The Netherlands, (In Print)

Haslbeck, A., Schubert, E., Gontar, P., & Bengler, K. (2012). The relationship between pilots' manual flying skills and their visual behavior: a flight simulator study using eye tracking. In S. Laundry,

G. Salvendy, & W. Karwowski (Eds.): *Advances in Human Factors and Ergonomics, Advances in Human Aspects of Aviation* (pp. 561–568). Boca Raton: CRC Press.

Kienle, M., Damböck, D., Bubb, H., & Bengler, K. (2013). The ergonomic value of a bidirectional haptic interface when driving a highly automated vehicle. *Cognition, technology & work*, 15(4), 475–482.

Maclean, A. (2014) Next Audi A8 to offer chauffeur mode. Retrieved from: <http://www.drive.com.au/motor-news/next-audi-a8-to-offer-chauffeur-mode-20140108-30gxx.html> Last checked on 08.04.2014

Milwaukee Sentinel (1926) 'Phantom Auto' will tour city. The Milwaukee Sentinel Page 4, 08. Dezember 1926.

Die nächste Generation dieser Forschungsfahrzeuge fährt heute automatisiert im Stadtverkehr, wie beispielsweise das Fahrzeug Leonie der TU Braunschweig (Nothdurft et al. 2011).

Statistisches Bundesamt (2013) Unfallentwicklung auf deutschen Straßen 2012. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2013

Petermann-Stock, I., Hackenberg, L., Muhr, T., & Mergl, C. (2013). Wie lange braucht der Fahrer?: Eine Analyse zu Übernahmezeiten aus verschiedenen Nebentätigkeiten während einer hochautomatisierten Staufahrt. In 6. Tagung Fahrerassistenzsysteme, München, 2013 .

Radlmayr, J. (2013). How varying traffic situations and secondary tasks affect the quality of the take-over process during highly automated driving. Master Thesis, Technische Universität München, München.

Totzke, I., Jessberger, S., Mühlbacher, D., Krüger, H. (2010) In Proceedings of European Conference on Human Centered Design for Intelligent Transport Systems (S. 123-132). Berlin.

VDI (2003) Menschliche Zuverlässigkeit Methoden zur quantitativen Bewertung menschlicher Zuverlässigkeit. VDI 4006. VDI Handbuch Technische Zuverlässigkeit, Februar 2003

Ziegler, J., Bender, P., Lategahn, H., Schreiber, T., Stiller, C. (2014) Kartengestütztes automatisiertes Fahren auf der Berta-Benz-Route von Mannheim nach Pforzheim. In 9. Workshop Fahrerassistenzsysteme, Walting im Altmühltal, 26.-28. März 2014

Zimmermann, Markus; Bengler, Klaus (2012): Bereichsübergreifende Methoden, Techniken und Tools für kooperative Mensch-Maschine-Systeme aus automobiler Multiagentensicht. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hg.): Gestaltung nachhaltiger Arbeitssysteme. 58. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. 58. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Kassel, 22.-24.02.2012. Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Dortmund: GfA Press, S. 279–282.

Elektromobilität am Lehrstuhl für Ergonomie

- EVA und visio.m, Optimierungen für effizienten Klimakomfort

Marius Janta, Paul Stuke

Über viele Jahrzehnte hat sich die Innenraumklimatisierung im Automobil weiterentwickelt und bietet heute Autofahrern und Passagieren ein großes Spektrum an Klimakomfortfunktionen. Von serienmäßiger Luftheizung und -kühlung, über mehrzonige Klimatisierung für jeden einzelnen Passagier, bis hin zu dezentralen Systemen in Sitz, Lenkrad oder Schaltknäuf. Im Rahmen der Elektromobilität ist nun ein Umdenken gefordert um einerseits den Energieverbrauch und damit die Reichweite des Autos nicht zu stark zu beeinflussen und andererseits die Behaglichkeit der Insassen nicht zu verschlechtern. Seit Anfang 2012 beschäftigt sich der Lehrstuhl für Ergonomie nun verstärkt mit dem Thema effiziente Innenraumklimatisierung durch lokale Anwendungen in Elektroautos.

visio.m

Im Verbundprojekt des Bundesforschungsministeriums visio.m (www.visionm-automobile.de) erforschen namhafte Unternehmen der deutschen Automobilindustrie zusammen mit Wissenschaftlern der TU München Möglichkeiten, wie kleine, effiziente Elektro-Fahrzeuge so sicher und preiswert gebaut werden können, dass sie einen nennenswerten Anteil am Massenmarkt erreichen. Das daraus abzuleitende visionäre Mobilitätskonzept soll ein Fahrzeug sein, das mit einer Leistung von 15 Kilowatt und einem maximalen Leergewicht von 400 Kilogramm (ohne Batterie) die Anforderungen der Zulassungsklasse L7e erfüllt.

Im Rahmen des Projekts nutzen die Verbundpartner die Basis des von der TU München entwickelten Elektrofahrzeugs MUTE, um Innovationen und neue Technologien für Fahrzeugsicherheit, Antrieb, Energiespeicher und Bedienkonzept auf ihre Umsetzbarkeit unter den Rahmenbedingungen der Großserienproduktion zu erforschen.



Abbildung 1: MUTE (links), visio.m (rechts)

Besonderes Augenmerk liegt dabei auf der sicherheitstechnischen Auslegung. Im visio.m-Fahrzeugkonzept soll trotz minimalem Gewicht ein Sicherheitsniveau realisiert werden, das dem Schutz in gängigen Autos mit Verbrennungsmotor ebenbürtig ist.

Als Mitglied der Arbeitsgruppe Interieur beschäftigt sich der Lehrstuhl für Ergonomie mit der Erforschung effizienter Innenraumklimatisierung. Entstehen soll ein Komfortmodell zu Vorgaben über die Art und Positionierung dezentraler und alternativer Kühl- und Heizelemente, die durch ihre lokale Anwendung und andere Funktionsweise, Energie sparen, aber dennoch den geforderten Komfort liefern.

visio.m selbst beinhaltet Technologien zur lokalen Klimatisierung in Gestalt von thermoelektrischen Elementen im Sitz, Peltiertechnologie zur Gewichtsreduktion, einem separaten Bioethanolheizer, effiziente Wärmerückgewinnung an Bremsen zur geringeren Reichweitenbelastung und umfangreiche Aktorik und Sensorik zur intelligenten Regelung. Ermöglicht werden vier Beheizungsmodi (Bioethanolheizung, HVAC Peltier, Sitzpeltier, Heizen durch Wärmerückgewinnung), zwei Kühlungsmodi (Sitzpeltier, HVAC- Peltier) und zwei Vorkonditionierungsmodi (HVAC,- Peltier, Bioethanolheizung), die durch effiziente Auslegung und lokale Anwendungen die Reichweite weniger beeinflussen soll.

Erste Untersuchungen haben folgendes gezeigt:

- Lokales Heizen durch den Sitz kann zu einer signifikanten Diskomfortreduktion bei Temperaturen bis zu 4°C führen (Harslem, 2014).
- Im Heizfall sind die Peripherie (Hände und Füße) und im Kühlfall der Körperkern (Rumpf und Kopf) Stellen, die dominierenden Einfluss auf den Klimakomfort haben können.
- Der natürliche Temperaturgradient des Systems „Mensch“ rechtfertigt die Umstellung auf lokale Klimatechnologien.

EVA

Das Kooperationsprogramm TUM CREATE, Singapur wird von der Technischen Universität München und der Nanyang Technological University betrieben und beschäftigt sich mit den Herausforderungen urbaner Elektromobilität von der Zellchemie bis zur Infrastruktur. Ein Teilprojekt ist das Elektroauto EVA, ein fahrbarer Prototyp, der für den Taxibetrieb in tropischen Großstädten entwickelt wurde. Das Kernteam, bestehend aus rund 20 Ingenieuren, Designern und Wissenschaftlern, präsentierte das Fahrzeug im November 2013 auf der Tokyo Motor Show. Hauptmerkmale des Fahrzeuges ist das Ultra-Schnell-Laden der Batterie auf 200km Reichweite (in dynamischem Stadtverkehr) in unter 15 Minuten, Leichtbau durch eine Vollcarbon-Struktur und eine personalisierte, komfortbasierte Innenraumklimatisierung.



Abbildung 2: EVA

Aufgrund des extremen Klimas in Singapur und anderer tropischer Großstädte liegt das Augenmerk hauptsächlich auf dem Kühlbetrieb. Temperaturen von bis zu 34°C und Luftfeuchtigkeiten von meist über 80% erfordern großen Energieeinsatz zur Kühlung und Entfeuchtung. Der Verbrauch der Klimaanlage wird reduziert durch zonalen, personalisierten Betrieb je nach Passagieranzahl. Jede Zone verfügt über körpernahe Überkopfbelüftung mit großflächigen, zugfreien Ausströmern sowie belüfteten Sitzen, die das Mikroklima an den Kontaktflächen angenehm hält. Die Regelungslogik der Klimaanlage berechnet die optimalen Einstellungen anhand Passagieranzahl und Umgebungsbedingungen. Das Anzeige-Bedien-Konzept der Klimaanlage ist stark reduziert und bietet Veränderungen nur in einem definierten Komfortbereich.

Erkenntnisse zur Optimierung

Der Vergleich konventioneller, konvektiver Klimatisierung mit anderen Möglichkeiten der Wärmeübertragung über Konduktion und Strahlung, lässt per se schon Unterschiede bezüglich des Energieverbrauchs zu (Imanari et al., 1999; Lustbader, 2005). Dennoch sind nicht alle Prinzipien in heutigen Automobilen technisch umgesetzt. Der Überblick in Abbildung 1 zeigt weiteres Entwicklungspotential bezüglich strahlender Elemente.

| Konvektion | Konduktion | Radiation |
|---|---|--|
| | | |
| ① Frontalausströmer ② Überkopfauslass ③ Sitzbe-/entlüftung ④ Fußraumauslass ⑤ Defrost | ① Sitzlehne ② Sitzfläche ③ Lenkrad | ① Kopfbereich ② Torso/Oberschenkel ③ Fußraum |
| Zentrale Klimaanlage, Peltier-Elemente, Lüfter, Heizelemente, ... | Heizmatten/-drähte elektrisch, Fluidmatten, ... | IR-Lampen, IR-Matten, ... |

Abbildung 3: Überblick über existierende (rot) und mögliche lokale Klimatisierungssysteme und deren technischer Umsetzung.

Daher sollen diese Konzepte hinsichtlich ihrer Nutzerakzeptanz und Diskomfort untersucht werden; auch um zusätzlich neue lokale Modellierungsansätze zu verfolgen. Etablierte Komfortmodelle (Fanger, 1972; Nevins et al. 1966, McNall et al. 1967) berücksichtigen lokale Phänomene nur unzureichend. Lokalen Ansätzen (Fiala, 1998; Zhang, 2002) mangelt es wiederum an Erkenntnissen zu den Interkorrelationen lokaler und globaler Wahrnehmung, die für eine effiziente Innenraumauslegung notwendig sind, der Unterscheidung zwischen Konvektion, Konduktion und Strahlung, sowie externer Validität. Da sich Ablenkung durchaus auf das Komfortempfinden auswirken kann, müssen Komfortdaten in kontrollierten Umgebungen inklusive einer Fahrsimulation erhoben werden. In Voruntersuchungen wurde bestätigt, dass globale Komfortverbesserungen durch lokale Applikationen möglich sind (Janta et al., 2014), die Ablenkung einen Einfluss auf die Diskomfortbewertung haben kann (McCaul & Haugtvedt, 1982; Miron et al., 1989) und das Klimatisieren des gesamten Fahrgastraumes nicht zwingend notwendig ist (Harslem, 2014).

Weitere Optimierungsansätze

Verbesserung der Klimaergonomie der Sitze

Der Sitz stellt die größte Kontaktfläche mit den Passagieren dar und ist somit ein essentieller Faktor bezüglich Klimakomfort. Sitzheizung und -kühlung sind mittlerweile etablierte Technologien, jedoch könnte die Optimierung der Textilien noch weiter zu effizientem Komfort beitragen. Die Interaktion zwischen dem Sitzmaterial und der Bekleidung der Insassen kann schnell zu einem unangenehmen Mikroklima führen. Funktionstextilien aus dem Sport erfüllen dort schon sehr gut mikroklimatisierende Eigenschaften (Huber, 2003, 2008). Der Transfer zur Optimierung des Komforts der Mensch-Sitz Interaktion wäre ein möglicher Ansatz.

Thermodynamische Optimierung des Innenraumes

Neben Sitzmaterialien spielen auch die verwendeten Materialien des Fahrzeuginnenraumes eine wichtige Rolle bei der thermischen Auslegung. Durch ihre Wärmespeicherkapazität bzw. ihren Wärmedurchgang können sie entscheidend zur Aufrechterhaltung eines konstanten Klimas beitragen. Aufgrund lokaler Klimatisierungssysteme müssten sich hier Gedanken zur Optimierung gemacht werden.

Optimierung Luftführung

Unter der Annahme, neue Klimasysteme würden konventionelle konvektive Systeme teilweise ersetzen und lokale Klimatisierung bedeutet gleichbleibenden Komfort, könnte man die existierende Luftführung wesentlich kleiner dimensionieren und mehr Bauraum für neue Technologien ermöglichen, bzw. noch mehr Gewicht einsparen.

Ergonomische Optimierung der Fahrerinformation

Durch das Fahrverhalten hat der Fahrer großen Einfluss auf die Reichweite des Elektroautos. Aber auch sein Klimatisierungsverhalten kann diese stark beeinflussen. Optimierte Anzeige- und Informationskonzepte könnten hier zu effizienterer Nutzung der Klimatisierung beitragen. Wichtig ist hier der vom Fahrer akzeptierte trade-off zwischen Reichweite und Diskomfort, dass heißt welchen Diskomfort der Passagier bereit ist einzugehen, um eine Strecke x zu fahren. Siehe auch Artikel Seite 4.

Literatur

Bender, S., et al. Concept of an electric Taxi. CoFAT 2014. München

Fanger, P.O., Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering, New York: McGraw-Hill, 1972.

Harslem S. (2014): Effizientes Klimatisieren durch lokale Anwendungen im Elektroauto. Bachelorarbeit, Technische Universität München, unpublished.

Huber, S. (2008). Einfluss von Material und Gestaltung der körpernahen Bekleidungsschicht auf ausgewählte Leistungsparameter bei sportlichen Aktivitäten, Dissertation an der Technischen Universität München, Fakultät Sportwissenschaft.

Huber, S. (2003). Eine Untersuchung zum Einfluss von Atmungsaktivität von funktioneller, winddichter Sportbekleidung auf ausgewählte physische Leistungsparameter und den Tragekomfort im Zusammenhang mit körperlicher Aktivität. Diplomarbeit an der Fakultät für Sportwissenschaft der Technischen Universität München.

Imanari T., Toshiaki O., Kazuaki B. (1999): Thermal comfort and energy consumption of the radiant ceiling panel system. Comparison with the conventional all-air system, Energy and Buildings, pp. 167-175.

Janta M., Bengler K., Senner V. (2014): Komfort durch lokale Klimatisierung in Elektroautos, GfA Frühjahrskongress 2014, München, pp.398-400.

Lustbader J.A. (1999): Evaluation of Advanced Automotive Seats to Improve Thermal Comfort and Fuel Economy, Presented at the Vehicle Thermal Management Systems Conference and Exhibition, May 2005, Toronto, Canada.

Mc Caul K.D. & Haugvedt C.(1982): Attention distraction, and cold pressor pain. Journal of Personality and Social Psychology, 43 (1), 154-62.

McNall, Jr; P.E., Jaax; J., Rohles, F. H.; Nevins, R. G.; Springer, W. (1967). Thermal comfort (and thermally neutral) conditions for three levels of activity. ASHRAE Transactions, 73.

Miron D., Duncan G.H. & Bushnell M.C. (1989): Effects of attention on the intensity and unpleasantness of thermal pain.

Nevins, R.G.; Rohles, F. H.; Springer, W.; Feyerherm, A. M. (1966). A temperature-humidity chart for thermal comfort of seated persons. ASHRAE Transactions, 72(1), 283-295.

Stuke, P., Bengler, K. New approach on vehicle interior cooling to increase comfort and reduce energy consumption. CoFAT 2014. München

Einsatz moderner gestenbasierter Touch-Interaktion in Industrie und Haustechnik

Forschungsprojekt GE³STIK

Jurek Breuninger

Der Lehrstuhl für Ergonomie arbeitete 2011 bis 2013 gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Automatisierungstechnik und Informationssysteme im Auftrag des bayerischen Verbandes der Metall- und Elektroindustrie (bayme vbm) im Forschungsprojekt GE³STIK – Gestaltungsempfehlungen für einen ergonomischen Entwurf und flexible Systemarchitekturen von Touch-Interaktionskonzepten. In diesem Projekt wurden in Zusammenarbeit mit Industriepartnern aus dem Verband Anwendungsszenarien für Touchscreen-Interaktion in den Bereichen Anlagensteuerung und -wartung sowie Hausgeräte und -technik identifiziert und Untersuchungen bestehender und möglicher Touch-Interaktionskonzepte durchgeführt.



Motivation

Touchscreens werden seit langem in Kiosksystemen, Computerlernsystemen und Geldautomaten eingesetzt. Auch in der Maschinenbedienung industrieller Anlagen sind Touchscreens aufgrund ihrer Flexibilität schon seit vielen Jahren Stand der Technik. Sie haben sich als ähnlich präzises und effizientes Eingabemedium wie die Maus- und Tastatur-Steuerung bewährt (Sears & Shneiderman, 1989). Aufgrund der Verkleinerung der Technologie finden sie heute auch in Desktop- und Laptop-PCs, Point-Of-Sale-Systemen, Mobiltelefonen, Navigationssystemen und Tablet-PCs Verwendung. Vor allem bei Anwendungen, die aufgrund der geringen Größe und der Vielzahl der Funktionen kaum Möglichkeiten für klassische mechanische Stellteile für die Interaktion lassen, gelten sie als probates Mittel für geeignete Bedienkonzepte. Besonders Mobiltelefone mit hoher Funktionalität (Smartphones) setzen fast ausschließlich auf Touch-Interfaces.

Durch den anhaltenden Erfolg der Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik, vor allem des

iPhones™ und des iPads™ der Firma Apple, gibt es einen großen Benutzerkreis, der mit Touchscreens vertraut ist. Auch haben sich einige der für Touchscreens entwickelten Bedienkonzepte herstellerübergreifend etabliert und werden von den Benutzern außerordentlich gut akzeptiert.

Die einfache, direkte Manipulation (Shneiderman, 1983) und die Flexibilität von software-gesteuerten Touch-Bedienkonzepten macht sie auch für andere Einsatzfelder als die oben genannten interessant. Beim Einsatz in vielen anderen Domänen (z.B. Maschinen- und Anlagenbau, Prozessindustrie) wird die Touchscreen-Hardware aber oft nur für virtuelle Bedienelemente, meist Schalter, genutzt. Das heißt, die bisher als mechanische Stellteile vorhandenen Bedienelemente wurden so gut wie möglich eins zu eins in ähnlich aussehende und funktionierende Software-Bedienelemente auf einer Touchscreen-Oberfläche gewandelt. So bleibt für den Benutzer der Aufwand für die Umgewöhnung sehr gering, man gewinnt aber die Vorteile software-basierter Steuerungen wie einfache Anpassbarkeit und Austauschbarkeit.

Mit Touch-Interaktion lassen sich jedoch viel weitergehende Veränderungen und Verbesserungen erreichen. Neuartige Bedienkonzepte nutzen Touch-Gestik, Handschrifterkennung und vielfältige Möglichkeiten der grafischen Gestaltung wie hochauflösende Bilddarstellung, Animationen, und dreidimensionale Darstellung. Diese Mittel ermöglichen hochwertige ergonomische Interaktion mit gutem Aufforderungscharakter, eingängigen Bedienmetaphern und guter Rückmeldung. Der Entwurf guter ergonomischer Bedienkonzepte auf Basis von Touchscreens ist allerdings herausfordernd und bedarf guter Kenntnis der Aufgabe, der Nutzer und der Einsatzszenarien.

In neuen Anwendungsdomänen für Touch-Interaktion gelten auch andere Prämissen für den ergonomischen Entwurf der Bedienkonzepte als im Kommunikationsbereich und im Infotainment. Zu diesen Einflussfaktoren gehören z.B. der Abstand des Benutzers vom Bedienelement, Lage der Bedienelemente bzw. des ganzen Steuergerätes im Raum, mechanische Einflüsse, Lärm, Bedienung als Sekundär- oder Tertiäraufgabe statt Primäraufgabe, Wechsel zwischen stationärer und mobiler Benutzung (Breuninger et al., 2012). Auch die Tatsache, dass die Interaktion oft weitreichendere Folgen als bei Kommunikation und Unterhaltung hat, steigert die Anforderungen an die Benutzerschnittstelle. Bragdon et al. (2011) haben bereits in

Versuchen gezeigt, dass unter solchen Bedingungen Touch-Gestensteuerung ähnlich gut wie die etablierten Soft-Keys genutzt werden können und Bedienung ohne Blickzuwendung zulassen. Auch subjektive Kriterien, wie die Nutzerzufriedenheit und das positive Nutzererleben, können sich als wünschenswerte Eigenschaften herausstellen, wenn dadurch die Gesamtproduktivität nicht leidet oder gar gesteigert werden kann (Bengler 2010). Außerdem müssen neuartige Ein- und Ausgabegeräte in die bestehende Systemarchitektur integriert werden. Deshalb muss möglichst früh die Systemarchitektur und ihre Schnittstellen als Ganzes betrachtet werden, um Anpassungen wirtschaftlich und langfristig zu ermöglichen.

Da es sich bei Touchscreens um software-basierte Eingabegeräte handelt, gelten für sie die Anforderungen, die in der Norm EN ISO 9241 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion festgelegt sind. In Teil 11 dieser Norm (DIN Deutsches Institut für Normung e. V., 1999) werden die drei wichtigsten Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit definiert:

- Effektivität bei der Aufgabenlösung
- Effizienz bei der Anwendung
- Zufriedenheit der Nutzer.

Diese Anforderungen müssen immer in Abhängigkeit vom Nutzungskontext untersucht werden. Deshalb betrachtet die Ergonomie auch das Zusammenspiel von Nutzer, Aufgabe und Nutzungskontext, um die Qualität eines Produktes und seiner Interaktionsmöglichkeiten zu bewerten.

Projekthinhalt

Im Rahmen des Projektes GE³STIK untersuchten der Lehrstuhl für Ergonomie (LfE) und der Lehrstuhl für Automatisierungstechnik und Informationssysteme (AIS) moderne Interaktionskonzepte mit Touch-Technologie in den Anwendungsfeldern Maschinensteuerung und -wartung sowie Haus- und Hausgerätetechnik. Dabei sollten folgende wissenschaftliche Fragestellungen adressiert werden, die bisher noch kaum untersucht wurden. Diese kommen vor allem aus dem Bereich der Ergonomie:

- Eignen sich in der Kommunikations- und Unterhaltungselektronik etablierte Touch-Bedienkonzepte ebenso gut für andere Anwendungsdomänen?
- Welche Einflussfaktoren in anderen Anwendungsdomänen beeinflussen den ergonomisch sinnvollen Einsatz von Touch-Bedienung?

- Wie sind innovative Touch-Bedienkonzepte so zu gestalten, dass sie die effiziente Aufgabenbewältigung begünstigen und positives Nutzererleben hervorrufen?
- Wie können Touch-Bedienkonzepte in die bestehenden Systemarchitekturen anderer Anwendungsdomänen integriert werden?

Das Ziel des Projektes waren fundierte wissenschaftliche Erkenntnisse über die Anwendbarkeit und Akzeptanz von innovativen Touch-Steuerungen zur Anlagensteuerung und -wartung sowie in der Haus- und Hausgerätetechnik. Dazu wurden mit der Hilfe von Industriepartnern aus dem Mittelstand exemplarisch geeignete Anwendungsfälle aus den genannten Domänen ausgewählt. Diese wurden dann einer ausführlichen Aufgaben-, Nutzer- und Systemanalyse unterzogen. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurden mehrere Touch-Bedienkonzepte implementiert und dann in Benutzerstudien untersucht.

Folgende Industriepartner waren am Projekt beteiligt:

- emz-Hanauer GmbH & Co. KGaA
- BHS-Corrugated Maschinen- und Anlagenbau GmbH
- INTER CONTROL Hermann Köhler Elektrik GmbH & Co. KG
- BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH
- Diehl AKO Stiftung & Co. KG

Im Rahmen von Aufgaben-, Nutzer- und Systemanalysen bei diesen Partnern wurden die wichtigsten Einsatzgebiete von Touch-Interaktion identifiziert und entsprechende Fragestellungen abgeleitet. Die am häufigsten genannten Interaktionsarten waren Werteeingabe, Kontextwechsel, Menünavigation und Listen-/Tabellendurchlauf. Für diese und weitere Interaktionsherausforderungen wurden bekannte und neuartige Touch-Bedienkonzepte entworfen und implementiert. In Laborversuchen wurden dann Vor- und Nachteile aller Interaktionskonzepte durch Probandenstudien identifiziert. Dazu wurden objektive Daten wie die Zeit für die Aufgabenerfüllung sowie Fehleraten gemessen. Außerdem wurde die Interaktion der Probanden auf Video aufgezeichnet, was weitere Aufschlüsse über Verständnis, Fehlerquellen, besondere Eigenheiten der Probanden oder die Hand-Arm-Stellung liefern kann. Die subjektive Einstellung der Probanden zu allen Interaktionsvarianten wurde mit standardisierten und zusätzlich aufgabenbezogenen Fragebögen erfasst. Aus diesen Informationen lassen sich Empfehlungen bezüglich Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit der Benutzer mit den verwendeten Varianten für

die durchgeführten Aufgaben machen. Die Aufgaben wurden so ausgelegt, dass eine gute Übertragbarkeit auf verschiedene Einsatzszenarien gegeben ist.



Abbildung 1: Versuchsaufbau im Usability Labor des Lehrstuhls.

Ergebnisse

Als Beispiel für die durchgeführten Studien werden hier kurz einige Ergebnisse zur Navigation in Listen vorgestellt (siehe auch Breuninger et al., 2013): Das Scrollen in Listen ist eine häufige Interaktionsart auf Touchscreens. Im Bereich der Kommunikations- und Unterhaltungselektronik hat sich die direkte Manipulation der Liste mit einer virtuellen Physik durchgesetzt. Das bedeutet, dass der Nutzer durch „Anpacken“ eines Listenelementes mit dem Finger und vertikale Bewegung ohne den Finger abzusetzen die Liste in die entsprechende Richtung zieht. Die Liste besitzt Trägheit und bewegt sich weiter, wenn der Finger in der Bewegung vom Touchscreen abgelöst wird. Durch eine virtuelle Dämpfung verringert sich ihre Geschwindigkeit dabei aber kontinuierlich bis zum Stopp. Dieses Verhalten könnte eine potentielle Quelle für Fehler und langsame Bedienzeiten sein, da Nutzer durch zu schnelles in Bewegung Setzen der Liste

über das gewünschte Ziel hinausschießen und so weitere unnötige Interaktionsschritte benötigen können, um zum Ziel zu gelangen. Auch kann es durch hektisches Anhalten der Bewegung oder Antippen des bewegten Zieles zur Auswahl des falschen Elementes kommen. Aus diesen Gründen wurde der Einsatz dieses Interaktionskonzeptes in Umgebungen mit hohen Anforderungen an Bedieneffizienz und -sicherheit bisher von einigen kritisch gesehen. In technischen Anlagen werden deshalb oft konservativere Bedienkonzepte für den Listendurchlauf gewählt, z.B. das seitenweise Blättern mittels Pfeiltasten. Mit diesem Konzept werden weniger Bedienfehler erwartet, allerdings könnte sich vor allem bei längeren Listen ein Nachteil in der Bediengeschwindigkeit ergeben.



Abbildung 2: Die Bedienvarianten „Pfeiltasten“ und „direkte Manipulation mit Indexleiste“

Im Rahmen eines Probandenversuches am LfE wurden sieben unterschiedliche Bedienkonzepte zum Durchlaufen von alphabetisch geordneten Listen auf Touchscreens untersucht:

- Scrollbar
- Seitenweises Blättern mit virtuellen Pfeiltasten
- Seitenweises Blättern mit direkter Manipulation
- Direkte Manipulation der Liste mit virtueller Physik
- Direkte Manipulation der Liste ohne virtuelle Physik
- Direkte Manipulation der Liste mit virtueller Physik und alphabetischer Index-Leiste
- Direkte Manipulation der Liste ohne virtuelle Physik, mit alphabetischer Index-Leiste

Probanden mussten mit jeder dieser Varianten mehrmals vorgegebene Elemente in Listen auswählen. Es kamen kurze (2x Bildschirmhöhe),

mittlere (5x Bildschirmhöhe) und lange Listen (20x Bildschirmhöhe) vor. Zuvor wurde jeweils in einer kurzen Eingewöhnungsphase die Funktionsweise durch den Probanden vorhergesagt und erlernt. Reihenfolge der Bedienvariante und der Listenlängen waren randomisiert. Es nahmen 32 Probanden an der Studie teil (25 m, 7 w, 20–65 Jahre, Durchschnitt 32,3; Standardabweichung 13,71).

Die Studie zeigt, dass sich die Eingabegeschwindigkeit mit den Varianten bei kurzen Listen nicht unterscheidet. Bei mittleren Listen sind die beiden Varianten mit alphabetischer Indexleiste schneller als die übrigen. Bei langen Listen zeigt sich dies ebenfalls, zusätzlich sind seitenweises Blättern mit direkter Manipulation und direkte Manipulation ohne virtuelle Physik signifikant langsamer als alle übrigen Varianten.

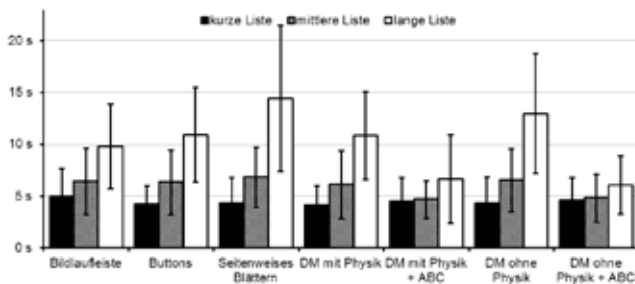


Abbildung 3: Bedienzeit (Fehlerindikator: Standardabweichung)

Das Problem des „über-das-Ziel-Hinausschießens“ zeigt sich bei mittleren Listen bei direkter Manipulation ohne virtuelle Physik seltener als bei den anderen Varianten. Bei langen Listen gilt dies zusätzlich für die Varianten mit alphabetischer Indexleiste. Die Scrollbar zeigt dies hier deutlich häufiger als alle anderen Varianten.

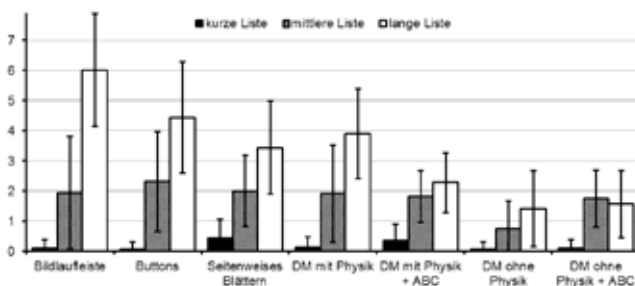


Abbildung 4: Häufigkeit des Über-das-Ziel-Hinausschießens (bei 10 Auswahlaufgaben; Fehlerindikator: Standardabweichung)

Zur Auswahl des falschen Elementes kommt es bei allen Varianten bei kurzen und mittleren Listen gleich selten. Bei langen Listen zeigt sich, dass dies bei der Scrollbar, den Pfeiltasten und direkter Manipulation mit virtueller und Indexleiste seltener vorkommt als bei seitenweisem Blättern mit direkter Manipulation und direkter Manipulation ohne virtuelle Physik.

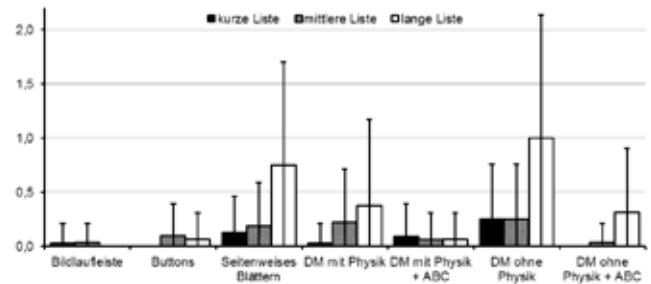


Abbildung 5: Häufigkeit der Auswahl des falschen Elementes (bei 10 Auswahlvorgängen; Fehlerindikator: Standardabweichung)

Die subjektive Bewertung der Nutzer über die Eignung für verschiedene Listenlängen, sowie in den Kategorien system usefulness und overall satisfaction im PSSUQ (Lewis, 1991) zeigen eine klare Reihenfolge in der Präferenz (siehe Abbildung 6).

