

Schwerpunkt: Ergonomische Prüf- und Bewertungsverfahren

Ergonomische Gestaltung von Produktionsarbeitsplätzen- nur eine Frage der Unternehmenskultur?

Heinzpeter Rühmann

Europäische Ansätze zur Bewertung von Arbeitsplätzen und Produkten- „genial oder schizophoren“? Peter Schäfer

Bewertungsverfahren im Gestrüpp der europäischen (CEN) und der internationalen (ISO) Ergonomie

-neue Ansätze aus der „Münchner Werkstatt“ Peter Schäfer

Was bringt die Modellierung des Menschen?

Thomas Seitz

Mit welchen Bewertungsverfahren ist der Sitzkomfort im Auto zu ermitteln? Christian Mergl

Prüfung und Bewertung im Gestaltungsprozess leicht gemacht durch EKIDES Iwona Jastrzebska-Fraczek

Kommunikation als Bewertung von Ergonomie-Wissenschaft verständlich? Stephan Hummel

Die Qualität der Lehrerbildung kommt nicht von alleine - Evaluation der Lehrer-Fort- und -Weiterbildung

Herbert Rausch

Evaluation von Software am Beispiel einer eLearning-Anwendung Rolf Zöllner

Wie gut entspricht eine eLearning-Anwendung ergonomischen Kriterien? Die Checklisten zur Produktanalyse in EKIDES Rolf Zöllner

Ergonomie kommunizieren, ergonomisch kommunizieren! Rolf Zöllner & Werner Zopf

Das neue Raumgefühl am LFe — eine Verwandlungsgeschichte Martin Haberzettl

Veröffentlichungen

Vermischtes aus dem Lehrstuhl / Personalia

Promotionen, neue Mitarbeiter, Verabschiedungen, Gäste, Ehrungen, Nachruf Prof. Dr. med. Dr.-Ing. W. Diebschlag



EDITORIAL

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

nach den Aufregungen unserer 111-er Jahresfeier im letzten Jahr ist nun wieder Normalität eingetreten. In der 5. Ausgabe unserer Lehrstuhlzeitung möchten wir Ihnen einen Einblick in unsere Tätigkeiten im Umfeld ergonomischer Prüf- und Bewertungsverfahren vermitteln. Diese beziehen sich auf Erfahrungen vor Ort in Betrieben, in welchen wir die Möglichkeit hatten, die ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen zu untersuchen und Verbesserungsvorschläge zu machen. Sie kommt aber auch in unserem Aufwand für die Normung und Standardisierung ergonomischer Forderungen zum Ausdruck. Nicht zuletzt versuchen wir schon seit mehr als 10 Jahren durch die Entwicklung von Gestaltungs- und Bewertungswerkzeugen die Akzeptanz und die Verwirklichung von ergonomischen Forderungen zu verbessern.

Die Zusammenarbeit mit der Industrie und damit die Chance ergonomisches Gedankengut auch wirklich so zu realisieren, dass es im Alltag Anwendung findet, hat sich im vergangenen Jahr ebenfalls sehr positiv entwickelt: So konnten wir für einen Leitaden der Software-Ergonomie des VDMA, unser Know-how einbringen und damit wesentlich den Tenor dieses Leitfadens bestimmen. Dieser Leitaden wurde kurz vor Redaktionsschluss dieser Zeitung publiziert. In einem Kooperationsprojekt zusammen mit BMW sind unter meiner Leitung drei weitere Lehrstühle der TUM, einer der LMU und einer der Universität Regensburg zusammen geschlossen, um mit einem in die weitere Zukunft gerichteten Blick die informatorische Belastung des Autofahrers unter dem Aspekt des Komforts und der Sicherheit zu optimieren.

Auch in der von der Firma Audi getragenen Außenstelle INI.TUM der Technischen Universität ist der Lehrstuhl für Ergonomie mit zwei Projekten vertreten, welche die Nutzungshäufigkeiten und die Akzeptanz von Systemkomponenten in modernen Automobilen zum Gegenstand haben. Ein weiteres vom BMBF gefördertes Projekt mit Bosch und DaimlerChrysler befasst sich ebenfalls mit der Akzeptanz und der ergonomischen Gestaltung von einer neuen die Sicherheit beeinflussenden Informationsaufbereitung.

Es mag nun der Eindruck entstehen, dass diese Projekte alle den gleichen Gegenstand zur Forschung haben. Tatsächlich ist aber die Art der im Fahrzeug zu bewältigenden Informationen so vielfältig und teilweise auch andersartig, dass es zwischen diesen Forschungsarbeiten praktisch zu keinen Überschneidungen kommt.

In der Zusammenschau all dieser Projekte allerdings sowie der ohnedies am Lehrstuhl laufenden Arbeiten, aber auch der Ergebnisse externer Dissertationen wird sich unser Bild vom in technischen Systemen Information verarbeitenden Menschen immer mehr konkretisieren.

Ich hoffe, dass wir dadurch dem Ziel eines autonomen Menschmodells immer näher kommen, mit dem man schon im CAD in der Definitions- und Konzeptphase eines Produktes oder einer Produktionsanlage quasi virtuelle Experimente machen kann und durch Veränderung der Bedingungen schon lange vor der Existenz eines begreifbaren Prototypen deren Wirkung auf die Leistung und das Wohlbefinden des späteren Nutzers vorhersagen kann. Damit wäre ein wesentlicher Beitrag zu dem Schritt von der sog. korrektiven Ergonomie, die bislang immer noch die beherrschende Praxis darstellt, zur prospektiven Ergonomie getan, der die Ergonomie in eine Reihe mit den anderen anerkannten technischen Disziplinen stellen würde, die ihr Gewicht gerade durch die sichere Vorausberechnung von Eigenschaften eines technischen Produktes haben.

Ich wünsche Ihnen Spaß bei der Lektüre dieser Zeitung und hoffe, dass Sie den einen oder anderen Gedanken herauspicken können, der Ihnen in Ihrem beruflichen Alltag nützlich sein kann.

Prof. Dr. Heiner Bubb

Ordinarius

Ergonomische Bewertung und Gestaltung von Produktionsarbeitsplätzen- nur eine Frage der Unternehmenskultur?

Heinzpeter Rühmann



"Wir wollen keine roten Arbeitsplätze" war der Tenor eines Roundtable-Gesprächs, das im Anschluss an eine Lehrstuhlführung für Betriebsärzte der BMW AG am 22. September 2003 stattfand. Und einer unserer Gäste fügte hinzu: "Das ist fester Bestandteil unserer Unternehmenskultur". "Rote Arbeitsplätze" sind nach der bei der BMW Group eingeführten ABA-Methode Arbeitsplätze, die aus ergonomischer Sicht als unzulässig zu bewerten sind, für den Mitarbeiter ein erhöhtes Verletzungs- und/oder Erkrankungsrisiko bedeuten und Änderungsmaßnahmen dringend erforderlich machen.

Die **A**nforderungs- und **B**elastbarkeits-Analyse (ABA) wurde im Rahmen des vom Bundesministerium für Forschung und Technologie geförderten Vorhabens "*Humanisierung der Arbeitswelt*" bei der BMW AG entwickelt und wird heute flächendeckend in allen Werken eingesetzt. Die ABA-Methode besteht aus zwei Teilen: Mit ABA-Tech werden vorhandene oder zu planende Produktionsarbeitsplätze ergonomisch bewertet, während ABA-Med die standardisierte Bewertung ärztlicher Atteste von Mitarbeitern mit Leistungseinschränkungen ermöglicht, um für *Leistungsgewandelte* einen adäquaten Arbeitsplatz zu finden.

Mit 19 Merkmalen wie z. B. Heben und Tragen, Arbeiten über Schulterhöhe, Beweglichkeit des Rumpfes und des Hüftgelenkes, Lärm, Beleuchtung usw. wird der Arbeitsplatz in seiner Anforderungsstruktur beschrieben. Eine Bewertung der Anforderungshöhe (Höhe der Belastung in Kombination mit der Dauer der Belastung) erfolgt über ein Ampel-System mit den Abstufungen: **grün** (vernachlässigbares Risiko, keine Maßnahmen) - **gelb** (geringes Risiko, baldige Maßnahmen erforderlich) - **rot** (hohes Risiko, Maßnahmen dringend erforderlich).

Ergonomische Prüfverfahren mit Bewertungen in Form von Ampelsystemen sind weit verbreitet, z.B. die OWAS-Methode (**O**vako **W**orking Posture **A**nalysing **S**ystem) zur Bewertung der bei der Arbeit eingenommenen Körperhaltungen oder das an unserem Lehrstuhl entwickelte Ergonomische Datenbanksystem mit Rechner gestütztem Prüfverfahren EKIDES (**E**rgonomics **K**nowledge and **I**ntelligent **D**esign **S**ystem) und allgemein akzeptiert, weil sie das Bewertungsergebnis in einem plausiblen Code darstellen.

Motive

Die Motive für die Einrichtung ergonomisch günstig gestalteter Produktionsarbeitsplätze bzw. für die ergonomische Bewertung vorhandener Arbeitsplätze sind vielfältig.

Rechtliche Aspekte: Anfang der 70er Jahre sind in Deutschland Gesetze und Verordnungen erlassen worden, die dem Arbeitgeber die Berücksichtigung der "*gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse*" bei der Gestaltung menschlicher Arbeit zwingend vorschreiben. Von Bedeutung sind hier das Betriebsverfassungsgesetz (BetrVG), die Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV), die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und das Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit (ASiG).

Der Artikel 6 der Arbeitsschutzrahmenrichtlinie (89/391/EWG) schreibt dem Arbeitgeber die Berücksichtigung des Faktors "Mensch" bei der Arbeit vor. Dies gilt insbesondere für die Gestaltung von Arbeitsplätzen sowie für die Auswahl von Arbeitsmitteln, Arbeits- und Fertigungsverfahren, vor allem im Hinblick auf eine Erleichterung bei eintöniger Arbeit und bei maschinenbestimmtem Arbeitsrhythmus sowie auf eine Abschwächung ihrer gesundheitsschädigenden Auswirkungen.

Während Artikel 6 den Arbeitgeber zu Maßnahmen der "*Verhältnisergonomie*" verpflichtet (Schaffung Menschenwürdiger Verhältnisse am Arbeitsplatz) richtet sich Artikel 13 (89/391/EWG) an den Arbeitnehmer und verpflichtet ihn ... nach seinen Möglichkeiten für seine eigene Sicherheit und Gesundheit ... Sorge zu tragen. Damit wird der Mitarbeiter unter Berücksichtigung der situativen Arbeitsplatzfaktoren zur "*Verhaltensergonomie*" angehalten (dem gesundheitsgerechten Verhalten am Arbeitsplatz).

Es soll nicht verschwiegen werden, dass die Verhaltensergonomie oft die einzige Möglichkeit darstellt, mit der sich der Mitarbeiter vor einem erhöhten Gesundheitsrisiko schützen kann, und nicht immer stellen derartige Maßnahmen eine Bankrotterklärung der Verhältnisergonomie dar. Häufig sind die Arbeitsbedingungen durch eingeführte Arbeitsmittel und Arbeitsabläufe so, wie sie schon immer waren und auch bleiben werden, weil technische Änderungen an den Arbeitsplätzen zwar prinzipiell möglich, aber oft wirtschaftlich nicht vertretbar sind. Man denke beispielsweise an Kfz-Reparaturbetriebe, mit Überkopfarbeiten in der Grube oder an der Hebebühne.

Bild 1 veranschaulicht, dass die ergonomischen "Kosten" von Maßnahmen der Ver-

Univ. Prof. Dr.-Ing.
Peter Rühmann ist Extraordinarius am Lehrstuhl für Ergonomie der TU München

haltensergonomie vergleichsweise niedrig liegen, geringe Eingriffe in die Organisationsstruktur zur Folge haben, ihre Wirkungen aber eher langsam und zeitverzögert erfolgen. Maßnahmen der Verhältnisergonomie zeigen dagegen eine schnelle Wirkung, sind aber mit hohen Kosten und stärkeren Eingriffen in die Organisationsstruktur verbunden.

Betriebswirtschaftliche Aspekte: Der Betrieb erwartet im Zusammenhang mit ergonomisch optimierten Arbeitsplätzen eine Leistungssteigerung seiner Mitarbeiter in effizienten Arbeitsprozessen, eine Minimierung des Ausschusses, die Reduzierung von Ausfallzeiten wegen Krankheit und Arbeitsunfällen und die damit einhergehende Senkung der Lohnfortzahlungskosten, eine Minderung der Fluktuation und ggf. den Wegfall von Erschwerniszulagen. In diesem Kontext ist auch von Interesse, dass ein Ausfalltag den Betrieb tatsächlich den fast vierfachen Betrag des Bruttoarbeitsentgeltes des Mitarbeiters kostet:

1. Direkte Personalkosten:	
⊗ Bruttoarbeitsentgelt:	100%
⊗ Personalnebenkosten:	83%
2. Arbeitsplatzkosten:	103%
3. Folgekosten:	
⊗ Personalmehrkosten:	48%
⊗ Produktionsausfallkosten:	36%
Summe:	370%

Volkswirtschaftliche Aspekte: Die Schätzung der Produktionsausfälle durch Arbeitsunfähigkeit gibt volkswirtschaftlich gesehen ein mögliches Präventions- und Nutzenpotenzial an. Bei einer durchschnittlichen Arbeitsunfähigkeit von 14,2 Tagen je Arbeitnehmer ergaben sich für das Jahr 2002 insgesamt ca. 491 Millionen Arbeitsunfähigkeitstage (=1,35 Millionen ausgefallene Erwerbsjahre). Ausgehend von diesem Arbeitsunfähigkeitsvolumen schätzt die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin die volkswirtschaftlichen Produktionsausfälle auf insgesamt ca. 45 Milliarden Euro, was einem Anteil von etwa 2,1% am Bruttonationaleinkommen entspricht.

Zu diesem Leistungsausfall addieren sich Behandlungs- und Rehakosten von rund 50 Milliarden Euro, wobei 20 bis 30% der genannten Kosten als arbeitsbedingt angesehen werden. Mit der Beseitigung organisatorischer, sicherheitstechnischer und ergonomischer Defizite in den Betrieben wird ein Einsparpotenzial von mehr als 30 Milliarden Euro erwartet. Jede Volkswirtschaft muss sich ihre sozialen Sicherungssysteme verdienen. Staatliche Systeme können aber immer nur das leisten, was durch die Leistungsfähigkeit und den Leistungswillen der Erwerbstätigen erwirtschaftet wird. Von einem Politiker wurde das in jüngster Zeit treffend so formuliert: "Eine Kuh, die auf der Erde Milch gibt und im Himmel frisst, gibt es nicht."

Humanitäre Aspekte: Arbeitsprozesse müssen nicht nur wirtschaftlich sein, zugleich müssen die arbeitenden Menschen *ausführbare* und *erträgliche* (d.h. schädigungslose) Arbeitsbedingungen vorfinden, wobei die Arbeit nach Arbeitsaufgabe, Arbeitsinhalt und Arbeitsumgebung *sozial angemessen* (d.h. zumutbar) sowie *persönlichkeitsförderlich* sein sollte (vgl. Kerndefinition der Arbeitswissenschaft). Die Ergonomie bemüht sich dabei vorrangig um die Muss-Anforderungen für gesundheitlich unbedenkliche Arbeitsbedingungen.

Aus der aktuellen sozialpolitischen Diskussion ist abzuleiten, dass die Frage nach der Zumutbarkeit einer Arbeit mit der (schon vor einem Jahrzehnt vorhergesagten) unabdingbar notwendigen Reformpolitik in Deutschland verknüpft ist. Das mit der hohen Arbeitslosenquote begründete Postulat: "Jede Arbeit ist zumutbar, wenn sie den Arbeitslosen wieder in ein Beschäftigungsverhältnis führt" steht im krassen Gegensatz zu dem arbeitswissenschaftlichen Verständnis über zumutbare Arbeit, das einerseits voraussetzt, dass die Arbeitsanforderungen der Mitarbeiterqualifikation weitgehend entsprechen und dass andererseits die Arbeit vom Mitarbeiter selbst als zumutbar empfunden wird.

Ergonomie in der Praxis

Eine "flächendeckende" Berücksichtigung ergonomischer Anforderungen bei der Bewertung und Auslegung von Arbeitsplätzen (wie mit ABA-Tech bei der BMW Group) ist nur von der Großindustrie leistbar. Viel wichtiger wäre eine Umsetzung arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse im Mittelstand, denn der Mittelstand stellt etwa 90 bis 95 Prozent aller Betriebe dar, bietet den größten Teil aller Ausbildungsplätze und

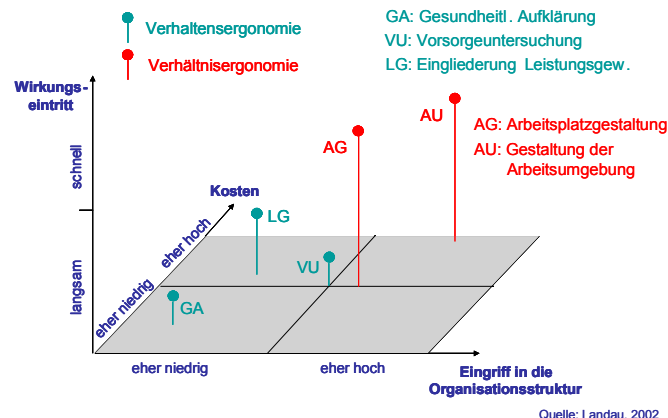


Bild 1: Ergonomische "Kosten" von Maßnahmen



Um die mittelständische Industrie in Fragen zur Produkt- und Produktionsergonomie zu unterstützen, wurde das "Ergonomie Kompetenz Netzwerk (ecn)" ins Leben gerufen, das bislang allerdings nur in einem sehr bescheidenen Umfang in Anspruch genommen wurde. Es bedarf hier in aller Regel einer Initialzündung, um den Ergonom im Produktionsbereich auf den Plan zu rufen. Meist sind es ins Stocken geratene Auseinandersetzungen zwischen der Geschäftsleitung und dem Betriebsrat, in eher selten Fällen geht die Initiative von einem engagierten Betriebsleiter aus, der auch auf Grund des hohen Krankenstandes die Unternehmensleitung vom Sinn und Zweck ergonomischer Maßnahmen an Arbeitsplätzen in der Produktion überzeugen konnte.

Klein- und Mittelbetriebe der Metall verarbeitenden Industrie können ihre Position am Markt nur dann behaupten, wenn sie mit modernen Bearbeitungstechnologien Schritt halten. Deshalb zeigt sich hier meist ein und dasselbe Bild: Moderne Bearbeitungszentren zur vollautomatischen Bearbeitung von Rohteilen, umgeben von untauglichen, z.T. gefährlichen Betriebsmitteln (verbeulten Gitterboxen, schadhaften Standrosten, auf dem Boden herumliegenden Druckluftschläuchen usw.) und Arbeitsplätzen - meist veralteten Werkbänken -, die weder für die anfallenden Nacharbeiten (z.B. Entgraten) und Kontrolltätigkeiten (Mess- und Dokumentationsaufgaben) noch für die unterschiedlich großen

Bild 2: Arbeitsplatz neben einem Bearbeitungszentrum für die manuelle Nachbearbeitung von Werkstücken

nomische Analysen in mittelständischen Unternehmen fast nichts kosten.

Physiologische Messungen am Mitarbeiter werden in aller Regel vom Betriebsrat ebenso abgelehnt wie Videoaufnahmen am Arbeitsplatz (z.B. für eine nachfolgende OWAS-Auswertung mit dem Ergoplayer). Im Hinblick auf diese Einschränkungen haben wir ein sehr einfaches Analysewerkzeug entwickelt, das schon häufig im Rahmen von Studienarbeiten in Betrieben eingesetzt wurde und den Handlungsbedarf plausibel darstellt.

Bild 3: Excel-Matrix für Arbeitsablaufstudien

physiologischen
müssen (Bild 3).

Die Notebook-Analyse vor Ort ist eine Zeitaufnahme, allerdings mit einem anderen Fokus als die üblichen Zeitaufnahmen der Arbeitsvorbereitung. Der Betriebsrat drückt dann das, was wir vorhaben, gegenüber den Mitarbeitern in einer ihm geläufigen Sprache etwa so aus: "Die TU München macht hier demnächst Zeitaufnahmen ...", was für unsere Analysen nicht gerade förderlich ist. Es bedarf dann einiger Geduld, das Vertrauen der Mitarbeiter für unser Vorhaben zu gewinnen. Die Erfahrung lehrt, dass erst Analysen am 3. oder 4. Tag, wenn die "Zeitaufnahme" zur Routine geworden ist, zu brauchbaren Ergebnissen führen.

Bild 4 zeigt das Ergebnis einer Arbeitsablaufstudie an dem in Bild 2 dargestellten Arbeitsplatz, an dem Aluminiumgehäuse mit relativ geringen Abmessungen (Masse 5 kg) bearbeitet werden.

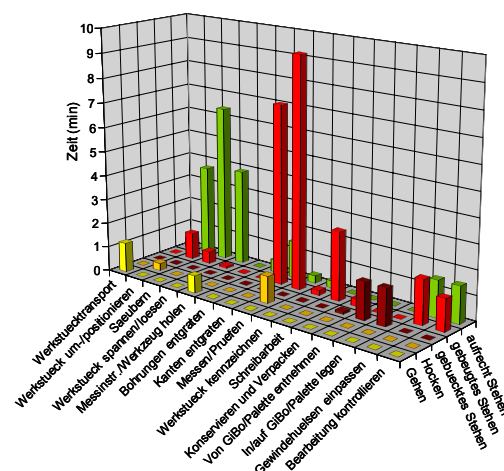


Bild 4: Zeitanteile für Teilarbeiten und Körperhaltungen

Auffällig sind die hohen Zeitanteile für Tätigkeiten, die in ungünstigen Körperhaltungen ausgeführt werden. Etwa 50% der Tätigkeiten sind nur in gebeugter oder gebückter Körperstellung durchzuführen.



Bild 5:
Zwangs-
haltung
beim Ent-
graten von
Werk-
stücken

Für die besonders kritischen, hohe Sorgfalt erfordernden Arbeitsvorgänge Kanten entgraten und Messen/Prüfen wie auch das Ausfüllen von Qualitätsprotokollen (Schreibarbeit) müssen die Mitarbeiter Zwangshaltungen einnehmen (Bild 5).

Obwohl die Gestaltungsfehler an diesem Arbeitsplatz offensichtlich sind, müssen sie gegenüber der Geschäftsleitung mit "Maß und Zahl" argumentiert werden. Mit dem Gitterrost als Standfläche für den Mitarbeiter wird eine akzeptable Arbeitshöhe für die Bedienung des Bearbeitungszentrums erreicht. Die vor dieser Standfläche für die manuelle Nachbearbeitung angeordneten Werkbänke werden damit viel zu niedrig. Die Europaletten, auf denen die Rohteile angeliefert und auf die Fertigteile später abgelegt werden, stehen auf dem Hallenboden, unterhalb der Standfläche des Mitarbeiters, wodurch tiefes Herunterbücken zur Teileentnahme bzw. -ablage notwendig wird.

Mit diesem Analyseergebnis (und dem auffallend hohen Krankenstand) konnte die Geschäftsleitung davon überzeugt werden, die Umgestaltung von zunächst nur einem Arbeitsplatz in Angriff zu nehmen. Anschließend daran sollte der Effekt dieser Maßnahmen ermittelt werden. Bild 6 zeigt den umgestalteten Arbeitsplatz.

Als wesentliche Änderungen sind hervorzuheben:

- ⊙ Die Bereitstellung der Rohteile sowie die Ablage von Fertigteilen erfolgt in aufklappbaren Gitterboxen (oder Paletten), wobei die Zugriffshöhe mit einem elektrohydraulischen Flachhubtisch variiert werden kann. Eine Schwenkeinrichtung, mit der die Zugriffsbedingungen noch weiter verbessert werden können, ist nachrüstbar.
- ⊙ Die manuelle Nachbearbeitung der Werkstücke wird an einem höhenverstellbaren Arbeitstisch (Tischhöhe 720 mm bis 1070 mm) mit einer statischen Tragkraft von 3000 N durchgeführt.
- ⊙ Am ursprünglichen Arbeitsplatz stellten die am Boden herumliegenden Druckluftschläuche eine erhebliche Stolpergefahr dar. Diese Gefährdung der Mitarbeiter wurde beseitigt durch unter der Arbeitsplatte angebrachte Anschlüsse für Druckluftwerkzeuge (Bild 7). Als Druckluftschläuche werden nun Spiralschläuche aus Polyurethan verwendet, die sich bei einer Blocklänge von 50 cm auf eine maximale Arbeitslänge von 3 m ausziehen lassen, um sowohl Werkstücke auf dem Ar-

beitstisch als auch in der Maschinenaufspannung bearbeiten zu können. Die Druckluftwerkzeuge können rechts neben dem Arbeitstisch in eine Ablage geklemmt werden. Somit sind die Werkzeuge auch besser vor Verschleiß und Verschmutzung geschützt (Eine Werkzeugzuführung von oben wurde von den meisten der befragten Arbeiter als eher nachteilig empfunden).

- ⊙ Als weiteres Problem der Arbeitsplätze wurden die Standflächen für die Mitarbeiter identifiziert, die entweder auf dem Betonboden der Halle oder auf Podesten aus (z.T. schadhaften) Gitterrosten stehen. Stundenlanges Gehen auf hartem Untergrund führt zu einer erheblichen Stoßbelastung der Gelenke. Am umgestalteten Arbeitsplatz werden daher Kunststoffmaten mit eingesetzten Anti-rutschstopfen verwendet.

Die Ergebnisse einer nach der Umgestaltung durchgeführten Arbeitsablaufstudie bei der Bearbeitung der gleichen Aluminiumgehäuse (vgl. Bild 4 und 5) sprechen für sich: Teilarbeiten in stark gebückter Körperstellung konnten ganz vermieden werden und der Anteil der gebeugten Stehhaltungen an der gesamten Zykluszeit beträgt nur noch 17% (gegenüber mehr als 50% in gebeugter und gebückter Körperstellung am ursprünglichen Arbeitsplatz; vgl. Bild 8).

Kosten oder wie sich ergonomische Maßnahmen "rechnen"

Einen Wirtschaftlichkeitsnachweis für Arbeitsplatzgestaltungsmaßnahmen zur betrieblichen Gesundheitsförderung zu führen, gestaltet sich schwierig. Trotzdem gilt der Anspruch, dass der Arbeits- und Gesundheitsschutz sich für das Unternehmen "rechnen" soll. Grundsätzlich gibt es hier vier Sichtweisen: die menschliche, die gesellschaftliche, die volkswirtschaftliche und die betriebswirtschaftliche Sicht. Maßnahmen der Gesundheitsprävention lassen sich nicht auf eine reine Kosten-Nutzenkalkulation reduzieren. Gesundheitsziele sind in erster Linie ethisch zu begründen und lassen sich nicht einfach in betriebswirtschaftlichen Größen beziffern.

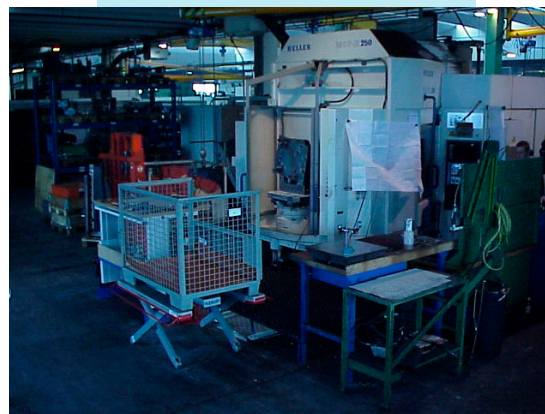


Bild 6: Umgestalteter Arbeitsplatz an einem Bearbeitungszentrum

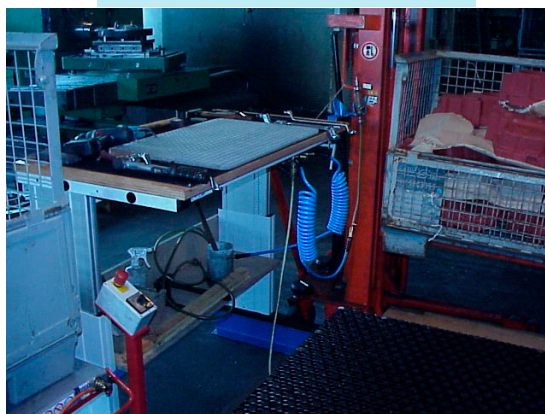


Bild 7: Höherverstellbarer Arbeitstisch mit Werkzeughalterungen

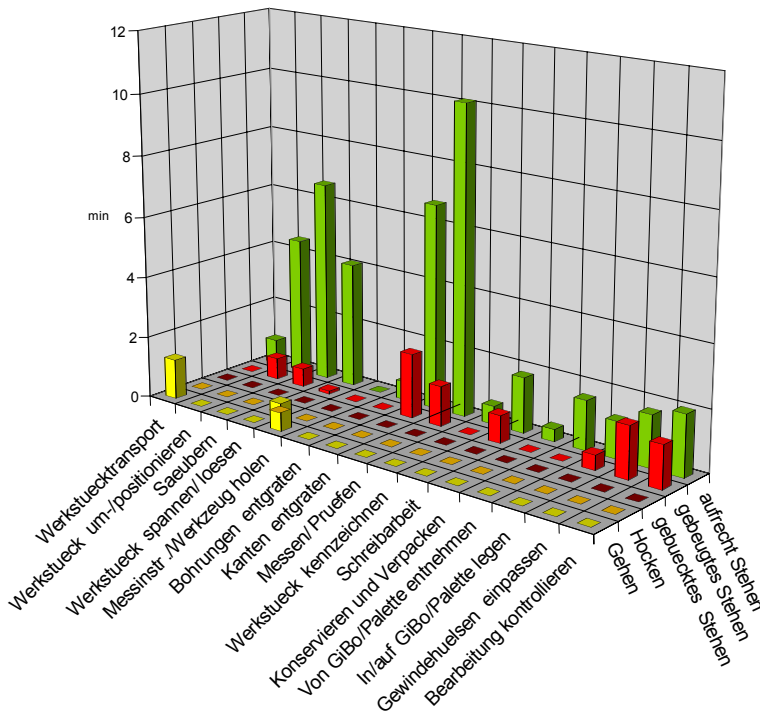


Bild 8: Zeitanteile für Teilarbeiten und Körperhaltungen nach der Umgestaltung des Arbeitsplatzes

Inwiefern lohnen sich also gesundheitsfördernde Maßnahmen für den Betrieb?

Erfahrungen zeigen, dass z.B. die Produktivität davon abhängt, in welchem Maße sich die Beschäftigten beachtet und geachtet fühlen. Produktionsausfälle durch belastende Arbeitsplätze können vermieden werden. Maßnahmen zur betrieblichen Arbeitssicherheit und zum Gesundheitsschutz sind Potenzialinvestitionen in das Humvermögen des Unternehmens. Dabei zielen diese sowohl kurzfristig auf die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit als auch mittel- und langfristig auf die Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit ab. Motivierte und gesunde Mitarbeiter sind das größte Kapital der Unternehmen. Aus Unternehmenssicht sind vor allem jene Kosten zu nennen, die sich aus Fehlzeiten, Fluktuation, verringerter quantitativer und qualitativer Leistung, innerer Kündigung und aus Produktionsausfällen ergeben. Hinzu kommen die beträchtlichen indirekten Kosten, z.B. in Gestalt des Arbeitgeberanteils an den Sozialversicherungsbeiträgen. Den Aufwendungen für präventiv wirkende Maßnahmen steht die Entlastung der Sozialversicherungen gegenüber. Dies kommt allen, über verringerte Beiträge, speziell jedoch den Unternehmen zugute. Problematisch bei jeder Wirtschaftlichkeitsrechnung ist, dass der Erfolg der umgesetzten Maßnahmen sich in "nicht stattgefundenen Ereignissen" (Unfälle oder arbeitsbedingte Erkrankungen) niederschlägt. Wenngleich alle genannten Chancen, die sich aus einer verbesserten Produktionsergonomie ergeben, rein hypothetisch sind, rechnen lässt sich immer: Im vorliegenden Fall betrugen die Investitionskosten für einen Arbeitsplatz ca. 5.000,- Euro. Bei einem angenommenen Durchschnittslohn von Euro 15,-/Stunde und einer täglichen Arbeitszeit von 8 Stunden ergibt sich ein Bruttoarbeitslohn von Euro 120,- pro Tag. Den Betrieb kostet ein Ausfalltag etwa 370% des Bruttoarbeitslohnes, also 444,- Euro, d.h. die Investition würde sich durch 11 eingesparte Fehltage rechnen. Nimmt man eine Krankheitsquote von 6% bei 200 Arbeitstagen an und somit durchschnittlich 12 Fehltage pro Mitarbeiter und betrachtet ca. 30% der Fehltage als arbeitsbedingt, wäre eine theoretische Einsparung von etwa 3 Fehltagen pro Jahr und eine Amortisation nach rund 4 Jahren erzielbar, Einsparungen durch Abschreibungen nicht gerechnet.

Produktionsergonomie prägt zweifellos die Unternehmenskultur, so nach dem Motto: "Wer gut zu seinen Mitarbeitern ist, achtet auch auf Qualität und ist somit auch gut zu seinen Kunden". Die soziale Sicherung steht auf zwei Säulen: Auf der eigenverantwortlichen Vorsorge und auf der staatlichen Fürsorge, die außer auf die Einkommenssicherung auch auf die Vermeidung von Risiken durch vorbeugende Maßnahmen abstellt (Unfallverhütung, Gesundheitsvorsorge) sowie auf die Wiedergewinnung der Gesundheit und Arbeitsfähigkeit (Rehabilitation). Für die Volkswirtschaft wird hier ein Einsparpotenzial auf etwa 30 Milliarden Euro geschätzt. Produktionsergonomie - auf breiterer Front betrieben - könnte somit langfristig eine zusätzliche Chance für die Sicherung der sozialen Systeme sein, deren Kosten in bedrohlichem Umfang gestiegen sind.

Schätzung der volkswirtschaftlichen Produktionsausfälle und der ausgefallenen Bruttowertschöpfung durch Arbeitsunfähigkeit 2002

34,581 Mio. Arbeitnehmer x 14,2 Arbeitsunfähigkeitstage
= 491,05 Mio. Arbeitsunfähigkeitstage = 1,35 Mio. ausgefallene Erwerbsjahre

Schätzung der Produktionsausfallkosten anhand der Lohnkosten (Produktionsausfall)

1,35 Mio. ausgefallene Erwerbsjahre x 32.700 € durchschnittliches Arbeitnehmerentgelt
= ausgefallene Produktion durch Arbeitsunfähigkeit = 44,15 Mrd. €
= Anteil am Bruttonationaleinkommen = 2,09 %

Schätzung des Verlustes an Arbeitsproduktivität (Ausfall an Bruttowertschöpfung)

1,35 Mio. ausgefallene Erwerbsjahre x 51.500 € durchschnittliche Bruttowertschöpfung
= ausgefallene Bruttowertschöpfung = 69,53 Mrd. €
= Anteil am Bruttonationaleinkommen = 3,30 %

Europäische Ansätze zur Bewertung von Arbeitsplätzen und Produkten - "genial" oder "schizophren"?

Peter Schaefer

Schutzschirm Ergonomie

Eigentlich ist Leben immer gefährlich - am Arbeitsplatz, zuhause, beim Sport, ... Immer wieder kann es uns an die Gesundheit gehen, etwa per Lärm, per Chemie, per physischen und psychischen Lasten und vielem mehr. Gleichzeitig aber ahnen wir, dass es dabei um etwas ganz besonderes geht. Knackig ausgedrückt „ist Gesundheit zwar nicht alles, aber alles ist nichts ohne Gesundheit“ (Schopenhauer). Und deshalb ist es auch Sache der Ergonomie, sich um möglichst effizienten Schutz vor eben diesen gesundheitlichen Gefahren zu kümmern - soweit sie dies auch wirklich kompetent kann. Insbesondere geht es dabei um Arbeitsschutz und um Verbraucherschutz gleichermaßen.

Dies versucht die Ergonomie, nach Art des TÜV anzupacken:

- ⊙ einerseits stampft sie möglichst "gute" Bewertungsverfahren aus dem Boden;
- ⊙ andererseits drängt sie aber auch in Richtung klar definierter Grenzwerte - nicht zuletzt hat dies auch einen sehr "politischen" Aspekt;
- ⊙ und letztendlich geht es natürlich auch darum, diese "hausgemachten" Verfahren vor Ort auch tatsächlich umzusetzen.

Europäische Ergonomie

Die gesamte "Bewertungsmaschinerie" in Sachen Ergonomie wurde innerhalb der letzten 10 bis 15 Jahre von der Europäischen Seite her recht gründlich aufgerollt. Die Ergebnisse dieser Bemühungen sind einerseits beeindruckend, was die neu entstandenen Bewertungsverfahren betrifft. Andererseits wird aber der dort eingeschlagenen Weg vielerorts auch als ein wenig befremdlich, wenn nicht gar als "schizophren" empfunden.

Das liegt nicht zuletzt an der Zweigleisigkeit, mit der die EU generell die Bewertungsproblematik anpackt. Der für die Ergonomie interessante Teil des EWG-Vertrags von 1957 ist in Abb. 1 in seiner Grundstruktur skizziert. Darin sind es lediglich die beiden Artikel 95 (ehem. Artikel 100a) und 137 (ehem. Artikel 118a) dieses Vertrags, die das komplette Fundament für die Europäische Ergonomie bilden. Gleichzeitig sind es aber auch genau diese beiden Artikel, welche die genannte Zweigleisigkeit lostreten.