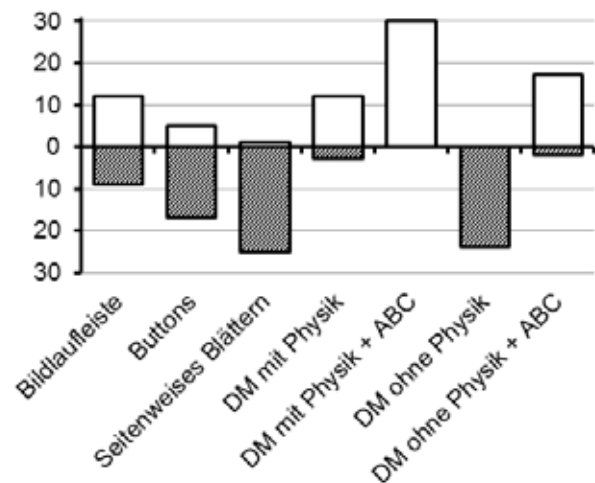


Abbildung 6: Präferenz der Probanden für die Nutzung im Alltag (Anzahl Nennungen)

Die Studie zeigt, dass es signifikante Unterschiede bei der Eingabegeschwindigkeit, der Fehlerrate und der Nutzerbewertung zwischen den Bedienvarianten gibt. Das Über-das-Ziel-Hinausschießen bei mittleren und langen Listen kommt bei allen Varianten vor, jedoch seltener mit direkter Manipulation ohne virtuelle Physik. Aber gerade diese Variante hat eine höhere Fehlerrate als die übrigen, was den Vorteil wieder ausgleicht. In Anwendungsdomänen, in denen Effizienz und Fehlerrate wichtig sind, sollte direkte Manipulation ohne virtuelle Physik nicht für den Listendurchlauf eingesetzt werden. Direkte Manipulation mit virtueller Physik und Indexleiste zeigt gute Eigenschaften und wird von den Nutzern bevorzugt. Sie eignet sich damit auch für die industrielle Anwendung. Falls die technischen Randbedingungen keine direkte Manipulation mit flüssiger Animation erlauben, kann auch guten Gewissens seitenweises Blättern mit Pfeiltasten eingesetzt werden. Dies ist zwar langsamer, zeigt aber eine sehr niedrige Fehlerrate.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse des Projektes umfassen Daten über die ergonomische Qualität verschiedener Touch-Bedienkonzepte im Steuerungs- und Wartungskontext. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden in einem Leitfaden mit Gestaltungs- und Architekturempfehlungen zusammengefasst, der einen ergonomischen Entwurf unterstützt und es den Entwicklern ermöglicht, bei Bedienkonzeptentwürfen auf aktuelle Forschungsergebnisse zurückzugreifen. Dieser Leitfaden ist Mitgliedern des bayme vbm zugänglich. Außerdem wurden für die beiden Domänen Demonstratoren entwickelt, die die Implementierung einiger Bedienkonzepte und eine modulare Software-Architektur zur Integration der Bedienkonzepte in bestehende Systeme veranschaulichen sollen. Der erste Demonstrator wurde vom Lehrstuhl AIS entwickelt und ermöglicht eine Ansteuerung der dort vorhandenen Demonstratoranlage für ein hybrides Prozessmodell. Es handelt sich um einen stationären Touchscreen mit 23 Zoll Bildschirmdiagonale. Seine Anbindung an die Demonstratoranlage am AIS erfolgt mittels der modularen Software-Architektur, die vom AIS im Rahmen des Projektes entwickelt wurde. Die Bedienschnittstelle setzt einige der Empfehlungen aus dem entstandenen Leitfaden um und wurde in Zusammenarbeit mit dem LfE entwickelt. Der zweite Demonstrator wurde am LfE als prototypische Umsetzung einer App für die Steuerung diverser Hausgeräte in einem Smart Home umgesetzt. Sie eignet sich für Tablet-Computer ab sieben Zoll Bildschirmdiagonale. Hier kommen mehrere Bedienkonzepte zum Einsatz, die sich in den Versuchen als geeignet für Zustandswechsel, Funktionsauswahl und Eingabe numerischer Werte bewährt haben. Der Demonstrator verzichtet auf eine Anbindung an reale technische Systeme.

Literatur

Bengler, K. (2010), Nachhaltige Effizienzsteigerung durch höhere Integration des Nutzers, In: 56. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft GfA „Neue Arbeits- und Lebenswelten gestalten“, S. 269-272, GfA-Press, Dortmund

Bragdon, A., Nelson, E., Li, Y. & Hinckley, K. (2011), Experimental Analysis of Touch-Screen Gesture Designs in Mobile Environments, In: Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems (CHI ,11). ACM, New York, NY, USA, 403-412.

Breuninger, J., Popova-Dlugosch, S. & Bengler, K. (2012), Einsatz von modernen innovativen Touch-Interaktionskonzepten in Produktivsystemen. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hg.): Gestaltung nachhaltiger Arbeitssysteme. 58. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Kassel, 22.-24.02.2012. Dortmund, GfA Press, 261-264.

Breuninger, J., Popova-Dlugosch, S., Bengler, K. (2013), The Safest Way to Scroll a List: A Usability Study Comparing Different Ways of Scrolling Through Lists on Touch Screen Devices, In: Analysis, Design, and Evaluation of Human-Machine Systems, Volume 12 Part 1, 44-51

DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (1999), DIN EN ISO 9241-11 Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten - Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit.

Lewis, J.R. (1991). User satisfaction questionnaires for usability studies: 1991 manual of directions for the ASQ and PSSUQ. Tech. Rep. No. 54.609. International Business Machines Corporation, Boca Raton

Sears, A., Shneiderman, B. (1989), High Precision Touchscreens: Design Strategies and Comparisons with a Mouse, In: International Journal of Man-Machine Studies, (1991) 34, 4, 593-613

Shneiderman, B. (1983), Direct Manipulation. A Step Beyond Programming Languages. IEEE Transactions on Computers 16 (8): 57-69

Motivierende Lernumgebungen in Schule und Studium

Ralf Kassirra, Carmen Aringer

Zielsetzung und Ausblick

Seit 2013 beschäftigt sich eine Gruppe von Mitarbeiter/innen am Lehrstuhl für Ergonomie mit der motivierenden Gestaltung von Lernumgebungen. Im Fokus stehen dabei Lernumgebungen in Schule, Studium und Weiterbildung. Motivation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Erbringung von Leistung und hat damit einen konkreten Bezug zur Ergonomie. Schmidtke (1993, S.112) weist in seinem Modell zur menschlichen Leistung auf zwei Aspekte von Motivation hin: zum einen die Motivation, die im Individuum verankert ist, zum anderen aber auch entsprechende organisationale Rahmenbedingungen, durch die Motivation unterstützt und aufrechterhalten werden kann (ebd.). Dies kann im Kontext der Schule beispielsweise die Gestaltung von Aufgabenstellungen von Lehrern für Schüler im Unterricht betreffen. Wie können Handlungsanweisungen so gestaltet werden, dass sie Schüler/innen zur Beschäftigung mit einem Thema anregen? Wie muss Lehre im Studium organisiert und durchgeführt werden um Studierende dazu zu motivieren sich auch längerfristig mit einem Thema auseinanderzusetzen? Die gewonnenen Erkenntnisse tragen dazu bei, Lernumgebungen so zu gestalten, dass Menschen erwünschte Lernhandlungen auswählen, initiieren und/oder fortführen (vgl. Mook 1996, S.4). Die Motivationsforschung bietet vielfältige Ansatzpunkte für eine Herangehensweise, die im Folgenden kurz skizziert werden.

Motivationsmodelle

Motivation wird allgemein als „die aktivierende Ausrichtung des momentanen Lebensvollzuges auf einen positiv bewerteten Zielzustand“ definiert (Rheinberg 2004, S.2). Ein Mensch gilt dann als motiviert, wenn er bei seinem Tun ein definiertes für ihn reizvolles Ziel vor Augen hat, nach dessen Erreichung er strebt bzw. zu streben bereit ist. Dieses Grundmuster vereint sämtliche Motivationstheorien. Eine weitere Gemeinsamkeit sämtlicher Modelle besteht in der Annahme, dass in der Person bestimmte Eigenschaften, d.h. bestimmte Motive oder individuelle Interessen, relativ stabil verankert sind. Diese können in einer Situation als Anreize zum Aufbau von Handlungsbereitschaft führen.

Die theoretischen Grundlagen der Forschung am Lehrstuhl für Ergonomie bildet die pädagogisch-psychologische Interessentheorie, die gut gesicherte und umfangreiche Forschungen zu Interesse und Lernmotivation (schwerpunktmäßig im Bereich der Schulforschung) liefert sowie die The-

orie des „Job-Characteristic-Model“ (Hackman & Oldham 1975) und die Selbstbestimmungstheorie der Motivation (Deci & Ryan 1985, 1993).

Die pädagogisch - psychologische Interessentheorie stellt einen Gegenentwurf zu gängigen Motivationstheorien dar. Sie konzentriert sich weniger auf angestrebte Zustände, die im Individuum liegen (Leistungsmotiv, Machtmotiv etc.), sondern konzentriert sich auf Gegenstandsfelder, die Personen bevorzugen (vgl. Rheinberg & Vollmeyer 2012, S. 151). Dieser Blick auf Motivation ermöglicht es, Lernumgebungen beispielsweise im Studium nach motivierenden Kriterien zu gestalten. Als Gegenstände werden dabei „Sachverhalte in der Lebenswelt eines Menschen [bezeichnet], über die Wissen erworben und ausgetauscht werden kann.“ (Krapp 1992a, S. 305).

Interesse wird dabei in zwei große Bereiche unterschieden. Zum einen kann Interesse als relativ stabiles und längerfristiges Merkmal einer Person angesehen werden und sich in einer stabilen Vorliebe für einen Gegenstand oder ein Sachgebiet ausdrücken (bspw. in einem Interesse für klassische Musik). In diesem Fall spricht man von individuellem (oder persönlichem) Interesse (vgl. Krapp 1992b, S. 11f.). Davon unterscheidet sich das situationale Interesse, das „einen einmaligen, situationsspezifischen, motivationalen Zustand, der aus den besonderen Anreizbedingungen einer Lernsituation (Interessantheit) resultiert [beschreibt].“ (Krapp 1992b, S.12), dies kann bspw. eine Episode im Verlauf einer Vorlesung sein, die das Interesse der Studierenden weckt. Forschungen zu diesem Bereich befassen sich häufig mit Fragen nach dem Design und der Aufbereitung von Lernumgebungen und Lernmaterialien, um eine günstige Lernmotivation zu erzeugen. Oft ist dieser Bereich unter dem Stichwort der Interessantheit (situationales Interesse) repräsentiert. Unter bestimmten Bedingungen kann sich dieses situationale Interesse mit der Zeit zu einem individuellen Interesse entwickeln, wenn beispielsweise häufiger positive Erfahrungen bei der Beschäftigung mit einem Gegenstand bzw. Themengebiet auftreten (vgl. Daniels 2008, S.21). Interesse beinhaltet zusätzlich emotionale sowie wertbezogene Aspekte. Emotionale Aspekte führen dazu, dass eine Beschäftigung mit einem interessanten Thema mit Spaß und positiven Gefühlen verbunden wird, die wertbezogene Valenz trägt dazu bei, dass das Interessengebiet bspw. auch verteidigt wird und in das eigene Selbstkonzept integriert wird.

Die Interessentheorie wurde im Laufe der Zeit um die **Theorie von Deci und Ryan (1985, 1993)** erweitert, die „drei grundlegende psychologische Bedürfnisse [...] [Das] Bedürfnis nach Kompetenz, nach Autonomie und nach sozialer Einbindung“ postuliert (Kramer 2002, S. 18). Diese Bedürfnisse sind innerhalb der Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan von großer Bedeutung, da davon ausgegangen wird, dass der Mensch eben diese Bedürfnisse stets zu befriedigen sucht, und somit sein Handeln danach ausrichtet. Prenzel (1996) unterscheidet sechs verschiedene Varianten von Lernmotivation, die auf beide Theorien Bezug nehmen.

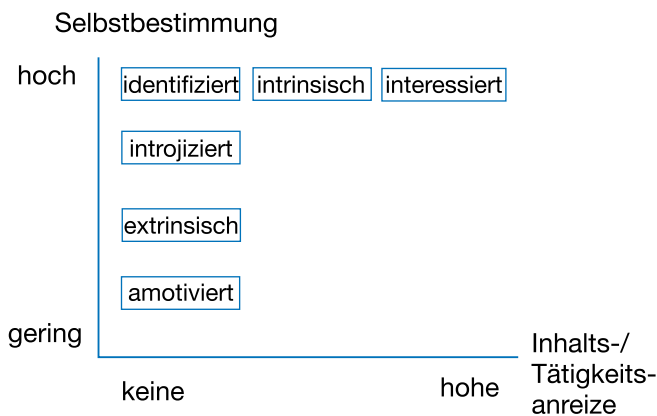


Abbildung1: Sechs Varianten von Lernmotivation (aus Prenzel 1996, S.13)

Wie das Modell zeigt, kann durch eine höhere Selbstbestimmung in Lernsituationen Motivation einer höheren Qualität auftreten. Zahlreiche Befunde weisen darauf hin, dass Motivation mit einem hohen Selbstbestimmungsanteil sich beispielsweise positiv auf die Verwendung tiefergehender Lernstrategien auswirkt und mit emotional positiven Empfindungen einhergeht (vgl. Prenzel 1996). Die Forschungen liefern Anhaltspunkte, auf welche Weise sich die Selbstbestimmung sowie Tätigkeitsanreize in Lernsituationen steigern lassen und werden hier auszugsweise dargestellt (vgl. Prenzel 1996):

- Wahrgenommenes Kompetenzerleben:
Wird gefördert durch Feedback bzw. Rückmeldung aus der Sache selbst, aber auch verstehensunterstützende Prüfungen.
- Wahrgenommenes Autonomieerleben:
Lernenden sollen Wahlmöglichkeiten und Spielräume, sowie selbstständiges Erkunden und Planen eröffnet werden.

- Wahrgenommene Soziale Einbindung:
Wird gefördert durch eine entspannte Lernatmosphäre und die Förderung kollegialer Arbeitsformen.
- Wahrgenommenes inhaltliches Interesse bei Lehrenden:
Interessiertes Lernen wird gefördert, wenn Lehrende die Anreize an dem Lerngegenstand sichtbar machen und selbst Enthusiasmus für das Thema zeigen.
- Wahrgenommene inhaltliche Relevanz des Lernstoffs:
Die dargestellten Problemsituationen sollten realitätsnah sein und in einen ganzheitlichen Zusammenhang eingebettet sein.
- Wahrgenommene Instruktionsqualität:
Interessiertes Lernen wird gefördert durch Schwierigkeitsanpassung, klare Strukturierung und hohe Verständlichkeit.

Ein weiteres Modell, das in diesem Kontext verortet werden kann, ist das „**Job-Characteristic-Model**“ (Hackman & Oldham 1975). Mit diesem Modell leisten J. Richard Hackman und Greg R. Oldham einen Beitrag zur Erklärung und Darstellung von Arbeitsmotivation unter Beachtung der Eigenschaften eines speziellen Arbeitsplatzes, die auf die Situation der Bearbeitung bspw. eines schriftlichen Arbeitsauftrags übertragbar erscheinen.

Einflussfaktoren auf Seiten des Arbeitsplatzes sind neben der Vielfalt der Arbeitsaufgaben bzw. der Anforderungen („skill variety“), der Bedeutsamkeit der Aufgaben („task significance“) und der Vollständigkeit der Aufgaben („task identity“), die Autonomie, also der Grad der erfahrenen Selbstbestimmung am Arbeitsplatz und die erhaltene Rückmeldung zu den erbrachten Leistungen (vgl. hierzu Kleinbeck 1996). Beeinflusst werden die Wirkungsweisen der einzelnen Variablen immer auch von den Merkmalen der Persönlichkeit und hier insbesondere durch die individuelle Ausprägung von Bedürfnissen. Die dargestellten Variablen auf Seiten der Aufgabenmerkmale wirken dann besonders positiv auf die Arbeitsmotivation bei Personen, „die über ein hohes Motiv nach Selbstentfaltung [...] oder [...] ein hohes Leistungsmotiv [...] verfügen“ (ebda. S.112).

Die dargestellten Theorien machen auf Ansatzpunkte für die Gestaltung von Lernumgebungen aufmerksam. An ihren Grundsätzen ausgerichtet wurden bis heute zahlreiche Forschungsarbeiten

(bspw. im Rahmen des DFG- Schwerpunktprogramms „Lehr-Lern-Prozesse in der kaufmännischen Erstausbildung“) erstellt und Innovationsprojekte wie SINUS (Prenzel et al. 2009) gestartet, die sich u.a. mit Motivation und Lernen, sowie der Gestaltung von Lernumgebungen in unterschiedlichen Kontexten beschäftigen. An die wesentlichen Erkenntnisse kann hier im Sinne einer anwendungsorientierten Forschung angeknüpft werden.

Aktuelles Vorgehen und Fragestellungen am Lehrstuhl

Im Bereich der Gestaltung von Arbeitsaufträgen für den schulischen Unterricht wird in einem ersten Schritt die bestehende Aufgabenkultur innerhalb des Unterrichtsfaches Arbeit-Wirtschaft-Technik an bayerischen Mittelschulen analysiert. Eine unter 150 Lehrkräften in der ersten Hälfte des Februars 2014 an Mittelschulen durchgeführte Befragung, konnte Hinweise auf die aktuell vorherrschende Unterrichts- und auch Aufgabenkultur des Faches Arbeit-Wirtschaft-Technik liefern. So wurde unter anderem deutlich, dass Aufgabenstellungen in schriftlicher Form ein Hauptbestandteil der Unterrichtsgestaltung sind und eine motivierende Gestaltung als eines der wesentlichsten Qualitätsmerkmale von Aufgabenstellungen angesehen wird. Um dieses Kriterium zu erfüllen, werden vorhandene Aufgabenstellungen in den meisten Fällen von den Lehrerinnen und Lehrern eigens erstellt bzw. selbst im Hinblick auf die Individuallage der Klasse verändert und nicht aus Büchern oder Vorlagen übernommen. Die vorgenommenen Veränderungen zielen zu einem wesentlichen Teil auf Gestaltungsmerkmale ab (Schwierigkeitsgrad, Kontext, Aktualität), die Einfluss auf die Motivation (v.a. Wahlverhalten und Persistenz) in Abhängigkeit zur derzeitigen Situation des bearbeitenden Menschen haben (bspw. Lebensweltbezug bei Aufgabenstellungen).

Im Anschluss an diese Befragung werden in einem nächsten Schritt auf der Grundlage der aktuellen Motivations- und Interessenforschung konkrete Aufgaben optimiert und getestet. Der wechselseitige Prozess aus Veränderung und Überprüfung soll schließlich zu eindeutigen, in Arbeitshilfen für Lehrkräfte verankerbaren Kriterien münden, die bei der Erstellung von Aufgaben in der Unterrichtsvorbereitung eingesetzt werden können. Dieses Vorgehen soll es ermöglichen, Aufgaben so zu gestalten, dass sie eine positive Arbeitshaltung bzw. Motivation aufbauen.

Auf dem Gebiet der Gestaltung von Lernumgebungen im Rahmen des Studiums werden derzeit leitfadengestützte Interviews mit Studierenden des vor zwei Jahren an der Technischen Universität München eingeführten Masterstudienganges „Human Factors Engineering“ durchgeführt und ausgewertet. Eine qualitative Inhaltsanalyse soll konkrete Hinweise auf Motive und die Studienmotivation beeinflussende Gestaltungsfaktoren liefern. Es geht dabei um die Frage, welche gestaltgebenden Merkmale von Lehrveranstaltungen motivierend wirken und über welche Wege individuelles Interesse an einem komplexen Konstrukt wie dem Themenbereich der Ergonomie entsteht. Die qualitativen Ergebnisse dienen als Grundlage für eine quantitative Befragung, in deren Rahmen gezielt Einflüsse der Lernumgebung auf Interessenentwicklung und Motivation untersucht werden. In diesem Zusammenhang werden auch unterschiedliche Vorerfahrungen der Studierenden in diesem Studiengang, der sich durch seine Interdisziplinarität auszeichnet, untersucht. Übergeordnetes Ziel ist es, konkrete Hinweise für die Gestaltung einzelner Lehrveranstaltungen bis hin zu ganzen Lernumgebungen zu finden, die dann ähnlich wie für den Bereich der Aufgabenstellungen, in konkret umsetzbare Gestaltungshilfen münden.

Ziel einer Vorstudie in diesem Themenbereich war es, erste Hinweise zur Interessenentwicklung im Laufe eines Semesters, zur Rolle der Lehrenden und Aspekten wie Praxisrelevanz und Zufriedenheit der Studierenden zu erhalten. Dazu wurden in zwei Vorlesungen 66 Studierende schriftlich befragt. In der Auswertung bestätigte sich, dass Studierende signifikant mehr Spaß an der Beschäftigung mit der Vorlesungsthematik hatten, wenn sie den Schwierigkeitsgrad der Vorlesungsinhalte und ihre eigenen Fähigkeiten als passend einstufen. Weiterhin zeigten sich Hinweise, dass Studierende zwischen den Aspekten „Die Vorlesung hat mein Interesse an dem Thema gesteigert“ und der Zufriedenheit mit einer Vorlesung („Wie zufrieden waren Sie mit der Vorlesung“) unterscheiden. Spielt bei Ersterem eher der Spaß bei der Beschäftigung mit den Inhalten, der passende Schwierigkeitsgrad und das Ausgangsinteresse an dem Gegenstand eine Rolle, so sind es bei der Zufriedenheit mit der Vorlesung eher Aspekte wie die Instruktionsqualität der Lehrenden und deren persönliches Engagement. Insgesamt gesehen stieg das Interesse der Studierenden an der Thematik der Vorlesung im Laufe eines Semesters in der Stichprobe leicht an. Wobei sich ausgehend

vom Ausgangsinteresse der Studierenden unterschiedliche Verläufe ergaben. Die höchsten Steigerungen ergaben sich in dieser Stichprobe bei Studierenden, die mit einem mittleren Anfangsinteresse in das Semester starteten.

Literatur

Daniels, Z. (2008): Entwicklung schulischer Interessen im Jugendalter. Münster, München u.a.: Waxmann (Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, 69).

Deci, E. L.; Ryan, R. M. (1985): *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. New York: Plenum Press.

Deci, E. L.; Ryan, R. M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 39. (2), S. 223–238.

Hackman, J.R; Oldham, G.R (1975): Development of the job diagnostic survey. In: *Journal of Applied Psychology* 60, S. 159–170.

Kleinbeck, U. (1996): *Arbeitsmotivation. Entstehung, Wirkung und Förderung*. Weinheim und München: Juventa Verlag (Grundlagentexte Psychologie).

Kramer, K. (2002): *Die Förderung von motivationsunterstützendem Unterricht. Ansatzpunkte und Barrieren*. Dissertation. Christian-Albrechts-Universität, Kiel. Philosophische Fakultät.

Krapp, A. (1992a): Das Interessenkonstrukt. Bestimmungsmerkmale der Interessenhandlung und des individuellen Interesses aus Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. In: Krapp, A.; Prenzel, M. (Hg.): *Interesse, Lernen, Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung*. S. 297–329.

Krapp, A. (1992b): Konzepte und Forschungsansätze zur Analyse des Zusammenhangs von Interesse, Lernen und Leistung. In: Krapp, A.; Prenzel, M. (Hg.): *Interesse, Lernen, Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung*. S. 9–52.

Krapp, A. (1998): Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 44., S. 185–201.

Mook, D.G. (1996): *Motivation in Organizational Behaviour*. Psychology Press.

Prenzel, M. (1996): Bedingungen für selbstbestimmt motiviertes und interessiertes Lernen im Studium. In: Lompscher, J.; Mandl, H. (Hrsg.): *Lehr- und Lernprobleme im Studium*. S.11-22.

Prenzel, M.; Friedrich, A.; Stadler, M. (Hg.) (2009): *Von Sinus lernen. Wie Unterrichtsentwicklung gelingt*. 1. Aufl. Seelze-Velber: Klett, Kallmeyer.

Rheinberg, F. (2004): *Intrinsische Motivation und Flow-Erleben*. Universität Potsdam, Department Psychologie. Potsdam.

Rheinberg, F.; Vollmeyer, R. (2012): *Motivation*. 8. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer (Grundriss der Psychologie, 6).

Schmidtke, H. (1993): *Ergonomie*. 3. Aufl. München: Hanser.

Neue Lehrveranstaltung: Ergonomische Aspekte der Luftfahrt und Flugführung

Andreas Haslbeck

Seit dem Wintersemester 13/14 bietet der Lehrstuhl für Ergonomie das neue Wahlpflichtmodul Ergonomische Aspekte der Luftfahrt und Flugführung, kurz EALF, an. Dieses ist durch die Aktivitäten in der Flugsicherheitsforschung motiviert und wird anhand von Gastvorträgen von Dozenten aus Forschung und Industrie abgehalten. Der Inhalt der Lehrveranstaltung beschäftigt sich damit, welche Rolle die Ergonomie in der Luftfahrt spielt und auf welche Art und Weise angehende Ergonomien in der Luftfahrt aktiv werden können.

Gastvorträge von Luftfahrtexperten

Den Auftakt zur Veranstaltungsreihe machte Kapitän Carsten Schmidt-Moll (Lufthansa) mit einem Vortrag, welcher den Konflikt zwischen wirtschaftlichen Aspekten der Luftfahrt und der Sicherheit deutlich machte. Nur wenn es gelingt, dass Management und Sicherheitsabteilungen an einem Strang ziehen, lassen sich die Organisationsziele mit den Erkenntnissen der Menschlichen Zuverlässigkeit vereinbaren. André Perott und Nils Schader von der Deutschen Flugsicherung stellten den überwiegend Studierende im Master Ergonomie - Human Factors Engineering in ihrem Vortrag einerseits die nutzerzentrierte Gestaltung von Fluglotsenarbeitsplätzen vor und sprachen andererseits über Automation bei der Luftraumüberwachung. Zum Thema Flugunfallanalyse sprach Kapitän Manfred Müller (Lufthansa). Sein Vortrag beschrieb Erkenntnisse aus Unfällen, welche aus Flugunfallanalysen gewonnen wurden und mangelnde ergonomische Gestaltung offenlegten. Dabei zeigte sich der Bedarf an ergonomischeren Lösungen künftiger Mensch-Maschine-Schnittstellen beim Flugzeugbau. Den Mensch in den Mittelpunkt stellte Oberstarzt a.D. Prof. Dr. med. Hans Pongratz in seinem Beitrag zu flugmedizinischen Aspekten. Dabei stellte er unter anderem viele Einflussfaktoren auf den menschlichen Organismus während des Fliegens vor. Dr. Matthias Heller (Airbus und Lehrstuhl für Flugsystemdynamik) ist ein Spezialist im Bereich der Flugregelung und forscht auf dem Gebiet der Handling Qualities von Flugzeugen. Daneben ist er aber auch ein engagierter Dozent, der den Studierenden sein Spezialgebiet anhand anschaulicher Beispiele zur Stabilität mittels eines auf der Handfläche zu balancierenden Stabs näher brachte. Andreas Haslbeck (Lehrstuhl für Ergonomie) berichtet aus dem Forschungsprojekt SaMSys 2 aktuelle Erkenntnisse in Zusammenhang mit Automation. Piloten welche dieser zu intensiv ausgesetzt sind, befinden sich in der Gefahr, manuelle Fertigkeiten beim

Fliegen zu verlieren. Dr. Thomas Pfenninger (ESG) hat in seinem Vortrag einen Überblick über Flugsimulatoren gegeben. Sein Vortrag hat gezeigt, welche menschlichen Informationskanäle von der Simulation anzusprechen sind und wie die technischen Lösungen dazu gestaltet werden. Den letzten Vortrag in der Reihe hielt Dr. Peter Sandl (Airbus) und diskutierte mit den Studierenden eine Cockpitgestaltung anhand ergonomischer Gesichtspunkte. Dabei zeigte er eine Vielzahl unterschiedlicher Aufgabenstellungen, beginnend mit der anthropometrischen Packageauslegung bis hin zur visuellen Gestaltung von Anzeigen.

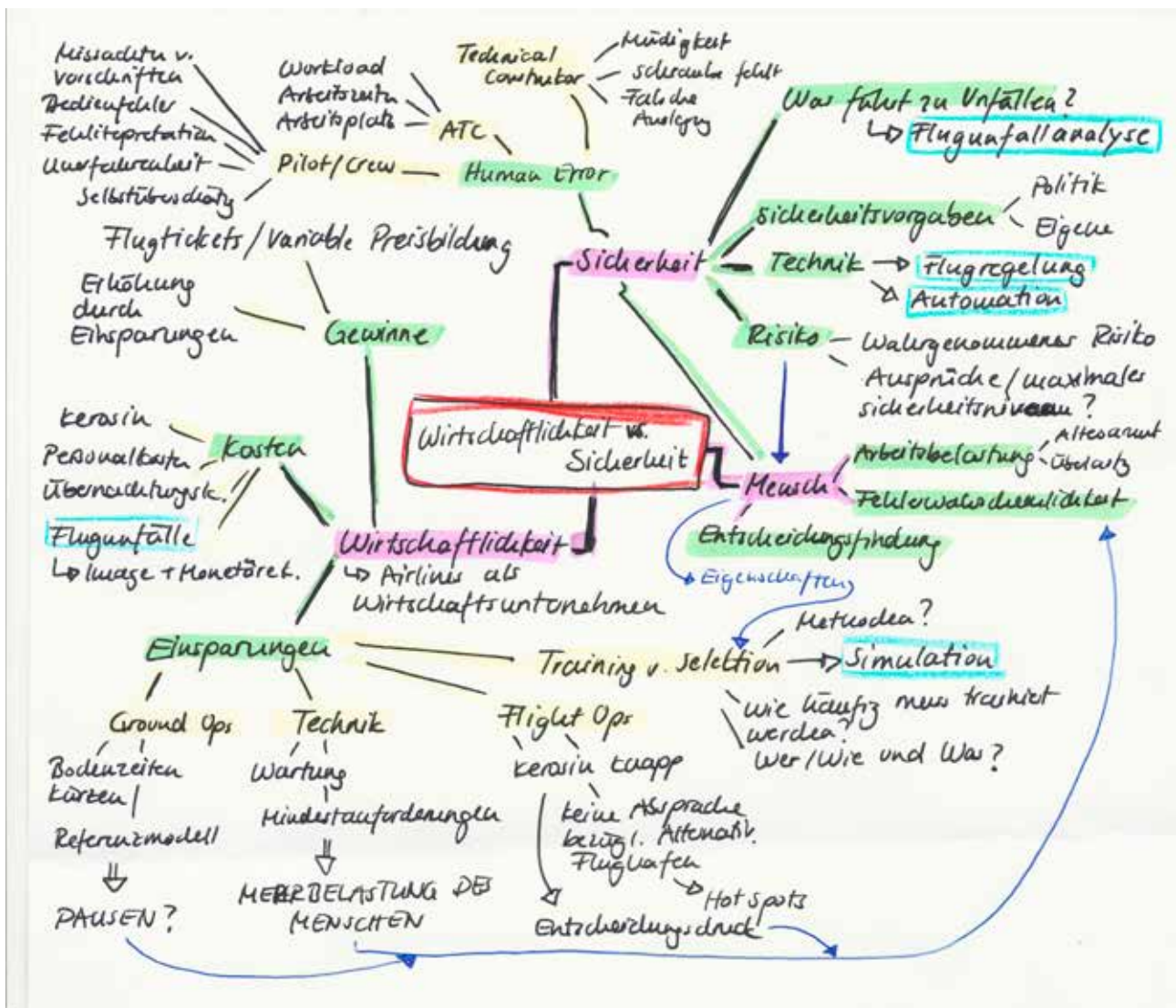
Lernportfolio anstatt schriftlicher Prüfung

Die Studierenden mussten als Prüfungsleistung in EALF keine gewöhnliche schriftliche Prüfung schreiben. Gemeinsam mit den Didaktikexperten von ProLehre der TUM wurde das Lehrkonzept dahingehend entwickelt, dass die Studierenden zur Vorlesungsreihe ein individuelles Lernportfolio anfertigen mussten. In diesem sammeln Studierende Informationen, Zusammenfassungen, Mitschriften und Handskizzen zu einem Vortrag. Diesen Dokumenten folgt eine eigene Diskussion des Themas, häufig unterstützt durch eine kurze Literaturrecherche. Im dritten Schritt erfolgt eine Selbstreflexion über den eigenen Lernfortschritt, welche durchaus auch kritisch ausfallen kann. Diese dreistufige Befassung mit den Vorträgen musste von den Studierenden jeweils für drei Gastvorträge durchgeführt werden. Dabei wurden zwei davon per Los zugeteilt, ein Thema durfte selbst gewählt werden. Die überwiegende Anzahl der Studierenden hat in die Anfertigung der Lernportfolios während des Semesters viel Zeit investiert, wodurch sehr gute Arbeiten mit individuellem Charakter entstanden sind.