So beginnen die Probleme schon gleich damit, dass es zwei unterschiedliche Brüsseler Generaldirektionen gibt, die sich unabhängig voneinander um die Realisierung dieser beiden "Ergonomie-Artikel" kümmern:

- ⊙ Die Generaldirektion "Binnenmarkt" (GD III) betreut die Maschinenrichtlinie (89/392 EEC). Diese ist ein Ableger von Art. 95 und bildet ihrerseits die Grundlage für die gesamte CEN-Normung in Sachen Ergonomie.
- ⊙ Demgegenüber zielt die Generaldirektion "Soziale Angelegenheiten (GD V) auf die Rahmenrichtlinie 89/391 EEC ab. Diese Richtlinie bildet sozusagen ganz wörtlich den Rahmen für einen ganzen Satz weiterer Einzelrichtlinien im Bereich der Ergonomie.

Damit wird deutlich, dass es in beiden Fällen zwar um Gesundheitsschutz geht, dies aber mit sehr unterschiedlicher Stossrichtung:

- ⊙ GD III bemüht sich darum, dass in Europa nur sichere Maschinen frei gehandelt werden - das CE-Zeichen verspricht Konformität mit CEN-Normen und gilt in diesem Sinne sozusagen als Gütesiegel. Gleichzeitig wird bei Waren mit CE-Zeichen aber noch eins draufgesetzt: gegen solche Waren dürfen auch keine nationalen Handelshemmnisse mehr aufgebaut werden, im Sinne eines offenen Europäischen Binnenmarkts. Vom Ansatz her sind CEN-Normen somit reine Handelsnormen.
- ⊙ Demgegenüber bemüht sich GD V ausschließlich um Sicherheit am Arbeitsplatz. Dies geschieht anhand der genannten Rahmenrichtlinie incl. des ganzen Schwarms an Einzelrichtlinien. Auf dieser Schiene wird versucht, soziale Standards einheitlich für ganz Europa festzulegen.

apl.-Prof. Dr. rer. nat. habil.

Peter Schaefer ist am Lehrstuhl für Ergonomie der TU München Spezialist für Normungsfragen

Und genau darin liegt der Knackpunkt der genannten "Schizophrenie":

- einerseits ist man am freien Handel sicherer Produkte sehr wohl interessiert - und dazu soll Sicherheit auch sehr genau definiert sein;
- andererseits wehren sich die EU-Mitgliedsstaaten aber vehement gegen einheitliche Sozialstandards an ihren Arbeitsplätzen, die man ihnen per Richtlinien von außen her aufdrängen möchte - schließlich geht es hier ja um die eigene Wettbewerbsfähigkeit. So gesehen sollte die Sicherheit am Arbeitsplatz also möglichst schwammig oder am besten gar nicht definiert sein.

Dies erklärt die bestehende Asymmetrie in der ergonomischen Wahrnehmung, wenn es um Europa geht. CEN Normen benennen als Produktnormen in der Regel immer *gut definierte Grenzwerte*. Demgegenüber weichen die Richtlinien der GD V generell auf wortreiche aber zumeist *zahlenfreie Empfehlungen* in Sachen Arbeitsplätze aus.

Eigene Aktivitäten

Trotz dieser sehr gespaltenen Situation in der Europäischen Ergonomie haben sich in letzter Zeit permanent neue Ansätze im weiten Bereich der Bewertungsergonomie entwickelt - nicht zuletzt auch auf Initiative unseres Münchener Instituts. Immerhin ist es auf diese Weise bislang gelungen, verschiedene Aspekte einer eigenen und recht grundlegenden Bewertungsphilosophie auf Europäischer und internationaler Ebene zu etablieren.

EEC TREATY 1957

Article 100 a
Article 95

Single European Act, 1986

Article 118 a
Article 137

Maastricht Treaty

Machinery Directive
98/37 EC (89/392 EEC)

Framework Directive
89/391 EEC

Safety of machinery ...

- ▶ EN 1005 - part 1- 5
- human physical performance
- ▶ EN 614 - part 1- 2
- ergonomic design principles
- ▶ EN 547 - part 1- 3
- Human body measurements

Single directives:

- ▶ Visual Display Units
at work
- ▶ manual materials
handling 90/269 EWG
- ▶ Personal Protective
Equipment

Product Safety
(product standards)

▶ realized by
CEN standards

Objectives

Safety at work
(social standards)

▶ realized by
law & decrees

Bild 1: Die Europäischen Verträge als Basis der Europäischen Ergonomie

Bewertungsverfahren im Gestrüpp der Europäischen (CEN) und der internationalen (ISO) Ergonomie

- neue Ansätze aus der "Münchner Werkstatt"

Peter Schaefer

Europäische Ergonomie

Die Bewertung äußerer Einflüsse hat unter ergonomischen Aspekten immer sehr viel mit dem Aufspannen von Schutzschirmen zu tun - speziell im Bereich Arbeitsschutz und Verbraucherschutz. Genau dieses versucht die "Münchner Ergonomie" schon seit langem, auf eine möglichst rationale Grundlage zu stellen. Natürlich provoziert so etwas immer Selbstbeharrungskräfte aller Art. Da trifft es sich gut, dass im Zuge des Europäischen Zusammenschließens sich auch so etwas wie eine Europäische und eine internationale Ergonomie entwickelt - dort nämlich sind die "ergonomischen Eisen" z. Z. noch ziemlich "heiß" und die genannten Selbstbeharrungskräfte demnach etwas geringer.

Auf diesen Zug ist deshalb auch die "Münchner Ergonomie" schon seit längerem aufgesprungen mit einer Reihe von Ansätzen im Sinne der angestrebten Rationalität.

Schwerpunkt MSD

Ein deutlicher Schwerpunkt unserer eigenen Aktivitäten im Europäischen Verbund liegt im Bereich der Lasten- und Haltungsbewertung. Beides hat sehr viel mit Erkrankungen des Muskel Skelett Systems (MSD) zu tun - MSD: Musculo-Skeletal-Disorders. Das erhebliche Interesse an diesen Arbeiten erklärt sich aus den hohen Fehlzeiten, die in der Arbeitswelt auf MSD zurückgeführt werden (>30 %).

Was machen MSD-Bewertungsverfahren eigentlich?

Im Prinzip versucht jedes MSD-Bewertungsverfahren zunächst einmal, drohende Gefahren möglichst präzise zu prognostizieren. Das heißt, wie groß ist die Wahrscheinlichkeit,

- ☉ dass mindestens eine Erkrankung aus einem Pool möglicher MSDs tatsächlich auftritt,
- ☉ beim Umgang mit eben diesem Produkt oder an eben diesem Arbeitsplatz, bei der real gegebenen Zielgruppenpopulation?

Die nächste und ganz entscheidende Frage ist dann: welches Gefahrenpotential ist man dabei bereit, gerade noch so zu akzeptieren?

Mit der Beantwortung dieser Frage hat man sich letztendlich aber schon auf einen Grenzwert festgelegt - und zwar auf sehr rationale Art und Weise. Dessen genauer Zahlenwert wird dann im "Räderwerk der Wissenschaft" ziemlich eigenständig produziert - nach den Regeln der Kunst eben. Jedes Bewertungsverfahren kann dann eindeutig entscheiden, ob es sich im konkreten Fall etwa um "rote" (gefährliche) oder um "grüne" (ungefährliche) Arbeitsplätze oder Produkte handelt.

So gesehen, mag dies sehr klar und einfach erscheinen - in der praktischen Umsetzung wirkt ein solcher Ansatz aber nicht selten außerordentlich provokativ. Daher ist das ein ziemlich brodelndes Umfeld, in dem Europäische Grenzwert-Definitionen teilweise schwimmen. MSDs stecken dabei mittendrin.

Mehrheitsschutz

Ein erster Trend bei Europäischen Grenzwerten geht in Richtung Mehrheitsschutz. Das bedeutet, dass eine definierte Mehrheit tatsächlich geschützt sein soll, sofern ein ebenfalls definierter Grenzwert nicht überschritten wird. Das Instrumentarium dazu bilden

- ☉ experimentell ermittelte Ursache-Wirkungs-Beziehungen und
- ☉ der sog. Perzentilansatz.

Ursache-Wirkungs-Beziehungen

Zu den einfacheren Ursache-Wirkungs-Beziehungen gehören beispielsweise Maximalkraftverteilungen (s. Abb. 1).

Eine solche Verteilung beschreibt den wachsenden Prozentsatz P einer Bevölkerungsgruppe, die ebenfalls ansteigende Lasten nicht mehr bewegen kann. Beispielsweise kann in Abb. 1 eine Minderheit von 15 % ein Gewicht von 20 kg oder 200 N nicht mehr heben - d. h. eine Mehrheit von 85 % kann dies aber noch sehr wohl. Die Last als Ursache kann also Versagen beim Heben bewirken - im Sinne unserer Ursache-Wirkungs-Relation.

Eine andere und etwas komplexere Ursache-Wirkungs-Beziehung geht beispielsweise der Frage nach, - wie weit eigentlich die Erkrankungswahrscheinlichkeit mit

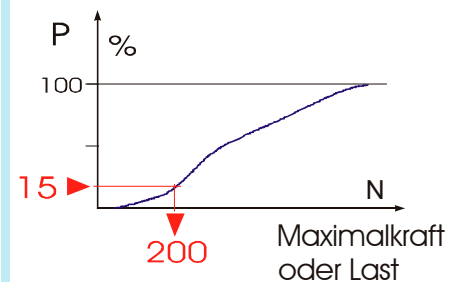


Bild 1: Maximalkraftverteilung einer bekannten Zielgruppe bei einer definierten Tätigkeit.

apl.-Prof. Dr. rer. nat. habil.

Peter Schaefer ist am Lehrstuhl für Ergonomie der TU München Spezialist für Normungsfragen

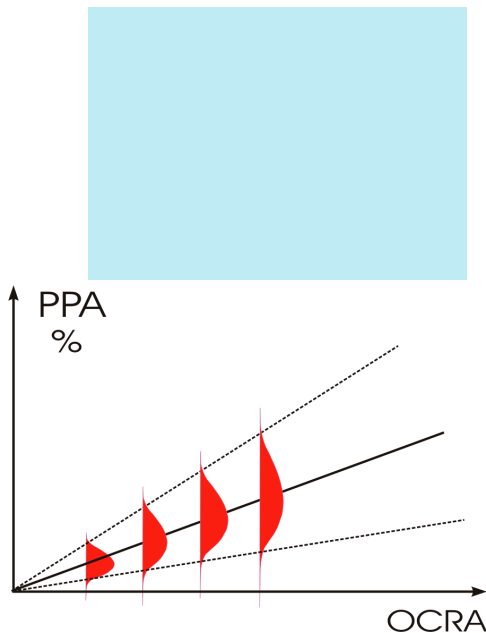
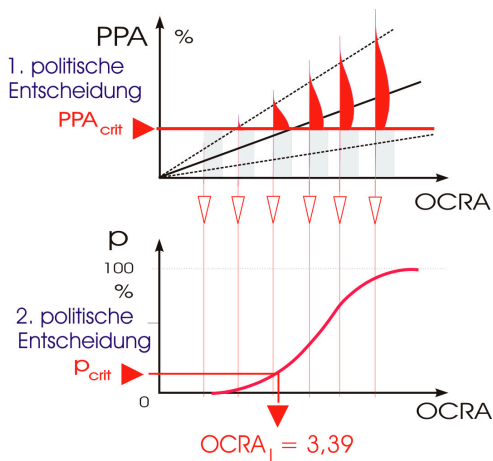


Bild 2: Krankenstand (PPA) bei wachsendem OCRA-INDEX



PPA: Percentage of Persons Affected
p: Exzesswahrscheinlichkeit

Bild 3: Das Verfahren zur Bestimmung von OCRA-Grenzwerten

zunehmendem Bewertungsindex an Arbeitsplätzen und bei Produkten ansteigt?

Beispielsweise kann man repetitive Arbeiten mit dem sog. OCRA-Index bewerten und gleichzeitig die MSD-Erkrankungswahrscheinlichkeiten experimentell feststellen (s. Abb. 2; Colombini, 2000; Occipinti, 1998).

Dabei sollen Erkrankungen definitionsgemäß immer schon dann gegeben sein, wenn mindestens ein Element aus einem Pool möglicher MSDs vorliegt. Die Erkrankungswahrscheinlichkeit selbst bemisst sich dann am Prozentsatz der jeweiligen MSD-Patienten (PPA) - PPA: *Percentage of Persons Affected*. Realistischerweise ist dabei jedem OCRA-Wert kein fester PPA-Einzelwert zugeordnet, sondern immer eine ganze Verteilung möglicher PPA-Werte (s. Abb. 2). Aber so ist halt das Leben - nicht selten einfach ein wenig diffus.

Auf der anderen Seite ist der OCRA-Index selbst ein rein technisches Maß, das sich aus einer ganzen Reihe unterschiedlicher Arbeitsplatzmerkmale reproduzierbar berechnet.

Der Perzentilansatz

Doch nun zur ganz entscheidenden Frage: wie kommt man denn von all den unterschiedlichen Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu wohl definierten Grenzwerten?

Dieser Schritt lässt sich per Perzentilansatz recht elegant erledigen und baut sich aus zwei kleineren Schritten auf:

Stufe 1: es wird eine bestimmte Rate festgelegt, bis zu der man bereit ist, Misserfolge zu tolerieren;

Stufe 2: diese Rate definiert dann ihrerseits Grenzwerte über eine Ursache-Wirkungs-Beziehung.

Beispiel 1: Im Falle der Lastgrenzen besteht der Misserfolg darin, dass Lasten eben nicht mehr bewältigt werden können - sofern es sich um Kapazitätsgrenzen handelt. In der Euro-Norm EN 1005/3 hat man sich miss Erfolgsmäßig auf einen Prozentsatz von 15 % festgelegt - 15 % der avisierten Zielgruppe schaffen die entsprechenden Grenzlasten also nicht. Der Grenzwert selber ist dann nichts anderes als das 15. Perzentil der jeweiligen Maximalkraftverteilung - z. B. 200 N in Abb. 1.

Nicht zuletzt damit wird der enorme politische Stellenwert solcher Grenzwertdefinitionen deutlich:

- ⊗ einerseits eröffnet man auf diese Weise Jobs für eine große

Mehrheit (85%),

- ⊗ andererseits schließt man aber eine scharf umrissenen Minderheit (15%) definitiv von diesen Jobs aus.

Selbstverständlich ist die Bemessung dieser Minderheiten offen - 5%, 10%, 15%, 20%, Aber genau diese Entscheidung ist eben eine wirkliche Aufgabe der Politik und keine Frage der Wissenschaft.

Beispiel 2: Im Falle der MSD-Grenzen verhält es sich im Prinzip ähnlich - nur ein wenig komplexer.

Auch hier geht es zunächst um eine 1. politische Entscheidung: welchen Krankenstand (PPAcrit) gedenkt man denn so eben noch zu akzeptieren? In prEN 1005/5 und ISO 11228/3 hat man sich an der "roten Grenze" auf PPAcrit = 8,7 % festgelegt. Daraus berechnet die Wissenschaft dann eine Exzesswahrscheinlichkeit p mit ansteigendem OCRA-Index. Dies sind die überschießenden roten Flächen in Abb. 3 - oberhalb des akzeptierten Krankenstands (PPAcrit). Damit wird die Irrtumswahrscheinlichkeit erfasst, mit der dieser kritische Krankenstand letztendlich vielleicht doch überschritten werden kann.

An dieser Stelle ist dann eine 2. politische Entscheidung fällig.

Dementsprechend hat man sich in prEN 1005/5 und ISO 11228/3 auf eine einheitliche Irrtumswahrscheinlichkeit von 10 % festgelegt. Der entsprechende Perzentilwert liefert dann im unteren Teil von Abb. 3 die "rote" OCRA-Grenze mit OCRA_L = 3,39.

Auch in diesem Beispiel gibt es natürlich politische Aspekte. Mit diesem Grenzwert schützt man zwar eine große Mehrheit von 100 - 8,7 = 91,3 %. Gleichzeitig lässt man aber eine Minderheit von 8,7 % im "Feuer stehen" - dies allerdings mit geringer Irrtumswahrscheinlichkeit (10 %), d. h. mehr als 8,7 % dürften es eigentlich wirklich nicht sein.

Politische Provokationen

So sind es speziell die politischen Aspekte von Beispiel 1 und Beispiel 2, die gelegentlich ausgesprochen provokativ wirken. Insbesondere ist es die gewerkschaftliche Seite, die sich mit dieser Vorgehensweise recht schwer tut. Natürlich wehrt sich jeder mitfühlende Mensch dagegen, Minderheiten irgendwie "anbrennen" zu lassen - und diese Minderheiten dann auch noch zahlenmäßig zu benennen.

Andererseits steigen die Kosten für Arbeitsschutz und Verbraucherschutz dramatisch an, je kleiner man diese Minderheiten wählt. Angesichts dieser Zwickmühle weist beispielsweise die

Geschäftsstelle der **KAN** diesen Ansatz ziemlich empört als "zynisch" zurück - schließlich versucht man hier, menschliches Leid gegen Kosten "buchhalterisch" aufzurechnen. Dennoch befürchten wir unsererseits, dass sich solch unangenehme Entscheidungen letztendlich nicht vermeiden lassen - denn das berühmte "Null-Risiko" gibt es nun mal leider nicht, auch wenn wir alle das nur ungern wahrhaben wollen. Aber natürlich kann man diese Problematik, zumindest über eine gewisse Zeit lang, sehr wohl auch zu ignorieren versuchen.

Welche Zielgruppe?

Leider lässt die Ergonomie oft auch gerne die Frage offen, auf welche Zielgruppen das schöne neue Instrumentarium denn nun eigentlich angewendet werden soll. Immerhin können Ursache-Wirkungs-Beziehungen stark wechseln, je nachdem, ob es sich etwa um Frauen oder Männer handelt, oder um jung oder alt. Natürlich wirkt sich dies auch auf die Lage der entsprechenden Grenzwerte aus. Selbstverständlich ergeben sich bei Lastenmanipulationen etwa in Seniorenheimen ganz andere Grenzwerte als beispielsweise für ein olympisches Team von Gewichthebern. Und genau diesen Zielgruppeneffekt möchte man neuerdings im Europäischen und internationalen Bereich sehr genau beachten. Ziel ist es dabei, das exakte demographische Profil einer gegebenen Zielgruppe möglichst realitätsnah mitspielen zu lassen. Deshalb hat man beispielsweise in EN 1005/3 unter dem Namen "Synthetische Verteilungen" eines unserer "Münchener Verfahren" übernommen, um genau diesen Zielgruppeneffekt zu erreichen. Unter dem Aspekt Körperkräfte läuft "unser" Verfahren in etwa so:

- ☉ zunächst einmal startet man mit der Maximalkraftverteilung einer ausgewählten Zielgruppe - das sind junge Frauen zwischen 20 und 30 Jahren;
- ☉ natürlich beziehen sich deren Maximalkräfte auf den jeweils aktuellen Anwendungsfall;
- ☉ aus dieser Referenzgruppe entwickelt man dann auf synthetische Art und Weise Maximalkraftverteilungen anderer Altersgruppen für Frauen und Männer;
- ☉ all diese Verteilungen werden dann gewichtet, je nachdem wie stark jede einzelne Untergruppe in der Zielpopulation anteilmäßig vertreten ist (s. Abb. 4);
- ☉ schließlich summiert man all diese Gruppenverteilungen einfach auf und findet damit die gewünschte Maximalkraftverteilung (s. Abb. 4, links) - sozusagen maßgeschneidert für die gegebene Zielgruppe;

- ☉ der Grenzwert selber folgt dann als das 15. Perzentil direkt aus der gefundenen Maximalkraftverteilung (s. Abb. 4, rechts).

Ausblick

Bislang ist es gelungen, ein ganzes Bündel "hausgemachter" Ansätze aus der "Münchener Werkstatt" in der Europäischen Ergonomie zu etablieren. Diese erlauben nicht nur eine klare Trennung zwischen Zuständigkeiten von Politik und Wissenschaft. Darüber hinaus richten diese Ansätze jedes Bewertungsverfahren auch sehr genau auf die aktuell gegebene Zielgruppe aus.

Eine solch exakte Zielgruppenorientierung ist neu im Bereich der Ergonomie und entwickelt deshalb auch einen gewissen Expansionsdruck - etwa in Richtung Internationale Ergonomie. Beispielsweise werden die beschriebenen Ansätze z. Z. in ISO 11228/2 integriert, und zwar auf doppelte Art und Weise:

- ☉ einerseits wird die beschriebene Zielgruppenorientierung in den "Kraftteil" dieses Standards übernommen - es geht hier um Schieben und Ziehen. Nur hat man hier noch eins draufgesetzt: das Verfahren beachtet nicht nur das gegebene Zielgruppenprofil nach Alter und Geschlecht. Es richtet sich zudem auch nach den aktuell gegebenen Körperhöhen-Verteilungen - für eher kleine Japaner gelten somit andere Grenzwerte als etwa für hochgewachsene Amerikaner.
- ☉ andererseits hat man das Verfahren für den "Wirbelsäulen-Teil" desselben Standards so verändert, dass sich damit auch zielgruppenorientierte Grenzwerte für die Kompressionsfestigkeit der Lendenwirbelsäule berechnen lassen. Dies steht allerdings in direkter Opposition zur aktuellen NIOSH-Grenze in den USA - *NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health*. Deshalb wäre es nicht erstaunlich, wenn gerade diese Grenzwertfrage in Zukunft noch sehr spannend wird.

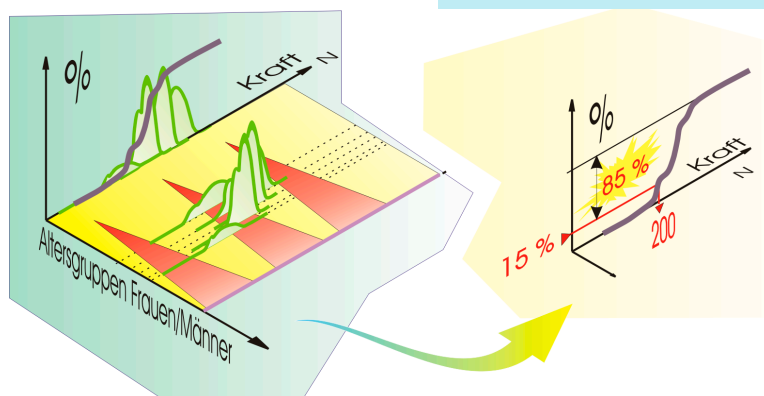
KAN

Kommission Arbeitsschutz und Normung
www.kan.de

Literatur

- Colombini D., Occhipinti E., Delleman N., Fallentin N., Kilbom A., Grieco A., "Exposure assessment of upper limb repetitive movements: a Consensus Document." International Encyclopaedia of Ergonomics and Human Factors, Editor in Chief W. Karwowski. 2000
- EN 1005/3, Safety of machinery - Part 3: Recommended force limits for machinery operation.
- ISO 11228/2, Ergonomics - Manual handling - Part 2: Pushing and pulling.
- ISO 11228/3, Ergonomics - Manual handling - Part 3: Handling of low loads at high frequency.
- Occhipinti E., 1998, OCRA, a concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs, *Ergonomics* 41, N.9.
- prEN 1005/5, Safety of machinery - Part 5: Risk assessment for repetitive handling at high frequency

Bild 4: Zielgruppenorientierte Grenzwerte, zusammengesetzt aus "synthetischen Verteilungen"



Was bringt die Modellierung des Menschen?

Thomas Seitz

In den letzten zehn Jahren hat sich die Computersimulation des Menschen stark verbreitet. Die Anwendung reicht dabei von der Ergonomie über Biomechanik und Medizin bis hin zum Einsatz für Unterhaltungszwecke in Film und Fernsehen. Vor allem der hier im Vordergrund stehende Einsatz im Bereich Ergonomie ist im Hinblick auf Verbreitung und Akzeptanz von Bedeutung. So findet sich heute praktisch kein Entwickler von Arbeitsplätzen mehr, der nicht Menschmodelle (wie z.B. Safework, Jack oder RAMSIS) für die ergonomische Auslegung benutzt. Der Einsatz von Menschmodellen ist vielfältig, wird jedoch von den Anwendungen des Automobilbaus dominiert aber auch vorangetrieben. Immer häufiger wird die ergonomische Menschsimulation für die Gestaltung anderer Arbeitsplätze eingesetzt, wie für Flugzeuge, Produktionsanlagen oder Operationssäle.

Die Ebenen der Menschmodellierung

Bei der Simulation des Menschen stellt sich die Frage, was charakteristisch für den Menschen ist. Je nach Anwendungsfall, stehen hier unterschiedliche Aspekte im Vordergrund. Während für Film und Fernsehen der realistische visuelle Eindruck des

Menschen hinsichtlich äußerer Form und Bewegung im Vordergrund steht, ist dies im technischen Bereich eher sekundär. Hier stehen vor allem die Reproduzier- und Bewertbarkeit im Vordergrund, was bedeutet, dass z.B. eine Körperform bzw. Anthropometrie eine Aussage darüber zulassen muss, wie viele Menschen durch die simulierten Maße repräsentiert werden oder wie viele Menschen eine bestimmte Haltung im PKW einnehmen und ob sie diese Haltung als gut oder schlecht bewerten würden (vgl. Abb. 1).

Die in Abbildung 2 gezeigte Modellierungspyramide zeigt die wichtigsten Ebenen der Menschmodellierung. Die Basis stellt dabei die Geometrische Modellierung dar. Hierzu zählt die klassische Anthropometrie, in der Längen und Umfangsmaße eruiert und simuliert werden. Über die Anthropometrie wird zum einen die äußere Form von Menschen beschrieben und zum anderen die Beweglichkeit über die Beschreibung des Skeletts. Damit definiert die Anthropometrie die charakteristischen Merkmale der Oberfläche und Kinematik eines Menschen.

In der zweiten Ebene werden physikalische Eigenschaften des Menschen modelliert, so dass die Voraussetzung für Wechselwirkungen zwischen dem Menschmodell und der Umwelt gelegt ist. Zu den physikalischen Eigenschaften zählt z.B. die Dichte von Gewebe und Knochen, so dass das Körpergewicht in Abhängigkeit einer Anthropometrie ermittelt werden kann. Neben der Dichte ist die Elastizität von Gewebe ein wichtiger Parameter, denn hierüber wird zum einen ein realistischer Kontakt zwischen Menschmodell und Umwelt gewährleistet, zum anderen können bei (hoch) dynamischen Bewegungen und Schwingungen die sich verändernden Trägheitensensoren bestimmt werden (vgl. Problem der "Schwabbelmassen").

In der dritten Ebene der Modellierungspyramide steht die Psycho-physische Modellierung. Darunter sind im weitesten Sinne Verhaltensmodelle zu verstehen, die Reaktionen des Menschen auf seine Umwelt beschreiben. Hierunter fallen z.B. statische Haltungsmodelle (wie sie für ergonomische Studien im Fahrzeugbau verwendet werden). Sie beschreiben, welche Körperhaltung eine Person in Abhängigkeit geometrischer Randbedingungen und Kräfte einnimmt. Erweitert wird diese Verhaltensmodellierung durch das Beschreiben von Bewegungsabläufen. Die Wechselbeziehung zwischen psychischen (weichen) und physischen (harten) Einflussfaktoren hinsichtlich menschlichen Verhaltens steht dabei in engem Zusammenhang mit der Größe aufzubringender Kräfte und dem empfundenen Diskomfort.

Prinzipiell lässt sich sagen, dass eine Haltung oder Bewegung um so mehr von harten Einflussfaktoren dominiert wird, je höher die Kraft ist, die von außen auf eine Person wirkt. Je geringer die Kräfte sind, die vom Körper durch die Muskulatur kompensiert werden müssen, umso mehr weiche Faktoren (also psychische Einflussfaktoren, wie z.B. Diskomfort oder Gewohnheiten) auf eine Haltung oder Bewegung kann es geben. Die Verhaltensmodellierung auf der psycho-physischen Ebene stellt eine große Herausforderung dar, da sie zum einen messtechnisch schwierig zugänglich ist und zum anderen vielfältige Lösungen von Problemen möglich sind (man denke zum Beispiel an die vielfältigen Möglichkeiten sich auf einen Stuhl zu setzen).



Bild 1: Simulation von Körperhaltungen in Abhängigkeit geometrischer Randbedingungen.
(Foto Audi AG)

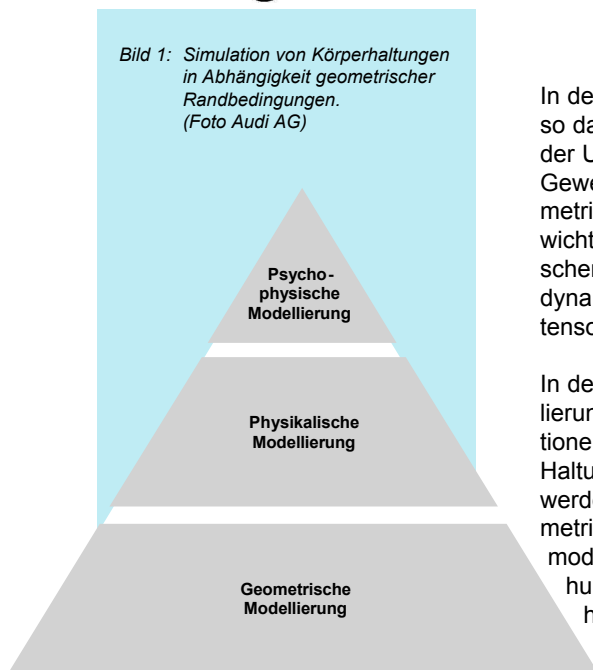


Bild 2: Die Modellierungspyramide mit den drei zentralen Ebenen der Simulation. Die Basis der Pyramide ist gekennzeichnet dadurch, dass die Modellierung hier eine überschaubare Komplexität hat, während mit zunehmender Höhe der Pyramide auch die Komplexität der Modellierung zunimmt.

Trotzdem können heute durch verschiedene Ansätze aussagekräftige Simulationen durchgeführt werden, die es erlauben Arbeitshaltungen zu erzeugen, Kräfte zu bestimmen, Belastungen zu simulieren und Diskomfort zu vergleichen.

Einsatz und Anwendung von Menschmodellen

Die Gestaltung moderner Arbeitsplätze ist oft sehr komplex, so dass die Dimensionierung auf Basis von Tabellenwerten meistens nicht mehr ausreichend ist. Ferner werden in der Regel Arbeitsplätze am Computer unter Benutzung von 3-D-CAD-Systemen entwickelt, womit die Integration dreidimensionaler Menschmodelle eine logische Konsequenz ist. Menschmodelle können von Anfang an bei der Produkt- und Arbeitsplatzentwicklung eingesetzt werden. Damit lassen sich sehr früh virtuell die Rahmenbedingungen einer angestrebten Konstruktion hinsichtlich der Ergonomie definieren. Während früher z.B. in der Autoindustrie mittels zweidimensionaler Schablonen Fahrzeugkonzepte am Reißbrett entstanden sind, wird dies heute in 3-D durchgeführt. Damit kann ein Konzept wesentlich detaillierter bei gleichzeitig geringerem Zeitaufwand erstellt werden. Ein anderer Effekt des Einsatzes von Menschmodellen ist, dass der Aufbau von Modellen des Arbeitsplatzes zu einem wesentlich späteren Zeitpunkt der Produktentwicklung erfolgen kann, da durch die Simulation die Auswirkung eines Arbeitsplatzdesign auf eine Population frühzeitig ermittelt wird (man denke beispielsweise an Sicht- und Erreichbarkeiten). Dadurch werden heute viele Millionen Euro Entwicklungsgelder jährlich gespart.

Wie oben erwähnt, kann die Arbeitsplatzgestaltung ein sehr komplexes Problem sein. Abbildung 3 zeigt einen Operationsarbeitsplatz für minimal-invasive Chirurgie. Zur optimalen Gestaltung dieses Operationssaals müssen diverse Randbedingungen erfüllt werden. So muss der Operateur einen komfortablen Zugang zum Patienten haben, gleichzeitig müssen aber die Assistenten und OP-Schwestern ebenso guten Zugang zu ihren Arbeitsfeldern am Patienten haben. Gleichzeitig muss gewährleistet werden, dass alle Mitarbeiter Zugriff auf wichtige Informationen über den Stand der OP haben (z.B. Sicht auf Monitore) und kein Mitglied des OP-Teams die Sicht eines anderen behindert. An die Gestaltung des Operationssaals schließt sich nahtlos die Gestaltung der Bedienelemente (Laparoskop, Computer, Lampen, etc.) an.

Durch die heutigen Möglichkeiten der Menschmodellierung können alle diese Probleme durch Simulation gelöst werden. Beim Beispiel Operationssaal sind hinsichtlich denkbarer Lösungen viele Varianten möglich. Die Realisierung dieser Varianten als Simulation erlaubt einen objektiven Vergleich und Bewertung der Vor- und Nachteile verschiedener Lösungen. Ohne Menschmodellierung könnte hier lediglich durch aufwändigen Modellbau und Versuchen mit Probanden eine Arbeitsplatzgestaltung und -bewertung erfolgen.

Zusammenfassung

Der heutige Stand der Menschmodellierung erlaubt es, menschliches Verhalten zu simulieren, so dass eine Bewertung hinsichtlich der ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen erfolgen kann. Durch die Simulation des Menschen wird heute in der Produktentwicklung Zeit und Geld gespart. Dadurch können Ressourcen freigegeben werden, die der Kreativität und Vollständigkeit bei der Findung von optimalen Arbeitsplätzen zu Gute kommen, wodurch sich die Qualität und Perfektion erhöht, mit der Arbeitsplätze und Produkte gestaltet werden.

Der heutige Stand der Forschung erlaubt in allen drei Ebenen der Menschmodellierungspyramide valide Simulation von Teilaspekten durchzuführen.

Nichtsdestotrotz stehen die Forschungen vor allem in den beiden höchsten Ebenen, der physikalischen und der psycho-physischen Modellierung noch in den Kinderschuhen. Zukünftige Arbeiten können hier entscheidende Beiträge zum tieferen Verständnis menschlichen Verhaltens und Empfindens leisten, die es vielleicht eines Tages erlauben, die Vielfalt menschlicher Ansprüche hinsichtlich einer angenehmen Arbeitsumwelt valide simulieren zu können.

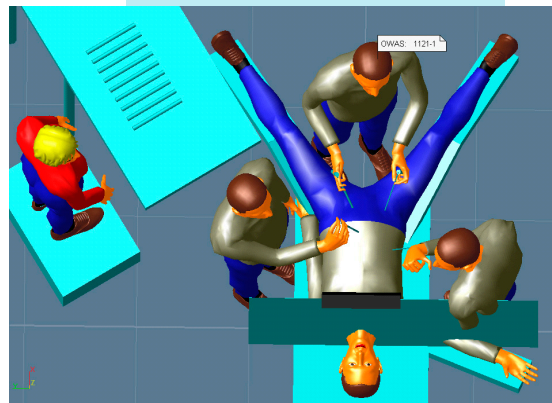


Bild 3: Simulation komplexer Arbeitsplätze - hier ein Operationssaal für minimal-invasive Chirurgie. Die Menschmodellierung hilft hierbei die vielfältigen Wechselwirkungen und Auswirkungen der Arbeitsplatzgestaltung auf einzelne Mitarbeiter und das Team als ganzes hinsichtlich Informationsaustausch, Körperhaltungen, Belastungen und Sicht- und Ablesbarkeiten zu simulieren.

Dr. rer. nat. Thomas Seitz ist am Lehrstuhl für Ergonomie der TU München Spezialist für Menschmodellierung und Anthropometrie

Mit welchen Bewertungsverfahren ist der Sitzkomfort im Auto zu ermitteln?

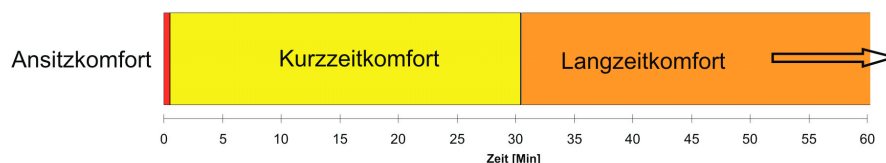
Christian Mergl

Wieso ist ein Sitz nicht wie der andere?

Sitzentwickler stehen in der Praxis immer wieder vor dem Problem einen neu entwickelten Sitz bewerten zu müssen. Häufig brauchen Sie eine Antwort auf die Frage, ob der Sitz genauso gut wie der ausgewählte Referenzsitz ist, oder nicht. Haben die Spezialisten sich eine Meinung gebildet, ist es des Weiteren außerordentlich schwierig ihre Ergebnisse objektiv zu belegen und so Änderungen beispielsweise der Sitzmechanik durchzusetzen. Es fehlt hier ein objektives Bewertungsverfahren, das wiederholbar repräsentative Ergebnisse eines Sitzes bezüglich dessen Komfortempfinden liefert.