Erfolgreicher Einstand

Das neue Modul EALF wurde von den Studierenden sehr positiv angenommen. Aufgrund des großen Korrekturaufwands der Lernportfolios war die Teilnehmeranzahl auf 20 Personen begrenzt. Dennoch war es weiteren Zuhörern erlaubt, die Gastvorträge zu besuchen, was vor allem von Luft- und Raumfahrtstudierenden rege genutzt wurde.

Der Lehrstuhl für Ergonomie bedankt sich bei allen Gastvortragenden für deren motivierende Vorträge und beabsichtigt, diese Veranstaltung zu verstetigen.



Beispiel: Mindmap zum Vortrag Wirtschaftlicher Flugbetrieb vs. Flugsicherheit von Olivia Thoma (2014)

Einsatz von EKIDES in der Produktentwicklung, Rückblick und Perspektiven

Iwona Jastrzebska-Fraczek

Einführung

Kurz nach dem Erscheinen des Buches „Ergonomische Prüfung von Technischen Komponenten, Umweltfaktoren und Arbeitsaufgaben“ von Prof. Heinz Schmidtke (1989) unter Mitarbeit von Iwona Jastrzebska-Fraczek und Heinzpeter Rühmann ist das ergonomische Datenbanksystem unter MS DOS erschienen (Abb.1).

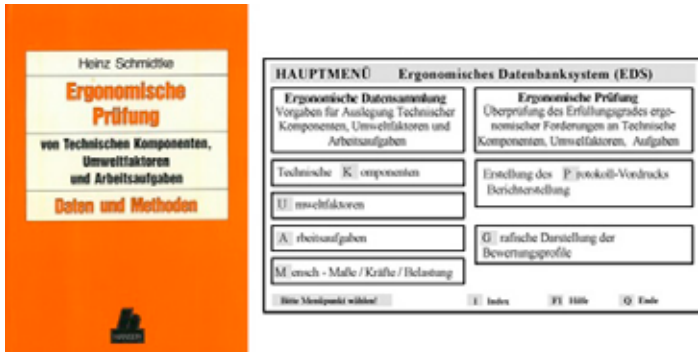


Abbildung 1: Die erste Version des Ergonomischen Datenbanksystems EDS nach der Vorlage des Buches – Ergonomische Prüfung

In nunmehr 20 Jahren wurde das System weiterentwickelt. Es hat sich nicht nur die Anzahl der Module und der ergonomischen Verfahren verdoppelt, sondern es wurden auch Experimente im Bereich der Software-Ergonomie und der Problematik Alter und Leistung integriert.

Die aktuelle Version von EKIDES (Ergonomics Knowledge and Intelligent Design System) ist eine einmalige, wahrscheinlich in diesem Bereich größte zweisprachige Sammlung wissenschaftlich gesicherter Erkenntnisse der Ergonomie.

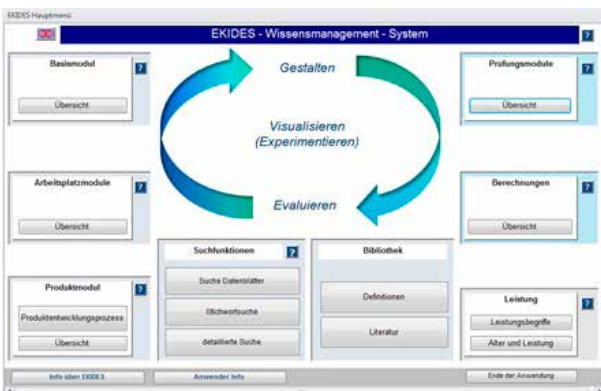


Abbildung 2: EKIDES 2014 (MS Access 2010 oder 2013)

1. Ziele, Umfang und Struktur des Datenbanksystems EKIDES

Ziele des Systems EKIDES sind:

- Unterstützung des Gestaltungsprozesses,
- Reduzierung von Belastung und Beanspruchung,

- Steigerung der Arbeitssicherheit und
- Motivation der Mitarbeiter bei der Neugestaltung oder Korrektur der Gestaltung von Produkten.

EKIDES deckt ein breites Datenspektrum für den Praktiker ab und bietet durch die zahlreichen Datensammlungen und Bewertungsmethoden eine wesentliche Hilfe im Gestaltungsprozess für Produkte und Arbeitsplätze.

EKIDES ist in folgende Module gegliedert:

- Das Basismodul (Abb. 3) enthält 3294 Datensätze über:
 - Arbeitsaufgaben (z.B. Visuelle Überwachung, Systemführung),
 - Umweltfaktoren (z.B. Beleuchtung, Schall),
 - Technische Komponenten (z.B. Konsolen, Informationsmittel, Stellteile),
 - Betriebshandbücher und Dienstvorschriften (z.B. Rechtliche Voraussetzungen des Betriebes),
 - Anthropometrische Daten, Kräfte, Bewegungsumfänge, Bewegungszeiten.



Abbildung 3: Struktur des Basismodules in EKIDES und Ausschnitt eines Datenblattes für Belüftung nicht klimatisierter Räume

Die Datenstruktur in EKIDES ist für alle ergonomischen Anforderungen gleich:

In einem Datenblatt befindet sich neben dem Titel eine Abbildung, die kurze Formulierung – Beschreibung der Anforderung und eine Soll-Vorgabe gefolgt von der Literaturquelle. „Die Datensätze über Körpermaße, -kräfte, Bewegungsumfänge und Bewegungszeiten sind in dieser Datenbank in unterschiedlicher Form dargestellt. Die Datenblätter im Abschnitt „Körpermaße“ sind so aufgebaut, dass Sie getrennt nach Männern und Frauen Körperabmessungen für das 5., 50. und 95. Perzentil enthalten. Im Gegensatz zu den Datenblättern über Körpermaße, enthalten die über Körperkräfte nur Angaben zum 5., 10. und 50. Perzentil. Da

diese Daten für die Bemessung zulässiger Lasten bedeutsam sind, zulässige Lasten sich jedoch nicht an den kräftigsten Personen einer Gruppe orientieren dürfen, ist es nicht sinnvoll, hier auch die Daten des 95. Perzentils anzugeben. Für die Verwendung der Kraftdaten ist zu beachten, dass es sich bei ihnen um isometrische Maximalkräfte handelt, also Kräfte, die nur für wenige Sekunden aufgebracht werden können.“ (Schmidtke, H., Jastrzebska-Fraczek, I.(2013))

Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt aus dem Bereich Körpermaße.

| Nr. | Bemessung | Personen | | | | Einheit |
|-----|---|--------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| | | 5. Perzentil | 50. Perzentil | 95. Perzentil | 95. Perzentil | |
| 26 | Höhe des Oberkörpers (T) Altersgruppe 20 - 29 | 225 | 245 | 265 | 285 | mm |
| 27 | Höhe des Oberkörpers (T) Altersgruppe 30 - 39 | 235 | 255 | 275 | 295 | mm |
| 28 | Oberschenkelhöhe im Sitzen (S) Altersgruppe 18 - 29 | 130 | 140 | 150 | 160 | mm |

Abbildung 4: Ausschnitt eines Datenblattes für Körpermaße

Ein zusätzlicher Abschnitt „Konstruktionsumfänge“ ist dem Bereich „Maße, Kräfte, Bewegungs-umfänge und Bewegungszeiten“ zugeordnet (Abb. 5). Hier befinden sich wesentliche anthropometrische Angaben zur Bestimmung der Konstruktionsräume aus deutschen, japanischen, französischen und taiwanesischen Daten.



Abbildung 5: Konstruktionsräume

Dieser Teil von Ekides ist dreisprachig: Deutsch, Englisch und Französisch.

Alle Illustrationen zur Darstellung und Handhabung anthropometrischer Daten im Datenbankprogramm EKIDES wurden mit Hilfe der Software „RAMSIS Automotive V3.8.27“ der Human Solutions GmbH, Kaiserslautern erstellt. Das Menschmodell Ramsis wurde auch in vielen Datenblättern

benutzt, um die Darstellung der arbeitenden Personen zu veranschaulichen.

- Das Arbeitsplatzmodul (Abb. 6) beinhaltet 2299 Datensätze für spezifische Arbeitsplätze (z.B. Bildschirmarbeit, Überwachung, Montage)

In diesem Modul werden die ergonomischen Anforderungen spezifisch für die einzelnen Arbeitsplätze zusammengestellt. Hierbei ist es unvermeidlich, dass es zu Redundanzen hinsichtlich der Datenblätter im Abschnitt technische Komponenten, Umweltfaktoren und Arbeitsaufgaben kommt. Diese Zusammenstellung erspart jedoch die Suche nach geeigneten und mehr allgemein gefassten Erkenntnissen im Basis Modul.



Abbildung 6: Struktur des Arbeitsplatzmodules in EKIDES und Auszug eines Datenblattes - Beleuchtung für Überwachungsarbeitsplatz

- Das Produktmodul enthält 1979 Datensätze für die Gestaltung von Software, WEB-Internetportal, Medizingeräte, Personenkraftwagen und Infotainment.

Das Produktmodul beinhaltet zwei große Bereiche: Den Produktentwicklungsprozess (Abb. 7) und Daten für die Gestaltung von den zu entwickelnden Produkten.



Abbildung 7: Produktentwicklungsprozess – Hauptmenü mit drei Zyklen

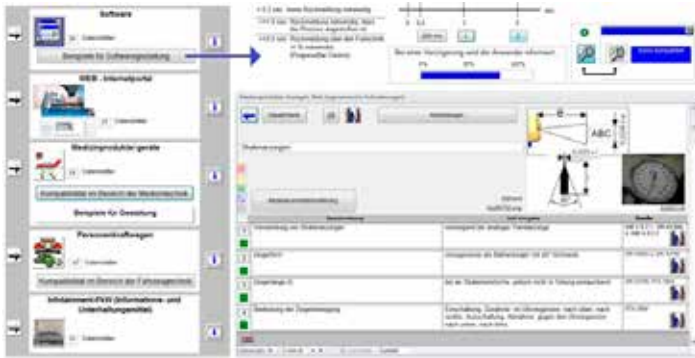


Abbildung 8: Struktur des Produktmodules in EKIDES und Auszug eines Datenblattes - Skalenanzeigen für Medizingeräte

Die Beispiele im Bereich der Software-Ergonomie sind nach sieben Prinzipien der Dialoggestaltung (DIN EN ISO 9241-110) für Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Steuerbarkeit, Erwartungskonformität (siehe Abb. 8, oben rechts), Fehlertoleranz, Individualisierbarkeit und Lernförderlichkeit ausgearbeitet. Die Benutzer können zusätzlich die Illustrationen für definierte Aspekte der Dialoggestaltung anschauen und bei manchen kleine Tests ausführen wie z.B. für Rückmeldung (siehe Abb. 8, oben links) und sich über Seiten-, Dokumentengestaltung, Navigation und Inhalt der WEB Seiten informieren. Im Modul Produktgestaltung sind für Medizingeräte und für Personenkraftwagen die Probleme der Kompatibilität besonders ausgearbeitet. „Kompatibilität beschreibt die Leichtigkeit, mit der ein Operateur Informationen zwischen verschiedenen Informationskanälen umcodieren kann. Dabei muss zwischen primärer und sekundärer Kompatibilität unterschieden werden“ (VDI 4006 Blatt1). Mit zahlreichen Beispielen wird die primäre und sekundäre Kompatibilität illustriert.

- In dem Modul Alter und Leistung (107 Datensätze) werden mögliche mentale und physische Beeinträchtigungen bei zunehmendem Alter kurz erklärt und anhand einiger Forschungsergebnisse grafisch dargestellt.

Das Modul Alter und Leistung umfasst drei große Bereiche. Zuerst wird die Menschliche Leistung (PSF - Human Performance Shaping Factors) in mehreren Formularen kurz erklärt (Abb. 9).

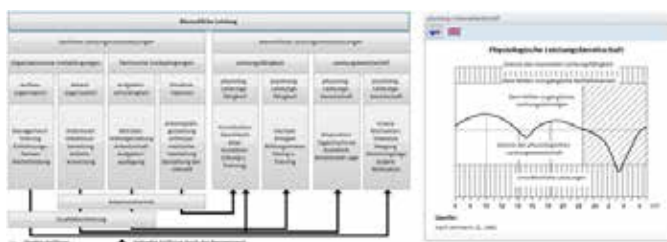


Abbildung 9: Menschliche Leistung (VDI 4006) mit dem Beispielformular für physiologische Leistungsbereitschaft

Die die menschlichen Leistungsvoraussetzungen beeinflussenden Faktoren sind die Leistungsfä-

higkeit und die Leistungsbereitschaft. Es handelt sich hierbei um individuelle Faktoren, die von den physiologischen und psychologischen Gegebenheiten des Individuums abhängen und deshalb nicht allgemein vorausgesagt werden können. Die Kombination aus sachlichen und menschlichen leistungsbeeinflussenden Faktoren führt in unterschiedlicher Weise zu psychologischer und physiologischer Beanspruchung, je nachdem wie der einzelne Mensch in der Lage ist, die entsprechende Kombination zu bewältigen. Aufgabe des Managements ist es, sachliche Leistungsvoraussetzungen zu schaffen, die in optimaler Weise die menschlichen Leistungsvoraussetzungen anregen (s. Pfeile, Abb.9). Ebenso wie bei anderen betrieblichen Zielen ist es notwendig, die Leistungsziele Zuverlässigkeit und Sicherheit durch spezielle betriebliche Programme zu fördern.

In dem zweiten Teil sind sowohl Datenblätter als auch kurze Erklärungen der mentalen und physischen Beeinträchtigungen enthalten (Abb. 10).

In den Datenblättern des Moduls Alter und Leistung sind eine Reihe ergonomischer Forderungen zusammengestellt, die ergänzend zu den Sollvorgaben im Basismodul und in den Arbeitsplatzmodulen bei der Auslegung von Arbeitsplätzen und Arbeitsmitteln für ältere Menschen berücksichtigt werden müssen.

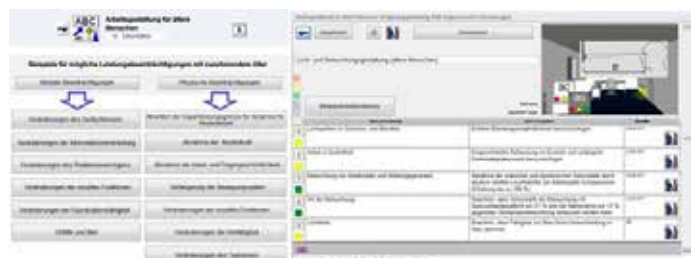


Abbildung 10: Struktur des Moduls Alter und Leistung und ein Datenblatt - Licht und Beleuchtungsgestaltung

Über 2000 Definitionen können in EKIDES nachgeschlagen werden. Die über 1200 Literaturquellen können nach Typ, Titel, Autor und nach einem Stichwort im Titel gesucht werden. Mit der Suchfunktion werden die ergonomischen Anforderungen in den Datenblättern, den Modulen oder detailliert nach der Bedeutsamkeit und nach Vorgaben in Vorschriften gefunden.

2. Mentale Beeinträchtigung im Alter, Ergebnisse einer langjähriger Untersuchung mit EKIDES

Die Leistungsfähigkeit des Menschen unterliegt altersbedingten Beeinträchtigungen. Diese können sich sowohl auf physische als auch auf mentale Funktionen auswirken.

Die im EKIDES erarbeiteten Beispiele für physische Beeinträchtigungen betreffen:

- Absinken der Dauerleistungsgrenze für dynamische Muskelarbeit,
- Abnahme der Muskelkraft,
- Abnahme der Hand- und Fingergeschicklichkeit,
- Veränderungen der visuellen Funktionen,
- Veränderungen der Hörfähigkeit,
- Veränderungen des Tastsinnes,
- Verlängerung der Bewegungszeiten.

Die mentalen Beeinträchtigungen, die vor allem Funktionen wie:

- das Gedächtnis, insbesondere das Kurzzeitgedächtnis,
- die Verarbeitung von Informationen,
- das Reaktionsvermögen und
- die Koordinationsfähigkeit

betreffen, wurden mit EKIDES langjährige Studien (2009 – 2014) durchgeführt und bei jeder neuen Version aktualisiert.

In EKIDES sind Aufgaben für die Messung der Leistung integriert.

Für das Gedächtnis sind drei verschiedene Aufgaben mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad vorgesehen:

- Ein Satz von drei, fünf und sieben japanischen Zeichen, deren Aussprache in lateinischen Buchstaben angegeben ist,
- Ein Satz von drei, fünf und sieben japanischen Zeichen, ohne deren Aussprache,
- Ein Satz von drei, fünf und sieben ergonomischen Fachbegriffen.

Die Anweisung bei dem ersten Test lautet:

Nach der Angabe Ihres Alters werden Sie eine Auswahl an verschiedenen japanischen Schriftzeichen sehen, deren Aussprache in lateinischen Buchstaben angegeben ist. Versuchen Sie, sich diese Zeichen einzuprägen. Im weiteren Verlauf wird getestet, ob Sie sich die Zeichen tatsächlich merken konnten. Sie werden aufgefordert, aus einer neuen Auswahl an Zeichen ein bekanntes wiederzuerkennen.

Die Ergebnisse zeigen (Abb. 11), dass mit der Erhöhung der Schwierigkeit der Aufgabe, die Merkzeiten wachsen. Die beste Gruppe der untersuchten Personen ist die Gruppe im Alter zwischen 30 und 50 Jahren. Es bildet sich hier eine U-förmige Tendenz.



Abbildung 11: Ergebnisse der Untersuchung mit Gedächtnis mit japanischen und lateinischen Zeichen

Die Anweisung bei dem zweiten Test lautet:

Nach der Angabe Ihres Alters werden Sie eine Auswahl an verschiedenen, japanischen Schriftzeichen sehen. Versuchen Sie, sich diese Schriftzeichen einzuprägen. Im weiteren Verlauf wird getestet, ob Sie sich die Zeichen tatsächlich merken konnten. Sie werden aufgefordert, aus einer neuen Auswahl an Zeichen ein bekanntes wiederzuerkennen.

Die Merkzeiten (Abb. 12), für nur japanische Zeichen sind größer, als bei den ersten Test, bei jedem Schwierigkeitsgrad und bei jeder Altersstufe. Hier bildet sich auch die gleiche U-förmige Tendenz: Sowohl die Gruppe unter 30 Jahren als auch die Gruppe der über 50 jährigen braucht mehr Zeit in jeder Schwierigkeitsstufe, als die Gruppe im Alter zwischen 30 und 50 Jahren.

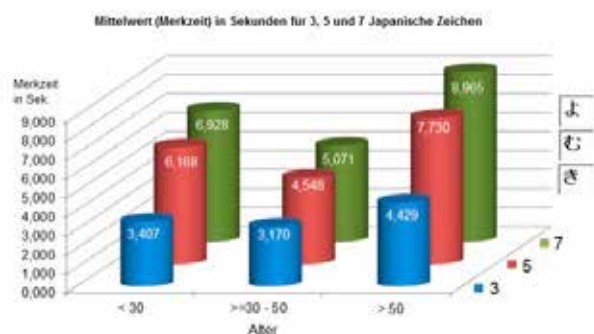


Abbildung 12: Ergebnisse der Untersuchung mit Gedächtnis mit japanischen Zeichen

Die Anweisung bei dem dritten Test lautet:

Nach der Angabe Ihres Alters werden Sie eine Auswahl an verschiedenen ergonomischen Fachbegriffen sehen - auf Deutsch und Englisch. Versuchen Sie, sich diese Fachbegriffe einzuprägen.

Im weiteren Verlauf wird getestet, ob Sie sich die Fachbegriffe tatsächlich merken konnten. Sie werden aufgefordert, aus einer neuen Auswahl an Fachbegriffen einen bekannten wiederzuerkennen.

Die Merkzeiten (Abb. 13) für deutsche und englische Fachbegriffe vergrößern sich in jeder Altersklasse. Eine U-förmige Tendenz ist hier nicht zu

beobachten. Die Merkzeit für sieben Fachbegriffe in der Altersgruppe über 50 Jahre vergrößert sich um ca. 243% im Vergleich zu der Zeit, die für drei Fachbegriffe gebraucht wird. Über 50jährige brauchen etwa 173 % länger als 30jährige, um sich 7 Fachbegriffe zu merken.

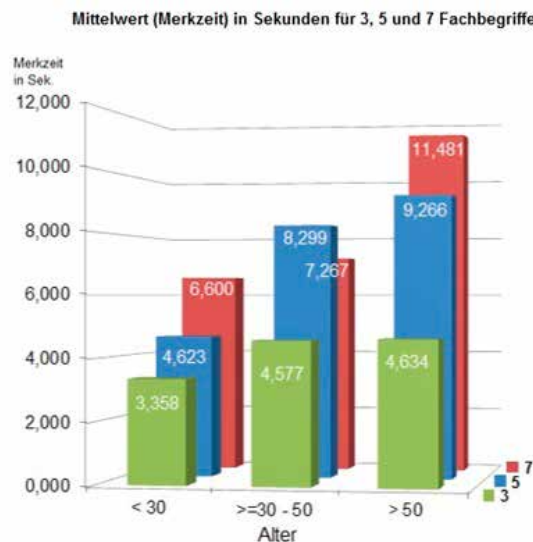


Abbildung 13: Ergebnisse der Untersuchung mit Gedächtnis mit Fachbegriffen

Die Güte und Schnelligkeit der Informationsverarbeitung hängt entscheidend von der Komplexität der Information ab. Bei einfachen Ja-Nein-Entscheidungen spielt das Lebensalter keine wesentliche Rolle. Wächst die Komplexität allerdings an, muss z.B. zwischen einer größeren Anzahl von Entscheidungsalternativen gewählt werden, so steigt die Verarbeitungszeit stark an.

Für dieses Phänomen wurde in EKIDES eine Reihe mit zwei Experimentarten vorbereiten.

In dem ersten Test (Abbildung 14, Beispiel der Wahl eines Bildes aus 16 Bildern) wurden die Probanden aufgefordert das vorgestellte Bild in der Menge von 4,8,16 und 32 zu finden und so schnell wie möglich auf das Bild zu klicken.

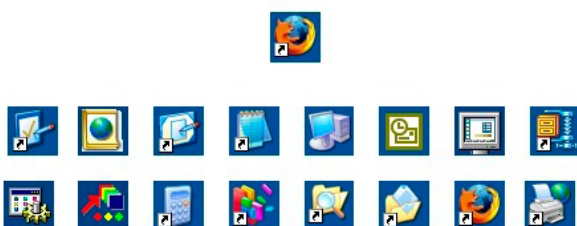


Abbildung 14: Beispiel einer Auswahl von 16 Bildern

Die Veränderung der Informationsverarbeitung bei der Wahl eines Bildes aus der Gruppe von 4, 8, 16 und 32 Bilder ist in der Abbildung 15 dargestellt.

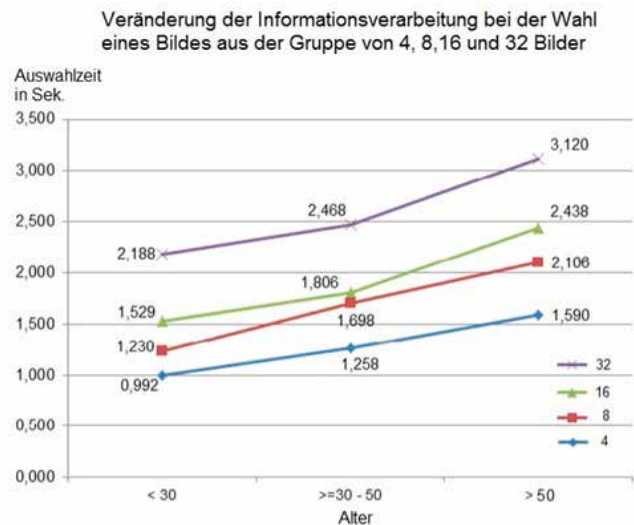


Abbildung 15: Veränderung der Informationsverarbeitung – Wahl eines Bildes aus der Menge

Die Auswahlzeiten vergrößern sich sowohl mit dem Alter als auch mit der Schwierigkeit der Aufgabe.

Was spielt eine größere Rolle? Die Schwierigkeit der Aufgabe oder das Alter?

Zuwächse (Δ) der Auswahlzeiten (aufgrund der Schwierigkeit der Aufgabe und aufgrund des Alters) zeigen, dass der prozentuale Zuwachs der Verarbeitungszeiten mit Erhöhung der Aufgabenschwierigkeit größer ist als der mit zunehmendem Alter.

In dem zweiten Test (Abb. 16) werden die Probanden gebeten auf die Fläche zu klicken, die durch die vorgegebene Koordinate gekennzeichnet ist.

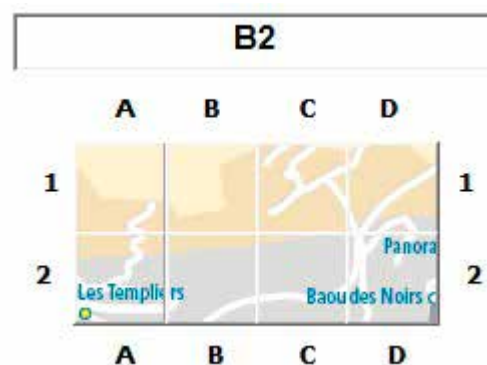


Abbildung 16: Finden der Koordinate

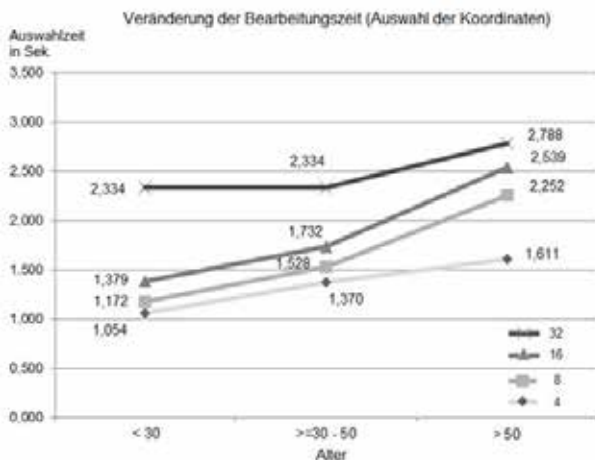


Abbildung 17: Veränderung der Informationsverarbeitung bei der Koordinatenfindung

Die Bearbeitungszeiten vergrößern sich hier auch (Abb. 17) sowohl mit dem Alter als auch mit der Schwierigkeit der Aufgabe.

Das menschliche Reaktionsvermögen resultiert sowohl aus der Güte und Schnelligkeit der Aufnahme und Verarbeitung von Informationen als auch aus der Qualität der Umsetzung in motorische Aktionen (s. Abb. 17).

Bei Störungen in den sensorischen Prozessen und/oder bei einer Leistungsminderung der motorischen Abläufe ist die Reaktionsfähigkeit beeinträchtigt.

Mit wachsendem Lebensalter muss daher mit einer verminderten Reaktionsfähigkeit gerechnet werden, wobei deren Ausmaß erheblichen interindividuellen Streuungen unterliegt.

Für die Illustration der Veränderungen in der Reaktionszeit sind in EKIDES zwei Aufgaben programmiert:

- Auffindung einer von vier Farben in einer permutierten Farbkonstellation und
- Reaktion auf die Ampel.

Die erfassten Zeiten können nicht als reine Reaktionszeiten betrachtet werden. In einem Fall handelt es sich um die Suche nach einer von vier Farben (die Lage der Farbe erscheint nach dem Zufallsprinzip in einer von 24 Permutationen). Die Probanden klicken auf die kleine Fläche von 1 cm² (Abb. 18, links). In dem zweiten Fall klicken die Probanden auf die neben der aufleuchtenden Ampel kleine (auch 1 cm²) Befehlsschaltfläche. Da die Lage der Ampel sehr gut bekannt ist, entfällt die Suche nach der Lage. Die Ergebnisse zeigen, dass die Bearbeitungszeiten für das Auffinden der Farben im Vergleich zum Ampeltest tatsächlich länger sind.

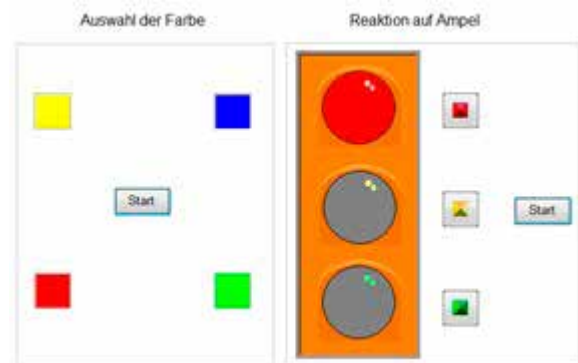


Abbildung 18: Die Unterschiede im Auffinden eine Farbe und Ampeltest

Die Bearbeitungszeit- Erkennungszeit sowohl für die Farben (Abb. 19) als auch im Ampeltest (Abb. 20) bewegt sich zwischen 0,8 bis 1,5 Sekunden.

Mit dem wachsenden Alter dauern die Reaktionen für jede Farbe länger.

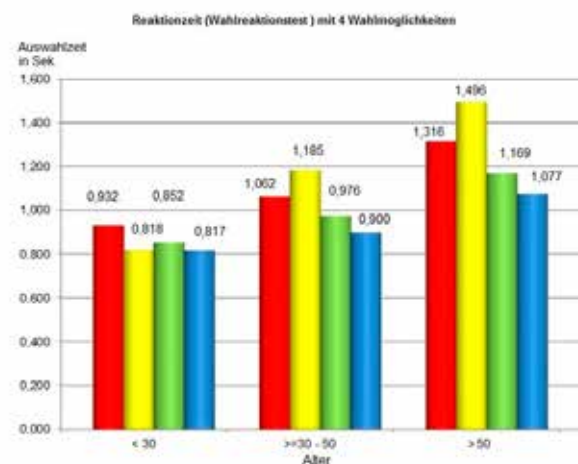


Abbildung 19 Veränderung der Reaktion auf die Farben

Die Bearbeitungszeit bei der Erkennung der Farben (Abb.19) in der Gruppe über 50 Jahre bezogen auf die Gruppe der unter 30 jährigen beträgt:

Rot 41%
Gelb 83%
Grün 37%
Blau 32%

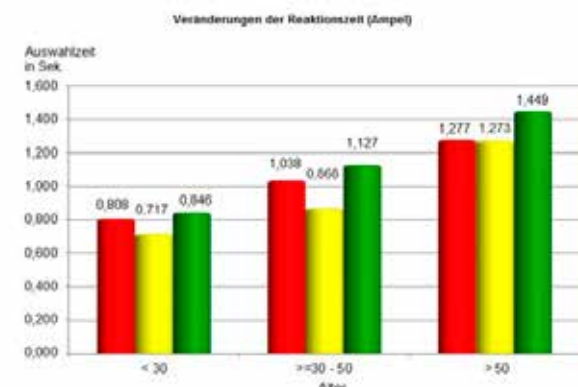


Abbildung 20: Veränderung der Reaktion auf Ampel

Ein prozentualer Zuwachs der Zeit zwischen den jungen Probanden und der über 50 jährigen ist beim Ampeltest (Abb. 20):

Rot 58%
Gelb 77%
Grün 60%

Betrachtet man die Ergebnisse über alle Altersgruppen und alle gemessenen Werte (Langzeituntersuchungen ab 2009, pro Semester ca. 60-80 Versuchspersonen mit überwiegender Anteil männlicher Studenten der Fakultät Maschinenwesen), wird ein erstaunliches Unterschied bei den HEP (Human Error Probability) Werten der beiden Untersuchungen sichtbar (Abb. 21).

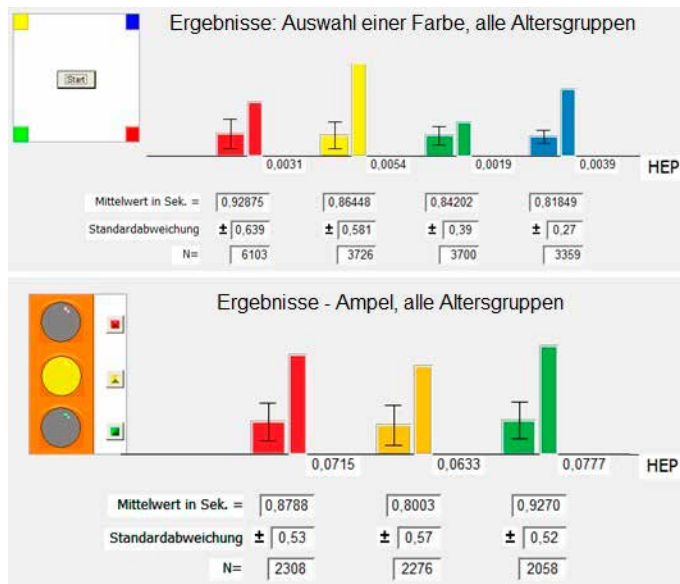


Abbildung 21: Unterschiede der HEP Werte bei den Experimenten - Reaktionsvermögen

Bei tausenden Messungen, die seit Jahren durchgeführt wurden, sind bei dem Ampeltest und bei dem Farben-Experiment folgenden Unterschiede der HEP Werte gemessen worden:

- 0,071 für die rote Ampel
0,003 bei der roten Farbe
- 0,063 für die gelbe Ampel
0,005 bei der gelben Farbe
- 0,077 für die grüne Ampel
0,001 bei der grünen Farbe

Die Ursachen für die großen Unterschiede der Verwechslungsfehler beim Ampeltest könnten wie folgend erklärt werden (Abb. 21):

- Bei der Farbauswahl liegt die Konzentration nur auf eine Aufgabenart und nur auf einer einzigen Farbe, die im Viereck gefunden werden soll und auf die geklickt werden soll.
- Bei dem Ampeltest erscheint die Ampel nach

dem Zufallsprinzip, die bekannte Ampelabfolge (Rot, Gelb, Grün), die dem Probanden aus dem Straßenverkehr bekannt ist, wird nicht übernommen. Die Zuordnung der Befehlschaltflächen ist zwar kompatibel zu der Lage der Ampel, aber die Erwartung der Ampel-Abfolge wiegt wahrscheinlich mehr und führt zu Verwechslungen der Fläche.

- Der Proband muss sich immer zwischen drei zur Verfügung stehenden Flächen entscheiden.
- Die Kontraste bei der Farbauswahl sind besser als die des Ampelexperimentes. Die orangen Hintergründe könnten auch zu häufigeren Verwechslungen führen, weil der Hintergrund im Straßenverkehr eher dunkel ist.

Die Untersuchungen im Bereich Menschliches Reaktionsvermögen sollten noch keine Vergleiche liefern. Dazu müßten zusätzliche Bearbeitungsaufgaben konzipiert werden (z.B. Ampeltest im Dreieck positionieren, den Farbentest auf drei Farben reduzieren, gleiche Kontraste wählen, gleiche Reaktionsarten und Abmessungen der farblichen Reize wählen).

Als Koordinationsfähigkeit werden Eigenschaften bezeichnet, welche die Steuerung und Regelung menschlicher Bewegungen gewährleisten. Die mentalen Steuerungs- und Regelungsprozesse bilden die Voraussetzung für die Bewältigung koordinativer Anforderungen.

Die Aufgabe im Bereich Koordination war, innerhalb von 10 Sekunden auf die Kreise zu klicken. Nach dem Ablauf der 10 Sek. werden die Ergebnisse (Abb. 22) sofort sichtbar.

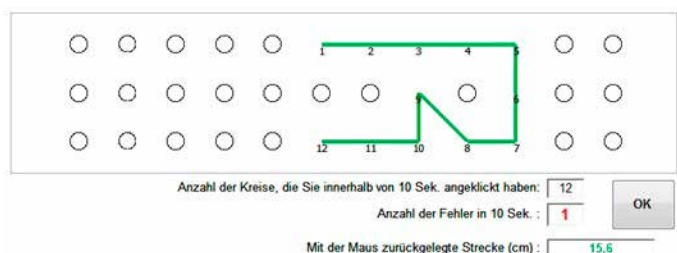


Abbildung 22: Ergebnis der Untersuchung der Koordinationsfähigkeit

Die zurzeit ausgewerteten Ergebnisse entsprechen den Erwartungen. Mit der Zunahme des Alters sinkt die Anzahl angeklickten Kreisen fast um die Hälfte (Abb. 23). Es ist zu vermuten, dass auch bei den anderen Konfigurationen (Kreise-Größe und Abstände) die gleiche Tendenz vorkommt. Um alle vier Kombinationen in den drei Altersgruppen zu untersuchen, müssen noch weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

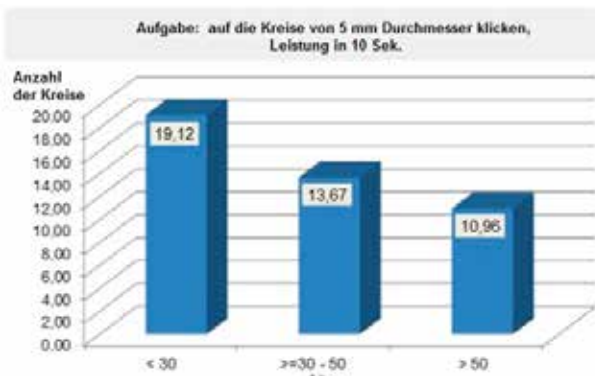


Abbildung 23: Koordinationsfähigkeit in drei Altersgruppen

Die Auswertung aller Altersstufen für eine Kreis-Konfiguration zeigt, dass die Leistung mit der Vergrößerung des Abstandes und mit der Verkleinerung der Kreise abfällt (Abb. 24).

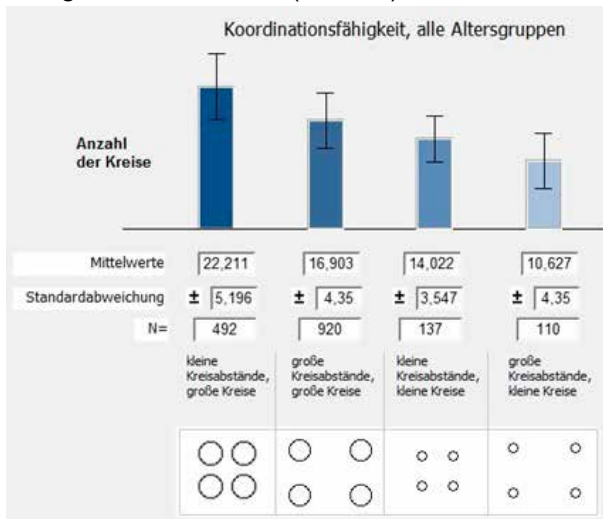


Abbildung 24: Veränderung der Koordinationsfähigkeit hinsichtlich der Aufgabenart

Die Verkleinerung der Kreise bei konstant bleiben den Abständen verändert die Präzision der Aufgabe, die Leistung reduziert sich um ca. 37%.

Die Vergrößerung der Abstände der Kreise verringert die Leistung um ca. 24%.

Alle in Ekides konzipierten Untersuchungen können auch für andere Phänomene benutzt werden. Beispielfragestellungen:

- Gibt es signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Umweltbelastungen (Hitze, Lärm) bei der mentalen Leistung?
- Wie verändert sich die mentale Leistung bei Ermüdung oder Stress?
- Wie verändern sich die Ergebnisse bei der Benutzung anderer Eingabegeräte?
- Ändern sich die Reaktionszeiten oder Verarbeitungszeiten, vor und nach einer physischen Belastung (z.B. vor dem Training, nach dem Training)?

3. Analysemethoden

Die Prüfungsmodule bilden ein Kernstück in EKIDES (Abb. 25). Sie ermöglichen dem Anwender einerseits die automatische Erstellung von Prüfprotokollen aus dem Datenpool des Basismoduls, des Produktmoduls und der Einzelmodule und andererseits nach Eingabe der vor Ort gefundenen Ist-Werte, auch den Ausdruck von Prüfberichten. Für qualitative Analysen können für eine Reihe von Arbeitsplatz- und Produkttypen mit Hilfe von Checklisten oder subjektiver Kriterien ebenfalls Prüfungen durchgeführt werden.

Zudem stehen in EKIDES einige Verfahren der Belastungs- und Beanspruchungsanalyse zur Verfügung. Hier sind jedoch Einschränkungen zu beachten. Die beiden Verfahren zur Belastungsanalyse (VDI und NIOSH) eignen sich vorzugsweise für Muskelarbeiten, bei denen Lasten zu heben und ggfs. noch umzusetzen sind. Sie sind jedoch ungeeignet, wenn Informationen über zulässige Belastungsgrößen etwa für Druck- und Zugkräfte oder Traglasten gesucht werden.

Bei dem Verfahren zur Beanspruchungsanalyse handelt es sich um ein relativ breit einsetzbares Schätzverfahren für die Zulässigkeit bei dynamischen Muskelarbeiten.



Abbildung 25: Das Prüfungsmodul

Das Modul „Berechnungen“ bietet dem Benutzer, skalierbare Größen mit den in den Datenblättern enthaltenen Angaben zu berechnen. Dies betrifft

- die Größe von Kennzeichnungen der Betriebsmittel mit Zeichen oder Symbolen und
- die erforderliche Größe bestimmter Informationsmittel innerhalb gewisser Bandbreiten der Entfernung Auge – Objekt.

Aus der Zeichen- oder Schildergröße wird die zulässige Beobachtungsentfernung berechnet oder bei gegebener Beobachtungsentfernung die erforderliche Zeichen- oder Schildergröße.

Zusätzlich wurde die Berechnung des goldenen Schnitts eingebaut (Abb. 26).



Abbildung 26: Das Berechnungsmodul

In dem Buch „Ergonomie, Daten zur Systemgestaltung und Begriffsbestimmungen“, das im Hanser Verlag, München 2013 erschienen ist, wurden die einzelnen Prüfverfahren detailliert beschrieben und eine große Auswahl der ergonomischen Anforderungen und Definitionen aus EKIDES veröffentlicht. Mit dem Erscheinen des Buches wird die Kommunikationslücke zwischen Ergonomen, Konstrukteuren, Designern, Herstellern, Käufern und Nutzern geschlossen und der benötigte Aufwand für die Suche nach ergonomischen Anforderungen minimiert.

Die zwei neuesten Analyse-Verfahren wurden anlässlich der GfA 2014 in München getestet:

- Eine Vergleichsbewertung für SUVs und
- eine Gewichtung der Designkriterien.

Die Ergebnisse der Vergleichsbewertung (durchgeführt von 44 Bewertern, davon 40 Studenten der Fakultät Maschinenwesen) sind in Abbildung 27 dargestellt.

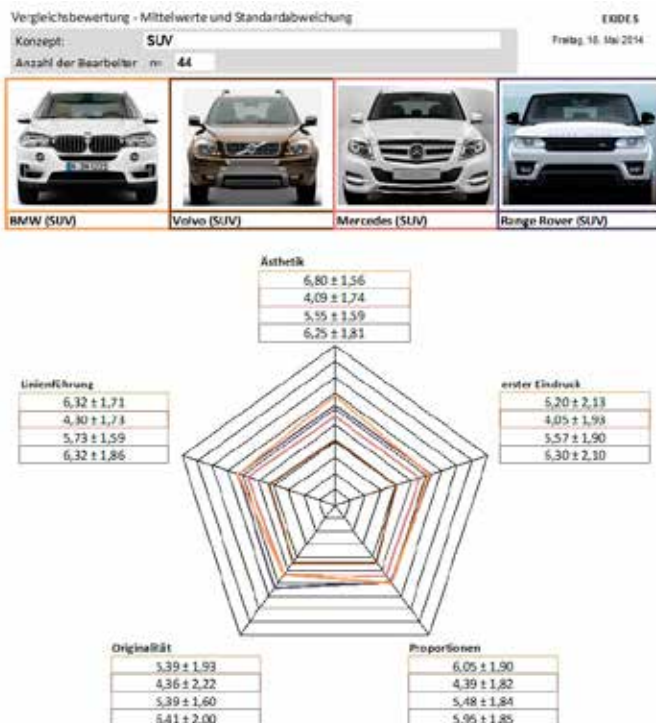


Abbildung 27: Vergleichsbewertung von Design - SUV

Diese Ergebnisse zeigen, dass die SUVs von BMW (X5) und Range Rover beinahe alle Kriterien der Bewertung dominieren. Die subjektiven Kriterien, wie Ästhetik, erster Eindruck und Originalität lassen sich schlecht messen, aber die Linienführung und Proportionen haben die Studenten mittels Berechnung des Goldenen Schnittes an den Fahrzeugen gemessen und bewertet.

Eine Strecke ist im Goldenen Schnitt geteilt, wenn sich die ganze Strecke (Major + Minor) zum größeren Abschnitt (Major) gleich verhält, wie der größere Abschnitt (Major) zum kleineren Abschnitt (Minor).

Der Goldene Schnitt:

$$\text{Major} / \text{Minor} = (\text{Major} + \text{Minor}) / \text{Major}$$

$$\text{bzw. Major} / \text{Minor} = \text{ca. } \phi = 1,618033989$$

Abbildung 28 zeigt einige Beispiele von Fahrzeugproportionen, bei denen Studenten ein Längenverhältnis nach dem Goldenen Schnitt erwartet haben.



| FAHRZEUG | a : b | a : b | a : b | a : b |
|----------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| BMW | 1,3235 (-18,2%) | 1,4928 (-7,74%) | 1,7191 (+6,25%) | 3,6216 (+123,83%) |
| Range | 1,3900 | 1,4830 | 1,9101 | 2,4823 |
| Rover | (-14,1%) | (-8,34%) | (+17,49%) | (+53,42%) |
| Mercedes | 1,3691 (-15,4%) | 1,5071 (-6,85%) | 1,4999 (-7,30%) | 2,3558 (+45,60%) |
| Volvo | 1,3891 (-14,1%) | 1,4590 (-9,83%) | 1,1802 (+11,31%) | 2,2330 (+38,01%) |

Abbildung 28: Beispiele der berechneten Abstände - goldener Schnitt

Aus den Berechnungen geht hervor, dass bzgl. der Abweichung vom Längenverhältnis des Goldenen Schnitts die Fahrzeuge von Mercedes (GLK) und Volvo (XC90) die kleinsten Abweichungen aufweisen, die größten Abweichungen treten hingegen bei den betrachteten Fahrzeugen von BMW und Range Rover auf. Es könnte vorsichtig behauptet werden, dass die Harmonie des goldenen Schnittes kein Maßstab für die Designbewertung von extrem starken und sportlichen SUVs ist. Es wäre interessant und wünschenswert diese Phänomene noch detaillierter zu untersuchen.

Was ist wichtig für die Qualität des Designs?

Die von Designern der Hochschule München vorgeschlagenen Qualitätskriterien wurden von den zwei Gruppen der Probanden gewichtet. Die Ergebnisse (Mittelwerte) der Gewichtung durch Designer und Ingenieure sind in den Abbildungen 29 und 30 dargestellt.



Abbildung 29: Wie wichtig sind die Kriterien für die Design - Qualität für Designer?



Abbildung 30: Wie wichtig sind die Kriterien für die Design - Qualität für Ingenieure und MW Studenten?

Erwartungsgemäß steht die Ästhetik bei den Designern an erster Stelle. In den Gruppen „Ingenieure“ und „Designer“ wird Ergonomie als zweitwichtigstes Kriterium betrachtet. Die beiden Kriterien Gebrauchstauglichkeit und Ergonomie haben bei der Befragung viele Fragen aufgeworfen und Diskussionen über deren Abgrenzung verursacht.

Ausblick

Das System EKIDES ist nach mehr als 20 Entwicklungsjahren sehr umfangreich geworden.

In Abbildung 31 wird darauf hingewiesen, dass das System EKIDES die Grundlage für das Buch „Ergonomie, Daten zur Systemgestaltung und Begriffsbestimmungen“, liefert.

Es stellt sich die Frage, ob EKIDES zerlegt oder weiter gepflegt, ausgebaut und ergänzt werden soll. Beide Ideen haben Vor- und Nachteile.

Die Zerlegung des System in unterschiedliche Bereiche/Domänen, wie z.B. nur bestimmte Arbeitsplätze oder bestimmte Produkte, bedeutet eine gute Reduzierung für bestimmte Benutzergruppen, aber gleichzeitig verursacht sie viel Arbeit bei der konsequenten Pflege der getrennten Systeme.

Eine Aufteilung von EKIDES in Daten, Analysen und Experimente stellt einen sehr großen Eingriff in die Konzeption des Systems dar. Besonders die ergonomische Prüfung basiert auf den in EKIDES gesammelten Daten und der Literatur. Die ursprüngliche Idee des Systems würde verloren gehen. Der Vorteil für Benutzer, die keine Prüfungen durchführen, wäre eine umfangreiche, breite Informationsplattform.

MS ACCESS – als Plattform für die Entwicklung von Datenbanken ist dazu sehr gut geeignet. Es bietet sich auch an, das System als App zu programmieren. Die Handhabung des Systems, als Tool für die ergonomische Prüfung und Bewertung, wäre ohne entsprechende Hardware-Ausstattung (Bildschirmgröße und Drucker) problematisch.



Abbildung 31: Hauptmenü der letzten Version von EKIDES und das Buch nach der Vorlage des Systems

Unabhängig davon, ob Nutzer wissenschaftlich gesicherte Erkenntnisse der Ergonomie suchen oder Regeln und Empfehlungen für die Gestaltung von Produkten oder Arbeitsplätzen benötigen, EKIDES liefert ihnen während des gesamten Gestaltungsprozesses verlässliche Unterstützung.

Literatur

Jastrzebska-Fraczek, I. (1991) Rechnergestütztes ergonomisches Prüfverfahren EDS - Ein ergonomisches Datenbanksystem mit Prüfverfahren. - In: GfA-Jahresdokumentation 1991, Bericht zum 37. Arbeitswissenschaftlichen Kongress, Dresden. Köln: Schmidt, 1991, S. 31.

Jastrzebska-Fraczek, I.; Schmidtke, H. (1992) EDS - Ein ergonomisches Datenbanksystem mit rechnergestütztem Prüfverfahren. - In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft: 46 (18NF) Nr. 1, S. 41-50

Jastrzebska-Fraczek, I., Schmidtke, H. (1993) EDS - an ergonomic database system with computeraided test procedure. In: The Ergonomics of Manual Work, Proc. of the Int. Ergonomics Ass. World Conf. on Ergonomics of Material Handling and Information Processing at Work, Warsaw, 14.-17. June 1993. Eds.: W. Marras et. al., London:Taylor&Francis, p. 617-618

Schmidtke, H.; Jastrzebska-Fraczek, I. (1997) Rechnergestützte Bereitstellung ergonomischer Daten für die Gestaltung technischer Systeme am Beispiel des Ergonomischen-Datenbank-Systems (EDS). In: Landau, K., Luzk, H., Laurig, W. (Hrsg.). Software-Werkzeuge zur ergonomischen Arbeitsgestaltung, S.214-231. Bad Urach: Verlag Institut für Arbeitsorganisation e. V.

Jastrzebska-Fraczek, I., Bubb, H. (2003) Software Design and Evaluation by Ergonomics Knowledge and Intelligent Design System (EKIDES). In Psychology Journal, Volume 1, Number 4, 378-390

Fukuda, R., Jastrzebska-Fraczek, I., Bubb, H., Schmidtke, H. (2005) Development of a Trilingual Ergonomics Knowledge and Intelligent Design System (EKIDES). Las Vegas, Nevada USA: HCI International, 11th International Conference on Human-Computer Interaction July 22-27 CD-ROM.

Jastrzebska-Fraczek, I., Schmidtke, H., Bubb, H., Karwowski, W. (2006) Ergonomics Knowledge and Intelligent Design System (EKIDES) - Software Tool for Design, Assessment and Ergonomics Teaching in International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors, Second Edition, edited by W. Karwowski, Taylor & Francis p. 1613-1625

Schmidtke, H.; Jastrzebska-Fraczek, I. (2013) Ergonomie, Daten zur Systemgestaltung und Begriffsbestimmungen. Hanser Verlag, München

DIN EN ISO 9241-110 (2006) Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110:Grundsätze der Dialoggestaltung. Beuth, Berlin

VDI 4006 Blatt1 (2002) Menschliche Zuverlässigkeit. Ergonomische Forderungen und Methoden der Bewertung.

Ergonomische Gestaltung, Umsetzung und Validierung einer körpergetragenen Hebehilfe unter Berücksichtigung ethischer Fragestellungen

Verena Knott, Jörg Wernecke

Motivation

Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE) werden laut statistischer Auswertungen mit über einem Viertel als häufigste Ursache für Arbeitsunfähigkeit sowie ein vorzeitiges Eintreten in die Erwerbsunfähigkeit in Deutschland angeführt (BKK Bundesverband 2012; Liebers et al. 2013). Erkrankungen des muskuloskelettalen Systems werden unter anderem durch hohe körperliche Belastungen verursacht (Liebers & Caffier 2009). Viele dieser Tätigkeiten stehen mit dem Heben und Tragen von schweren Lasten im Bereich von 5 kg bis 35 kg in Verbindung – sei es in der Produktion oder in der Logistik. Infolge des demografischen Wandels werden neuartige Assistenzsysteme auch in diesen Bereichen immer bedeutender für den Menschen, um zur Belastungsreduktion beizutragen. Ein Vorteil der Nutzung von Assistenzsystemen im Bereich der manuellen Lastenhandhabung ist die Verminderung der Belastungen, die auf den menschlichen Körper einwirken. Gleichzeitig können durch derartige Systeme die Arbeitsbedingungen bei manuellen Hebetätigkeiten verbessert werden, indem schädigungsloses Arbeiten mit der Möglichkeit gewährleistet wird, dass auch ältere Arbeitnehmer länger ihren Beruf ausüben können. In einer ergonomischen und auf die Anatomie des menschlichen Körpers individuell anpassbaren, körpergetragenen Hebehilfe sollen diese Vorteile vereint werden.

Hier setzt das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte und im September 2013 begonnene Drei-Jahres-Projekt „Hebehilfe“ (Entwicklung und Verifikation einer am Körper getragenen Hebehilfe zur Arbeitsunterstützung, <http://www.mtidw.de/ueberblick-bekanntmachungen/mit-60-mitten-im-arbeitsleben>) an. Neben fünf Projektpartnern aus Industrie und Forschung ist der Lehrstuhl für Ergonomie der Technischen Universität München (TUM) daran beteiligt.

Ziel des Projektes ist es, durch die Entwicklung einer optimal auf die Anatomie des menschlichen Körpers abgestimmten, körpergetragenen Hebehilfe zur manuellen Lastenhandhabung zur Kompensation nachlassender körperlicher Fähigkeiten sowie zur gesundheitlichen Prävention von MSE beizutragen.

Vorgehensweise der Ergonomie

Um die Vorteile einer körpergetragenen Hebehilfe aufzugreifen, muss jedoch berücksichtigt werden, dass eine am Körper fixierte Unterstützung nicht störend auf den Körper wirken darf. Demnach ist

bereits im Entwicklungsschritt darauf zu achten, das System möglichst gut an die Anatomie seines Trägers anpassbar zu gestalten.

Der Lehrstuhl für Ergonomie der TUM hat die Ableitung einer ergonomisch motivierten Spezifikation für eine körpergetragene Hebehilfe zum vorrangigen Ziel. Im Rahmen von detaillierten Tätigkeitsanalysen bei Endanwendern aus den Bereichen der manuellen Kommissionierung sowie der Postlogistik wurden Lastenmanipulationsvorgänge detailliert untersucht und dokumentiert. Im Schwerpunkt wurden objektive Messdaten zu Bewegungsprofilen über ein Bewegungserfassungssystem (VICON Motion Capturing System) erfasst. Diese Daten wurden anschließend genutzt, um mithilfe eines biomechanischen Menschmodells (AnyBody Modeling System™) die Belastungen der einzelnen Muskelgruppen zu simulieren und konkrete Aussagen zu den Auswirkungen der manuellen Lastenhandhabung auf das Skelettsystem zu treffen. Die subjektiven Beurteilungen der direkt Betroffenen aus der Tätigkeitsanalyse konnten somit objektiviert werden.

Aufbauend auf den in der Spezifikationsphase gesammelten Informationen wird nun im zweiten Projektabschnitt die ergonomische Expertise zur Gestaltung eines intuitiv bedienbaren User-Interfaces eingesetzt, das zusätzlich durch eine Expertenevaluation und die Befragung von zukünftigen Nutzern abgesichert wird.

Im Rahmen der wissenschaftlichen Verifikation und Validierung des am Körper getragenen Assistenzsystems gegen Projektende wird die Reduktion der physischen Belastungen auf den menschlichen Körper seitens der Ergonomie quantifiziert. Dieser Beweis zur Belastungsreduktion wird über die indirekte Kalorimetrie unter dem Einsatz eines Spiroergometrie-Systems (MetaMax 3B, CORTEX Biophysik GmbH) geliefert. Mithilfe des diagnostischen Verfahrens können die qualitativen und quantitativen Untersuchungsergebnisse der Reaktionen von Herz, Kreislauf und Atmung bei körperlichen Belastungen mit und ohne körpergetragene Hebehilfe verglichen werden. Zudem lassen sich dadurch die Anwendbarkeit der Hebe- und Tragehilfe bestätigen, der Nutzen des Systems objektiv bei Lasten der Gewichtsklasse von 5 kg bis 35 kg im industriellen Bereich belegen und ein geringeres Risiko bezüglich MSE vorhersagen.

Ethik und Technik

Trotz der zahlreichen Möglichkeiten und Vorteile, die sich mithilfe der technischen Umsetzung einer körpergetragenen Hebehilfe für Arbeitnehmer der manuellen Lastenhandhabung zukünftig ergeben, sind jedoch auch Herausforderungen in ethischer Hinsicht verbunden. In Kooperation mit dem MCTS (Munich Center for Technology in Society, <http://www.mcts.tum.de/>) wurde ein Ethik-Workshop zu dieser Thematik durchgeführt.

In dem Workshop sollten die TeilnehmerInnen für mögliche ethische Probleme bereits im Vorfeld der konkreten technologischen Entwicklung sensibilisiert werden. Insbesondere angesichts des Paradigmenwechsel von einer externalen zu einem körpernahen technischen Assistenzsystem ist man mit neuen Herausforderungen mit Blick auf die Personen- bzw. Zielgruppe konfrontiert. Welche normativen Konflikte und ethischen Probleme können sich womöglich im Hinblick auf das Selbstbild, das Autonomieverständnis, den Anspruch auf Intimität und Privatheit durch ein körpergetragenes Assistenzsystem für Personen ergeben? Wie ist das Verhältnis von Sicherheit und Fürsorge mit Blick auf den Träger, die Entwickler und die gesellschaftlichen sowie organisatorischen Institutionen beschaffen? Z.B.: Wer trägt im Hinblick auf was (Mittel) die Verantwortung für eine Schadensprävention gegenüber wem? Mit diesem prospektiven Ansatz sollen nicht nur die Bedürfnisse der Zielgruppen besser erfasst werden, vielmehr soll auch vermieden werden, dass potentielle ethisch-normative Akzeptanzprobleme nach der Produktentwicklung die Verbreitung des Produkts einschränken oder gar verhindern, sofern sie nicht mit großem Aufwand technologisch nachgerüstet werden. Am Ende des Workshops wurde mit den TeilnehmerInnen ein Lastenheft jener ethischen Dimensionen erarbeitet, die bei der technologischen Produktentwicklung berücksichtigt werden sollten. Insbesondere die ethischen Dimensionen „Sicherheit“ und „Autonomie“ erwiesen sich als Fokus für die weiteren technologischen Entwicklungsschritte.

Literatur

BKK Bundesverband (2012). Gesundheitsreport 2012. Gesundheit fördern - Krankheit versorgen - mit Krankheit leben. http://www.bkk.de/fileadmin/user_upload/PDF/Arbeitgeber/gesundheitsreport/Gesundheitsreport_2012/Gesundheitsreport_2012.pdf.

Liebers, F.; Brendler, C.; Latza, U. (2013): Alters- und berufsgruppenabhängige Unterschiede in der Arbeitsunfähigkeit durch häufige Muskel-Skelett-Erkrankungen. Rückenschmerzen und Gonarthrose. In: Bundesgesundheitsblatt 56 (3), pp. 367–380.

Liebers, F. Caffier, G. (2009): Berufsspezifische Arbeitsunfähigkeit durch Muskel-Skelett-Erkrankungen in Deutschland. Hg. v. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. <http://www.baua.de/cae/servlet/contentblob/668706/publicationFile/92050/F1996.pdf>

Optimierung eines Skeletonschlittens

Ilja Feldstein



Wintersportlerin Anja Huber ließ sich ihren Skeletonschlitten für die olympischen Winterspiele 2014 in Sotschi durch die Technische Universität München umrüsten. In einem Wettlauf gegen die Zeit wurde an dem Schlitten ein Jahr lang getüftelt, experimentiert, entwickelt und gebaut. Am Ende konnte der Schlitten für sich die deutsche Meisterschaft, den fünften Platz im World Cup, Bronze bei der Europameisterschaft und den achten Platz bei Olympia verbuchen.

Die olympischen Spiele gelten für die meisten Athleten als das ultimative Ziel. Sie genießen aufgrund ihres Vierjahresrhythmus und der weltweit medialen Wirkung meist einen viel höheren Stellenwert als etwa die Weltmeisterschaften, die in der Regel jährlich oder zweijährig stattfinden. Das bedeutet für viele Sportler eine jahrelange Vorbereitung, um sich dann bei den olympischen Spielen in wenigen Minuten Wettkampf beweisen zu können. Die olympischen Winterspiele kennen drei Disziplinen im Eiskanal: Den Bob, das Rodeln und den Skeleton. Während Rodler auf ihren Schlitten sitzen und sich nach hinten lehnen, liegen Skeletonfahrer flach auf ihrem Bauch und fahren Kopf voraus runter. Daher werden sie in der Eiskanalzene auch gerne mal als die „Bauchrutscher“ bezeichnet.

Viele Faktoren haben Einfluss auf die Leistung des Athleten

Für den Erfolg eines Skeletonpiloten spielen vier Faktoren eine Rolle: Neben dem ihm zur Verfügung gestellten Material hat natürlich der Athlet mit seiner körperlichen Fitness, technischen Fertigkeit und psychologischen Stabilität eine zentra-

le Bedeutung. Der Pilot muss den Schlitten beim Startsprint auf eine höchstmögliche Geschwindigkeit beschleunigen und springt anschließend auf einen Schlitten, der deutlich kürzer als sein Körper ist.



Dadurch stehen während der Fahrt Körperextremitäten wie Kopf und Beine über und müssen unter Körperspannung entgegen der Schwerkraft in aerodynamisch optimaler Lage gehalten werden. Dabei wirken vor allem in den Kurven vertikale Fliehkräfte von bis zu 5G. Zeitgleich muss der Skeletonfahrer bei Spitzengeschwindigkeiten von bis zu 150 km/h den Schlitten sauber durch den Eiskanal steuern. Fahrfehler werden auf einem Niveau wie Olympia nicht verziehen: eine Sekunde Zeitverlust entscheidet in einem Lauf in der Regel über Rang 1 oder 15. Daher spielt natürlich auch der Austragungsort eines Wettkampfes eine Rolle. Neben dem bekannten Phänomen des Heimvorteils im Sport kommt hier noch die Eigenbeschaffenheit der Bahn zum Tragen. Anders als zum Beispiel im Fußball, bei dem die Plätze weltweit nahezu identische Eigenschaften aufweisen, ist jeder Eiskanal unterschiedlich mit seinem eigenen Verlauf und entsprechenden Tücken aufgebaut. Daher ist es für den Skeletonpiloten essentiell den Streckenverlauf genau einzuprägen. Hierbei sind natürlich die am Austragungsort beheimateten

Sportler klar im Vorteil. Im Fall von Sotschi also, hatten die russischen Athleten deutlich mehr Trainingsmöglichkeiten im Olympiakanal.

Der Körperaufbau des Fahrers hat ebenfalls einen Einfluss auf die Fahrleistung. Es ist offensichtlich, dass der Körper möglichst aerodynamisch im Kanal liegen, bedeutsam ist aber auch das Körpergewicht des Fahrers: Je schwerer der Fahrer, desto höher ist der Druck auf die Kufen. Bei höherem Druck schmilzt das Eis unter den Kufen thermodynamisch schneller, wodurch eine bessere Gleiteigenschaft erzeugt wird. Außerdem erzeugt eine größere Masse eine höhere Hangabtriebskraft und damit eine höhere Geschwindigkeit. In diesem Punkt ist beispielsweise die deutsche Athletin Anja Huber ihrer Konkurrenz, die in der Regel zehn Kilo mehr auf die Waage bringt, deutlich unterlegen. Zehn Kilogramm Gewichtsunterschied machen in der Regel – je nach Streckenbeschaffenheit – etwa zwei bis drei zehntel Sekunden in einem Lauf aus.