Die Dimensionen des Sitzkomforts

Das so genannte Komfortempfinden eines Menschen auf einem Fahrzeugsitz setzt sich aus mehreren Dimensionen zusammen. Zum einen spielt die Druckverteilung zwischen Mensch und Sitz eine wichtige Rolle. Andere Einflussgrößen sind die Dämpfungseigenschaften bei einwirkenden äußeren Schwingungen für den so genannten "dynamischen Sitzkomfort" oder das "Mikroklima", das durch die Wasserdampfdurchlässigkeit des Sitzes bestimmt wird. Des Weiteren hat auch die Seitenführung des Sitzes bei Kurvenfahrten einen entscheidenden Einfluss auf den Gesamteindruck des Sitzes. Unter all diesen verschiedenen Einflussfaktoren haben wir für unsere wissenschaftliche Betrachtung den Einfluss der Druckverteilung ausgewählt. Die Druckverteilung hat in erster Linie Einfluss auf die statische Dimension des Sitzkomforts. Dieser "statische Sitzkomfort" kann nun seinerseits wieder in drei zeitliche Anteile zerlegt werden. Der erste Kontakt mit dem Sitz, auch Ansitzkomfort genannt, beschreibt die Empfindung während des Hinsetzens. Dieser Ansitzkomfort spielt sich also in der ersten Minute des Kontaktes zwischen Mensch und Sitz ab. Danach folgt der Kurzzeitkomfort, dessen zeitlicher Rahmen sich von ca. der ersten Minute bis zur 30. Minute erstreckt. Alles über dreißig Minuten kann dem Langzeitkomfort zugeordnet werden. Im Rahmen dieser Forschung liegt der Fokus auf dem Kurzzeitkomfort, der nach derzeitigen Forschungsergebnissen maßgeblich aus der Druckverteilung resultiert.



Was ist unter "Komfort" zu verstehen?

Als nächstes stellt sich die Frage, was unter Komfort überhaupt zu verstehen ist und wie man ihn erfassen oder messen kann. Hierfür wird zunächst eine Definition des Begriffes Komfort benötigt. Hertzberg versuchte 1958 Komfort als Abwesenheit von Diskomfort zu erklären. Jedoch zeigten Zhang und Helander, dass Komfort und Diskomfort nicht die Extrema einer kontinuierlichen Skala darstellen, sondern unabhängig voneinander sind. In einer Clusteranalyse zeigten sie, dass Komfort mit den Begriffen des "Gefallens" zusammenhängt, während Diskomfort das "Erleiden" beschreibt. Nach dem Modell von Zhang und Helander stehen die Achsen von Komfort und Diskomfort senkrecht zueinander. Dies hat zur Folge, dass durchaus zur gleichen Zeit Komfort und Diskomfort empfunden werden kann und eben dies entspricht den Erfahrungen aus dem wirklichen Leben. Ein Beispiel für das gleichzeitige Auftreten dieser Empfindungen ist die Fahrt mit einem reinrassigen Sportwagen, von dem man schon lange geträumt hat. Während der Fahrt ist zweifellos der Gefallensaspekt sehr hoch, da es sich toll anfühlt einen solchen Wagen zu fahren. Andererseits sind objektiv hohe Diskomforteinflüsse vorhanden. Dies sind zum Beispiel die Schwingungen durch das hart gefederte Sportfahrwerk. Für eine objektive Erfassung ist nun nur der Diskomfort zugänglich, da sich nur der Diskomfort mit objektiv messbaren Größen, wie der Druckverteilung zwischen Mensch und Sitz oder den Schwingungen in Verbindung bringen lässt.

Bewertungsverfahren für den statischen Sitz-Diskomfort

Als Bewertungsverfahren für den statischen Sitzdiskomfort wird ein Modell benötigt,

Dipl.-Ing. Christian Mergl ist am Lehrstuhl für Ergonomie Spezialist für Untersuchungen zu Komfort und Diskomfort

das einen Zusammenhang zwischen der objektiv messbaren Druckverteilung und dem Diskomfort herstellt. Dieses Modell kann dann im nächsten Schritt genutzt werden um die Druckverteilung eines Hardware Sitzdummys zu interpretieren. Mit dem Hardwaredummy kann auf Fahrzeugsitzen im Package eine repräsentative Druckverteilung gemessen werden. Mit Hilfe des Modells für den Sitzdiskomfort ist somit eine Aussage über den Diskomfort auf diesem Sitz möglich.

Das Modell:

Das Modell für den untersuchten Kurzzeitkomfort wurde anhand von 20 Versuchspersonen und sechs verschiedenen Sitzmodifikationen ermittelt. Zum derzeitigen Stand existiert ein offenes Modell für die Sitzfläche. Dieses Modell besagt, dass die gesamte Form der Druckverteilung wichtig ist, nicht einzelne Parameter, wie der maximale Druck. Die Form lässt sich über mehrere Kenngrößen beschreiben:

- Dies ist zum einen die Verteilung der Last innerhalb der Sitzfläche. So sollen nach dem Modell ca. 57% der Last innerhalb der Sitzfläche durch die Sitzbeinhöcker aufgenommen werden. Ist es mehr oder weniger Last steigt der Diskomfort.
- Der Gradient innerhalb der Druckverteilung sollte möglichst gering sein.
- Der maximale Druck sollte einen Grenzwert von ca. 1,5 N/cm² nicht überschreiten.

Ein weiteres Modell für die Sitz- und Lehnenfläche wurde von Hartung (LfE) entwickelt, das in Kürze veröffentlicht wird.

Der Hardwaredummy:

Der Dummy entspricht der Anthropometrie eines Mannes des 50. Perzentils. Des Weiteren werden alle Eigenschaften des Menschen bezüglich des statischen Sitzens so naturgetreu wie möglich abgebildet. Das Skelett besteht aus Aluminium, die Muskelpakete der Beine werden durch Wassertaschen repräsentiert, das Bindegewebe und die Haut werden mit Hilfe von Silikon modelliert. Darüber hinaus verfügt der Dummy über eine eingebaute Sensorik, mittels derer die Druckverteilung in der Kontaktfläche zum Sitz gemessen werden kann. Dies sind zum einen 175 Foliensensoren und fünf hochauflösende Druck-Scherkraftsensoren an exponierten Knochenstellen, wie den Sitzbeinhöckern. Darüber hinaus verfügt er noch über acht Spitzendrucksensoren, die den Druck entlang der Wirbelsäule aufnehmen. Erste Tests haben gezeigt, dass der Dummy in der Lage ist ähnliche Sitze anhand der Druckverteilung besser zu unterscheiden, als der lebende Mensch als "Prüfkörper".

Anwendungsbereiche und Ausblick

Die Anwendung des Dummys in Kombination mit dem Modell zur Prognose des Sitzdiskomforts aus der Druckverteilung ist beispielsweise in der Sitzentwicklung für Automobile denkbar. Hier kann ein Sitzprototyp schnell und wiederholbar mit einem Referenzsitz verglichen und so die Sitzentwicklung verbessert und beschleunigt werden. Außerdem könnten die Ergebnisse eines solchen objektiven Bewertungsverfahrens als Argumentationsunterstützung für Änderungen beispielsweise am Sitzgestell dienen. Weitere Anwendungsbereiche sind z.B. Passagiersitze im Flugzeug, im Bus oder in der Bahn. Ein mögliches Anwendungsfeld ist auch die Gestaltung von druckentlastenden Kissen für Rollstuhlfahrer.

Derzeit ist mit Hilfe des Modells nur eine Vorhersage bezüglich des kurzzeitigen, statischen Sitzdiskomfort möglich. Momentan wird an einem Modell zur Prognose des Langzeitdiskomforts gearbeitet, mit Hilfe dessen aus der Druckverteilung im Sitz auf den zu erwartenden Diskomfort nach mehreren Stunden geschlossen werden kann.

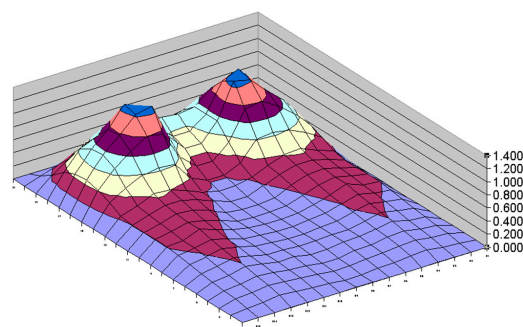


Abbildung einer Druckverteilung

Dynamischer Sitzkomfort:

Hierunter ist der subjektive Eindruck während des Sitzens zu verstehen, der sich hauptsächlich durch Schwingungen der Fahrzeugkarosserie und damit des Sitzes ergibt. Hierzu zählen Schwingungen, die durch das Überfahren von Hindernissen zustande kommen oder durch die Schwingungen des Motors.

Statischer Sitzkomfort:

Im Gegensatz zum dynamischen ist der statische Sitzkomfort alleine durch den subjektiven Eindruck, der sich durch den Sitz ergibt, gekennzeichnet. Hierbei werden alle Schwingungen vermieden.

Mikroklima:

Klimatische Bedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit), die zwischen menschlichem Körper und Kleidung und z.B. in diesem Anwendungsfall Sitz bestehen.

Package:

in diesem Zusammenhang versteht man die geometrische Anordnung von Sitzen, Pedalen und Lenkrad im Auto.

Gradient [der; lateinisch] Gefälle: die Abnahme einer physikalisch-mathematischen Größe (Vektor) pro Längeneinheit.

Anthropometrie:

ist die Lehre von der Vermessung des menschlichen Körpers in anthropologischen Klassifizierungen und Vergleichen. In diesem Zusammenhang versteht man den Körperbau des Menschen unter diesem Begriff.

Perzentil:

Wenn bei der Beinlänge von Männern das 5. Perzentil 964 mm beträgt, dann heißt das, dass 5% aller Männer Beine haben, die kürzer als 964 mm sind.

Clusteranalyse:

Statistisches Verfahren, durch das große Elementmengen durch Bildung homogener Klassen u. Gruppen sinnvoll strukturiert werden sollen.

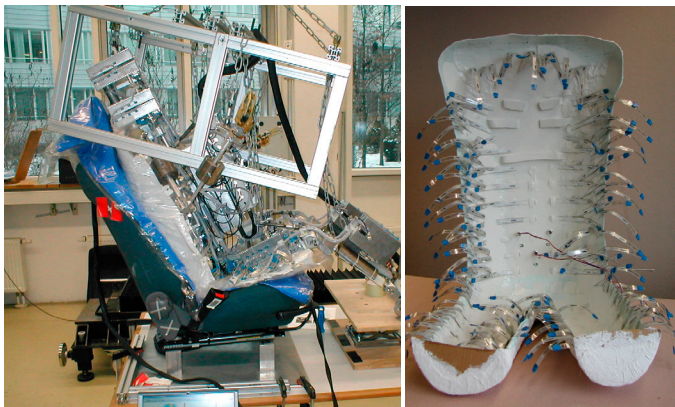


Abb. links:
Versuchsaufbau
Hardwaredummy

Abb. rechts:
„Hardware-Körperschale“ mit Sensoren

Prüfung und Bewertung im Gestaltungsprozess leicht gemacht durch EKIDES

Iwona Jastrzebska-Fraczek

Ergonomics Knowledge and Intelligent Design System (EKIDES) ist sowohl ein Design Tool, das die aktuellen ergonomischen Erkenntnisse über die Gestaltung technischer Systeme in Form einer elektronischen Datenbank bereitstellt als auch ein Bewertungstool für technische Systeme, Produkte und Arbeitsplätze.

EKIDES ist ein Programm für deutsch- oder englischsprachige Konstrukteure, Arbeitsgestalter, Sicherheitsingenieure und Arbeitsmediziner zur Unterstützung bei der täglichen Arbeit.

Die Durchführung von Bewertungen mit unterschiedlichem Zeitaufwand und Detaillierungsgrad ermöglicht dem Benutzer eine flexible Betrachtung des analysierten Produkts oder des Arbeitsplatzes.

Die Vorteile der Benutzung von EKIDES im Gestaltungsprozess sind:

- ☐ Schneller Zugang zur kurz und prägnant dargestellten ergonomischen Gestaltungsinformationen
- ☐ Aktuelle Informationen über Fachliteratur
- ☐ Schnelle Übersicht über den ergonomischen Zustand der Produkte und Arbeitsplätze dank Einsatz von Checklisten
- ☐ Sensibilisierung der Mitarbeiter für Arbeitssicherheit und Ergonomie im Betrieb.
- ☐ Datenbank gesicherte Informationen für Mitarbeiter-Schulungen.
- ☐ Zeitersparnis durch frühzeitige Optimierungsmöglichkeiten

Die Darstellung von ergonomischen Erkenntnissen in einer Datenbank mit mehreren Überprüfungsmethoden, Checklisten, Animationen und kleinen Experimenten spart Zeit bei der Optimierung technischer Systeme. Die Ergebnisse dieser Bewertungen und Analysen können ergänzt und gespeichert werden oder zur Diskussion und Schulung im Gestaltungsprozess benutzt werden.

In nächster Zukunft wird in EKIDES eine neue Checkliste im Bereich Software implementiert, die in enger Verbindung mit der neusten VDMA - Richtlinie "Leitfaden Softwareergonomie, Gestaltung von Bedienoberflächen" stehen wird.

Der Gestaltungsprozess, bestehend aus 6 Phasen (siehe Abbildung 1) wird durch EKIDES in den drei zentralen Phasen unterstützt:

- ➔ in der Gestaltung (durch die Bereitstellung ergonomisches Wissen, ergonomische Anforderungen sind kurz und prägnant formuliert und in Datenblättern dargestellt)
- ➔ in der Visualisierung (durch positive und negative Beispiele, vor allem ausgearbeitet am Beispiel von der Softwaregestaltung)
- ➔ in der Evaluation (durch drei unterschiedliche Methoden der rechnergestützter ergonomischen Prüfung)

Je besser die Gestaltung durch die Beachtung ergonomischer Anforderungen und durch die Unterstützung des Ingenieurs oder Systementwicklers mit Visualisierungen und veranschaulichenden Experimenten vorbereitet ist, desto besser wird das gestaltete Produkt oder der Arbeitsplatz bewertet. Das Ziel im Gestaltungsprozess ist, dass die Phasen 3-4-5 möglichst wenig wiederholt werden müssen. Dadurch können Kosten reduziert und viel Zeit gespart werden. Außerdem sind ergonomische Gestaltungsmaßnahmen in frühen Gestaltungsprozessphasen am effizientesten.

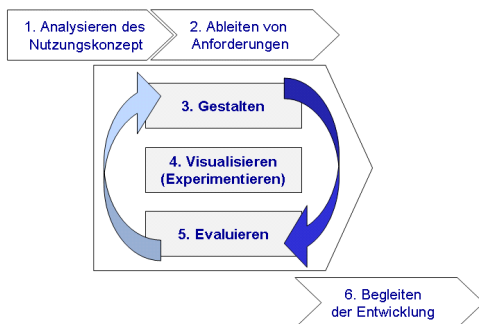


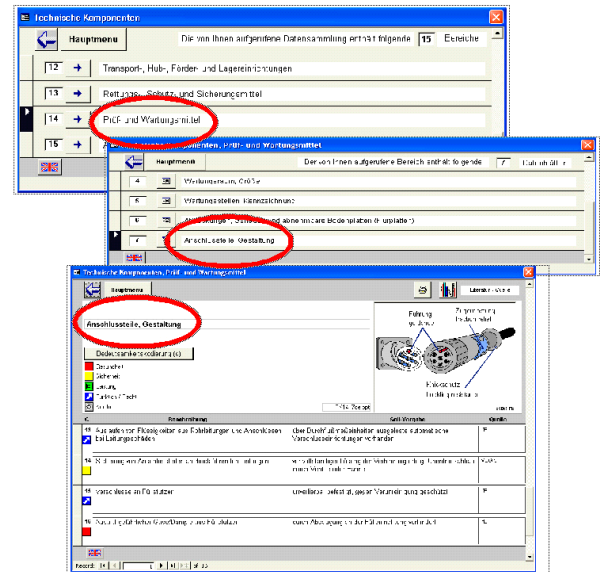
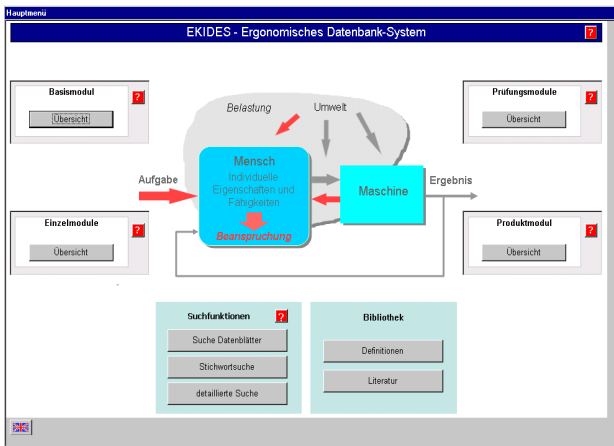
Bild 1:
Phasen des Gestaltungsprozesses

Unterstützung in der Gestaltung und Visualisierung durch EKIDES

Ekides (Ergonomics Knowledge and Intelligent Design System) ist ein Datenbanksystem mit rechnergestütztem Prüfverfahren. Die Software enthält ergonomische Anforderungen für die Gestaltung, verschiedene Methoden der Arbeitsplatzanalyse und Bewertung, Literaturrecherche und Definitionssammlung grundlegender arbeitswissenschaftlicher Begriffe.

Die ergonomischen Daten von EKIDES sind anwendungsspezifisch strukturiert. In der Abb. 3 ist ein Strukturbeispiel der technischen Komponenten dargestellt.

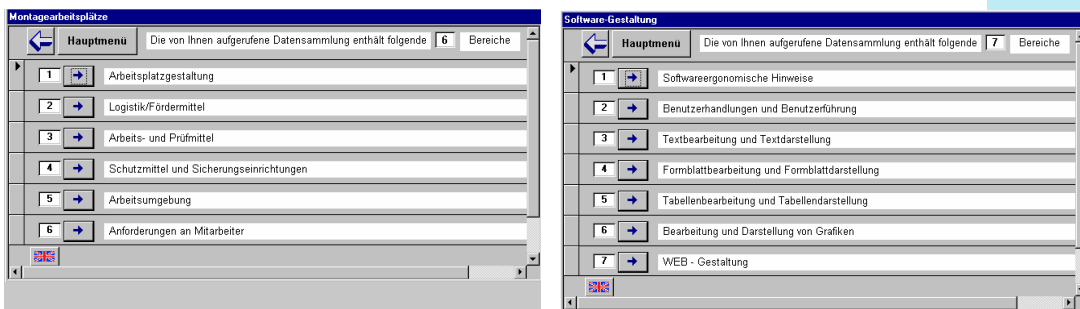
Aus der Übersicht im Bereich "Prüf- und Wartungsmittel" kann ein Datenblatt "Anschlusssteile, Gestaltung" aufgerufen werden.