Die Sportausrüstung muss stetig weiterentwickelt werden, um nicht den Anschluss an die Spitzengruppe zu verlieren. Denn die Konkurrenz schläft auch nicht, weshalb ein Entwicklungsstillstand einen Rückschritt gleich kommen würde. Bereits geringfügige Veränderungen, die den Schlitten wenige zehntel Sekunden schneller machen, können den Athleten weit nach vorne werfen. So ließen sich beispielsweise die Briten ihren Schlitten 2010 vom Sportwagenhersteller McLaren bauen und holten daraufhin prompt die erste olympische Goldmedaille im Eiskanal für Großbritannien seit 1964. Diesen technischen Vorsprung behielten sie bei und wiederholten dieses Kunststück in Sotschi. War es 2010 noch Amy Williams, so ging diesmal die Goldmedaille an Großbritannien in Person von Lizzy Yarnold. Dass dies den Briten gelang, kommt nicht von ungefähr: Die Forschung und Entwicklung von Sportgeräten in Nischensportarten wie Skeleton ist sehr kostspielig und Bedarf eines finanzstarken Partners. Großbritannien ist, seitdem ein Großteil der Gewinne aus der nationalen Lotterie in die Sportförderung fließt, finanziell sehr gut gestellt.

Schlittenentwicklung im Rennen gegen die Zeit

Auch die deutsche Skeletonpilotin Anja Huber wollte sich ihren Schlitten mit Hilfe von externer Unterstützung optimieren lassen und wandte sich 2012 daher an die Technische Universität München. Möglich wurde ihr dies durch ihren Partner Red Bull. Daraus entwickelte sich eine enge Zusammenarbeit zwischen der Athletin, ihrem langjährigen Techniker Wolfram Schweizer, der Flui-

Dyna GmbH als Strömungsspezialisten, Red Bull und der TU München. Wolfram Schweizer, früher selbst Skeleton-Fahrer, versorgt auch die übrige Nationalmannschaft neben Anja Huber mit Ausrüstung. Er verfügt dabei über jahrzehntelange Erfahrung im Skeletonbau und sticht als Praktiker hervor, der ein gutes Gespür für erfolgreiche Ansätze hat und dabei viel aus dem Bauchgefühl heraus entscheidet. Die TU München zeichnet sich dagegen durch ihr sehr breit aufgestelltes Fachwissen aus, in Bereichen wie beispielsweise Aerodynamik, Ergonomie, mechanische Beanspruchung, Materialkunde und Herstellverfahren. Diese Mischung ermöglichte eine sehr produktive Zusammenarbeit bei der Theorie und Praxis auf Augenhöhe aufeinander trafen und voneinander lernen konnten. Da jedoch nur noch ein Jahr bis Olympia verblieb, begann ein Rennen gegen die Zeit. In einer Task Force wurden die wichtigsten Baustellen am Schlitten bestimmt und mit vollem Einsatz bearbeitet, mit dem Ziel den inzwischen jahrelangen technischen Vorsprung der internationalen Konkurrenz zu verkürzen.

Unvollständiges Reglement schafft Spielraum

Zu Beginn einer solchen Schlittenoptimierung muss das Reglement des Internationalen Bob und Skeleton Verbandes (FIBT) studiert werden. Hier müssen die Vorgaben bezüglich Abmaße, Form, Material und Gewicht genau beachtet werden. Da die Schlitten ohnehin bereits am Limit ausgelegt sind, gilt es insbesondere Lücken im Reglement zu finden und diese zum eigenen Vorteil auszulegen. Anschließend gehört auch noch etwas Glück dazu, dass die Änderungen von der Materialkommission des FIBT zugelassen werden: Diese kann in etwa argumentieren, dass die Änderungen am Schlitten im Reglement nicht explizit verboten worden sind und daher zulässig. Oder aber das Gegenteil ist der Fall und die Kommission beruft sich darauf, dass die Änderungen nicht explizit erlaubt sind und daher unzulässig. Häufig ist es auch ein iterativer Prozess mit mehreren Änderungsschleifen bis die Kommission eine Modifikation genehmigt.

Vertrauen des Piloten zum Schlitten muss zu 100 Prozent bestehen

In diesem konkreten Fall lag der Fokus auf der Gesamtaerodynamik des Schlittens samt Fahrer sowie auf der Kontaktfläche und dem Zusammenspiel zwischen Schlitten und Fahrer. Zugleich lag die Bemühung dabei, das Gewicht der Einzelteile zu reduzieren.

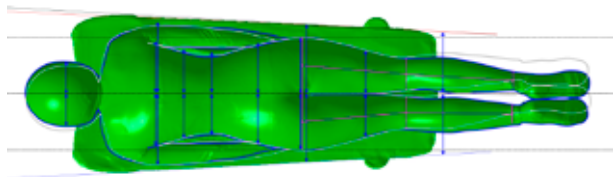
Dies hat den Grund, dass der Schlitten gemäß Reglement einem Gesamtmaximalgewicht unterliegt. Umso mehr Gewicht man an den einzelnen Elementen einspart, umso mehr Zusatzgewichte aus Blei kann man an strategisch vorteilhaften Stellen einbringen.



Dadurch kann zum Beispiel der Schwerpunkt des Schlittens insgesamt tiefer gelegt und das Fahrverhalten des Schlittens erheblich beeinflusst werden. Eine Möglichkeit, das Gewicht der Elemente zu beeinflussen, besteht beispielsweise darin, die gewöhnlichen Stahlelemente durch Bauteile aus hochfestem Stahl, wie beispielsweise TRIP-Stählen, zu ersetzen. Dadurch können die Bauteile, bei gleichbleibender Festigkeit und nahezu identischer Dichte, dünner ausgelegt werden. TRIP-Stähle haben die Eigenschaft, dass sie bei der Umformung eine besondere Martensitbildung aufweisen und dadurch eine höhere Zähigkeit und Streckgrenze erzeugen. Bei der Auslegung der Bauteile muss jedoch sehr sauber gearbeitet werden: Die Piloten jagen mit dem Schlitten bei Höchstgeschwindigkeiten – nur von einem Helm geschützt – durch den Eiskanal. Ein Versagen des Materials hätte verheerende Folgen. Bereits zahlreiche Unfälle im Eiskanal, die mitunter auch tödlich endeten, erschütterten den Sport. Auch psychologisch muss daher das Vertrauen des Athleten zum Material zu 100 Prozent hergestellt sein, damit dieser sich wohlfühlt und mit freiem Kopf fahren kann. Es sei angemerkt, dass das Reglement – wohl auch aus Sicherheitsgründen – ferritischen Stahl als Material für alle tragenden Teile des Schlittens vorschreibt und daher Carbon-Werkstoffe, wie in anderen Leistungssportarten üblich, nicht möglich sind.

Numerische Simulationen und Pneumatiksysteme ebnen den Weg hin zur optimalen Passform

Um aerodynamische Eigenschaften des Schlittens ermitteln zu können, wurde ein 3D-Modell kreiert und mit Hilfe von numerischen Simulationen analysiert. Die Bemühungen lagen darin, die Strömungsmechanik des Schlitten-Fahrer-Komplexes zu optimieren und dabei insbesondere den Luftwiderstand zu reduzieren. Selbstverständlich war dies nur innerhalb der Vorgaben des Reglements möglich, wodurch die Möglichkeiten für Änderungen stark eingeschränkt waren.



Eine gummierte Spezialbeschichtung auf der Auflagefläche in Verbindung mit einer neu entwickelten luftbasierten Anpassung in der Liegeschale soll dazu beitragen, die Pilotin fest im Schlitten zu halten. Die Liegeschale – das Bindeglied zwischen Schlitten und Pilot – muss möglichst flächendeckend an der Pilotin anliegen, um optimal steuern zu können. Ein Verrutschen der Pilotin auf dem Schlitten während der Fahrt würde diesen aus dem Gleichgewicht bringen. Das neue Anpassungs-System gewährleistet den erforderlichen innigen Verbund und kann zudem langfristig körperliche Veränderungen des Skeletonfahrers auf dem Schlitten auszugleichen.

Veränderung an der Ausrüstung spielen nicht nur physikalisch, sondern auch psychologisch eine wichtige Rolle: Wenn ein Athlet am Wettkampftag vor den Augen der Konkurrenz mit augenscheinlich neuem Material aufläuft, setzt das die Konkurrenz psychologisch erheblich unter Druck und sorgt für innere Unruhen im Wettkampflager. Dies kann den Ausgang eines Rennens beeinflussen. Durch dieses Projekt konnte mit dem Material ein Satz nach vorne gemacht werden, auch wenn die Konkurrenz nach wie vor einen nicht unwesentlichen Vorsprung genießt. Weitere Schwachstellen am Schlitten mit Optimierungspotential konnten zwar lokalisiert, jedoch zeitbedingt nicht vollständig bearbeitet werden. Eine Fortsetzung der Forschungsarbeit am Schlitten scheint in Hinblick auf die olympischen Winterspiele 2018 in Pyeongchang daher denkbar.

Entwicklung neuartiger elektrischer Kleinstfahrzeuge und Erprobung im touristischen Umfeld der Modellkommune e-GAP

Die Region Garmisch-Partenkirchen ist ein beliebtes Touristenziel mit vielfältigen Möglichkeiten für Freizeitaktivitäten in der freien Natur. Das durch das steigende Mobilitätsbedürfnis unserer Gesellschaft und den Tourismus verursachte hohe Verkehrsaufkommen und die daraus folgenden Lärm- und Umweltbelastungen stehen in starkem Kontrast zu den Wünschen der Touristen nach Ruhe und Entspannung in natürlicher Umgebung.

Daher ist die Entwicklung neuer Mobilitätskonzepte von großer Bedeutung. Um diese Entwicklung voranzutreiben wurde Garmisch-Partenkirchen als eine von 3 Modellkommunen für Elektromobilität in Bayern ausgewählt. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens arbeiten Universitäten, Unternehmen, Dienstleister, Forschungseinrichtungen und Umweltorganisationen gemeinsam an neuen Ansätzen und innovativen Technologien für ein ganzheitliches Mobilitätskonzept unter Berücksichtigung der regionalen Bedürfnisse Garmisch-Partenkirchens (e-GAP, 2013).

Fahrzeugkonzept QuadRad

Das Projekt „QuadRad“ ist eines von mehreren Forschungsprojekten innerhalb der Modellkommune und hat die Entwicklung eines vierrädrigen Fahrrads mit elektrischer Trittkraftunterstützung zum Ziel. Der Fahrer wird dabei mit bis zu 250W und bis zu 25km/h unterstützt, wie es derzeit bei Pedelects üblich ist.

Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik (Projektleitung, Fahrzeugentwicklung), R&R Fahrzeugtechnik (Fahrzeugentwicklung und -aufbau), Leber Systemtechnik (Entwicklung HMI) und Continental AG (Entwicklung Elektromotor) durchgeführt.

Das Fachgebiet für Sportgeräte und -materialien beschäftigt sich mit der Entwicklung eines



Abbildung 1: Fahrzeugkonzept QuadRad

Reichweitenmodells, mit welchem die benötigte Energie für die bevorstehende Strecke möglichst exakt berechnet werden kann. Durch die Kombination aus elektrischem Antrieb und Muskelkraftantrieb und den hohen Einfluss von Umweltsituationen auf den Energieverbrauch (Fahrverhalten, Streckengegebenheiten) ist ein intelligentes Energiemanagement notwendig, um die persönliche Reichweite des Fahrers zu erhöhen. Auch hierbei soll das Modell helfen für verschiedene Fahrsituationen die optimale Kombination aus elektrischem Antrieb und Muskelkraft zu ermitteln.

Da die individuelle Leistungsfähigkeit einen großen Einfluss auf den Energieverbrauch hat, wird weiterhin die Entwicklung einer biometrischen Antriebsunterstützung verfolgt. Diese passt die Motorunterstützung entsprechend der aktuellen Beanspruchung des Fahrers an. Gleichzeitig wird durch die Berücksichtigung von auftretenden Umgebungseinflüssen eine konstante Belastung über die gesamte Fahrstrecke realisiert. Somit kann die Fahrt, unabhängig vom Streckenprofil und je nach Wunsch des Fahrers, komfortabel bis sportlich gestaltet werden.

Der Einfluss einer elektrischen Trittkraftunterstützung bisheriger auf dem Markt erhältlicher Pedelects wurde in Testfahrten, die im Rahmen eines Studentenprojektes durchgeführt wurden, in der Umgebung Garmisch-Partenkirchen untersucht. Dabei wurde sowohl die reale als auch die subjektiv wahrgenommene Beanspruchung von Testfahrern während einer Fahrt mit bzw. ohne elektrische Unterstützung untersucht. Die reale Beanspruchung wurde mittels Laktat- und Herzfrequenzmessung ermittelt, während die subjektive Beanspruchung mittels Borg-Skala abgefragt wurde.



Abbildung 2: Testfahrergruppe zur Bestimmung des Einflusses einer elektrischen Trittkraftunterstützung auf physiologische Parameter beim Fahrradfahren

Auch die Muskelaktivität in verschiedenen Fahrsituationen mit und ohne Unterstützung wurde in weiteren Versuchen mittels EMG-Messungen untersucht. Je nach Fahrsituation und Fitnesslevel ergeben sich dabei unterschiedlich starke Einflüsse der Antriebsunterstützung, was die Entwicklung eines intelligenten Energiemanagements und einer individuell angepassten Antriebsunterstützung bekräftigt.

Das Fahrzeug ist für verschiedene Bereiche einsetzbar:

Alltag – Tourismus – Gewerbe – Sport

Ein Baukastenprinzip erlaubt die schnelle Abwandlung von Varianten des Fahrzeugkonzepts, die speziell an die Anforderungen des jeweiligen Einsatzgebietes angepasst sind.



Abbildung 3: Sportliche Variante des Quadrad

Ab 2015 werden die verschiedenen Varianten nach und nach in einem Feldversuch in Garmisch-Partenkirchen eingesetzt und getestet und so die Anwendbarkeit des Fahrzeugkonzepts in den unterschiedlichen Bereichen überprüft.



Abbildung 4: Gewerbliche Variante des Quadrad

Aufbau des 1. Versuchsträgers

Für die interne Erprobung und die Weiterentwicklung des Fahrzeugs befindet sich ein erster Versuchsträger derzeit im Aufbau. Der Rahmenaufbau entspricht dem eines Quadrad für die gewerbliche Anwendung. Durch den verlängerten Radstand ist auf dem Quadrad Platz für Transportboxen und kleine Arbeitsgeräte und kann damit als Lieferfahrzeug oder als Dienstfahrzeug für z.B. Handwerker eingesetzt werden. Die Radaufhängungen des Versuchsträgers sind als Doppelquerlenker realisiert.



Abbildung 5: Oberer (links) und unterer (rechts) Querlenker der hinteren Radaufhängung

Angetrieben wird das QuadRad von zwei radnahen Motoren die über ein Stirnradgetriebe an der Hinterachse eingreifen und so den Fahrer unterstützen.



Abbildung 6: Radnahe Antriebseinheit in Einzelteilen (links) und in zusammengebautem Zustand (rechts)

Die Übersetzung der Muskelkraft des Fahrers erfolgt über die stufenlose und automatische Gangschaltung NuVinci Harmony.

Die weiteren Komponenten (Räder, Sattel, Lenker) bestehen aus Standardbauteilen aus der Fahrradbranche.



Abbildung 7: Versuchsträger der gewerblichen Variante des Quadrad (ohne Batterie, Verkabelung und Transportboxen)

Ausblick

Bevor der Versuchsträger auch elektrisch angetrieben und erste Tests durchgeführt werden können muss dieses noch elektrisch in Betrieb genommen werden.

Als nächster Versuchsträger wird eine Variante mit Mittelmotor und einer Starrachse anstatt des Doppelquerlenkers an der Hinterachse aufgebaut.

Literatur

- e-GAP. (2014). Abgerufen am 09. 04 2014 von <http://www.e-gap.de/index.php>
- Fan, X., Tomizuka, M. (2010). Robust Disturbance Observer Design for a Power-Assist Electric Bicycle. American Control Conference, S. 1166 - 1171
- Langari, R., Won, J.-S. (2005). Intelligent Energy Management Agent for a Parallel Hybrid Vehicle – Part I: System Architecture and Design of the Driving Situation Identification Process. Transactions on Vehicular Technology, Vol. 54, S. 925 - 934
- Mütze, A., & Tan, Y. C. (Juli/August 2007). Electric Bicycles: A performance evaluation. Industry applications magazine, S. 12 - 21.
- Rose, G. (2012). E-bikes and urban transportation: emerging issues and unresolved questions. Transportation, S. 81 - 96.

Die ISEA Winterschool 2014

Marius Janta

Jährlich bietet die International Sports Engineering Association Studierenden weltweit die Möglichkeit an der ISEA Winterschool teilzunehmen. Dieses Lehrkonzept, rund um den Schneesport und seine Fragestellungen, soll ihnen ermöglichen Messtechnik im Feld kennenzulernen, anzuwenden, erhobene Daten auszuwerten und vor einem Publikum zu präsentieren. Organisiert von der Universität Padova nahmen unter anderem Studierende des Human Factors Engineering (HFE) des Lehrstuhls für Ergonomie und des Fachgebietes für Sportgeräte und -materialien der TUM dieses Jahr teil.

Organisation

Vom 24. - 28. März 2014 kamen 28 Studierende und 15 Betreuer aus Dänemark, Deutschland, Italien, Großbritannien, Norwegen und Slowenien nach San Vito di Cadore, Südtirol, Italien, um innerhalb einer Woche schneesportspezifische Fragestellungen in Kleinprojekten zu beantworten.



Abbildung 1: Teilnehmer der ISEA Winterschool 2014

Die meisten befassten sich mit typischen Belastungen, die auf Mensch und Material während des Skifahrens wirken können. Von thermischer Belastung, Muskelaktivität, Druckverteilung und Energieverbrauch, über Bewegungsanalyse zur Ermittlung der einwirkenden Kräfte auf Ski, Snowboard oder Skischuh waren vielfältige Projekte vertreten. Die Studierenden der Technischen Universität München befassten sich konkret mit den beiden Fragen:

1. Beeinflussen unterschiedliche Fahrstile das Mikroklima und die körperliche Belastung?
2. Kann man mit einem Skitrainingsgerät reales Skifahren simulieren?

Ad 1

Die Gruppe betrachtete einen typischen Zyklus mit Abfahrt und anschließender Liftfahrt (Dauer ca. 10 min). Diese wurde einmal mit Kurzschwüngen und das andere mal mit Langschwüngen absolviert. Zur Vergleichbarkeit der Abfahrten wurden diese durch ein Metronom rhythmisch vorgegeben.

Um an thermo- und belastungsphysiologische Daten zu kommen, wurde der Proband mit Temperatursensoren im Bekleidungssystem und einer Ergospirometrie zur Atemgasanalyse ausgestattet (siehe Abbildung 2). Zuletzt wurden die mikroklimatischen Daten über die Abfahrten visualisiert.

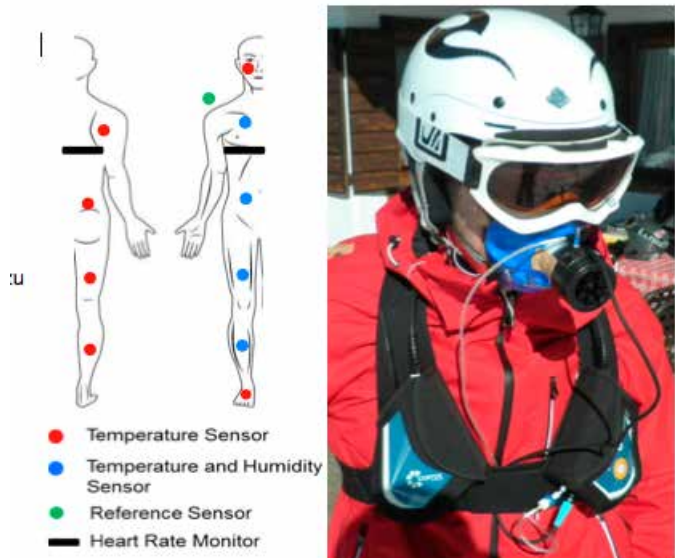


Abbildung 2: Platzierung der Temperatur- und Feuchtesensoren (links), MetaMax3B zur Atemgasanalyse (rechts)

Die Ergebnisse zeigten minimale, aber keine signifikanten oder systematischen Unterschiede zwischen der metabolischen Belastung der beiden Fahrstile (siehe Tabelle 1). Während der Abfahrt stieg die Herzfrequenz für beide Fahrstile innerhalb von zwei Minuten von 100 bpm¹ (stehend, in Ruhe) auf ca. 160 bpm an.

Tabelle 1: Respiratorischer Quotient (RER), Sauerstoffvolumen (VO₂), Energieverbrauch und Atemfrequenz (BR).

| Maximum Values | RER | VO ₂ | Kcal/h | BR |
|----------------|------|-----------------|--------|-------|
| Short Turn | 1,34 | 2,83 | 844,67 | 54,33 |
| Long Turn | 1,31 | 2,79 | 888,67 | 59,00 |
| Average Values | RER | VO ₂ | Kcal/h | BR |
| Short Turn | 1,12 | 1,28 | 384,67 | 26,83 |
| Long Turn | 1,03 | 1,21 | 359,82 | 25,94 |

Auch die Betrachtung des Mikroklimas zeigte keinen Unterschied zwischen Kurz- und Langschwung (siehe Abbildung 3).

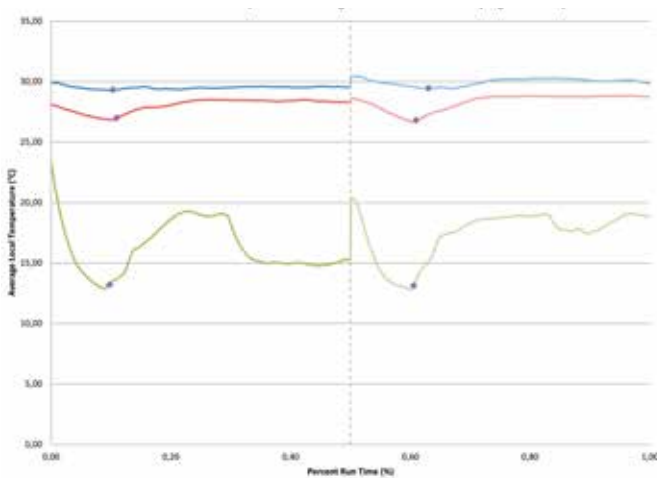


Abbildung 3: Vergleich der Temperaturverläufe von Haut (blau) der ersten (rot) und der zweiten Bekleidungsschicht (grün) zwischen Kurz- (links) und Langschwüngen (rechts).

Interessant ist aber die Tatsache, dass es -entgegen der Vermutung- während der Liftfahrt zum Anstieg der Temperaturen und während der Abfahrt zum Absinken kam. In diesem Fall war dies sicherlich bedingt durch die relative warmen Umgebungsbedingungen und die starke Sonneneinstrahlung. Zuletzt wurden die Daten von lokalen Temperaturen und Feuchten in den verschiedenen Lagen auf einem 3D Menschmodell über die Zeit visualisiert, um einen detaillierteren Einblick in das Gesamtsystem zu haben.

Ad 2

Die zweite Gruppe untersuchte, ob ein neues Trainingsgerät (siehe Abbildung 4) das reale Skifahren simulieren kann.



Abbildung 4: SkiA® SkiSport Trainer

Dazu ermittelten sie per EMG² am Oberschenkel und mit Druckmesssohlen im Skischuh Daten während einer Standübung mit dem Trainingsgerät und im Vergleich dazu während des Skifahrens. Mit dem Skitrainer wurden nach Herstellervorgaben Kniebeugen gemacht und versucht die Balance zentral zu halten. Auf der Piste wurde eine definierte Strecke in Kurz- und Langschwüngen abgefahren.

Die Ergebnisse zeigten keine Vergleichbarkeit der beiden Szenarien bezüglich der Muskelaktivität (siehe Abbildung 5). Einzig eine annähernd vergleichbare zentrale Position konnte per Druckverteilungsmessung nachgewiesen werden.

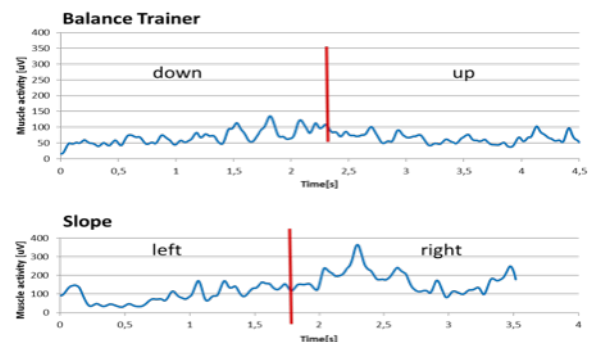


Abbildung 5: EMG Daten des Rectus Femoris (Oberschenkelmuskel) von Trainer (oben) und Ski fahren (unten).

Auch 2015 wartet wieder ein umfang- und lehrreiches Programm auf die Studenten

TV- Reportage über mechatronische Skibindungen

Sendung „Einstein“ des schweizer Fernsehen DRS1

Michaela Nusser



Abbildung 1: Auszug aus TV-Beitrag

In Fachkreisen ist die Expertise des Fachgebietes für Sportgeräte und Materialien hinsichtlich des alpinen Skisports schon lange bekannt. Im Zuge eines gemeinsamen Projektes mit dem Bundesinstitut für Unfallverhütung in der Schweiz, drehte das Schweizer Fernsehen SF DRS1 diesen Winter eine Reportage über „Mechatronische Skibindungen zur Unfallprohylaxe im alpinen Skisport“. Der Beitrag wurde am 6. Februar 2014 gesendet.

Doch was wird unter mechatronischen Skibindungen verstanden und welchen Vorteil sollen sie dem Sportler bringen?

Jeder, der sich die zwei Bretter schon einmal unter die Füße geschnallt hat, kennt die Problematik- entweder löst die mechanische Bindung zu früh aus oder sie löst nach einem Sturz überhaupt nicht aus. Bei beiden Szenarien können ernsthafte Knieverletzungen die Folge sein.

Die Experten sehen in den mechatronischen Skibindungen ein großes Potential, solches Fehlverhalten zu minimieren. Mechatronische Skibindungen vereinen eine mechanische und eine elektrisch geregelte Komponente miteinander.

Die mechatronische Skibindung umgeht das Problem der Fehlauslösung durch eine elektronische Regelung. Ein Mikroprozessor vergleicht dabei den momentanen Zustand des Systems mit einem programmierten Normwert. Erreicht die Abweichung einen gewissen Schwellenwert, wird der Auslösemechanismus initialisiert.



Abbildung 2: Auszug aus dem TV-Beitrag

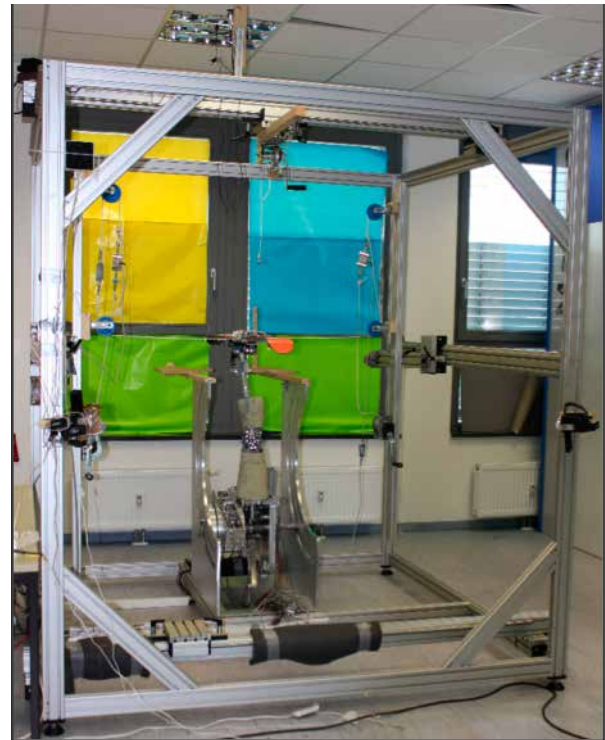


Abbildung 3: Gesamtprüfstand Ansicht von vorne

Die Herausforderung der Wissenschaft ist es, diesen Schwellenwert respektive den grünen Bereich zu bestimmen.

Eine Möglichkeit wäre, den Normbereich über eine Vielzahl von Testfahrten zu eruieren.

Das Fachgebiet verfolgt jedoch eine andere Strategie. Hierbei sollen die im Knie auftretenden Belastungen in direktem Zusammenhang zu den an der Bindung angreifenden Kräften gebracht werden.

Zu diesem Zweck dient der am Fachgebiet entwickelte Kniesimulator. In den Kniesimulator, der in der letztjährigen Ergonomie Aktuell vorgestellt wurde, sind insgesamt sechs Kniebänder und die wichtigsten Ober- resp. Unterschenkelmuskeln integriert. Mittels dreier im Knie inkorporierten Kraftsensoren kann die Belastung auf die zwei Bündel des vorderen Kreuzbandes, sowie auf das mediale Seitenband aufgezeichnet werden.

Bis zur Marktreinführung der mechatronischen Skibindung wird es noch einige Jahre dauern, auch wenn die Grundpfeiler hierfür bereits gelegt wurden.

UR:BAN geht in die Halbzeit - Vorstellung erster Ergebnisse im Mai

Christian Lehsing, Martin Götze

Die Verkehrsforschungsinitiative Urbaner Raum: Benutzergerechte Assistenzsysteme und Netzmanagement, kurz UR:BAN, geht 2014 in ihr drittes Projektjahr. Zu diesem Anlass wurde auf dem DLR-Gelände in Braunschweig das gezeigt, was die 30 Partner in den letzten beiden Jahren seit dem Start in 2012 aufgebaut, untersucht und herausgefunden haben. Im Rahmen der Halbzeitpräsentation sollen dem Ministerium (BMW), dem Projektträger (TÜV Rheinland), dem Fachpublikum sowie Pressevertretern erste Ergebnisse aus den Projekten heraus vorgestellt werden.

UR:BAN - Struktur und Partner

Im Rahmen von UR:BAN organisieren sich 30 Partner aus Industrie, Forschung und Kommunen.

Die Aufteilung in die Projekte Kognitive Assistenz (KA), Vernetzte Verkehrssysteme (VV) und Mensch im Verkehr (MV) ist einzigartig (Abbildung 1). Mit der Projektsäule Mensch im Verkehr, unter der Leitung von Prof. Bengler, Lehrstuhl für Ergonomie (LfE), wurde ein Projekt initiiert, das den Fokus stark auf den Menschen als Akteur im städtischen Verkehr legt. Nie zuvor wurde dem humanen Faktor und all seinen Facetten als Verkehrsteilnehmer derart Rechnung getragen. Unter der Leitung der Technischen Universität München werden in den Teilprojekten „Urbanes Fahren“ (UF), „Stadtgerechte MMI“ (MMI), „Verhaltensprädiktion“ (VIE), „Simulation“ (SIM) und „Kontrollierbarkeit“ (KON) die Herausforderungen des aktuellen und zukünftigen urbanen Verkehrs untersucht.

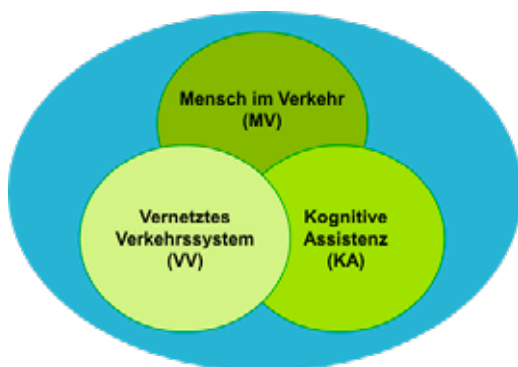


Abb. 1: Die Projektsäulen von UR:BAN

Präsentationsgelände beim DLR

In Abbildung 2 wird das Forschungsgelände des DLR aus der Vogelperspektive gezeigt. Am 15. Mai versammelten sich hier die Projektpartner und das interessierte Fachpublikum im Rahmen der Halbzeitpräsentation.



Abb. 2: DLR-Gelände in Braunschweig (Quelle: Google)

Im eigens dafür bereitgestellten Flugzeughangar des DLR wurden auf einer Fläche von 2500m² zukunftsweisende Grundlagenforschung und erste Entwicklungen gezeigt.

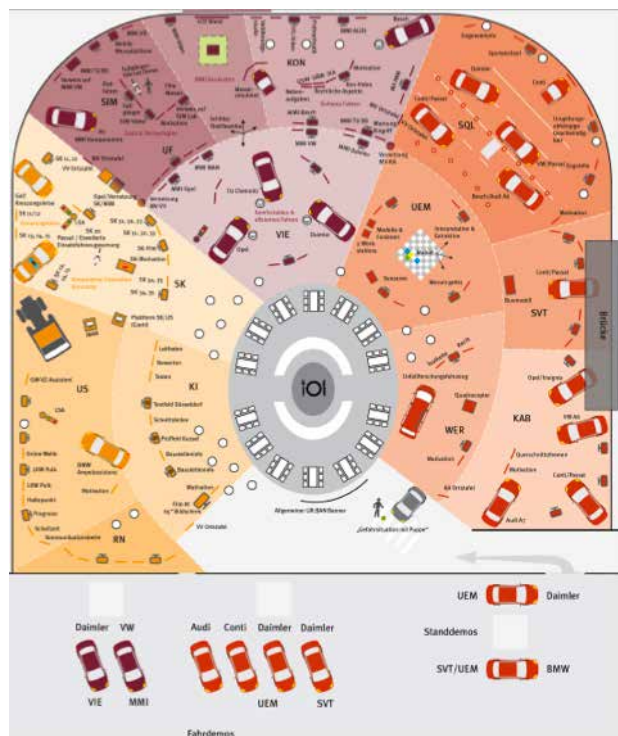


Abb. 3: Standplan der UR:BAN Akteure im Hangar (schematische Darstellung)

Besonderheit an diesem Tag war neben der statischen und dynamischen Präsentation mittels Postern, Videos und Fahrdemos, die Einrichtung einer zweiten Ausstellungsfläche. In der Simulatorhalle (Abbildung 4) besteht in unmittelbarer Nähe zum Hangar die Möglichkeit, simulativ und hautnah die Entwicklungen von UR:BAN interaktiv zu erleben. Hier werden der Großteil der Simulatoren, statisch wie dynamisch, gebündelt. Dem Besucher wird, nach einem kurzen Fußweg, die Gelegenheit gegeben z.B. die vernetzten Fahrsimulationen oder erste Assistenz-Applikationen zu „erfahren“.

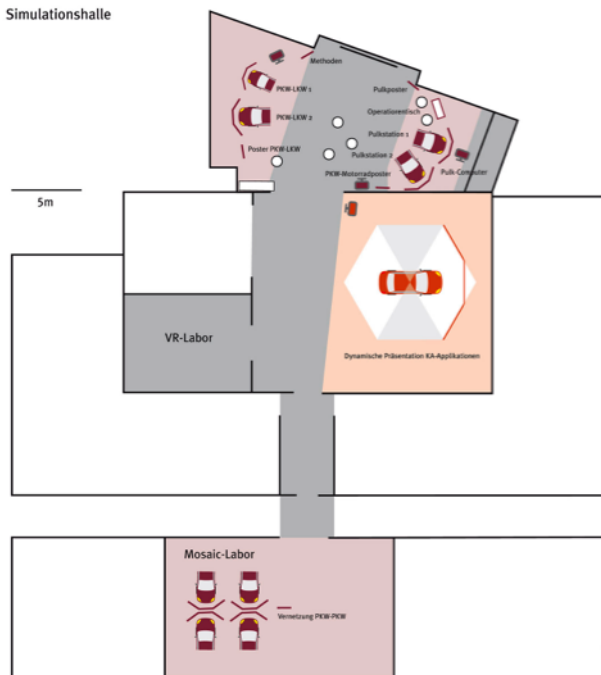


Abb.4: Simulatorhalle mit Simulatorenstand des Lehrstuhls für Ergonomie (schematische Darstellung)

Die TUM als Partner in UR:BAN

Die technische Universität München ist in UR:BAN mit drei Lehrstühlen (FTM, VT, LfE) vertreten. Diese drei Lehrstühle wiederum wirken tatkräftig an der Bearbeitung der Aufgabenpakete in den Teilprojekten UF, MMI und SIM mit. Zudem ist der LfE mit an der Planung der Halbzeitpräsentation beteiligt.

Das Teilprojekt UF fungiert als übergreifendes Projekt zu den anderen vier Teilprojekten und mittlerweile auch über die Projektsäule MV hinaus. Ziel ist sicherzustellen, dass die durchgeführten Studien innerhalb vergleichbarer Szenarien und nach bestimmten Standards durchgeführt werden. Dazu wurde in der ersten Projekthälfte eine Systematik der Assistenzszenarien entwickelt (Abbildung 5). Diese fördert die Transparenz und Vernetzung zwischen den Teilprojekten, da sie die genutzten Szenarien mit Hilfe der Situationen, Fahrerparameter und Funktionen beschreibt und vergleichbar macht.

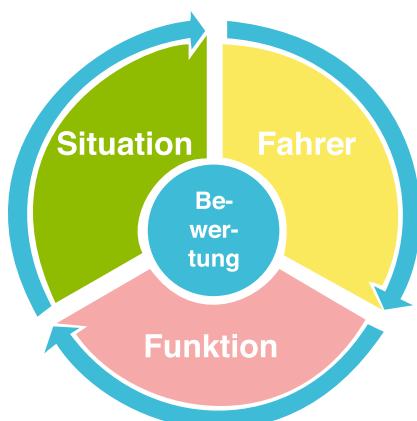


Abb.5: Systematik der Assistenzszenarien

Weiterhin einigte man sich projektintern auf Datenstands und Formate geeinigt, wodurch sichergestellt wird, dass die Qualität in den einzelnen Studien nachvollziehbar und vergleichbar bleibt. Diese Datenstandards, die zuvor genannte Systematik der Assistenzszenarien sowie ein Begriffslexikon der wichtigsten Definitionen sind in einem UR:BAN-Wiki zusammengefasst, welches intern im weiteren Projektverlauf genutzt und durch die Partner gefüllt wird (UR:BAN Wiki, 2014).

Das Teilprojekt MMI beschäftigt sich mit den unterschiedlichen Anforderungen des urbanen Raumes auf den Menschen und leitet daraus eine Art MMI-Baukasten ab, der die einzelnen Anzeigen über Pfade koordiniert und entscheidet, welche Komponente zu welchem Zeitpunkt am sinnvollsten einzusetzen ist. Ziel dabei ist es, dem Fahrer ein sicheres, stressfreies und effizientes Fahren in der Stadt zu ermöglichen. Dafür wurden in einem ersten Schritt alle verfügbaren Komponenten nach Eignung, Kombinatorik und Timing evaluiert (Abbildung 6) und zu einem generischen und integrativen Konzept zusammengefasst. Eine erste Version dieses Konzeptes konnte bei der Halbzeitpräsentation im DLR Simulator erlebt werden.

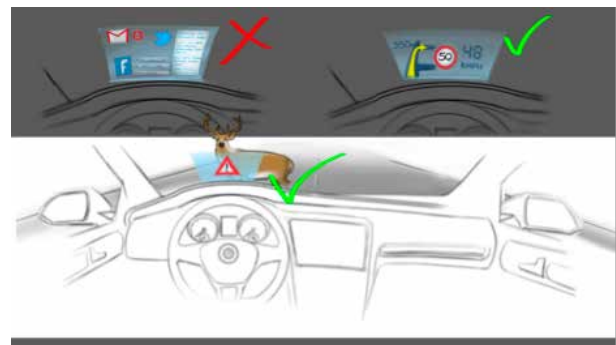


Abb.6: Definition darüber, welche Inhalte auf dem Head-Up Display angezeigt werden dürfen und welche für diese Komponente nicht geeignet sind

Im Teilprojekt SIM steht die Fahr- und Verkehrssimulation im Vordergrund. Der LfE zeigte in Braunschweig die vernetzte Fahrsimulation von PKW und LKW-Simulation als bereits umgesetzten Teilaspekt seiner Tätigkeiten. Mittels der Kopplung von Simulatoren sollen die Effekte menschlichen Verhaltens in der Simulation und beispielsweise die Akzeptanz von urbanen Fahrerassistenzsystemen untersucht werden. Um diesen Sachverhalt und die Herausforderungen hierbei wirksam vermitteln zu können, waren zwei vernetzte mobile Fahr-Simulatoren (LfE und Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik) in Braunschweig zu sehen.



Abb.7: Mobiler Fahrsimulator des LfE

Die beiden Fahrer (LKW und PKW) können also jeweils auf das Verhalten des anderen im Rahmen der Verkehrsregeln reagieren – ein Vorteil gegenüber den programmierten Verkehrsteilnehmern aus dem nicht-vernetzten Simulationsansatz.

Den Besuchern der Halbzeitpräsentation werden von 11:00 - 16.30 Uhr neben den Exponaten der TUM eine Vielzahl von Demo-Fahrzeugen, Simulatoren, Postern, Filmbeiträgen, eine Fußgängerbrücke (zur Simulation von Fußgängerüberquerungen) geboten, um einen kompakten Einblick in die Forschungsinitiative zu erhalten.



Abb.8: Mobiler Fahrsimulator des FTM

Ausblick

Das Projekt wird nach einer Laufzeit von 4 Jahren Anfang 2016 enden. Für Ende 2015 ist die Abschlusspräsentation geplant, die den Herstellern, Forschungseinrichtungen und Universitäten die Möglichkeit gibt, die Endergebnisse aus UR:BAN einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Zudem wird das Projekt begleitend über Pressemitteilungen, Videos (Youtube), wissenschaftliche Veröffentlichungen sowie politische Veranstaltungen in die Gesellschaft - und somit dem potenziellen Nutzer - kommuniziert.

Literatur

UR:BAN (2012). Vorhabensbeschreibung Mensch im Verkehr. München: Lehrstuhl für Ergonomie, TU München.

Eichinger, A. (2012). UR:BAN - Urbaner Raum: Benutzergerechte Assistenzsysteme und Netzmanagement, Ergonomie aktuell, Ausgabe 13, München: Lehrstuhl für Ergonomie, TU München

Lehsing, C., Bengler, K., Busch, F., Schendzielorz, T. (2013). UR:BAN - the German Research Initiative for User Centered Driver Assistance Systems and Traffic Network Management, In: Proceedings of the mobil.TUM Conference, Munich

Manstetten, D., Bengler, K., Busch, F., Färber, B., Lehsing, C., Neukum, A., Petermann-Stock, I., Schendzielorz, T. (2013). "UR:BAN MV" – a German project focusing on human factors to increase traffic safety in urban areas, In: Proceedings of the 20th ITS World Congress, Tokyo

Internetquellen

UR:BAN – Die Forschungsinitiative

- <http://www.youtube.com/watch?v=FXGdF4rOiMk>

UR:BAN Projekt – Mensch im Verkehr

- <http://www.youtube.com/watch?v=RW4eRD1j2ek>

UR:BAN Projekt – Vernetztes Verkehrssystem

- http://www.youtube.com/watch?v=2_XZE4-n6YI

UR:BAN Projekt – Kognitive Assistenz

- <http://www.youtube.com/watch?v=qlKewtRzsiE>

Bericht über den 60. Frühjahrskongress 2014 der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. am 12. bis 14. März 2014 in München

Dr. Herbert Rausch



Die Gestaltung der Arbeitswelt ist eine dauerhafte gesellschaftliche Aufgabe. Wissenschaftlich fundierte Methoden und innovative Technologien sollen dabei zu intelligenten Lösungen führen. Auf Einladung von Prof. Dr. Klaus Bengler (Lehrstuhl für Ergonomie) und Prof. Dr. Johannes Brombach (Hochschule München) fand der 60. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft unter dem Titel „Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft“ am 12. bis 14. März 2014 in München statt.

Ein Novum war die Kooperation der Technischen Universität München und der Hochschule München. Das Komitee aus Vertretern beider Hochschulen und des Bayerischen Rundfunks plante und organisierte drei Tage ergonomische Highlights in München-Garching (TUM) und in der Münchener Innenstadt (HM).

Neben Workshops und Präsentationen fand eine Podiumsdiskussion unter dem Titel „Arbeitswelt heute und morgen – Experten im Gespräch“ mit Vertretern aus Wissenschaft und Wirtschaft zu aktuellen Themen der Arbeitswissenschaft statt. Unter der Leitung von Frau Prof. Dr. Dr. Birgit Spanner-Ulmer (TU-München und Technische Direktorin des Bayerischen Rundfunks) diskutierten

- Herr Prof. Dr. Ralf Bruder (Präsident der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft),
- Herr Prof. Dr. Dr. Johannes Wallacher (Rektor der Hochschule für Philosophie München),
- Herr Karl Unger (Leiter Produktionsstrategie, AUDI AG)
- Herr Hans Knapke (Bereichsleiter Personal, Rhode & Schwarz)



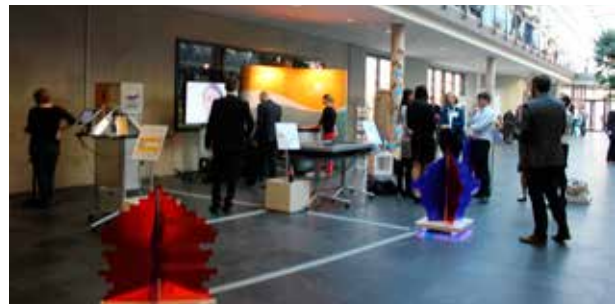
durchaus kontrovers aus den unterschiedlichen Positionen über Perspektiven und Chancen unserer zukünftigen Arbeitswelt.

Am Mittwoch, den 12. 3. 2014 beteiligten sich über 100 Wissenschaftler und Firmenvertreter an 14 „Workshops“. Die vom Lehrstuhl für Ergonomie angebotenen Laborworkshops „Ablenkungsmessung in dual-task settings“ (Frau Antonia Conti) und „Blickerfassung als Methode der Systemergonomie“ (Herr Andreas Haslbeck) waren sehr gut besucht.

An den beiden folgenden Tagen präsentierte der Lehrstuhl für Ergonomie und das Fachgebiet Sportgeräte und –materialien 12 der über 200 Beiträge der wissenschaftlichen Diskussion im Rahmen der acht Leitthemen des Kongresses:

- 1) Wohlfühlen in der eigenen Haut
- 2) Jüngere Einsteiger, ältere Aussteiger
- 3) Arbeiten um zu leben, leben um zu arbeiten
- 4) Automaten und Assistenten - wer macht die Arbeit?
- 5) Simulieren geht über Probieren
- 6) Wirtschaften mit Arbeit und Zeit – wo geht die Reise hin?
- 7) Das einzig Verlässliche ist der Wandel!
- 8) In 80 Stunden um die Welt?

Mit 386 gemeldeten Teilnehmern war der Kongress überaus gut besucht. Mit acht Demonstrationsständen wurden den Teilnehmern und den Pressevertretern aktuelle arbeitswissenschaftlichen Forschungsergebnisse anschaulich und eindrucksvoll präsentiert. Der Lehrstuhl für Ergonomie zeigte dabei zukünftige Ansätze der Fahrerassistenz in einem Fahrsimulator und das Datenbanksystem EKIDES mit seinen ergonomischen Prüfverfahren. Unter anderen berichtete der Bayerische Rundfunk in einem populärwissenschaftlichen Film von der Veranstaltung. Zahlreiche Firmen boten Literatur, Messgeräte und Dienstleistungen an.



Die am Freitagnachmittag angebotenen Exkursionen führten zum Fahrsimulator der Firma BMW AG, zur Firma GoreTex, zur Flugwerft in Oberschleißheim und in die Filmstudios des Bayerischen Rundfunks.

Abschließend bedankte sich der amtierende Präsident der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft Prof. Dr. Ralf Bruder für die kompetenten Beiträge, die konstruktiven Diskussionen und den reibungslos organisierten Ablauf dieses gelungenen Kongresses in München. Ein besonderer Dank gilt der kreativen Mit Hilfe zahlreicher Studierender und Doktoranden der beteiligten Institute.

Der Tagungsband mit allen Beiträgen kann bei Geschäftsstelle der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft bezogen werden.

TUM CREATEs EVA auf der Tokyo Motor Show 2013

Paul Stuke



Mit der Vorstellung des Elektrofahrzeugs EVA auf der 43. Tokyo Motor Show im November/Dezember 2013 hat das Fahrzeug-Team von TUM CREATE das Ergebnis von zwei Jahren Entwicklung eines hoch innovativen Prototypen vorgestellt. Ein Fahrzeug, das in weniger als 15 Minuten auf eine Reichweite von 200 bis 340 km (je nach Fahrzyklus) geladen werden kann hat sogar Besuchern von OEMs großen Respekt abgerungen. Neben anderen Hauptmerkmalen wie Voll-CFK-Struktur, kontaktlosem Laden und neuartigem Infotainment System kamen vor allem die erlebbaren ergonomischen Aspekte der Sitze, der Türöffnungen und der Raumnutzung sehr gut bei den Besuchern an. Große Türöffnungswinkel erlauben ein angenehmes, barrierefreies Einsteigen. Die durch die Position der Batterie und die hohe Schulterlinie definierte Sitzposition ermöglicht auch alten Leuten problemloses Ein- und Aussteigen. Dafür wurden in der Entwicklung verschiedene Sitzpositionen und Türöffnungen in Versuchen mit dem motion capturing System VICON evaluiert und optimiert. Ganz besonderen Anklang fand das Sitzkonzept mit integrierten Kindersitzen. Die Rückbank des 4-Sitzers hat trotz der kurzen Fahrzeuglänge ein großzügiges Raumangebot und aufgrund der Fahrzeugarchitektur mit Batterie im Unterboden keinen störenden Mitteltunnel. In der Rückbank befindet sich ein child booster mit dem Kinder von drei bis zwölf Jahren mit dem vorhandenen Gurtsystem sicher mitgenommen werden können. Für Kinder unter drei Jahren lässt sich aus dem umgeklappten Vordersitz ein integrierter Kindersitz ausfallen, mit Blickrichtung crashoptimal gegen die Fahrtrichtung.



Der Hauptforschungsschwerpunkt aus Sicht der Ergonomie und des LfE ist die Innenraumklimatisierung. Mit EVA wird ein innovatives Kühlkonzept vorgestellt, das durch großflächige Ausströmer im Kopfbereich und ventilierte Sitze eine vertikale Luftführung aufweist. Damit wird zum einen die Kühlung an Kopf und oberem Torso angebracht, an denen nachweislich der beste Thermokomfort erzielt wird. Zum anderen verfügt jeder Sitz über seine eigene Klimazone, die bei Nicht-Bedarf abgeschaltet werden kann. Das Konzept für EVA ist ein Teil der Forschung am Thema Thermokomfort für Fahrzeuginnenräume des LfE. Ausgehend von der Physiologie des Menschen wird an dezentralen, komfortorientierten Klimatisierungsmöglichkeiten geforscht, mit dem Ziel, Komfort zu erhöhen und Energieverbrauch zu senken (siehe Artikel „Elektromobilität am Lehrstuhl für Ergonomie - EVA und visio.m, Optimierungen für effizienten Klimakomfort“).



Bedingt durch den demographischen Wandel stehen besonders kleine und mittelständische Unternehmen (KMUs) vor der Herausforderung, in ihrer Arbeitsgestaltung gezielter die Fähigkeiten älterer Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen zu berücksichtigen. Obwohl in den letzten Jahren eine Reihe an Projekten und Maßnahmen initiiert und gefördert wurden bleibt der Eindruck, dass sich die Unternehmen mit der Umsetzung konkreter Maßnahmen noch immer schwer tun. Doch wie kann man Unternehmen mithilfe von Unterlagen und Schulungen dazu motivieren, sich in diesem Bereich zu engagieren? In dem von der AUVA (Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, Wien) in Auftrag gegebenen Projekt werden, aufbauend auf motivationstheoretischen Grundlagen, Schulungen für Verantwortliche in den Unternehmen gestaltet, durchgeführt und im Hinblick auf die Nachhaltigkeit der Maßnahmen evaluiert.

Eine Online-Befragung unter kleine und mittelständischen Unternehmen lieferte Hinweise auf den Handlungsdruck in Unternehmen sich mit dieser Problematik zu beschäftigen. Zudem konnten Erkenntnisse gewonnen werden, welche Maßnahmen in den Unternehmen (bspw. betriebliche Gesundheitsförderung) bereits (erfolgreich) ein-

gesetzt werden. In einem zweiten Schritt konnten auf Grundlage von Einzel- und Gruppeninterviews Best-Practice-Beispiele und Erfolgsfaktoren aus Unternehmen generiert werden, die sich schon länger mit altersgerechter Arbeitsplatzgestaltung beschäftigen.

Da sich in diesen Untersuchungen zeigte, dass die Unternehmen u.a. detailliertere Unterlagen erwarten, wird der Wissensstand zur altersgerechten Arbeitsplatzgestaltung derzeit in einem Fähigkeitenkatalog aufbereitet. Dieser dokumentiert den Verlauf von Fähigkeiten mit zunehmendem Alter und konkrete Gestaltungsmaßnahmen für altersgerechte Arbeitsplätze.

Die Ergebnisse der beiden Untersuchungen und die konzipierten Unterlagen werden in einem nächsten Schritt in Schulungskonzepte integriert. Diese werden erprobt und der Erfolg hinsichtlich der Nachhaltigkeit der Maßnahmen evaluiert. Ziel ist es, das Engagement österreichischer KMUs im Bereich altersgerechte Arbeitsplatzgestaltung zu steigern und die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit zu erhalten.

Projektlaufzeit: 01.01.2013-31.12.2014

Individuell anpassbare Funktionsunterstützer für die Montage

Trotz stetig ansteigendem Automatisierungsgrad ist die Montage von manuellen Tätigkeiten geprägt. Eine hohe Wiederholungsanzahl sowie hohe aufzubringende Kräfte charakterisieren die Montagetätigkeiten, weswegen das Auftreten von Muskel-Skelett-Erkrankungen (M-S-E) im produzierenden Gewerbe keine Seltenheit ist. 33% aller Arbeitsunfähigkeitstage werden aufgrund von M-S-E hervorgerufen, wobei davon wiederum 20% auf das Hand-Arm-System entfallen, das bei manuellen Tätigkeiten besonders hohen Belastungen ausgesetzt ist. Aus diesem Grund entwickelten der Lehrstuhl für Ergonomie und die BMW Group in einem gemeinsamen Promotionsprojekt einen Ansatz zur Reduzierung der Belastungen für den Mitarbeiter beim eindrücken von kleinen Bauteilen. Für einen ersten Anwendungsfall wurde anhand einer detaillierten Tätigkeitsanalyse die Stopfenmontage im Bereich des Bodenbleches ausgewählt. Beim Verbau der Stopfen benutzt der Mitarbeiter die Daumen beider Hände gleichfalls. Indem er den Daumen stabilisiert und eine vertikale Kraft aufbaut, wird der Stopfen mit gestrecktem Daumen montiert. Dabei treten oft Hyperex-

tensionen des distalen Daumengelenkes auf, die zu Schmerzen und Beschwerden führen können. Zur Reduzierung der Belastung wurden verschiedene unterstützende Konzepte ausgearbeitet. Ein Abgleich mit der, dabei erstellten, Anforderungsliste zeigte den Vorteil passiver gegenüber aktiver Systeme für den gewählten Anwendungsfall. Zur Erstellung eines flexiblen Montageunterstützers ist ein detaillierter Scan der Hand des Mitarbeiters notwendig. Die Konstruktion der individuellen Orthese findet anschließend um den Scan herum statt. Das Funktionsprinzip beruht darauf in Flexionsrichtung eine vollständige Beweglichkeit des Daumens zuzulassen, die Beweglichkeit jedoch in Extensionsrichtung in der Neutralstellung der Gelenke zu begrenzen um den Daumen zu stabilisieren und eine Hyperextension zu verhindern. Zusätzlich wird ein Teil der aufgebrachten Kraft von der Funktionsorthese getragen und anstatt in die Daumenspitze in die weiter proximal liegende Daumenwurzel eingeleitet.

Local4Global - System-Of-Systems that act locally for optimizing globally



Beim Projekt Local4Global handelt es sich um ein EU-gefördertes Projekt im 7. Rahmenprogramm, das im Oktober 2013 startete und eine Projektlaufzeit von drei Jahren besitzt.

Im Projekt haben sich sieben Partner gefunden. Während Mathematiker und Informatiker des Centre for Research and Technology (Griechenland), der ETH Zürich (Schweiz), der Fundacion Tekniker IK4-Tekniker (Spanien) und der Universität Kreta (Griechenland) informationstechnische und mathematische Herausforderungen im Projekt bearbeiten; betreuen die RWTH Aachen, die Transver GmbH (München) und der Lehrstuhl für Ergonomie ingenieurwissenschaftlich zwei Demonstrationsfelder.

Zentraler Begriff in Local4Global sind sogenannte Technical System-of-Systems (TSoS). Ein System-of-System ist ein durch Subsysteme zusammengesetztes System. Ein Phänomen bei dieser Systemstrukturierung ist, dass sich beim Zusammenschluss von Subsystemen neue Eigenschaften zeigen können (Emergenz). Das ‚T‘ in TSoS für technisch weist darauf hin, dass durch Menschen entworfenen SoS betrachtet werden sollen; es sich also um System-of-Systems-Engineering handelt und nicht beispielsweise die Betrachtung von natürlichen System-of-Systems.

Die informationstechnischen und mathematischen Ziele sind ein Optimierungsalgorithmus, der domänenunabhängig angewendet werden kann. Die Lösung soll desweiterhin Plug’n’Play-fähig gestaltet werden und ohne, oder mit sehr geringer, Parametrierung durch einen menschlichen Bediener (Operator) auskommen. Schnell und mit minimalem Ressourceneinsatz könnten so in verschiedenen Einsatzfeldern Systeme verbessert werden. Erreicht werden soll dies unter anderem, durch selbstlernende Strukturen und einen nicht vollständigen Informationsaustausch zwischen den Subsystemen.

Als zwei sehr unterschiedliche Demonstrationsfelder für die Optimierung wurden die Gebäudeklimatisierung und der Verkehrsfluss ausgewählt.

Der Anwendungsfall Gebäudeklimatisierung wird in einem Forschungsbürogebäude (<http://www.ebc.eonerc.rwth-aachen.de>) des Lehrstuhls für Gebäude- und Raumklimatechnik der RWTH Aa-

chen erprobt. Der hochmoderne Bürokomplex ist für Forschung mit entsprechender Klima- und Messtechnik ausgerüstet. Die Local4Global-Lösung kann hier beispielsweise mit Blick auf eine Energiereduktion bei der Klimatisierung erprobt werden.

Der zweite Anwendungsfall ist der Verkehrsfluss auf einem Straßenabschnitt der B13 im Münchner Norden. Als verkehrstechnische Größen, um eine Verbesserung bewerten zu können, können unter anderem die Halte an Ampeln herangezogen werden, oder die Reisezeit.

Der betrachtete Abschnitt zwischen Garching-Hochbrück und der Landkreisgrenze Dachau, diente bereits im Projekt KOLIBRI (gefördert durch die Bayerische Forschungsförderung 2011-2013) als Demonstrationsfeld für einen Ampelassistenten auf einem Smartphone. Der im Rahmen von KOLIBRI entwickelte, und vom Lehrstuhl für Ergonomie auf Eignung während der Fahrt optimierte Ampelassistent, kommt in Local4Global erneut zum Einsatz. Während in den KOLIBRI-Experimenten Versuchspersonen mit Versuchsleiter im Fahrzeug die Strecke befuhren, soll in Local4Global eine App für die Öffentlichkeit bereitgestellt werden. Die Feldversuchsteilnehmer könnten sich dann auf ihrem eigenen Smartphone über die Schaltzustände der vorausliegenden Ampeln informieren lassen. Im Gegenzug stellen sie ihre Fahrdaten (GPS) für den Local4Global-Algorithmus zur Verfügung. Der Lehrstuhl ist dabei interessiert an der Akzeptanz und Langzeitnutzung des Ampelassistenten, mit Blick auf subjektive Bewertungen (Fragebögen) und objektive Maße (Fahrdaten).

Koordiniert und geleitet sowie mit verkehrstechnischem Know-How unterstützt und bewertet wird der Verkehrs-Anwendungsfall von der Transver GmbH (München), die bereits das Bayerische Pilotprojekt KOLIBRI leitete.

KobotAERGO – Adaptive Kollaborative Roboter als altersangepasste Begleiter für ein ergonomisches und flexibles Material-Handling

Projekttyp: Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Forschungsfeld: Mensch-Roboter-Kollaboration

Ansprechpartner: Jonas Schmidler

Start: 2013/08

Ende: 2016/07

Projektpartner

- Eepos GmbH, Wiehl-Marienhagen
- Trikon 3 Engineering GmbH, Stammham
- AUCOTEAM GmbH, Berlin
- machineering GmbH & Co. KG, München
- VW AG, Wolfsburg
- Fraunhofer IPK, Berlin
- TU Berlin, Fachgebiet Regelungssysteme

Thema des Verbundprojektes

Für eine Mehrheit der Handhabungsvorgänge in Industrie- und Service-Bereichen existieren bisher keine ausreichenden technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen für eine umfangreiche Automatisierung. Durch die steigende Komplexität und erforderliche Flexibilität von Produktionsprozessen und -systemen, die sich aus einer ständigen Anpassung an Kunden- und Marktanforderungen mit umfangreicher Variantenvielfalt und reduzierten Losgrößen ergibt, wird der Mensch erneut mit seinen herausragenden Fähigkeiten in den Vordergrund neuer Produktionsparadigmen gestellt. Die enge Vereinigung von Mensch und Technik bei der Ausführung einer gemeinsamen Arbeit, bei der sich die Vorteile beider Partner ergänzen können, wird als die wirtschaftlich zukunftsorientierteste Lösung anerkannt.

Um Handhabungsprozesse zu unterstützen, wurden in den letzten Jahrzehnten neue technische Vorrichtungen, wie bspw. handgeführte Manipulatoren entwickelt. Diese ermöglichen bereits eine verbesserte ergonomische Handhabung, verursachen aber teilweise noch kritische physische Belastungen auf den Menschen. So müssen bspw. Trägheitskräfte beim Schieben bzw. Ziehen vieler gängiger Manipulatoren vom Bediener kompensiert werden. Wiederholt falsche Operationen,



z.B. durch eine falsche Haltung oder Stellung des Bedieners zum Gerät, können erhebliche körperliche Beanspruchungen verursachen, die entweder zu akuten Verletzungen oder über einen längeren Zeitraum zu ernsthaften Erkrankungen und verminderter Arbeitsfähigkeit führen können. Darüber hinaus nimmt durch Ermüdung des Bedieners die Qualität des Handhabungsvorganges ab und der eben beschriebene Effekt kann sich verstärken. Zusätzlich dazu wird die zunehmend ältere Belegschaft, aufgrund geringer werdender körperlicher Leistungsfähigkeit, auf entsprechend angepasste Arbeitshilfen angewiesen sein.