Die Datenblätter beinhalten die ergonomischen Sollvorgaben mit einer Bedeutsamkeitscodierung für Gesundheit, Sicherheit, Leistung, Funktionsfähigkeit und Komfort und Angabe der Quelle. Die ergonomischen Anforderungen sind kurz und prägnant formuliert. Dadurch ist gewährleistet, dass der Benutzer schnell Informationen bekommt, was wiederum Zeit im Gestaltungsprozess einspart. Möchte der Benutzer wissen, welche ergonomischen Aspekte in der Gestaltung von Montage-, oder Büroarbeitsplätzen zu beachten sind, kann er schon aus der Ansicht der wichtigen Bereiche, bezogen auf das zu gestaltende Objekt, die Informationen entnehmen (siehe Abbildung 4). Das "Datenblatt" oder die "Checkliste" stellt eine wertvolle Hilfe bei der Gestaltung dar, weil Sie anhand der dort aufgeführten ergonomisch relevanten Angaben nichts Wesentliches vergessen können.

Bild 2 links:
EKIDES Hauptmenü

Bild 3 rechts:
Strukturbeispiel der technischen Komponenten



Die Visualisierung wissenschaftlicher Erkenntnisse, besonders in der Softwaregestaltung, spielt bei der Entwicklung neuer Technologien eine immer größere Rolle. Die bekannten Gestaltungsprinzipien, wie Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Steuerbarkeit (Navigation), Erwartungskonformität, Fehlerrobustheit, Individualisierbarkeit und Lernförderlichkeit nutzen dem Softwareprogrammierer wenig, wenn sowohl die Definitionen dieser Begriffe als auch die Ausarbeitungen in vielen Publikationen zu diesem Thema entweder sehr allgemein oder nur spezifisch auf einzelne Untersuchungen bezogen sind. Integriert im neuen EKIDES-Modul Softwaregestaltung sind Beispiele für die Visualisierung und die Simulation dargestellt und ergänzt mit kleinen Experimenten aus dem Bereich der Dialog- und Web-Gestaltung.

Bild 1:
Datensammlung aus dem Bereich Montagearbeitsplätze und aus dem Bereich Software-Gestaltung

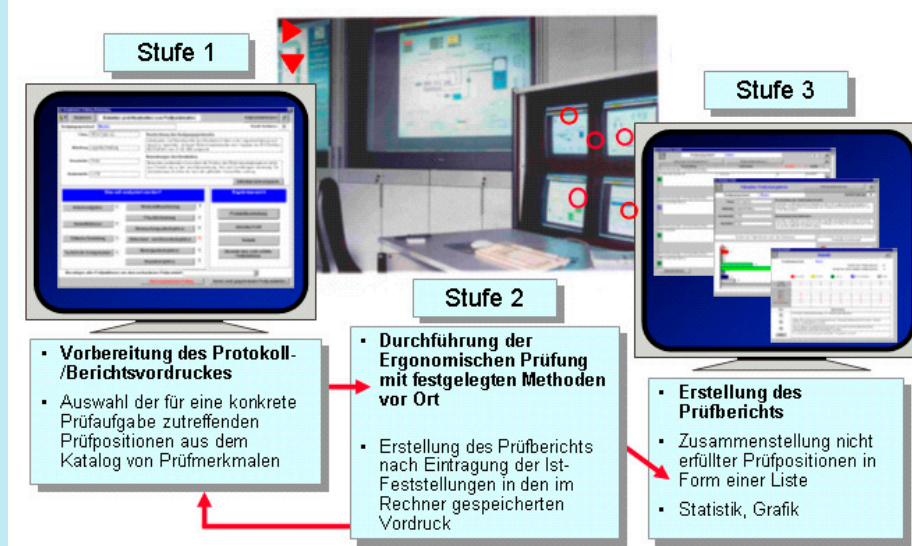
Beispiele für Softwaregestaltung sind in 11 Gruppen zusammengefasst. Sie berücksichtigen sowohl die 7 Gestaltungsprinzipien nach ISO 9241 Teil 10 (Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Steuerbarkeit, Erwartungskonformität, Fehlerrobustheit, Individualisierbarkeit und Lernförderlichkeit) als auch systemergonomische Gestaltungsprinzipien (Bubb 1993) wie Rückmeldung und Kompatibilität. Die ergonomischen Anforderungen sind durch positive und negative Beispiele konkretisiert.

Unterstützung in der Evaluation durch EKIDES Rechnergestützte Prüfverfahren

Das ergonomische Prüfverfahren bietet dem Benutzer eine beliebige Zusammenstellung der ergonomischen Anforderungen, die für eine konkrete Prüfaufgabe notwendig ist.

Dr.-Ing. (pl) I. Jastrzebska-Fraczek ist am Lehrstuhl für Ergonomie Spezialistin für ergonomische Prüfverfahren und Untersuchung der menschlichen Zuverlässigkeit

Abbildung 5
Struktur des Ergonomischen Prüfverfahrens



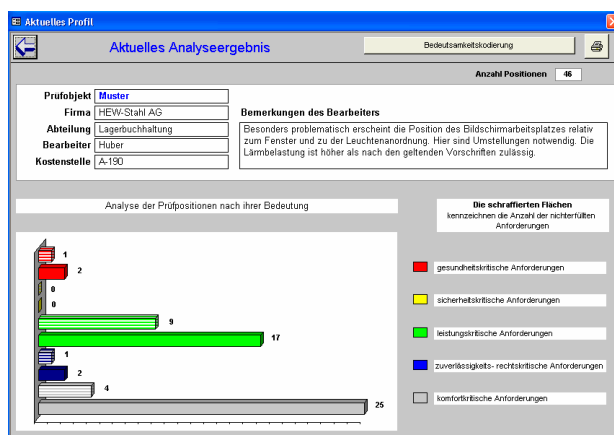
Der Einsatz der rechnergestützten ergonomischen Prüfverfahren (Abbildung 5) erfolgt in drei Stufen:

1. Vorbereitung des Protokoll-/Berichtsvordruckes (Auswahl der für eine konkrete Prüfaufgabe zutreffenden Prüfpositionen aus der Datenbank)
2. Durchführung der ergonomischen Prüfung mit festgelegten Methoden vor Ort (Eintragung der Ist-Feststellungen in den im Rechner gespeicherten Vordruck)
3. Erstellung des Prüfberichts (Zusammenstellung nicht erfüllter Prüfpositionen in Form einer Liste, Grafische Darstellung nicht erfüllter Prüfpositionen hinsichtlich ihrer Bedeutung und Bewertungsstufe)

Nachdem die Prüfung abgeschlossen ist, kann ein Bewertungsprofil angesehen werden (Abbildung 6). Aus diesem Profil ist zu entnehmen, wie viel Prüfpositionen für die ergonomische Prüfung ausgewählt wurden, welche Bedeutung diese Prüfpositionen haben und welche davon nicht erfüllt sind.

Die Anwendung von EKIDES in mehreren Industriezweigen hat gezeigt, dass durch gezielte Bewertungen von Arbeitsplätzen und Produkten eine Verbesserung aus ergonomischer Sicht erzielt wurde.

Abbildung 6
Grafische Darstellung - Aktuelles Analyseergebnis



Diese Evaluierungsmethode ist detailliert und dient dem Ziel, dem Ingenieur oder dem Systementwickler Daten zu liefern, die den gesicherten ergonomisch-arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen entsprechen. Die Überprüfung des Soll- Wertes mit dem Ist-Wert nimmt manchmal sehr viel Zeit in Anspruch. Auch ein Inventar mit modernen Messeinrichtungen muss zur Verfügung stehen.

Die gestalterischen Defizite werden aber präziser entdeckt und können schneller beseitigt werden.

2.2 Checklisten für Produktanalysen und Arbeitsplätze

Die Checklisten stellen ein Hilfsmittel für eine eher globale und qualitative Überprüfung der benutzergerechten Auslegung von definierten Arbeitsplätzen (Büro-/Bildschirmarbeitsplatz, Prozesssteuerungs-, Überwachungs-, Werkstoffbearbeitungs-, Montage- und Bauarbeitsplatz) und Produkten dar (siehe Abbildung 7). Diese Analyse dient der Aufdeckung von Schwachpunkten bei Produkten. Für jedes Produkt oder Arbeitsplätze sind eine Anzahl von Analysebereichen vorgesehen.



Abbildung 7
Checklisten für Produkte

Das Analyseergebnis steht in Textform und als Grafik zur Verfügung und kann ausgedruckt werden. Für jedes einzelne Problem ist festgelegt, ob dieses für das Kriterium Gesundheit, Sicherheit, Leistung, Komfort oder Funktionsfähigkeit / technische Zuverlässigkeit bzw. Recht bedeutsam ist.

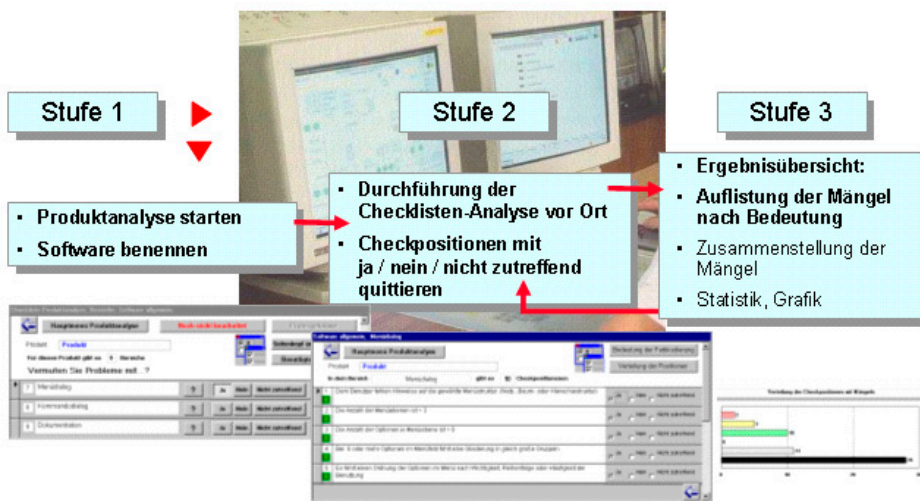


Abbildung 8
Struktur der Evaluierung
mittels einer Checkliste

Eine Auflistung aller Checkpositionen, sortiert nach Bereichen oder Kriterien (Gesundheit, Sicherheit, Leistung, technische Zuverlässigkeit oder Komfort) lassen sich anschauen, ausdrucken oder nur eine Mängelliste einsehen. Diese Evaluierungsmethode ist einfacher, sie deckt Probleme auf und benötigt einen mittleren Zeitaufwand

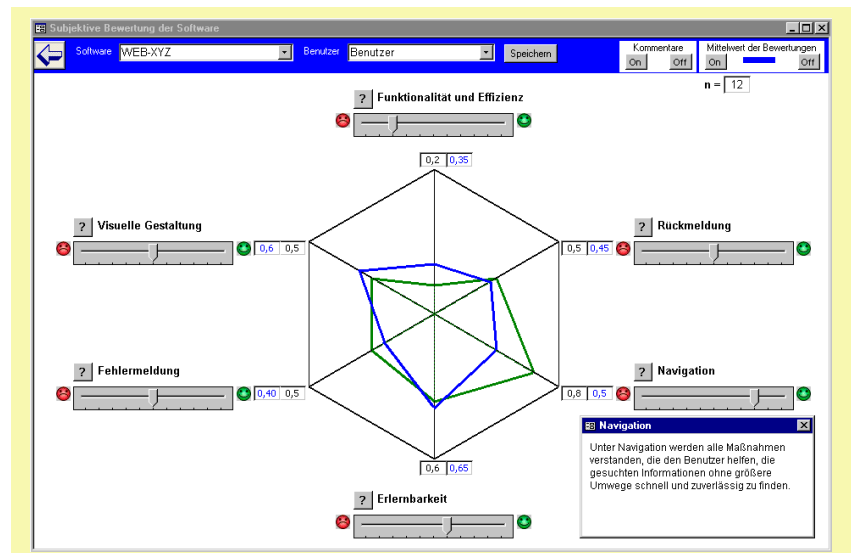
2.3 Usabilitymessung - Messmethode der Benutzerakzeptanz im Softwaremodul

Das Softwaremodul in EKIDES enthält eine neue subjektive schnelle Usability-Bewertungsmethode (siehe Abbildung 9). Die Methode eignet sich besonders für die Untersuchungen in Usability Labors. Die Kriterien der Bewertung wurden auf sechs reduziert, wobei die Definitionen der Funktionalität und Effizienz, Rückmeldung, Navigation, Erlernbarkeit, Fehlermeldung und Visueller Gestaltung nach dem Anklicken der Bereichsbezeichnung in einem kleinen Fenster erscheinen (siehe Abbildung 9)

Zusätzlich stehen dem Benutzer Hilfe-Fragen zur Verfügung, die das Urteil über die ergonomische Qualität erleichtern. Als zusätzliche Unterstützung der subjektiven Bewertung dienen zahlreiche positive und negative Beispiele, die angeschaut werden können, wenn der Benutzer die "Smilies" anklickt.

Sicherlich ähnelt diese Art von Akzeptanz-Messung der von zahlreichen Checklisten und ähnlichen Spinnennetz-Methoden ([2], [5], [6]); in diesem Fall werden aber die Ergebnisse in einer Datenbank gespeichert und können auf Dauer eine sehr wichtige Rolle spielen, wenn die Kommentarsammlung von vielen Benutzer beachtet wird.

Abbildung 9
Usability screening als Bewertungssystem zur Nutzerakzeptanz



Die subjektive Bewertung kann sofort nach dem Start beginnen. Die Benutzer vergeben der bewerteten Software in jeder Kategorie (in jedem Bereich) die Punkte (0 - sehr schlecht bis 10 - sehr gut) durch Schieben der Zeiger im jeweiligen Slider. Die Noten von 0 bis 10 werden in den im Fenster erscheinenden Koeffizienten in 0 bis 1,0 umgerechnet. Die Veränderung der Grafik ist durch die Mausebewegung gewährleistet. In dieser Weise wird dem Softwareentwickler sofort rückgemeldet in welchem Bereich die Software zu verbessern ist. Die jeweilige subjektive Bewertung des Anwenders ist mit der Farbe grün dargestellt und kann in der Datenbank gespeichert werden. Kommentare zu jedem Bereich können auch geschrieben werden. Die blaue Darstellung kennzeichnet Mittelwerte der Bewertung, durch bisherige andere Benutzer. In der Abbildung 9 ist es sichtbar, dass dieser Betrachter die Software in Bereich Rückmeldung, Navigation und Fehlermeldung überbewertet hat. Die Mittelwerte für diese Software sind kleiner als die subjektive Bewertung durch den Benutzer. Nur im Bereich der Funktionalität und Effizienz, Erlernbarkeit und Visuelle Gestaltung ist der Anwender der Meinung, dass die Software schlechter als der Durchschnitt (Anzahl der Bewertungen $n=12$) zu bewerten ist. Diese Methode kann auch dem einzelnen Software-Betrachter Auskunft darüber geben, ob andere Benutzer, bezogen auf einzelnen Bereiche (wie Visuelle Gestaltung oder Navigation) im Durchschnitt der gleichen Meinung sind. Die Evaluierungsmethode dient der summarischen Bewertung durch Experten oder Benutzer. Der Zeitaufwand ist gering.

3 Ausblick

In der nächsten Zukunft wird in EKIDES eine neue Checkliste im Bereich Software implementiert, die in enger Verbindung mit der neusten VDMA - Richtlinie "Leitfaden Softwareergonomie, Gestaltung von Bedienoberflächen" stehen wird. Das System wird u.a. auch durch den breiten Benutzerkreis ständig weiter entwickelt und ergänzt.

4 Literatur

- Bubb, H. (1993): Systemergonomische Gestaltung; In: Schmidtke, H. (Hrsg.), Ergonomie, C. Hanser Verlag, München, 3. Auflage
- Bubb, H. Jastrzebska-Fraczek I. (2003) Software Evaluation by the ergonomic assessment tool EKIDES. In Proceedings of 10 th International Conference HCI, Volume 3, Human-Centred Interaction: Cognitive, Social and Ergonomic Aspects. 1218-1222, LEA, Mahwah, New Jersey, London
- Harker S, Tilley J (2003) Developing for the subjective evaluation of the usability of interactive consumer products. In Proceedings of IEA Seoul proceeding
- Jastrzebska-Fraczek I, Bubb H (2003) Ergonomic Analysis of WEB Page with SEA - Tool. In Proceedings Quality of Work and Products in Enterprises of the Future, Munich, Germany 989-992, Verlag Ergonomia, Stuttgart
- Jastrzebska-Fraczek I., Bubb, H. (2003): Software Design and Evaluation by Ergonomics Knowledge and Intelligent Design System (EKIDES) In PsychNology Journal, Volume 1, Number 4, 378-390
- Lin X.X. Choong Y.Y. Salvendy G (1997) A Proposal Index of Usability: A Method for Comparing the Relative Usability of Different Software Systems Behavior & Information Technology 16 4/5, 267-278
- Nielsen J (1993) Usability Engineering Academic Press Chapter, 115
- Jeffries R, Turner AA, Polson PG, Atwood ME (1981) The processes involved in designing software. In: Anderson JR (ed.) Cognitive skills and their acquisition. Erlbaum, Hillsdale, NJ, 255-283
- Schmidtke, H., Jastrzebska-Fraczek, I. (2000) The ergonomic database system (EDS) - an example of computer-aided production of ergonomic data for the design of technical systems. In: Landau, K. (Ed.) Ergonomic Software Tools in Product and Workplace Design. Verlag ERGON, Stuttgart
- VDMA Richtlinie Leitfaden Softwareergonomie, Gestaltung von Bedienoberflächen. VDMA, Fachverband Software 2004
- VDMA Methoden & Verfahren, Teil 1 + Teil 2, 2001

Kommunikation als Bewertung von Ergonomie – Wissenschaft verständlich?

Stephan Hummel

Was hat Kommunikation mit Ergonomie zu tun?

Diese Frage lässt sich auf den ersten Blick nicht leicht beantworten, wenn man sich oder andere fragt, was unter dem Begriff Ergonomie verstanden wird. Manchmal bereitet es selbst Ergonomen Probleme, diesen Fachbereich in eindeutigen und kurzen Merkmalen verständlich und erschöpfend zu beschreiben.

Als ich Freunden die Frage nach ihrem Verständnis von Ergonomie stellte bekam ich Antworten wie: "Ihr macht Dinge besser ... , oder so.", "Das ist doch heute überall drin!", oder "... mein DVD-Spieler hat davon nichts abbekommen."

Ehrlich gesagt wusste ich auch nicht recht viel mehr, als ich vor kurzem von der kognitiven Neuropsychologie in die Ergonomie wechselte. Ergonomie ist anscheinend überall, erwünscht, notwendig und offensichtlich schwer greifbar. Das liegt vor allem auch an der Tatsache, dass sich Ergonomie in einem sehr breiten Feld bewegt. Wie der Name schon sagt, befasst sich Ergonomie mit Regeln oder Gesetzen (von griechisch "nomos") die menschliche Arbeit (von griechisch "ergon") betreffend.