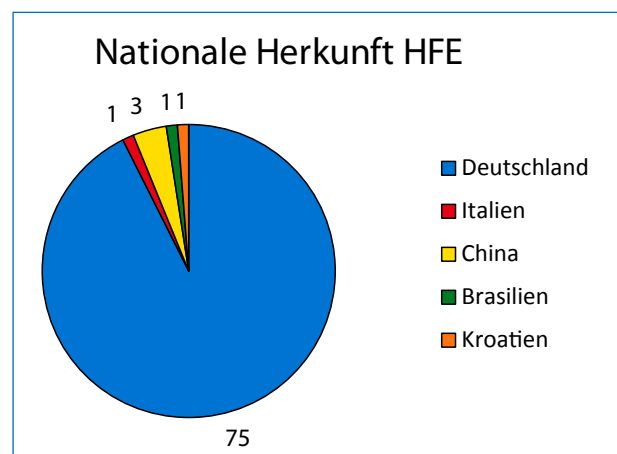
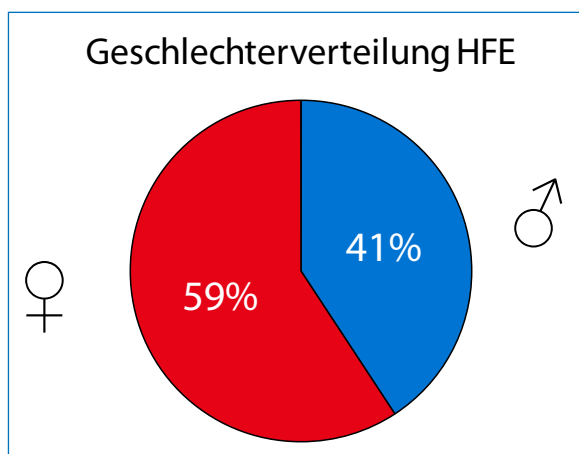
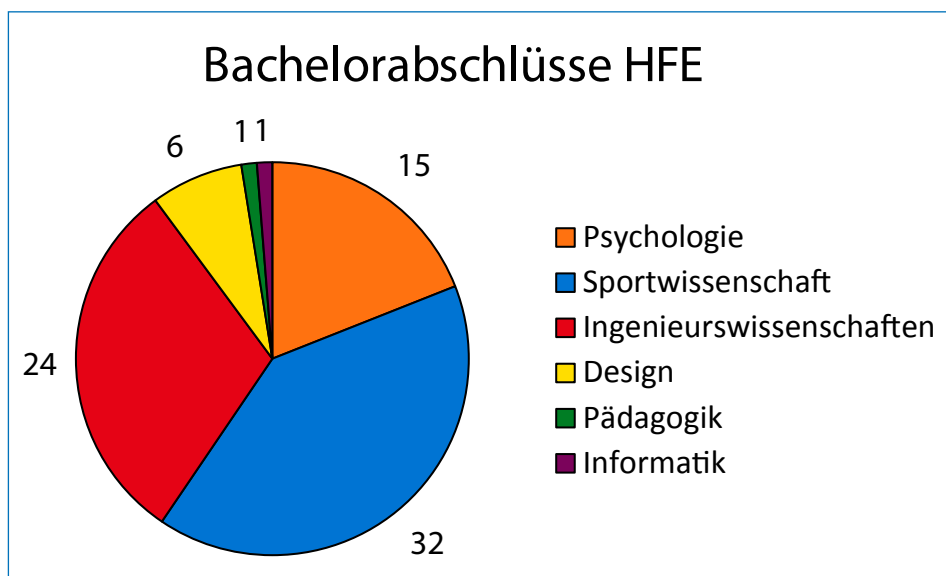
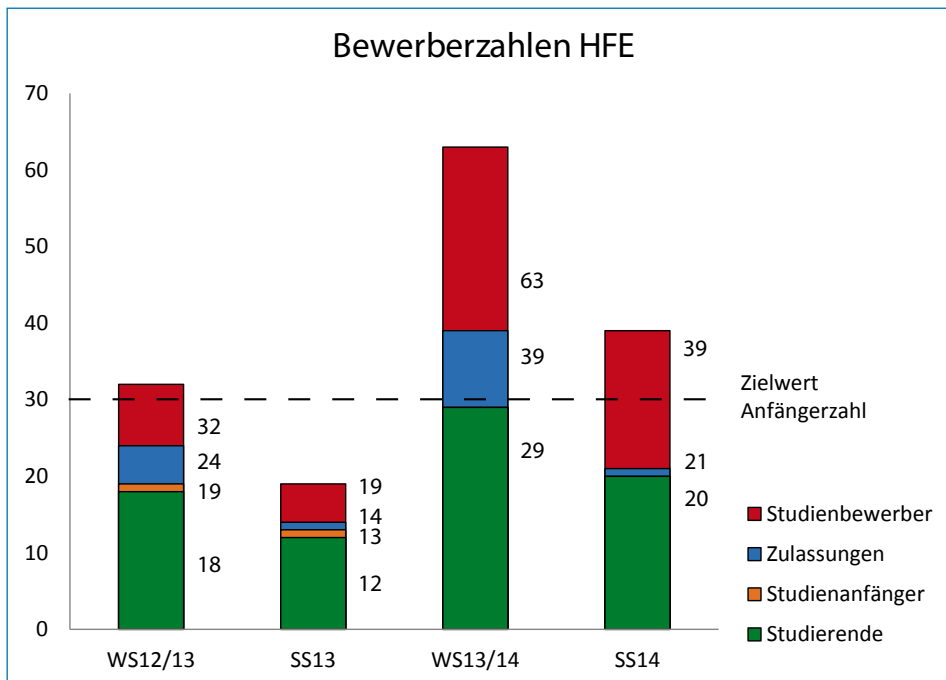
Kooperative bzw. kollaborative Roboter, auch bekannt unter den Namen Kobot bzw. Intelligent Assist Device (IAD), stellen eine derartige Klasse von Handhabungssystemen dar. Sie kombinieren die Eigenschaften von Industrierobotern und handgeführten Manipulatoren. Ziel der neuen Lösungen ist die Lücke zwischen den genannten Grenzsystemen zu schließen und die jeweiligen Vorteile miteinander zu vereinen: einfache Bedienung und niedrige Kosten der Manipulatoren auf der einen Seite sowie Präzision, Programmierbarkeit und Bahnführung der Industrieroboter auf der anderen. Die bisherigen Kobot-Entwicklungen bilden den Ausgangspunkt für die Entwicklung adaptiver, altersgerechter, interaktiver, kooperativer Systemkonzepte. Das Projekt KobotAERGO stellt dabei den Menschen in den Schwerpunkt der Forschung und thematisiert die Anpassungsfähigkeit der neuen Kobot Systeme und Gestaltung der ergonomischen Sicherheit der Mensch-Roboter-Kollaboration.

Gesamtziel ist es, eine flexible optimale Anpassung des Kobots an die körperlichen Fähigkeiten und Bedürfnisse des Menschen, im Bereich der sensomotorischen und kognitiven Leistungsfähigkeiten, zu ermöglichen. Im Zusammenhang mit einer unkomplizierten sowie natürlichen, intuitiven und interaktiven prozessbezogenen Programmierung und Bedienung soll im Projekt eine tiefe, umfangreiche Verzahnung von Kobot und Mensch unabhängig vom Alter, Geschlecht und Qualifikationsniveau entstehen.

www.kobotaergo.de

HFE Statistiken

Andreas Haslbeck



Veröffentlichungen Sommer 2013 bis Sommer 2014

Akamatsu, M., Green, P., & Bengler, K. (2013). Automotive Technology and Human Factors Research: Past, Present, and Future. *International Journal of Vehicular Technology*, (Article number 526180). doi:10.1155/2013/526180

Aringer, C., Wichtl, M., Ambros, W., & Rausch, H. (2014). Motivierende Schulungskonzepte für die Gestaltung alter(n)sgerechter Arbeit in klein- und mittelständischen Unternehmen. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Ed.): Jahresdokumentation 2014, 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft (pp. 123–125). Dortmund: GfA-Press.

Beck, J., Eichinger, A. & Bengler, K. (2014). Trait, state or artefact? Assessing experts' regulatory focus in nuclear power plant control. *Cognition, Technology & Work*. DOI: 10.1007/s10111-014-0283-1

Breuninger, J., Popova-Dlugosch, S., & Bengler, K. (2013). The Safest Way to Scroll a List: A Usability Study Comparing Different Ways of Scrolling Through Lists on Touch Screen Devices. In Proceedings of the 12th IFAC, IFIP, IFORS, IEA Symposium on Analysis, Design, and Evaluation of Human-Machine Systems (Vol. 12, pp. 44–51).

Breuninger, J., Popova-Dlugosch, S., & Bengler, K. (2014). Design and Evaluation of an Ergonomic Virtual Thumb Keyboard for Tablet Computers. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Ed.): Jahresdokumentation 2014, 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft (pp. 427–429). Dortmund: GfA-Press.

Bubb, H. (2013). Menschliche Zuverlässigkeit und sicheres Fahren - ein Widerspruch. In H. Winner & R. Bruder (Eds.), Maßstäbe des sicheren Fahrens (pp. 107–132). Stuttgart: Ergonomie.

Conti, A. S., Dlugosch, C., & Bengler, K. (2013). The Effect of Task Set Instruction on Detection Response Task Performance. In D. De Waard, K. Brookhuis, R. Wiczorek, F. Di Nocera, P. Barham, C. Weikert, A. Toffetti (Eds.), Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Europe Chapter 2013 Annual Conference (pp. 107–117). Retrieved from <http://hfes-europe.org>

Conti, A. S., Dlugosch C., Schwarz F., & Bengler, K. (2013). Driving and Speaking: Revelations by the Head-Mounted Detection Response Task. In Proceedings of the 7th International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment. Training and Vehicle Design.

Conti, A., & Bengler, K. (2014). Measuring driver distraction in dual-task settings. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Ed.): Jahresdokumentation 2014, 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft (pp. 620–622). Dortmund: GfA-Press.

D3CoS. (2014). Public Deliverable D3-09 & D3-10: Reference Designs and Design Patterns for Cooperation, DCoS State Inference and Adaptation & Multimodal Human-Machine Interfaces – Final Version. ARTEMIS JU 269336-2. München. Retrieved from <http://www.d3cos.eu/index.php/results/deliverables>

Damböck, D., Weißgerber, T., Kienle, M., & Bengler, K. (2013). Requirements for Cooperative Vehicle Guidance. In IEEE (Ed.), Proceedings of the 16th International IEEE Annual Conference on Intelligent Transportation Systems. Intelligent Transportation Systems for All Transport Modes .

Dorn, L., & Sullman, M. (Eds.) 2013. Driver behaviour and training. Human Factors in Road and Rail Transport. Aldershot, Hants, England, Burlington, Vt: Ashgate.

Eichinger, A., & Kellerer, J. (2013). Between laboratory and simulator: a cognitive approach to evaluating cockpit interfaces by manipulating informatory context. *Cognition, Technology & Work*. doi:10.1007/s10111-013-0270-y

Flemisch, F. O., Bengler, K., Bubb, H., Winner, H., & Bruder, R. (2014). Towards cooperative guidance and control of highly automated vehicles: H-Mode and Conduct-by-Wire. *Ergonomics*. doi:10.1080/00140139.2013.869355

Gold, C., Damböck, D., Bengler, K., & Lorenz, L. (2013). Partially Automated Driving as a Fallback Level of High Automation. In Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik (Ed.), 6. Tagung Fahrerassistenz. Der Weg zum automatischen Fahren (Vol. 6). München: TÜV SÜD Akademie GmbH.

Gold, C., Damböck, D., Lorenz, L., & Bengler, K. (2013). „Take Over!“ How Long Does It Take to Get the Driver Back Into the Loop? In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 57th Annual Meeting (Vol. 57, No. 1, pp. 1938–1942).

Gold, C., Müller, T., & Bengler, K. (2013). Identifying of Characteristics Parameters for the Detection of Risky Driving Behaviour. In L. Dorn & M. Sullman (Eds.): Human Factors in Road and Rail Transport, Driver behaviour and training (pp. 63–74). Aldershot, Hants, England, Burlington, Vt: Ashgate.

- Goncalves, J. S. V., Jacob, J., Goncalves, J., Olaverri Monreal, C., & Rossetti, R. J. F. (2014). A MAS-Based Driving Simulator Architecture to Test Advanced Driver Assistance Systems. In *Proceedings of the IEEE Intelligent Vehicles 2014. Symposium Workshops* (in press).
- Götze, M., Conti, A. S., Keinath, A., Said, T., & Bengler, K. (2013). The assessment of a new cockpit colour concept using the Occlusion Method. In D. De Waard, K. Brookhuis, R. Wiczorek, F. Di Nocera, P. Barham, C. Weikert, . . . A. Toffetti (Eds.), *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Europe Chapter 2013 Annual Conference* (pp. 66–77). Retrieved from <http://hfes-europe.org>
- Götze, M., Conti, A. S., Keinath, A., Said, T., & Bengler, K. (2013). Evaluation of a New Cockpit Color Concept under Mesopic Lighting for Urban Driving. In M. Aaron (Ed.): Vol. 8015. LNCS sublibrary. SL 3, Information systems and application, incl. Internet/Web and HCI, Free Preview Design, User Experience, and Usability: Web, Mobile, and Product Design. Second International Conference, DUXU 2013, Held as Part of HCI International 2013, Las Vegas, NV, USA, July 21–26, 2013, *Proceedings, Part IV* (pp. 359–366). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Haslbeck, A., Eichinger, A., & Bengler, K. (2013). Pilot Decision Making: Modeling Choices in a Go-Around Situation. In *Proceedings of the 17th International Symposium on Aviation Psychology* (pp. 548–553).
- Häuslschmid, R., Bengler, K., & Olaverri-Monreal, C. (2013). Graphic toolkit for adaptive layouts in in-vehicle user interfaces. In *Proceedings of the 5th International Conference on Automotive UI 2013* (pp. 292–298).
- Haslbeck, A., Schneider, A., & Gontar, P. (2014). Analyse menschlicher Informationsverarbeitung am Beispiel manuellen Fliegens. In *Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Ed.): Jahresdokumentation 2014, 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft* (pp. 43–45). Dortmund: GfA-Press.
- Haslbeck, A., Zimmermann, M., & Bengler, K. (2014). Blickerfassung als Methode der Systemergonomie. In *Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Ed.), Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft* (pp. 632–634). GfA Press.
- Helmbrecht, M., Bengler, K., & Vilimek, R. (2013). Strategies for Efficient Driving with Electric Vehicles. In L. Brandenburg, L. Doria, A. Gross, T. Günzler, & H. Smieszek (Eds.), *Proceedings of the 10. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme. Grundlagen und Anwendungen der Mensch-Maschine-Interaktion – Foundations and Applications of Human-Machine Interaction . prometei graduierntenkolleg*.
- Helmbrecht, M., Bengler, K., & Vilimek, R. (2013). Adaptations in Driving Efficiency with Electric Vehicles. In M. Kurosu (Ed.): Vol. 8005. *Lecture Notes in Computer Science, Proceedings of the Human-Computer Interaction. Applications and Services - 15th International Conference, HCI International, Part II* (pp. 578–585). Springer.
- Helmbrecht, M., Olaverri-Monreal, C., Bengler, K., Vilimek, R., & Keinath, A. (2014). How Electric Vehicles Affect Driving Behavioral Patterns. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine. Special Issue on Electro-Mobility*, (in press).
- Herbst, U. (2013, July). Ergonomic Rating of Interaction Technologies for a Mobile Robot System. 15th International Conference, HCI International 2013, Las Vegas, NV, USA.
- Herbst, U., Rühl, S. W., Hermann, A., Xue, Z., & Bengler, K. (2013). Ergonomic 6D Interaction Technologies for a Flexible and Transportable Robot System: A Comparison. In *Analysis, Design, and Evaluation of Human-Maschine Systems 2013* (12, Part 1, pp. 58–63). Elsevier, IFAC.
- Herbst, U., & Bengler, K. (2014). Entwicklung und Evaluation eines ergonomischen Bedienkonzeptes für transportable Roboterzellen. In *Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Ed.): Jahresdokumentation 2014, 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft* (pp. 46–48). Dortmund: GfA-Press.
- Hölzel, C., Bengler, K., & Senner, V. (2014). Manuelle Montageprozesse in der Automobilindustrie -eine Pilotstudie zu Aktionskräften an einem ausgewählten Arbeitsplatz eines deutschen OEM. In *Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Ed.): Jahresdokumentation 2014, 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft* (pp. 492–494). Dortmund: GfA-Press.
- Janta, M., Senner, V., Bengler, K., Nöscher, M., & Nöschke, I. (2013). Global and local thermal comfort in aircraft. In J. D. Cotter, S. J. E. Lucas, & T. Mündel (Eds.), *Proceedings of the 15th International Conference of Environmental Ergonomics 2013* (pp. 181–184).
- Janta, M., Bengler, K., & Senner, V. (2014). Komfort durch lokale Klimatisierung in Elektroautos. In *Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Ed.): Jahresdokumentation 2014, 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft* (pp. 398–400). Dortmund: GfA-Press.
- Knott, V., Kraus, W., Schmidt, V., & Bengler, K. (2014). Ergonomische Gestaltung einer körpergetragenen Hebehilfe zur Unterstützung der manuellen Lastenhandhabung. In *Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Ed.): Jahresdokumen-*

tation 2014, 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft (pp. 58–60). Dortmund: GfA-Press.

Körber, M., & Bengler, K. (2013). Measurement of Momentary User Experience in an Automotive Context. In Proceedings of the 5th International Conference on Automotive UI 2013 (pp. 194–201).

Körber, M., & Bengler, K. (2013). Zur Validität eines User Experience-Fragebogens zur Messung der Bedürfniserfüllung in Produktinteraktionen. In L. Brandenburg, L. Doria, A. Gross, T. Günzler, & H. Smieszek (Eds.), Proceedings of the 10. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme. Grundlagen und Anwendungen der Mensch-Maschine-Interaktion – Foundations and Applications of Human-Machine Interaction . prometei graduier-tenkolleg.

Krause, M., Rissel, A., & Bengler, K. (2014). Traffic Light Assistant - What the Users Want. In Proceedings of the Seventh International Conference on Advances in Computer-Human Interactions(ACHI) 2014 (pp. 235–241). IARIA XPS Press.

Krause, M., Knott, V., & Bengler, K. (2013). Traffic Light Assistant - Can take my eyes off of you. In D. De Waard, K. Brookhuis, R. Wiczorek, F. Di Nocera, P. Barham, C. Weikert, . . . A. Toffetti (Eds.), Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Europe Chapter 2013 Annual Conference (pp. 132–148).

Krause, M. (2013). Traffic Light Assistant (IEEE Pervasive Computing. Mobile And Ubiquitous Systems. Transit and Transport No. Volume 12, Number 1). New York. Retrieved from www.computer.org/pervasive

Krause, M., & Bengler, K. (2013). Subjective Ratings in an Ergonomic Engineering Process Using the Example of an In-Vehicle Information System. In M. Kurosu (Ed.): Vol. 8005. Lecture Notes in Computer Science, Proceedings of the Human-Computer Interaction. Applications and Services - 15th International Conference, HCI International, Part II (pp. 596–605). Springer.

Kremser, F., Gebhart, M., Stecher, M. & Bengler, K. (2013). The influence of a driving task on movement times of goal directed hand-arm movements. In UMTRI (Ed.), Proceedings of the Second International Digital Human Modeling .

Kremser, F., Stecher, M., Zimmermann, A., & Bengler, K. (2014). Einfluss einer Fahraufgabe auf die Bewegungsdauer zielgerichteter Hand-Arm-Bewegungen. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Ed.): Jahresdokumentation 2014, 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft (pp. 64–66). Dortmund: GfA-Press.

Müller, T., Hajek, H., Radic-Weißfeld, L., & Bengler, K. (2013). Can You Feel the Difference?

The Just Noticeable Difference of Longitudinal Acceleration. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 57th Annual Meeting (Vo. 57, No. 1, pp. 1219–1223).

Müller, T., Hajek, H., Frank, T., & Bengler, K. (2014, March). Das menschliche Auflösungsvermögen von Dynamikveränderungen im Fahrzeug. TUM. Conference on Future Automotive Technology, Garching bei München.

Okimoto, M. L., Olaverri Monreal, C., & Bengler, K. (2013). Usability Assessment in the Multicultural Approach. In M. Aaron (Ed.): Vol. 8015. LNCS sublibrary. SL 3, Information systems and application, incl. Internet/Web and HCI, Free Preview Design, User Experience, and Usability: Web, Mobile, and Product Design. Second International Conference, DUXU 2013, Held as Part of HCI International 2013, Las Vegas, NV, USA, July 21–26, 2013, Proceedings, Part IV (pp. 89–94). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Okimoto, M. L. L. R., Bengler, K., & Olaverri Monreal, C. (2014). Intercultural Aspects: Color Usability Perception. In Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, AHFE 2014 (in press).

Olaverri Monreal, C., Dlugosch, C., & Bengler, K. (2014). Ergonomic Assessment of the „ManPro“ Software Application for the Computer Aided Generation of Documentation for Nuclear Facilities. Information Journal. An International Interdisciplinary Journal., (Vol. 16 No. 12(B)), 8751–8765.

Olaverri Monreal, C., & Goncalves, J. (2014). Collaborative System to Investigate Mental Models: the Information Architecture Automatic Tool (IAAT). In Proceedings of the International Conference on Collaboration Technologies and Systems CTS 2014 (in press).

Olaverri Monreal, C., Hasan, A., & Bengler, K. (2014). Intelligent Agent (IA) Systems to Generate User Stories for a Positive User Experience. International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals, 26–40. doi:10.4018/ijhcritp.2014010103

Olaverri Monreal, C., Hasan, A., Bulut, J., Körber, M., & Bengler, K. (2014). Impact of In-Vehicle Displays Location Preferences on Drivers' Performance and Gaze. Human Factors in Intelligent Vehicles (Special Issue). doi:10.1109/TITS.2014.2319591

Olaverri Monreal, C., Okimoto, M. L. L. R., & Bengler, K. (2014). Multicultural Text Entry: A Usability Study. In Proceedings of the 16th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI) (in press).

Olaverri-Monreal, C., & Goncalves, J. (2014). Cap-

turing Mental Models to Meet Users Expectations. In Proceedings of the 9th Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI 2014 (in press).

Olaverri-Monreal, C., Goncalves, J., & Bengler, K. (2014). Studying the Driving Performance of Drivers with Children Aboard by Means of a Framework for Flexible Experiment Configuration. In Proceedings of the IEEE Intelligent Vehicles 2014. Symposium Workshops (in press).

Popova-Dlugosch, S., Breuninger, J., Lemme, B., & Bengler, K. (2013). Is Walking Bad for Tablet Use or Is Tablet Use Bad for Walking? An Experimental Study on the Effect of Walking on Tablet Use. In Analysis, Design, and Evaluation of Human-Machine Systems 2013 (Volume 12, Part 1, pp. 52–57). Elsevier, IFAC.

Popova-Dlugosch, S., Wenz, A., & Bengler, K. (2014). Einfluss der Touchscreen-Größe von mobilen Geräten auf die Größe auszuführender Gesten und auf die subjektive Bewertung. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Ed.): Jahresdokumentation 2014, 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft (pp. 534–536). Dortmund: GfA-Press.

Rausch, H., & Kassirra, R. (2013). Alleinstellungsmerkmal Technik. Plädoyer für Erhalt und Ausbau des Themenbereichs an der Mittelschule. Bayerischer Lehrer- und Lehrerinnenverband e. V., BLLV im VBE, 66(6), 11.

Rommerskirchen, C., Helmbrecht, M., & Bengler, K. (2013). Increasing Complexity of Driving Situations and Its Impact on an ADAS for Anticipatory Assistance for the Reduction of Fuel Consumption. In Proceedings of the 2013 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV). 23-26 June 2013 Gold Coast, Australia (pp. 573–578).

Rommerskirchen, C., Helmbrecht, M., & Bengler, K. (2014). The Impact of an Anticipatory Eco-Driver Assistant System in Different complex Driving Situations on the Driver Behavior. Intelligent Transportation Systems Magazin, IEEE, (6(2)), 45–56. doi:10.1109/MITS.2014.2307078

Rommerskirchen, C., & Bengler, K. (2014). Ein Head-up-Display zur Unterstützung des vorausschauenden Fahrens zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs im PKW. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Ed.): Jahresdokumentation 2014, 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft (pp. 100–102). Dortmund: GfA-Press.

Schmidtler, J., Surdilovic, D., & Bengler, K. (2014). Adaptive kollaborative Roboter als altersangepasste Begleiter für ein ergonomisches und flexibles Material-Handling. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Ed.): Jahresdokumen-

tation 2014, 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft (pp. 103–105). Dortmund: GfA-Press.

Trübswetter, N., Auer, A., & Bengler, K. (2013). Older Adult's Perceptions of Advanced Driver Assistance Systems: An exploratory approach towards system experience and acceptance. In Proceedings of the 6th International Conference on Driver Behavior and Training (ICDBT) .

Trübswetter, N., & Bengler, K. (2013). Akzeptanz von Fahrerassistenzsystemen. Welche Nutzungsbarrieren haben ältere Autofahrer/Innen? In Beiträge zur 55. Tagung experimentell arbeitender Psychologen (TeaP) . Lengerich: Pabst.

Trübswetter, N., & Bengler, K. (2013). Why Should I Use ADAS? Advanced Driver Assistance Systems and the Elderly: Knowledge, Experience and Usage Barriers. In Proceedings of the 7th International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment. Training and Vehicle Design (pp. 495–501).

Wiedemann, M., Remlinger, W., & Bengler, K. (2014). Erlebbarkeit und Entscheidbarkeit von Fahrzeugeigenschaften im Realfahrzeug und Simulator. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Ed.): Jahresdokumentation 2014, 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft (pp. 384–386). Dortmund: GfA-Press.

Zaindl, A., Bengler, K., Erber, T., & Zimmermann, A. (2013). Method to analyze the body movement for the mirror view and test method to verify the simulated results. In M. Reed (Ed.), International Ergonomics Association Technical Committee on Human Simulation and Virtual Environments . Retrieved from <http://www.umtri.umich.edu/>

Zaindl, A., & Zimmermann, A. (2013). Mirror replacement in trucks. International Quality & Productivity Center (IQPC) 2013. 4th International Conference Automotive Cockpit HMI-Focus Day Truck HMI, Bonn. Retrieved from http://www.cockpit-hmi.com/AgendaDay.aspx?tp_day=34387

Zaindl, A., Graf, D., Zimmermann, A., & Bengler, K. (2014). Analyse der Kopfbewegung bei der Spiegelnutzung im Nutzfahrzeug. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Ed.): Jahresdokumentation 2014, 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft (pp. 387–389). Dortmund: GfA-Press.

Zimmermann, M., & Bengler, K. (2013). A Multimodal Interaction Concept for Cooperative Driving: Symposium. In IEEE (Ed.), Proceedings of the IEEE Intelligent Vehicle Symposium (pp. 1285–1290).

Zimmermann, M., Bauer, S., Lütteken, N., Rothkirch, I. M., & Bengler, K. (2014). Acting Together by Mutual Control: Evaluating a Multimodal Interaction Concept for Cooperative Driving. In W. W. Smari, G. C. Fox, & M. Nygård (Eds.), *Proceedings of the 2014 International Conference on Collaboration Technologies and Systems* (Vol. 2014, pp. 227–235).

Fachgebiet Sportgeräte und –materialien

Bulut, J., Janta, M., Senner, V., & Kreuzer, J. (2013). Determination of Insulation Properties of Functional Clothing Using Core Body Temperature Gradients as Quantification Parameter. *Procedia Engineering*, 60(0), 208–213, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705813011089>.

Burger, M., & Senner, V. (2014). Correlation between Quality of Golf Drive and Impact Sensation in Dependence of Shaft Weight and Shaft Flexibility. *Procedia Engineering*, 72, 292–297.

Feldstein, I. (2014). Optimal durch den Eiskanal: Rennschlitten: Konkurrenzfähig bleiben durch technischen Vorsprung. *chemie&more*, 5. Jahrgang (6. Ausgabe), 32–33.

Janta, M., Bengler, K., & Senner, V. (2014). Komfort durch lokale Klimatisierung in Elektroautos. In *Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Ed.), Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft* (pp. 398–400). Dortmund: GfA-Press.

Janta, M., Prestel, J., Senner, V., & Bengler, K. (2014). Dynamic Thermal Receptor Response and Comfort in Cold and Warm Environments. *Procedia Engineering*, 72, 103–107.

Lampe, R., Mitternacht, J., Merdanovic, E., Salzmann, M., & Pilge, H. (2013). Ermittlung des Aktivitätslevels bei Patienten mit infantiler Zerebralparese. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 151(03), 248–256.

Lehner, S., Dießl, C., Chang, D., & Senner, V. (2013). Optimization of a Foot Model for the Evaluation of the Injury Risk during Cutting Movements in Football. *Procedia Engineering*, 60(0), 325–330, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705813010618>.

Lehner, S., Geyer, T., Michel, F. I., Schmitt, K.-U., & Senner, V. (2014). Wrist injuries in snowboarding - Simulation of a worst case scenario of snowboard falls. In *Proceedings of the 2014 Conference of the International Sports Engineering Association (ISEA)*. Elsevier.

Zimmermann, M., Lütteken, N., Bauer, S., & Bengler, K. (2014). Ein augmentiertes Anzeige-konzept für den kooperativen Fahrstreifenwechsel. In *Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Ed.): Jahresdokumentation 2014*, 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft (pp. 118–120). Dortmund: GfA-Press.

Lehner, S., Geyer, T., Michel, F. I., Schmitt, K.-U., & Senner, V. (2014). Wrist Injuries in Snowboarding – Simulation of a Worst Case Scenario of Snowboard Falls. *Procedia Engineering*, 72, 255–260.

Lehner, S., & Senner, V. (2013). Evaluation of Ergonomics of a New Effort Saving Via-ferrata Carabiner-child vs. Adult Use. *Procedia Engineering*, 60(0), 319–324, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705813010771>.

Meyer, D., Steffan, M., & Senner, V. (2014). Impact of Electrical Assistance on Physiological Parameters During Cycling. *Procedia Engineering*, 72, 150–155.

Mitternacht, J., Klement, A., & Lampe, R. (2013). Plantar pressure distribution during and after pregnancy. *European Orthopaedics and Traumatology*.

Rahulan, M., Troynikov, O., Watson, C., Janta, M., & Senner, V. (2013). Consumer Purchase Behaviour of Sports Compression Garments –A study of Generation Y and Baby Boomer Cohorts. *Procedia Engineering*, 60(0), 163–169, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705813011065>.

Senner, V., Michel, F. I., & Lehner, S. (2013). Ski equipment-related measures to reduced knee injuries: Review of the potential for further technical improvements in recreational alpine skiing. *bfu knowledge base: bfu - Swiss Council for Accident Prevention*, Berne.

Senner, V., Schott, W., & Meyer, D. (2013). Notauslösung. *SnowSport* (Deutscher Skilehrerverband), 2012-2013(4), 14–15.

Senner, V., Lehner, S., Nusser, M., & Michel, F. I. (2014). Skiausrüstung und Knieverletzungen beim alpinen Skifahren im Freizeitsport: Eine Expertise zum gegenwärtigen Stand der Technik und deren Entwicklungspotenzial. *bfu-Report: Nr. 69*. Bern: bfu Beratungsstelle für Unfallverhütung.

Senner, V., Michel, F. I., Lehner, S., & Brügger, O. (2013). Technical possibilities for optimising the ski-binding-boot functional unit to reduce knee injuries in recreational alpine skiing. *Sports Engineering*, Volume 16(Issue 4), 211–228.

Dissertationen

Potenziale eines kontaktanalogen Head-up Displays für den Serieneinsatz

Die Arbeit untersucht die Potenziale eines kontaktanalogen Head-up Display für den Serieneinsatz, sowohl in technischer als auch ergonomischer Hinsicht. Hierfür wurde ein Konzept für ein kontaktanalogen Head-up Display ausgewählt, und zu einem serien-nahen Prototyp weiterentwickelt. Als größte Herausforderung hierfür stellte sich der Bau-raum des Head-up Displays heraus. Dieser

wurde durch eine Optimierung der Eyebox und der Bildgröße verkleinert. Weiterhin wurden Anzeigen für den Abstandsregeltem-pomaten, die Navigation und Spurführung entwickelt und in Simulator- und Feldversu-chen validiert.

Boris Israel 15.02.2013

Analyse von Sichteinschränkungen im Fahrzeug

Die Zunahme von Anzeigen gepaart mit ver-schlechterten Sichtbedingungen erhöht die visu-elle Beanspruchung des Pkw-Fahrers. Das neue Softwaremoduls ‚RAMSIS kognitiv‘ kann die er-gonomische Auslegung insbesondere der Sicht-bedingungen von neuen Fahrzeugmodellen ver-bessern. Versuche im Fahrsimulator untersuchen das Blickverhalten und entdecken grundsätzliche

Wahrnehmungsschwächen. Die Ergebnisse zei-gen verschiedene Möglichkeiten zur Verbesse-rung der Verkehrssicherheit bei Fahrer, Fahrzeug und Straße.

Wolfram Remlinger 18.04.2013

Äußere Einflussparameter auf Sitzpositionen im Fahrzeug

Diese Forschungsarbeit thematisiert die Analyse des Einflusses von Fahrzeugkomponenten, die die Sichtbedingungen eines Fahrzeuges nach außen entscheidend bestimmen, auf priorisierte Sitzhaltungen von Insassen. Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse werden Empfehlun-gen zur Dimensionierung des Fahrzeugpackages generiert, um die Sichtqualität von Fahrzeugen

zu verbessern. Des Weiteren wird ein mathema-tisches Modell abgeleitet, das die gegenwärtigen Sichtverhältnisse einer Fahrzeugkonzeption in die Prognose der Sitzpositionen von digitalen Men-schmodellen integriert.

Daniel Lorenz 16.07.2013

Automationseffekte im Fahrzeug - von der Reaktion zur Übernahme

Anzahl und Funktionsumfang von Fahrerassis-tenzsystemen nehmen immer weiterzu, mit dem Fernziel autonom fahrender Fahrzeuge. Durch die, mit dieser Entwicklung ver-bundene Entlastung des Fahrers von der Fahraufgabe, wandelt sich die Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung. Durch steigende Automationsgrade wird die akti-ve Interaktion mit dem Fahrzeug ersetzt durch eine Überwachung des Systems mit gelegentlichen Eingriffen zurÄnderung von Sollvorgaben für die Automation oder zur Parametrierung der System-funktionen. Im Rahmen der Dissertation wird den

Fragen nachgegangen, wie sich die Herausnahme des Fahrers aus dem Fahrer-Fahrzeug-Regelkreis auf das Fahrerverhalten auswirkt und welche Zeit einem Fahrer zur Verfügung gestellt werden muss, um in bestimmten Situationen die Fahraufgabe von der Automation übernehmen und adäquat re-agieren zu können.

Daniel Damböck 06.09.2013

Dissertationen

Elbow Strength Modelling for Digital Human Models

Diese Dissertation beschäftigte sich mit allen notwendigen biomechanischen Aspekten einer ganzheitlichen, gelenkmomentbasierten Kraftmodellierung für digitale Menschmodelle am Beispiel des Ellbogens. Basierend auf Probandenversuchen wurden Regressionsgleichungen aufgestellt, welche maximale Gelenkmomente in beliebige Kraftrichtungen für beliebige Haltungen prognostizieren. Weiterhin wurden Unterschiede zwischen

eingelenkigen und mehrgelenkigen Kraftfällen für eine korrekte Maximalkraftprognose herausgearbeitet. Schließlich münden alle Ergebnisse unter Zunahme weiterer Literaturdaten in einem allgemeinen Modell zur maximalen Gelenkmomentprognose in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht.

Fabian Günzkofer 24.10.2013

Wirkpotentiale moderner Fahrerassistenzsysteme und Aspekte ihrer Relevanz für die Fahrausbildung

Moderne Fahrerassistenzsysteme leisten einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Verkehrssicherheit und sind ein maßgeblicher Baustein für eine weitere Verringerung von Unfallrisiken im Straßenverkehr.

In dieser Arbeit wurden auf Basis einer internationalen Literaturrecherche das Sicherheitspotential von Fahrerassistenzsystemen (FAS), ihre Marktdurchdringung und bisherige Ergebnisse von Feldbeobachtungen zusammengefasst und bewertet. Dabei zeigt sich, dass heutige Fahrerassistenzsysteme bereits einen großen Beitrag zur Steigerung der Verkehrssicherheit leisten können. Insbesondere die Systeme ESC, Spurhalteassistent und der autonome Notbremsassistent weisen Wirkerwartungen von bis zu 20 % auf. Die Markt-

durchdringung von sicherheitsrelevanten FAS ist aber aktuell noch relativ niedrig und wird selbst im Jahr 2020 – ausgenommen ESC – voraussichtlich noch unter 10 % bis 20 % liegen. Ausgehend von einer computerbasierten Fahrzeugkonfigurator-Studie wurden daher mögliche Ursachen der geringen Marktdurchdringung analysiert und konkrete Handlungsempfehlungen für die beteiligten Stakeholder zur Steigerung des Nutzens der Fahrerassistenzsysteme für die Verkehrssicherheit abgeleitet. Dabei wurde auch die Relevanz dieser Systeme für die Fahrausbildung bewertet und erste Ansätze zur Integration der FAS in die Fahrausbildung dargestellt.

Frank Maier 09.12.2013

Ergonomic Human-Robot coexistence in the Branch of Production

Bringing human workers together with industrial robots in the same workspace arises questions that need to be answered by ergonomists. This thesis collects empirical data on how to design human-robot systems to prevent the persons concerned from feelings such as anxiety, distrust, or fear. With the focus on the three main research topics 'Human proxemics', 'Human well-being and

performance influencing factors' and 'The influence of the robot's predictability' in human-robot systems, four different studies determine design parameters that are summarized as recommendations in a design guideline.

Dino Bortot 10.02.2014

Haptische Unterscheidbarkeit mechanischer Parameter bei rotatorischen Bedienelementen

Die Arbeit befasst sich hauptsächlich mit der Untersuchung grundlegender menschlicher Eigenschaften in Bezug auf die haptische Wahrnehmung von rotatorischen Bedienelementen, wie sie häufig in Kraftfahrzeugen zum Einsatz kommen. Untersucht wird zum einen der Einfluss der kognitiven Belastung und der Einbaulage auf die haptische Wahrnehmung und zum anderen

die Unterschiedsschwellen für die mechanischen Parameter Massenträgheitsmoment, viskose Reibung und Coloumb'sche Reibung in gegenseitiger Abhängigkeit voneinander.

Manuel Kühner 27.05.2014

Nachruf

Prof. em. Dr. rer. nat. Heinz Schmidtke

Klaus Bengler, Heiner Bubb, Peter Rühmann



Mit der nationalen und internationalen Fachwelt trauern wir um Prof. em. Dr. rer. nat. Heinz Schmidtke, der am 11. Dezember 2013 im Alter von 88 Jahren von uns gegangen ist.

Professor Schmidtke hat die Fächer Ergonomie und Arbeitswissenschaft maßgeblich geprägt und weit darüber hinaus auch in der Gesellschaft in vielen Aspekten Maßstäbe gesetzt. Disziplin, Diskussionsfreudigkeit, Offenheit und Menschlichkeit waren prägende Eigenschaften des international renommierten Wissenschaftlers. In seinem wissenschaftlichen Streben war es ihm ein ständiges Anliegen, menschliches Erleben und Empfinden auch unter Berücksichtigung der damit einhergehenden Emotionen mit der „kalten, rationalen Technik“ zu verbinden, sowohl was die Gestaltung von Produkten anlangt als auch den Prozess zu deren Herstellung. Er hat damit eine ihm eigene Ethik der Technik geprägt und sich immer dafür eingesetzt, diese Verbindung zu berücksichtigen. Geboren am 6. August 1925 in Goslar studierte er Psychologie und Physik an der TH Braunschweig. Nach nur vier Jahren wurde er dort mit dem Thema „Flimmerverschmelzungsfrequenz und psychische Ermüdung“ promoviert. Es folgten eine einjährige Tätigkeit als Leiter eines physikalischen Labors in der chemischen Industrie und eine Gastprofessur an der University of California in Berkeley. 1957 wurde Schmidtke Abteilungsleiter im Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie

in Dortmund. Seine in Kiel eingereichte Habilitationsschrift beschäftigte sich mit dem Thema „Die Ermüdung“.

Im Jahr 1962 wurde Schmidtke auf den neu gegründeten Lehrstuhl für Arbeitspsychologie und Arbeitspädagogik der TH München berufen.

In einer Generation von Studenten, Diplomanden und Doktoranden hat er die Faszination, die von einer am Menschen orientierten Technik ausgeht, geweckt und gefördert. Seine menschliche Strahlkraft und Prägnanz hat so seine zahlreichen Schüler geprägt. Viele von ihnen haben hochrangige Positionen in Industrie und Wissenschaft erreicht. Zusammen mit seinen Doktoranden sind viele grundlegende Arbeiten zur Nutzung physiologischer Parameter zur Messung der Beanspruchung bei physischer und mentaler Beanspruchung, zur Bewertung von Umwelteinflüssen, neue Interaktionsmittel zwischen Mensch und Maschine, zur Perzentilierung von Körperkräften und vieles andere mehr entstanden. Er war wesentlich an der Entwicklung des digitalen Menschmodells RAMSIS beteiligt, welches heute weltweit führend für die ergonomische Auslegung von Fahrzeuginnenräumen ist. Zur Industrie und zu den Gewerkschaften pflegte er stets enge Kontakte.

Er engagierte sich in Verbänden und insbesondere auch in Kommissionen und Ausschüssen der Hochschule. Von 1970-72 war er Dekan seiner damaligen Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Von 1972-74 amtierte er als Rektor der TU München und setzte den Reformkurs seiner Vorgänger fort.

Zahlreiche Ehrungen und Auszeichnungen begleiteten seinen Berufsweg: der Bayerische Verdienstorden, die Duncker-Medaille in Gold, die Ehrenmitgliedschaft des REFA-Verbands Bayern, die Forschungsmedaille der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, die Verdienstmedaille PRO MERITIS SCIENTIAE ET LITTERARUM des Bayerischen Staatsministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst, gekrönt im Jahr 2000 vom Ergonomic Development Award der International Ergonomics Association (IEA).

Nach 30jähriger Lehre und Forschung wurde der international renommierte Wissenschaftler 1992 emeritiert. Auch danach setzte er kontinuierlich seine Arbeit an Standardwerken der Ergonomie fort. Der TUM stellte er sich als Ombudsmann zur Verfügung und formulierte Regeln zur Ethik in der Wissenschaft und des Wissenschaftlers.

Professor Schmidtke hat die Ergonomie als Disziplin maßgeblich geprägt. Wir werden seinem wissenschaftlichen Werk ein ehrendes Andenken bewahren und es in seinem Sinne weiterentwickeln.

Herzlich Willkommen am Lehrstuhl für Ergonomie



Herr Benedikt Brück, M.Sc. ist seit November 2013 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Ergonomie (LfE) tätig. Er studierte von 2008 bis 2013 Informatik an der TU München und absolvierte während dieser Zeit ein Auslandssemester an der University of Melbourne.

Durch mehrere Kooperationen mit der AUDI AG und BMW AG im Rahmen des Studiums entwickelte sich sein Interesse für die Automobilindustrie. Zum Abschluss seines Studiums schrieb Herr Brück seine Masterarbeit bei der Audi Electronics Venture GmbH zum Thema Fahrererkennung. Aus dieser Arbeit entstand eine INI.TUM Kooperation zwischen dem LfE und der AUDI AG, im Rahmen derer sich Herr Brück gegenwärtig mit der Situationserkennung im Fahrzeuginnenraum, sowie den daraus resultierenden Implikationen für die beteiligten Personen beschäftigt.



Joel Gonçalves ist Doktorand am Lehrstuhl für Ergonomie, an der Technischen Universität München. Er studierte Softwareengineering an der Universität von Porto, während er für Forschungszentren im Bereich der Echtzeitsysteme und künstlichen Intelligenz arbeitete. Zur Zeit

ist er Arbeitspaketleiter im europäischen Projekt HFAuto (ITN) und bearbeitet weitere Projekte am Lehrstuhl. Seine Forschungsinteressen sind die Interaktion mit hochautomatisierten Systemen, Fahrerzustandserkennung, maschinelles Lernen und dessen Anwendungen auf die Mensch-Maschine-Interaktionsdomäne.



Patrick Gontar ist seit Juni 2014 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Ergonomie tätig. An der Technischen Universität München studierte er Maschinenwesen mit den Studienschwerpunkten Luftfahrttechnik und Ergonomie.

Dem ausgeprägten Interesse an der Luftfahrt ist es geschuldet, dass er bereits seit drei Jahren die Forschungstätigkeiten in diesem Bereich am Lehrstuhl für Ergonomie unterstützt. Im Zuge seiner Diplomarbeit untersuchte Herr Gontar den Zusammenhang von Kommunikation und Teamleistung während Notsituationen im Cockpit. Dadurch war es möglich erste Indikatoren zu identifizieren, die mit einer guten, beziehungsweise schlechten Leistung verknüpft zu sein scheinen.

Während diese Analysen weitergeführt werden sollen, wird sich Herr Gontar im Rahmen des Luftfahrtprojekts SaMSys II mit der Sicherheitskultur der Bodenoperationen beschäftigen.



Herr Dipl.-Phys. Jürgen Mitternacht arbeitet seit Juni 2013 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Ergonomie, Fachgebiet Sportgeräte und Sportmaterialien. Nach dem Studium der Physik an der Ludwig-Maximilians-Universität

München bis 1987, Schwerpunkte Festkörperphysik und Astrophysik, folgten industrielle Tätigkeiten zur Software-Entwicklung und Großrechnerprogrammierung. Seine wissenschaftliche Tätigkeit begann er 1990/91 am Max-Planck-Institut für Psychologische Forschung, damals noch in München, im Bereich Kognitionspsychologie zur Erforschung des motorischen Erlernens neuer Bewegungsmuster und der zeitlichen Substruktur komplexer Bewegungsabläufe. Darauf folgten 11 Jahre wissenschaftliche Tätigkeit beim TÜV Süd / TÜV Product Service im BASiS-Institut (Biomechanische Analysen im Sport und interdisziplinäre Studien), dem Vorläufer des Fachgebiets Sportgeräte und Sportmaterialien. Neben entwicklungsbegleitenden biomechanischen Untersuchungen von orthopädischen Produkten, gab es eine Zusammenarbeit mit dem Klinikum rechts der Isar der TU, insbesondere Gang- und Bewegungsuntersuchungen an Patienten. Während dieser Zeit hatte er außerdem die technische und wissenschaftliche Vertretung des Peak Performance Video-Bewegungsanalysesystems der gleichnamigen Firma aus Denver / Colorado für Europa. 2001 folgte der Wechsel als wissenschaftlicher Mitarbeiter an die TU ins Klinikum rechts der Isar, Klinik für Orthopädie, Fachgebiet Kinder-Neuroorthopädie in Zusammenarbeit mit dem Spastiker-Zentrum München (jetzt ICP-München). Neben der Planung und Mitwirkung an verschiedenen klinischen Studien, war der Schwerpunkt die Erforschung der neuro-motorischen Aspekte der infantilen Cerebralparese, in den letzten 5 Jahren ein von der Stiftungsverwaltung der Stadt München finanziertes Forschungsprojekt 'Musik und Motorik'. Die aktuellen Bewegungsanalysen haben ihren Schwerpunkt im Bereich Sport und Orthopädie.

Herzlich Willkommen am Lehrstuhl für Ergonomie



Herr Bastiaan Petermeijer, MSc. ist seit April 2014 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Ergonomie (LfE) tätig. Sein Masterstudium Biomechanical Engineering absolvierte er an der Delft University of Technology in den Niederlanden. In seiner Masterarbeit untersuchte Herr Petermeijer die Effekte von haptischen Assistenzsystemen auf die Fahrerleistung mit Hilfe eines Versuches im Fahrsimulator. Gegenwärtig arbeitet er im europäischen Projekt „HFauto“. Ziel des Projektes ist die Untersuchung der Mensch-Maschine-Interaktion im hochautomatisierten Fahren.



Seit Februar 2014 ist Dipl.-Ing. Jonas Radlmayr am Lehrstuhl für Ergonomie tätig.

Er studierte Maschinenwesen an der TU München mit den Fachmodulen Regelungstechnik und Ergonomie.

Im Rahmen einer Semesterarbeit am Lehrstuhl befasste er sich mit der Pupillometrie: die Analyse geistiger Anstrengung durch die Messung des Pupillendurchmessers. Ebenso verfasste er seine Diplomarbeit zum Thema Hochautomatisiertes Fahren am Lehrstuhl. Dabei untersuchte er den Einfluss von unterschiedlichen Situationen und Nebenaufgaben auf den Übernahmeprozess beim Hochautomatisierten Fahren. Im Rahmen seiner Forschung wird sich Herr Radlmayr schwerpunktmäßig mit den Themen Kooperation und Automation beschäftigen.



Herr Dipl.-Ing. Kilian Rauner ist seit Mai 2014 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Ergonomie tätig. Er studierte Maschinenwesen mit den Schwerpunkten Medizintechnik sowie Kunststoffe und Medizinische Implantate absolvierte er an der TU München. In seinen Semesterarbeiten beschäftigte er sich mit Fragestellungen im Bereich der biomechanischen Simulation, bei denen es neben der klassischen Mehrkörpersimulation (MKS) auch um die Implementierung flexibler Strukturen in MKS-Modelle ging. In seiner Diplomarbeit befasste er sich mit der Entwicklung eines Prüfverfahrens für Smart Textiles in Zusammenarbeit mit der Moticon GmbH. Jede dieser Arbeiten wurde am Fachgebiet für Sportgeräte und -materialien betreut.

In seiner Tätigkeit am Lehrstuhl ist Herr Rauner zunächst im Bereich der Anthropometrie tätig um im Oktober in das SPGM Team zu wechseln, wo er sich mit Simulationsfragestellungen rund um das Knie beschäftigen wird.



Herr Dipl.-Ing. Jonas Schmidler ist seit September 2013 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Ergonomie. Er absolvierte sein Studium in der Fachrichtung Maschinenbau und Management an der Technischen Universität München mit den

Schwerpunkten Fahrzeugtechnik und Systematische Produktentwicklung. Im Rahmen seiner Diplomarbeit bei MAN Bus & Truck befasste er sich mit der Konzeption, Konstruktion und experimentellen Untersuchung der Bedienfelder eines alternativen LKW-Innenraumkonzeptes.

Am Lehrstuhl für Ergonomie bearbeitet Herr Schmidler das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt KobotAERGO (Adaptive Kollaborative Roboter als altersangepasste Begleiter für ein ergonomisches und flexibles Material-Handling). Dabei wird ausgehend von innovativer Kobot-Technologie, die auf fortgeschrittenen teilautomatischen Handling-Systemen basiert, im Rahmen des Forschungsvorhabens eine ergonomische Unterstützung und optimale individuelle Anpassung an den Benutzer entwickelt. Ziel ist, die Menschen zu befähigen, komplexere Handhabungsprozesse effektiver und effizienter mit unterstützender Wirkung zu bewältigen, und die Prozessabläufe kreativ, dem eigenen Leistungsvermögen entsprechend, selbst zu gestalten und zu optimieren.

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:

Dino Bortot, Andreas Blattner, Carsten Dlugosch, Armin Eichinger, Martin Kienle und Nicole Trübswetter

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

Auf Wiedersehen und alles Gute

Frau Dr.-Ing (pl) Iwona Jastrzebska-Fraczek

Am 30. Juli 2014 beendete Frau Dr. Ing. (PL) Iwona Jastrzebska-Fraczek nach 28 Jahren ihren aktiven Dienst an der Technischen Universität München. Nach ihrem Abitur 1968 in Warschau studierte sie an der Technischen Universität Warschau Maschinenwesen. Als junge Diplomingenieurin arbeitete sie zunächst vom 1.8.1974 bis zum 2.2.1983 an der Technischen Hochschule Warschau, wo sie am Institut für Betriebsorganisation und Verwaltung als Assistentin ein Ergonomie-Labor für Belastungs-Beanspruchungsanalyse aufbaute und in zahlreichen Industrieprojekten Montage-, Bildschirm- und Baumaschinenarbeitsplätze bewertete und optimierte. Im Rahmen dieser Arbeiten schloss sie Ihre Promotion mit dem Titel: „Methodik der ergonomische Beurteilung von Maschinen am Beispiel von Baggern“ am 30. 6. 1981 ab.

Nachdem sie 1983 mit ihrer Familie in die Bundesrepublik umgesiedelt war, arbeitete sie vorübergehend als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität in Dortmund. Dort gestaltete sie ergonomische Arbeitsplätze in der Instandhaltung. 1984 wechselte sie in die Industrie zu MAN GHH Sterkrade. Sie kümmerte sich um die menschengerechte Gestaltung von Grubenfahrzeugen. Gelegentlich recherchierte sie in der Bibliothek des Instituts für Ergonomie in München. Sie fand Gefallen an der bayerischen Hauptstadt und überzeugte ihren Mann nach München umzuziehen. Am 7.2.1986 erhielt sie von Prof. Heinz Schmidtke ihren ersten Arbeitsvertrag an der Technischen Hochschule in München. Zunächst war sie in Teilzeit und befristet am Institut für Ergonomie angestellt, ab 1990 wurde sie unbefristet in Vollzeit übernommen.

Sie beschäftigte sich weiter mit ergonomischen Bewertungsverfahren. Sie sollte das im Hanser Verlag erschienene Buch „Ergonomische Prüfung von Technischen Komponenten, Umweltfaktoren und Arbeitsaufgaben“ von Prof. Heinz Schmidtke mit aktuellen Normen und anderen Literaturstellen ergänzen. Daraus entstand ihre Idee, mit Hilfe der in dieser Zeit aufkommenden Personalcomputer, ein umfassendes, rechnergestütztes ergonomisches Datenbanksystem für ergonomische Prüfverfahren EDS zu programmieren. In enger Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Heinz Schmidtke veröffentlichte sie in Journals und auf internationalen Tagungen diese umfassende und weltweit einmalige Datensammlung. Sie erweiterte das inzwischen in „EKIDES“ umbenannte Programm mit Checklisten für Produkte und Software und baute Funktionen zur Datenrecherche ein. Module zu Akzeptanzanalyse, Alter und Leistung oder zur Gefährdungsanalyse folgten. Die internationale Bedeutung basiert wesentlich auf der Zweisprachigkeit (Deutsch-Englisch) der Benutzeroberfläche, der weitere Sprachen, z. B. der im Jahre 2005 in Las Vegas vorgestellten Version in Japanisch folgten. Die japanische Version entstand in Kooperation mit Frau Dr. Fukuda von der Keio Universität in Tokio. Mit Frau Chung entwarf sie sogar



eine „minEKIDES“ Übersetzungsplattform in Chinesisch.

Inzwischen liegt die Version 14.05 des Programmes EKIDES vor.

Da im Bereich der menschlichen Zuverlässigkeit nur wenige Daten verfügbar waren, führte sie selbst zahlreiche Untersuchungen mit dem selbst entwickelten Datenerhebungsprogramm „Dialog“ durch, die sie erstmalig 1997 auf der IEA-Konferenz in Tampere präsentierte. Mit Hilfe eines von ihr 2011 geschaffenen „Demonstrators“, ein Programm zur Datenerhebung und Visualisierung der Ergebnisse, und einer am Lehrstuhlserver eingerichteten MZ-Plattform sammelte und dokumentierte sie alle Daten zur Menschlichen Zuverlässigkeit.

Weitere „Lücken“ versuchte sie z. B. mit dem 2002 auf der „User Interfaces for all“ in Paris vorgestellten „SEA-Tool“, einem rechnergestützten Werkzeug zur Systemergonomischen Analyse, zu schließen. Ihre letzten Untersuchungen 2014 befassten sich mit der subjektiven Bewertung von vier verschiedener SUVs und der unterschiedlichen Gewichtung des Designs durch Ingenieure, Designer und anderer Berufsgruppen. Mit zwei großen Veröffentlichungen, Schmidtke, H.; Jastrzebska-Fraczek, I. (2013) Ergonomie, Daten zur Systemgestaltung und Begriffsbestimmungen. Hanser Verlag, München und Schmidtke, H.; Jastrzebska-Fraczek, I. (2014) Lexikon der Ergonomie schließt sie äußerst eindrucksvoll ihre umfassenden wissenschaftlichen Arbeiten am Lehrstuhl ab.

Unermüdlich und vorbildlich genau forschte, programmierte und dokumentierte sie stets offen und allseitig interessiert am Lehrstuhl für Ergonomie. Sie unterstützte hilfsbereit aber auch kritisch und fachkundig die Kolleginnen und Kollegen mit ihrer äußerst freundlichen und menschlich-mitfühlenden Lebensart. Wir werden unsere „Frau Fraczek“ vermissen. Wir bedanken uns bei ihr sehr herzlich für ihr Engagement und ihre Hilfe und wünschen ihr alles Liebe und Gute für ihren wohlverdienten Ruhestand.

Prof. Klaus Bengler

Dr. Herbert Rausch

Eine Ära geht zu Ende – Stefan Lehner verlässt uns

Zum 30.09. 2014 wird uns Dr. rer. nat. Stefan Lehner nach 5-jähriger Zugehörigkeit zum Fachgebiet verlassen und eine Tätigkeit im Bereich Medizinprodukte bei der TÜV SÜD Product Service GmbH antreten. Damit schließt sich der Kreis einer fast zwanzigjährigen Zusammenarbeit zwischen Herrn Lehner und dem Verfasser des Artikels. Eine kurze persönliche Würdigung eines sehr wertvollen Mitarbeiters...



Dr. Stefan LEHNER, Januar 2008. Bildquelle: Autor

Nicht erst seit dem 01.10.2009, als Herr Lehner an das Fachgebiet kam, sondern schon bereits seit 1995 ist unser berufliches Wirken miteinander verknüpft. Über seine Diplomarbeit an der FH-München „3D-Simulation des menschlichen Kniegelenks“ entstand der erste Kontakt zu ihm – sein Betreuer, Professor O. Wallrapp, war gleichzeitig Mentor und Unterstützer meiner im Entstehen befindlichen Promotion.

Schon damals war klar: „Der Stefan hat’s d’rauf und mit dem geht was!“

Vom Facharbeiter zum Dr. rer. nat. - ein beeindruckender Lebenslauf

Nur wenige Akademiker können eine abgeschlossene Berufsausbildung vorweisen – Herr Lehner gehört zu dieser seltenen Spezies: 1987 schließt er seine Ausbildung zum Feinmechaniker bei der Steinheil Optronik GmbH als Facharbeiter ab und arbeitet noch ein gutes halbes Jahr in der Firma im Bereich Optik-Montage. Vielleicht während seines unmittelbar darauf folgenden Wehrdienstes, vielleicht auch schon früher, trifft er die goldrichtige Entscheidung, seinen Verstand weiter zu trainieren, sich neue Erkenntnisse und mehr Fachwissen anzueignen und dies auch auf andere Gebiete zu übertragen. Diese wunderbare Offenheit gegenüber neuen Wissensgebieten und Methoden hat er sich übrigens bis heute bewahrt. Mit dieser Grundeinstellung war sein Weg fast vorgezeichnet: An der Städtischen Berufsoberschule München erwirbt er 1989-1991 seine fachgebundene Hoch-

schulreife. Dann folgt 1991 bis 1995 das Studium der Feinwerk- und Mikrotechnik, Studienrichtung Medizintechnik an der Fachhochschule München. Studium begleitend und nicht nur um Geld zu verdienen, absolviert er mehrwöchige Zeiten als Aushilfe oder Praktikant in der Industrie sowie ein Grund- und Spezialkurs im Strahlenschutz.

Mit dem Diplomingenieur in der Tasche und den vorgenannten Zusatzqualifikationen ist es nicht überraschend, dass ihm ab März 1996 eine Tätigkeit an der Klinik für Orthopädie und Sportorthopädie am Klinikum rechts der Isar der TUM angeboten wird. Sechs Jahre, bis Juli 2007, wird er diese begleiten. Bezeichnend für seinen ungeheuren Fleiß ist, dass er sogar die zwei Monate zwischen dem Ende des Studiums und der Aufnahme seiner Tätigkeit am Klinikum nutzt und sich als Freier Mitarbeiter bei der DLR in Wessling verdingt – andere hätten da wohl eher mal „die Beine hochgelegt“...

Im Sinne Herman Hesses „Stufen“ wagt er dann im August 2002 „...in Tapferkeit“ einen nicht ganz einfachen Neubeginn und übernimmt als Nachfolger des Autors die Geschäftsführung der kurz zuvor gegründeten BASiS Angewandte Biomechanik GmbH in München. Wohl im Bewusstsein, dass man auf zwei Beinen besser steht als auf einem, flankiert er diesen Schritt durch einen Consulting-Vertrag bei der Firma Medtronic Sofamor Danek Deggendorf GmbH. Mehr als vier Jahre lang, bis Ende 2006, führt er die BASiS GmbH mit gutem Erfolg und übergibt sie mit einer positiven Bilanz an seinen Nachfolger.

Dass in dieser Phase der beruflichen Doppelbelastung auch noch seine Doktorarbeit entsteht, die an Substanz und in Bezug auf die wissenschaftliche Arbeitsweise ihresgleichen sucht (dieses Urteil darf man sich als Hochschullehrer erlauben, wenn beinahe täglich Dissertationsschriften über den Schreibtisch gehen), ist ein Kraftakt, der sogar ihn an den Rand der Überlastung bringt. Im Januar 2008 schließt er sein Promotionsverfahren zum Dr. rer. nat. mit der Gesamtnote magna cum laude ab – der Titel seiner Dissertation: Entwicklung und Validierung biomechanischer Computermodelle und deren Einsatz in der Sportwissenschaft.

Nun mit den höchsten akademischen Weihen versehen übernimmt er Lehraufträge gleich an zwei Hochschulen (München und Deggendorf) und – damit es auch ganz bestimmt nicht langweilig wird – zusätzlich an der Berufsfachschule für Physiotherapie der GFEB in München.

Rückkehr an die TUM

Vielleicht war es primär die Freude an der Lehrtätigkeit, vielleicht stand auch die Aussicht, wieder auf einem anspruchsvollen Niveau wissenschaft-

lich arbeiten zu können im Vordergrund bei seinem Entschluss, die ihm angebotene Stelle am Fachgebiet Sportgeräte und –materialien anzunehmen. Am 01.10.2009 kehrt er also wieder an die TUM zurück, bleibt aber seinem Motto treu, nicht nur auf ein Pferd zu setzen. So entscheidet er sich dafür, lediglich eine halbe Stelle anzunehmen und parallel dazu die Tätigkeit als Berater der Fa. Medtronic fortzuführen, die er erst Januar 2014 beendet. Auch seine Lehraufträge führt er weiter fort.

Sein wissenschaftliches Spezialgebiet ist die Muskel-Skelett-Modellierung unter Verwendung des Expertenprogramms „Simpack“ (Simpack AG, Wessling). Seine mit größter Sorgfalt erstellten und an Außenkriterien, wie z.B. in-vitro Präparatversuchen, validierten Modelle erlauben nicht nur die Simulation kritischer Vorgänge im Sport, sondern vor allem auch die Bewertung konstruktiver Maßnahmen an den Sportgeräten. So konnten mit Hilfe seines Kopf-Nackenmodells die Wirkung von Helmen und der Einfluss unterschiedlicher Dämpfungsmaterialien der Innenschale bei Kollisionen im Alpinen Skilauf oder die Wirkung von Kopfschützern bei Kopfstößen im Kinderfußball systematisch untersucht werden. Sein detailgenaues Hand-Arm-Modell, integriert in ein Ganzkörpermodell des Menschen, ermöglicht die Analyse von Sturzvorgängen beim Snowboarden. Nachdem es ihm auch gelungen ist, dieses MKS-Modell durch ein Finite-Elemente Modell des Handgelenkschützers zu erweitern, kann man die Wirksamkeit derartiger Schutzausrüstung nun gezielt verbessern. Es ist nicht möglich im Rahmen dieses Artikels einen vollständigen Überblick seiner Beiträge zu unserer Forschung zu geben – der interessierte Leser sei an seine insgesamt 12 Publikationen in nationalen und internationalen Journals verwiesen, welche in seiner Zeit am Fachgebiet entstanden sind.

Ganz im Sinne der Einheit von Forschung und Lehre hat Dr. Lehner das Arbeiten mit SIMPACK und die dahinter stehende Theorie in zwei Lehrveranstaltungen des Masterstudiengangs Human Factors Engineering, nämlich in die Vorlesung „Höhere Biomechanik“ sowie die Übung „Digitale Menschmodellierung“ integriert. Sein Geschick im Umgang mit den Studierenden zeigt sich darin, dass dieses Modul trotz der erheblichen Schwierigkeit des Stoffes zu einem beachtenswerten Output der Studentengruppen führt und damit den wissenschaftliche Nachwuchs für das Arbeiten mit Muskel-Skelettmodellen vorbereitet.

Der Kreis schließt sich

Am 30.09.2014 wird das Wissenschaftszeitvertragsgesetz – allein dieses Wortes aussprechen zu müssen, hat etwas Unbarmherziges – unsere

schöne Zusammenarbeit beenden. Herr Lehner stellt dann seine wissenschaftliche Kompetenz und seine Expertise auf dem Bereich der Medizinprodukte in den Dienst des TÜV Süd. Damit schließt sich ein Kreis, denn just in diesem Unternehmen hat der berufliche Weg des Verfassers begonnen. Damit unterscheiden sich unsere Berufswege lediglich in der Reihenfolge der Schlussetappe: Von-der-Uni-über-BASiS-zum-TÜV-zur-Uni versus Von-der-Uni-über-BASiS-zur-Uni-zum-TÜV. Es lohnt sich gar nicht nachzuvollziehen, wer welchen Weg gegangen ist. Die einzig wichtige Botschaft aus diesem vom Leben geschriebenen Wortspiel ist, dass wir an den Kreuzungspunkten unserer beruflichen Wege immer die Zusammenarbeit gewählt haben.

Fazit & Danke

Erlebt man Dr. Lehner im beruflichen Alltag, dann wird man schnell feststellen, dass er trotz seines beeindruckenden Lebenslaufs niemals Ehrgeiz, niemals Überheblichkeit und niemals Besserwisserei ausstrahlt. Er ist einer, der sich zumeist im Hintergrund hält, genau zuhört und erst dann durch wenige stets profunde Kommentare die Dinge in die rechte Bahn lenkt.

Ein Mensch, der sich nicht in den Vordergrund spielt, obwohl er oft so viel mehr zu sagen hätte, als diejenigen, die es tun.

Ein Mensch, der im privaten wie im beruflichen Leben Größe zeigt.

Ein Mitarbeiter, auf den man sich immer hundertprozentig verlassen kann.

Und schließlich: Ein Mensch mit einem seltenen Humor – der kaum zu beschreiben, und am besten über das obige Foto zu verstehen ist.

DANKE – Stefan für Deine Zeit bei uns! Und ja: Vielleicht ist der Kreis auch noch nicht geschlossen...



Prof. Dr.-Ing. Veit Senner

Rückblick

Forschungstag Ergonomie und Sommerfest 2013

Am 19. Juli 2013 lud der Lehrstuhl für Ergonomie alle Mitarbeiter, Ehemalige und Projektpartner zum alljährlichen Sommerfest ein.

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



Betriebsausflug nach Reit im Winkl

Am 04. Februar 2014 veranstaltete der Lehrstuhl für Ergonomie einen Betriebsausflug nach Reit im Winkl.

Im winterlichen Paradies konnte man Skifahren, snowboarden oder wandern.



Besinnlichkeit am Lehrstuhl für Ergonomie

Am 20. Dezember 2014 lud der Lehrstuhl für Ergonomie alle Mitarbeiter und Ehemaligen zur alljährlichen besinnlichen Weihnachtsfeier ein.

Anregend duftender Glühwein, eine Eisstockbahn und ausgesuchte kulinarische Köstlichkeiten versetzten uns in einen Zustand heiterer Besinnlichkeit und bereiteten uns die richtige Weihnachtsstimmung.



IMPRESSUM:

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

ISSN: 1616-7627

Verantw. i.S.d.P.:

Prof. Dr. phil. Klaus Bengler,
Prof. Dr.-Ing. Sportl. Veit Senner
Layout: Julia Fridgen
Redaktion:
K. Bengler, V. Senner,
J. Fridgen
Druck:
Printy, Digitaldruck & Kopierservice
80333 München