Ob es sich nun um die Bediensicherheit von Steuerpulten in Kernkraftwerken, Videorecordern oder den Sitzkomfort im Auto handelt.

Ergonomie erscheint immer und überall!

Man mag sich nun fragen, worin sich der Kommunikationsbedarf, oder auch der Kommunikationsprofit für die Ergonomie begründet. Braucht sie den Informationsaustausch außerhalb der Fachwelt? Diese Frage muss man ganz klar mit ja beantworten. Sie "funktioniert" scheinbar einfach im Hintergrund, ohne ins Bewusstsein der Endverbraucher gelangen zu müssen. Der Austausch von Information ist für die Ergonomie aber in zweierlei Hinsicht elementar. Als ersten Punkt möchte ich hier den *Publikationsaspekt* nennen, der zweiten Punkt bezieht sich auf den *Evaluationsaspekt*.

Wissenschaft lebt davon, sich mitzuteilen. Erkenntnisse, die nicht publiziert werden, sind für alle Beteiligten wertlos. Es gibt keine Wissenschaft um der Wissenschaft willen. Auf diesen Umstand bezieht sich der Publikations-

aspekt. Obwohl sich diese Art der Kommunikation heute üblicherweise fast ausschließlich auf sehr abstraktem Niveau auf Kongressen und in Fachzeitschriften abspielt, ist sie auch in dieser Form unbedingt nötig, um Ergonomie letztendlich praktisch durch die jeweiligen Entscheidungsträger in die Neuproduktplanung einfließen zu lassen.

Dass Publikation aber auch bedeutet, mit der nicht-wissenschaftlichen Öffentlichkeit in Kontakt zu treten, wird später noch angesprochen.

Der Evaluationsaspekt bezieht sich auf den Bereich der Forschung.

Die Ergonomie bezieht ihr Wissen über die Praktikabilität und Effektivität von Arbeitsmitteln aus einer schier unerschöpflichen Quelle, dem Menschen. Von der Kommunikation zwischen Forscher und Anwender hängt in entscheidender Weise die Qualität der entstehenden Richtlinien und Gestaltungsprinzipien ab. Kommunikation bezieht sich in diesem Fall nicht nur auf das Gespräch, sondern umfasst auch, unter den Gesichtspunkten der Objektivität, Reliabilität und Validität, die Versuchsplanung, das Fragebogen- und Interviewdesign, oder andere Rückmeldesysteme wie das World Wide Web.

Sowohl bei der Wissensgenerierung, als auch in der Fachwelt ist Kommunikation zwischen den Beteiligten elementar und wird auch praktiziert. Warum ist aber in der Öffentlichkeit so wenig über Ergonomie bekannt. Hier öffnet sich nun ein spannendes Problemfeld der wissenschaftlichen Ergonomie und es schließt sich der Kreis zu den Eingangsworten dieses Artikels. Wissen muss nicht nur geschaffen, sondern auch einer breiten Öffentlichkeit vermittelt werden.

Wissensvermittlung darf sich nicht nur auf die Universität beschränken. Ziel muss es sein, die Kommunikation zwischen Ergonomie und dem Anwender zu fördern und so einfach und transparent wie möglich zu gestalten. Dies hat mehrere Gründe. Eine wissenschaftliche Disziplin kann es sich nicht leisten, auf Daten, egal welcher Art, zu verzichten. Der Nutzer ist der beste Rückkoppelungs- und Evaluationsmechanismus für angewandte Ergonomie. Eine für den Nutzer ergonomisch gestaltete Umgebung muss auch von ihm positiv oder negativ bewertet werden können. Für die Mitarbeit der Nutzer liegt jedoch eine Holschuld der Wissenschaft vor, die diese Art der Kommunikation ermöglichen sollte.

In gleicher Weise besteht auch eine Bringschuld der Wissenschaft gegenüber der Öffentlichkeit, was Grundlagen- und angewandte Forschungen



Nicht immer ist auch Ergonomie vorhanden, wo "ergonomisch" drauf steht.

Dipl.-Psych. Stephan Hummel ist am Lehrstuhl für Ergonomie und an der neugegründeten Ingolstädter TU-Dependance INI.TUM tätig

Multiplechoice-Verfahren

[englisch, "mehrfache Auswahl"]

Testverfahren, bei dem die Versuchsperson aus mehreren vorgegebenen Antworten die richtige auswählen soll.

Wahrig Deutsches Wörterbuch

Quo vadis? = Wohin gehst du?

Titel eines berühmten Romans von Sienkiewicz (1896) [lat., eigentlich: Quo vadis, Domine? „Wohin gehst du, Herr?“ (in der christl. Legende Frage des aus dem Kerker entflohenen Petrus an den ihm erscheinenden Christus)]

an Erkenntnissen erbracht haben. Dies muss in einer didaktisch gut gewählten Form geschehen, sodass auch komplexere Zusammenhänge leicht verständlich werden. Das sorgt für Transparenz, Wissen, Akzeptanz und letztlich für Kompetenz.

Als Beispiel einer solchen Kommunikationsmöglichkeit könnte man sich beispielsweise ein Webportal, oder einen Teil einer Webseite vorstellen, in dem der Nutzer direkt seine Meinung über den Aufbau oder die Bedienfreundlichkeit dieser Seite und seinem Inhalt abgeben kann. Wichtig ist, die Bewertung darf nicht zeitintensiv sein. Wenige **multiple-choice** Fragen sind völlig ausreichend. Viele Bewertungsformen dauern zu lange und schüren die Erwartung der Langeweile und Anstrengung. Dies schreckt Nutzer davon ab, sein Feedback zu geben. Auch vorstellbar sind Maßnahmen, die den Nutzer beim Besuch von fachspezifischen Seiten den Umgang mit wissenschaftlichen Begrifflichkeiten erleichtern, wie beispielsweise die Einblendung eines Glossars als Scrollbar am Seitenrand.

Ergonomie ist in unserer technisierten Welt allgegenwärtig und für jeden wichtig, sei es nun bei der Entwicklung einer industriellen CNC-Fräse oder der Bedienung eines Videorekorders im heimischen Wohnzimmer.

Ergonomische Erkenntnisse dürfen daher nicht im viel beschworenen "Elfenbeinturm der Forschung" für Fachleute verborgen bleiben.

Vielmehr soll durch transparente und adressatengerechte Kommunikation dieser Forschungsergebnisse jeder unmittelbar die Vorteile und den Nutzen erkennen können, die ihm durch angewandte Ergonomie zuteil werden. Auf diese Weise entsteht ein "ergonomisches Bewusstsein" in der Öffentlichkeit, das die Unabdingbarkeit der Anpassung unserer technischen Umwelt an die Erfordernisse und Bedürfnisse des Menschen beinhaltet - kurzum eine Öffentlichkeit, der die fundamentale Bedeutung der Ergonomie bewusst ist.

Also: Ergonomie, **quo vadis???**

Die Qualität der Lehrerbildung kommt nicht von alleine

Evaluation der Lehrer-Fort- und -Weiterbildung in der Fakultät für Maschinenwesen an der TU-München

Herbert Rausch

An der Technischen Universität München werden seit 40 Jahren Lehrerinnen und Lehrer ausgebildet. Besonders in den technisch - orientierten beruflichen Fachrichtungen Metalltechnik, Elektrotechnik und Bauwesen hat sich die enge Verbindung von Lehre und Forschung bewährt, da die technische Entwicklung sich sehr schnell auf berufliche Qualifikationen auswirkt und die Dozenten durch ihre Forschungstätigkeiten die angehenden Lehrerinnen und Lehrer mit aktuellen Informationen versorgen können. Der Bedarf einer qualitativ hochwertigen Lehrerfort- und -weiterbildung beginnt bereits wenige Jahre nach dem Staatsexamen. Die Fakultät für Maschinenwesen an der Technischen Universität München bietet entsprechende Veranstaltungen an. Sowohl die Mitarbeiter als auch die Ausstattung garantieren beste Voraussetzungen für effektive Fortbildungsmaßnahmen.

Allerdings zeigt nicht zuletzt die Pisa-Studie, dass fachliche Kompetenz und technische Ausstattung alleine nicht ausreicht, um hohe Bildungsstandards zu erfüllen. In der Lehre und damit auch in der Lehrerfortbildung regelt sich Qualität nicht von alleine auf ein akzeptables Niveau.

Die Fakultät für Maschinenwesen setzt daher auf zwei Maßnahmen, um die Qualität der Lehrerfortbildung dauerhaft zu gewährleisten:

- Zum einen soll eine umfassende wissenschaftliche Evaluation anhand anerkannter Kriterien und Maßstäbe Lehrenden und Lernenden die Qualität einzelner Lehrveranstaltungen aufzeigen.
- Zum anderen konkurrieren modulare Lerneinheiten von unterschiedlichen Anbietern, z. B. von Lehrstühlen, aber auch von externen Organisationen.

Auf diese Weise kann ein Markt entstehen, der über das Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage die Qualität nachhaltig beeinflusst. Dies betrifft sowohl die angebotenen Inhalte, da nur bedarfsgerechte Inhalte nachgefragt werden, als auch die Methoden. Fortbildungswillige Lehrkräfte und Verantwortliche der Schulverwaltungen erhalten über die Evaluierung und über

Erfahrungsberichte von Kollegen Informationen über die methodisch didaktische Durchführung. Die Anbieter erfahren unmittelbar über die Teilnehmerzahlen eine Rückmeldung über den Bedarf und die Qualität ihrer Lerneinheit. Da die Vergütung sich an den Teilnehmerzahlen orientiert, ist eine ausreichende Motivation zu erwarten, um dauerhaft Verbesserungen zu initiieren.

In einem Pilotversuch hat die Fakultät für Maschinenwesen bereits solche Lernmodule in Form von "Workshops" angeboten. Sechs Module aus den Bereichen Produktentwicklung, Maschinenelemente, Raumfahrttechnik, Bioverfahrenstechnik, Fertigungstechnik und Ergonomie (s. Bild 1) standen zu Auswahl. In kleinen Gruppen mit bis zu 10 Personen (Bild 2) sollten die Lehrerinnen und Lehrer Einblicke in aktuelle Forschungsvorhaben gewinnen, Informationen über aktuelle Problemstellungen und Forschungsergebnisse des Maschinenbaus erhalten, selber mit modernsten Forschungseinrichtungen Aufgaben lösen und weitergehendes umfangreiches Informationsmaterial erhalten. Die Lehrkräfte konnten in den Workshops erkennen, dass aktuelle Problemstellungen aus der High-Tech-Forschung durchwegs die an den Schulen zu vermittelnden Grundlagen voraussetzen. Auf diese Weise sind die Lehrkräfte in der Lage, ihren Schülern inhaltlich aktuelle und motivierende Problemstellungen zu bieten und können mit solchen Beispielen die Bedeutung des schulischen Wissens eindrucksvoll veranschaulichen.

Organisatorisch wurden die Workshops als eine eintägige Veranstaltung zentral von der Fakultät offeriert. Schulen und Verantwortliche aus dem Bereich der Lehrerfortbildung erhielten eine Einladung mit einem detaillierten Prospekt. Es meldeten sich 60 Teilnehmer, die überwiegend privat die Teilnehmergebühren entrichteten. Damit waren alle Plätze vergeben.

Die Evaluierung sollte konkrete Ansätze für Verbesserungen liefern und die Qualität der Veranstaltung erfassen. Mit einem standardisierten, anonymen Fragenbogen wurden neben allgemeinen Angaben folgende Kriterien untersucht:

- ◆ Auswahl der Fachinhalte
- ◆ Art der Durchführung / Methodik
- ◆ Fachkompetenz /Engagement/ Vermittlungsfähigkeit des Dozenten
- ◆ Schriftlichen Unterlagen
- ◆ Organisation
- ◆ Gesamteindruck

Die Kriterien wurden jeweils mit einer 6-stufigen Likertskaala skaliert. Ein Fragebogen sollte zu Beginn der Veranstaltung die Erwartungen und die Qualität der Vorinformationen erfassen.

Der zweite Fragebogen wurde nach der Veranstaltung bearbeitet, um die Qualität der Kurse zu messen.

Der dritte Fragebogen soll nach Ablauf von zwei Jahren die Langzeiteffekte und die Nachhaltigkeit aufdecken.

Die Ergebnisse der ersten und zweiten Umfrage sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Es beteiligten sich 22 Gymnasiallehrer und 32 Lehrkräfte aus beruflichen Schulen. Insgesamt wurden 54 Fragebögen ausgewertet.

Die inhaltliche Relevanz wurde sowohl für die private als auch für die unterrichtliche Verwendung als mittelmäßig eingestuft, wobei die Teilnehmer nach der Veranstaltung mehr Anwendungs-

Bild 2: Teilnehmer am Workshop Raumfahrttechnik bereiten einen Mikrometeoriteneinschlag vor

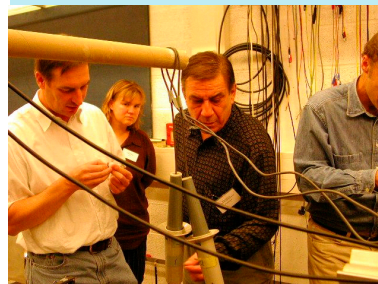


Bild 1: Werbeflyer des Ergonomie - Workshops



**Lehrerfortbildung
an der Fakultät für
Maschinenwesen**

**Der Lehrstuhl für Ergonomie:
Innovative Fahrerarbeitsplätze**

Dauer: ca. 3 Stunden
maximale Teilnehmerzahl: 10



Kontakt und Fachinformationen:
Herr Dr.-Ing. Herbert Rausch,
Lehrstuhl für Ergonomie,
Tel. 089/289-15394,
mail: rausch@lfe.mw.tum.de

Programm: Gesamtdauer: ca.3 Stunden

Einführung (20 Minuten)
Forschungsaufgaben des Lehrstuhls
Lehrstuhlführung, z. B.
⇒ Menschmodelle für computer aided design
⇒ Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen
(intuitive Bedienung von Maschinen)
⇒ Fahrzeugsitze der Zukunft, Schulmöbeldesign

Aufgabenstellung (10 Minuten)
Wie kann dem Fahrer am effektivsten die Fahrgeschwindigkeit angezeigt werden?
(Ist die Informationsverarbeitungskapazität von Autofahrern messbar?)

Lösungsansätze (100 Minuten)
Demonstration verschiedener Methoden
Selbstversuche im Fahrsimulator
(Tacho, Head-Up-Display, Aktives Stellteil)
Lösungsweg erarbeiten

Musterlösung (15 Minuten)
Präsentation einer aktuellen Feldstudie
Gemeinsam Teilprobleme und Lösungen einzelnen Schulfächern zuordnen

Diskussion (15 Minuten)
Möglichkeiten und Grenzen der Forschung im Bereich der Ergonomie am Beispiel der Gestaltung eines Fahrerarbeitsplatzes.
Bedeutung der gymnasialen Bildung für die moderne Forschung an der Schnittstelle zwischen Mensch und Technik

Transfer (10 Minuten)
Aufgabenblätter mit Lösungen ähnlicher Problemstellungen

Ausblick (10 Minuten)
Zentrale Probleme und Aufgabenstellungen der Ergonomie in der Zukunft.
Arbeitsblätter und Materialien für Schüler und Schülerinnen zum Weiterdenken...

Ergonomisch gestaltete Maschinen und Geräte sichern die Gesundheit der Bediener, sind möglichst intuitiv und effektiv zu bedienen und bieten bestmöglichen Komfort.

Die meisten Aufgaben und Probleme aus der Ergonomie sind unmittelbar und anschaulich erlebbar ..



Lenken und bremsen Sie (im Simulator) mit dem Aktiven Stellteil! Beurteilen sie innovative Anzeige- und Führungskonzepte!

Das können auch Ihre Schüler und Schülerinnen lösen!

In Mathematik: Statistik - Mittelwert - Streuung - t-Test

In Biologie: Physiologie des Auges

In Physik: Optische Abbildung

z. B. Aufgaben- und Infoblätter zu
⇒ mentalen Belastungen des Menschen
⇒ Fahrerassistenzsystemen: Spurhaltungshilfen
⇒ Aktive Stellteilen
u.v.m.

© Design LfE, Änderungen vorbehalten

gebiete sahen. Die private Bedeutung wird dabei etwas höher eingeschätzt (2,78 zu 3,24). Der Umfang und der Schwierigkeitsgrad entsprachen den Erwartungen. Die Art der Durchführung, die Abwechslung und die Mitwirkungsmöglichkeiten wurden gut beurteilt. Mit den konkreten Verbesserungsvorschlägen der Teilnehmer können einzelne Phasen noch verbessert werden. Sehr gute Werte für die Fachkompetenz der Dozenten (1,39), großes Engagement (1,65) und Vermittlungsfähigkeit (1,64) zeigen, dass auch kritische Lehrkräfte die persönlichen Leistungen und die Kompetenz der Dozenten anerkannten. Die Berufsschullehrer hoben die fachliche Kompetenz besonders hervor. Die bereitgestellten Unterlagen waren vollständig (1,83), eher zu umfangreich (3,96) und in ansprechender Form (2,02) vorbereitet worden. Für die Organisation gab es ebenfalls gute Noten, wobei die Vorab-Informationen nur befriedigend (3,39) bewertet wurden und deshalb überarbeitet werden sollten. Interessant erscheinen die Urteile über die Kosten. Das eher negative Voraburteil (3,77) wurde nach der Veranstaltung leicht nach oben korrigiert (3,58). Vor allem die Gymnasiallehrer waren mit den Kosten nicht zufrieden (4,75), während die Berufsschullehrer (2,89) hier eher eine angemessene Vergütung sahen, wohl weil kostentransparente Fortbildungen hier bereits üblich sind und die Kosten teilweise von den Regierungen übernommen wurden. Zusammenfassend fällt das Gesamturteil beider Lehrergruppen (Gymnasiallehrer 2,08, Berufsschullehrer 2,04) gut aus.

Inwieweit diese Bewertung sich nach längerer Zeit verändert, soll eine die dritte Befragung aufdecken. Die Lehrkräfte werden über die Anwendungsmöglichkeiten im Schulalltag und nach der Durchsicht der schriftlichen Unterlagen ein weiteres Urteil abgeben.

Die Evaluierung beruht ausschließlich auf subjektiven Einschätzungen der Teilnehmer. Für die Auswahl der Lerninhalte wird dabei unterstellt, dass Lehrkräfte ihren Fortbildungsbedarf selbst zuverlässig einschätzen können. Um die Validität zu überprüfen, könnten zusätzlich "Experten", z. B. aus dem Bereich der staatlichen Schulaufsicht und der Wissenschaft, befragt werden oder die angebotenen Inhalte mit den Lehrplänen verglichen werden. Hier wird unterstellt, dass Lehrkräfte, anders als Schüler, als "Experten" betrachtet werden können, die aufgrund ihrer Ausbildung und Unterrichtserfahrung bei der subjektiven Bewertung diese Vorgaben mitberücksichtigen. Die "Experten" aus der Forschung und Lehrerbildung sind als Anbieter bereits integriert. Zudem fließen mittelfristig die Urteile der Schulbehörden durch die Finanzierung und Auswahl einzelner Fortbildungsmaßnahmen entsprechend den Marktesetzen systembedingt mit ein.

Um die Effektivität der Vermittlung (Methodik) zu beurteilen, könnten neben den subjektiven Urteilen der Teilnehmer z. B. lernzielorientierte Tests durchgeführt werden. Die Konzeption der hier vorgestellten Fortbildungsmaßnahmen sieht dies nicht vor, da auch bei erheblichen Aufwand für diese sehr heterogenen und sich schnell ändernden Lernziele kaum valide Ergebnisse zu erwarten sind. Mittelfristig erscheint der Weg über konkurrierende Angebote deutlich wirksamer und ökonomischer. Die methodisch "fachkundigen" Teilnehmer können aus unterschiedlichen Angeboten im eigenen Interesse die Effektivsten auswählen und steuern so über die Nachfrage auch die methodische Qualität.

Die Evaluation hat das Konzept mit

- ◆ forschungsnahen, aktuellen Inhalten und konkreten Bezügen zum Schulunterricht,
- ◆ problemorientierter Gruppenarbeit mit detailliertem Informationsmaterial und
- ◆ marktwirtschaftlicher Regulierung der Qualität

im ersten Versuch eindrucksvoll bestätigt. Es bietet den Lehrstühlen eine Plattform, um Technik breit zu präsentieren und gemeinsam für Technik und technisch orientierte Berufe zu werben. In den nächsten Angeboten sollen die Themen weiter adressatengerecht erweitert werden und neben den Workshops auch Demonstrationen, Vorträge und Praktika in Absprache mit den Schulbehörden angeboten werden.

Inhalte

	1	2	3	4	5	6		arithm. Mittel werte
Die angebotenen Fachinhalte erscheinen mir allgemein als							sehr wichtig	
sind für meinen Unterricht							sehr wichtig	
sind für mich privat							sehr wichtig	
Der Umfang der angebotenen Inhalte war							viel zu groß	
der Schwierigkeitsgrad erscheint mir als							viel zu gering	
							völlig unbedeutend	
							völlig unbedeutend	
							völlig unbedeutend	
							viel zu gering	
							viel zu groß	

Methodik

Die Art der Durchführung erscheint mir als	sehr effektiv						völlig unbrauchbar	
meine Mitwirkungsmöglichkeiten waren	sehr gut						viel zu gering	
Abwechslungsreichtum	sehr kurzweilig						sehr langweilig	

Dozent

Fachkompetenz	sehr hoch						gering	
Engagement	sehr groß						gering	
Vermittlungsfähigkeit (Auftreten, Sprache, ..)	sehr gut						schwach	

Schriftliche Unterlagen

Umfang	zu wenig						zu viel	
Vollständigkeit	sehr umfassend						sehr lückenhaft	
Verständlichkeit	sehr gut						unverständlich	
Form (Layout, Format..)	sehr ansprechend						schlampig	

Organisation

Die Organisation klappte	perfekt						war chaotisch	
Der Zeitrahmen war	zu kurz						zu lang	
Betreuung	sehr angenehm						abweisend	
Informationen	umfassend						desolat	
Kosten	äußerst preiswert						sehr teuer	

Gesamturteil

Die Veranstaltung würde ich mit folgender Schulnote (1..6) beurteilen:								
--	--	--	--	--	--	--	--	--

Impressum:

Herausgegeben vom
Lehrstuhl für Ergonomie
 Technische Universität München
 Boltzmannstrasse 15
 85747 Garching
 Tel. 089/ 289-15388
 www.ergonomie.tum.de

Verantw. i.S.d.P.:
 Prof. Dr. H. Bubb
 Layout: Werner Zopf
 Redaktion:
 Dr. Herbert Rausch, Werner Zopf
 Druck: Inhouse production LfE
 ISSN: 1616-7627

Tabelle 1: Ergebnisse der Befragung vor und nach der Veranstaltung.

Dr. Jörn Zülch in den Ruhestand verabschiedet



Dr. Zülch tritt mit Wirkung vom 1. Juli 2004 in den Ruhestand. Nach dem Studium der Elektrotechnik und einem kurzen Zwischenspiel in der Industrie begann er seine akademische Laufbahn am 1. Juli 1976 bei Prof. Müller-Limmroth am Institut für Arbeitsphysiologie. Im Dezember 1983 promovierte er mit dem Thema "Experimentelle Untersuchung zur Entfernungseinstellung des menschlichen Auges bei kontinuierlich veränderten Sollwert der Sehentfernung". Licht,

Beleuchtung und die Gestaltung von optischen Informationsmitteln unter Berücksichtigung der Eigenschaften des menschlichen Auges wurden dann Gegenstand seines weiteren beruflichen Lebens. Er übernahm am Institut für Arbeitsphysiologie die Leitung der Gruppe Optik und blieb dann auch bei der Auflösung des Instituts und der Übernahme in den Lehrstuhl für Ergonomie der Spezialist für Licht und Beleuchtung. Wir verdanken ihm den sachgerechten Aufbau unseres optischen Labors und einige wichtige optische Demonstrationsobjekte für die Vorlesung und das Praktikum. Er hielt für Lehramtskandidaten die Vorlesung

"Grundzüge der Anatomie und Physiologie", die niemand am Lehrstuhl nach seinem Weggehen übernehmen konnte. Sie wird jetzt aus der Fakultät für

Medizin bestritten. Nicht nur deswegen, sondern auch wegen seiner freundlichen und immer hilfsbereiten Art den Kollegen und den Studenten gegenüber, seiner Gelassenheit, auch einmal für einen Wissenschaftler unangenehme Aufgaben verwaltungstechnischer Natur zu übernehmen, und nicht zuletzt wegen seines tiefen Know-hows in allen beleuchtungstechnischen Fragen werden wir ihn vermissen. Mit ihm haben wir zudem unser Standbein im Bereich der Normung ergonomischer Bildschirmereigenschaften verloren ohne einen adäquaten Ersatz benennen zu können.

Wir wünschen ihm für seinen „3. Lebensabschnitt“ eine gute, gesunde Zeit und hoffen, ihn bei den regelmäßigen Feiern des Lehrstuhls an Weihnachten und beim Sommerfest, aber auch zwischen durch recht oft wieder willkommen heißen zu können.



Evaluation von Software am Beispiel einer eLearning - Anwendung

Rolf Zöllner

"Wie gut kommt der User mit meiner Software zurecht?" "Warum nur verwendet das neue Tool niemand?" "Wie sollen wir den Prototypen unserer Applikation weiterentwickeln, damit er den Anforderungen der Anwender entspricht?" "Erfüllt die teure Anwendung überhaupt ihren Zweck?"

Diese und ähnliche Fragen stellen sich jedem Software-Entwickler oder IT-Entscheider, wenn neue Software-Anwendungen erstellt oder kommerzielle Lösungen eingeführt werden. Für die systematische und fundierte Beantwortung stehen die Prüfmethode und -verfahren der Evaluation bereit, mit deren Hilfe wissenschaftlich begründete Aussagen getroffen werden.

Eine besonders effektive und effiziente Methode der Evaluation ist die systemergonomische Herangehensweise (siehe VDMA- Leitfaden Softwareergonomie; Riegler, 2004). Die systemergonomischen Prüfmethode fokussieren den Informationsfluss zwischen Mensch und Maschine im Allgemeinen bzw. Mensch und Software im Besonderen.

Ausgangspunkt ist die spezifische Aufgabe, die der Nutzer mit der Software-Applikation bewältigen will. Demnach ist zu prüfen, inwieweit die Software ihren Zweck erfüllt, d.h. inwieweit der Nutzer bei der Erreichung seiner Ziele unterstützt wird. Dazu ist die Eingabe des Nutzerwillens in die Maschine und die Rückmeldung der Wirkung durch die Maschine erforderlich. Der Nutzer muss stets den Systemzustand erkennen können, d.h. welche Wirkung seine Bedienaktionen hatten und welchen aufgabenbezogenen Erfolg er damit erzielt. Ein dritter Aspekt ist die Betrachtung der Kompatibilität, d.h. wie groß der kognitive Aufwand für den Nutzer ist, um die gebotenen Informationen aufgabenorientiert zu verarbeiten.

Evaluieren, damit die Kundenzufriedenheit steigt

Ganz allgemein geht es bei der Evaluation darum, den Wert einer Software - sei es für den Nutzer oder das Unternehmen als Ganzes - festzustellen (Scriven, 1980). Evaluation ist aber nicht nur eine ziel- und zweckorientierte Erfolgskontrolle, vielmehr soll sie im Idealfall den Software-Entwicklungsprozess begleiten und dem Entwickler konkrete Planungs- und Entscheidungshilfen an die Hand geben, wie er seine Software-Anwendung noch besser machen kann (Wottawa & Thierau, 1990). Schließlich soll am Ende der Produktentwicklung eine maßgeschneiderte Lösung stehen, die den Erwartungen, Bedürfnissen und Anforderungen der Zielgruppe exakt entspricht. In der Konsequenz werden Kunden gewonnen, die zufrieden sind, gerne wieder ein Produkt des Software-Entwicklers kaufen und ihre guten Erfahrungen an andere potenzielle Neukunden weitergeben - die beste und billigste Werbung für die Software.

Was wird bei einer Evaluation untersucht

Abbildung 1 gibt einen Überblick über wesentliche Zielkorridore, die durch die Evaluation von Software-Anwendungen eröffnet werden und im Zuge der hier exemplarisch aufgezeigten entwicklungsbegleitenden Evaluation einer eLearning-Anwendung, konkretisiert wurden. Die hier beschriebene Evaluation setzte an drei Punkten an. An erster Stelle steht der Nutzer im engeren Sinne. Hier wird vor allem auf die konativ-motivationalen Aspekte Bezug genommen und untersucht, inwieweit der Software-Nutzer die realisierte Anwendung annimmt oder ablehnt. Weiterhin wird die Nutzungsmotivation festgestellt. Letztere versteht sich als der Einsatz von Zeit- und Arbeit, zudem der Nutzer bereit ist, sich mit der Software auseinanderzusetzen, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Die Bereitschaft Zeit und Arbeit zu investieren wird dabei umso größer sein, je größer der erwartete und erfahrene Nutzen der Software für die Zielerreichung ist. Auf emotionaler Ebene steht dieser Aspekt mit der Nutzerzufriedenheit in Beziehung.

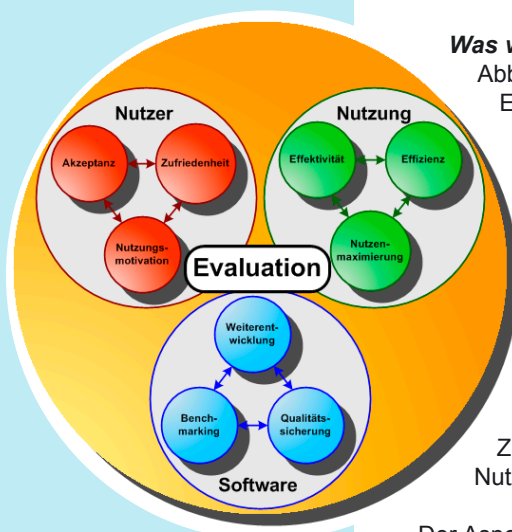


Abbildung 1
Zielkorridore der Evaluation von
Software

Der Aspekt "Nutzungsmotivation" steht über die konativ-motivationalen Aspekte im engen Zusammenhang mit der tatsächlichen Nutzung der Software, dem so genannten "performanten Nutzungsverhalten". Die Evaluation von Software versteht sich in diesem Zusammenhang als Erfolgskontrolle und trifft eine Aussage zur subjektiv-erlebten oder objektiv-gemessenen Effektivität und Effizienz der Software für die Aufgabenbewältigung und Ziel-Erreichung. Unter diesem Vorzeichen sollen anhand der Evaluation Aussagen getroffen werden, wie durch die Nutzung der Soft-

ware die Vorteile für den einzelnen Anwender und/oder für das Unternehmen als Ganzes maximiert werden können.

Dieser Aspekt führt unmittelbar zu drei weiteren Fragestellungen, die mit Hilfe der Evaluation von Software beantwortet werden:

- ◆ Wie gut ist meine Anwendung im Vergleich zu anderen vergleichbaren Anwendungen?
- ◆ Wie kann ich meine Anwendung kundenorientiert weiterentwickeln und noch besser machen?
- ◆ Wie kann die Qualität meiner Anwendung sichergestellt werden?

Die beiden letztgenannten Fragen werden durch die entwicklungs- und einsatzbegleitende Evaluation von Software beantwortet. Der Softwarenutzer kann aufgrund seiner unmittelbaren Nutzungserfahrung konkrete Hinweise und Verbesserungsvorschläge aus der Praxis geben. Die erste Frage kann sich dagegen einerseits darauf beziehen, in wie weit die umgesetzten Veränderungen einer Weiterentwicklung ein- und derselben Software positive oder negative Wirkung hatten. Andererseits kann aber auch ein Vergleich zwischen unterschiedlichen Produkten vorgenommen werden. Ziel ist es dann, ein begründetes Urteil darüber zu fällen, welche Software für den beabsichtigten Einsatzzweck und die Nutzerzielgruppe besser geeignet ist.

Evaluation eines Lernmoduls im BMBF-Projekt Integral II

So unterschiedlich Evaluationen zur Prüfung von Software-Anwendungen auch sein mögen, gemeinsam ist allen die systematische Vorgehensweise, die dem wissenschaftlichen Kenntnisstand und den Methodenstandards entsprechen sollte. Im Folgenden wird anhand eines konkreten Beispiels die praktische Umsetzung einer entwicklungsbegleitenden Evaluation von Software am Beispiel einer eLearning-Anwendung beschrieben.

Ein Lernmodul über die Gestaltung von Stellteilen zur Steuerung von Kraftfahrzeugen

Im Rahmen des BMBF-Projektes Integral II (BMBF, 2004), das die Entwicklung, Erprobung und Evaluation eines multimedialen Lehrsystems zur Vermittlung von arbeitswissenschaftlichen Lehrinhalten an der Hochschule zum Gegenstand hatte, wurde am Lehrstuhl für Ergonomie der Technischen Universität München eine Lerneinheit über die Gestaltung von Stellteilen zur Steuerung von Kraftfahrzeugen erarbeitet. Das erstellte Lernmodul können Interessierte im World Wide Web unter der URL

<http://www.integral2.iaw.rwth-aachen.de> aufrufen und nutzen. Die Weiterentwicklung dieses Lernmoduls wird kontinuierlich vorangetrieben und durch Evaluationsläufe begleitet. Bisher wurden zwei Evaluationsläufe vorgenommen, welche den Entwicklungsprozess maßgeblich beeinflussten.

Die Grundkonzeption des Lernmoduls realisiert eine konsequente handlungsorientierte Ausrichtung: Die Studenten erarbeiten sich das einschlägige Fachwissen und die entsprechenden Methodiken anhand von detaillierten

Problemstellungen und praktischen Anforderungen. Der Einsatz vielfältiger multimedialer Informationseinheiten (siehe Abb. 2), wie Grafiken, Abbildungen, Videosequenzen u.a. unterstützt die Effektivität und die Effizienz des Lernprozesses und der aktiven Wissenskonstruktion. Die inhaltliche Bezugnahme auf ergonomische Werkzeuge, Datenbanken und Simulationsmodelle wie z. B. das anthropometrische Menschmodell RAMSIS, das Datenbanksystem CAHR (=Connectionism Assessment of Human Reliability; Sträter, 1997) zur Bewertung der menschlichen Zuverlässigkeit oder das ergonomische Expertensystem EKIDES (=Ergonomics Knowledge and Intelligent Design System; Schmidtke, Jastrzebska-Fraczek, 2003) unterstreicht den arbeitswissenschaftlichen Praxisbezug. Zur Einschätzung des Lernerfolges erhalten die Studenten über vielfältige Kontrollfragen detaillierte Rückmeldung über ihren individuellen Lernfortschritt. Der modulare Aufbau der einzelnen Informations-, Methoden- und Aufgabenbausteine des Lernmoduls eröffnen den Studierenden möglichst weite Entscheidungsfreiräume und Lösungswege. Zudem erleichtert das Modulkonzept die kontinuierliche Aktualisierung und die inhaltliche Verzahnung der Lerneinheit mit dem universitären Lehrsystem. Durch die webbasierte Realisierung können sich



Abbildung 2
Startseite des Lernmoduls

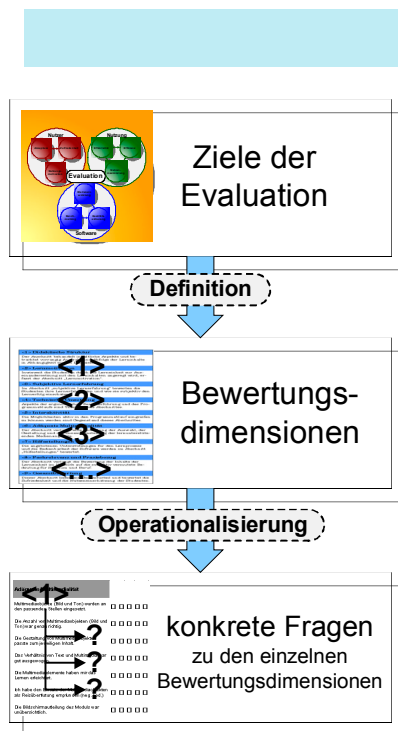


Abbildung 3
Vorgehen bei der Entwicklung des Fragebogens

<1> Didaktische Struktur

Der Abschnitt behandelt inhaltliche Aspekte und betrachtet vorrangig Auswahl und Abfolge der Lerninhalte in Abhängigkeit zu den Lehrzielen.

<2> Lernmotivation

Inwieweit die Studenten durch die Lerneinheit zur Auseinandersetzung mit den Lerninhalten angeregt wird, erfasst der Abschnitt „Lernmotivation“.

<3> Subjektive Lernerfahrung

Im Abschnitt „subjektive Lernerfahrung“ bewerten die Studenten ihre Lernerfahrungen und wie sie subjektiv den Lernerfolg einschätzen.

<4> Technische Umsetzung

Aspekte der ergonomischen Benutzerführung und des Programmablaufs sind Thema dieses Abschnittes.

<5> Interaktivität

Die Möglichkeiten aktiv in den Programmablauf eingreifen zu können werden sind Gegenstand dieses Abschnittes.

<6> Adäquate Multimedialität

Der Abschnitt verlangt eine Bewertung der Auswahl, der Gestaltung und der Zusammenstellung der lernunterstützenden Medienangebote.

<7> Hilfestellungen

Die angebotenen Unterstützungen für den Lernprozess und die Bedienbarkeit der Software werden im Abschnitt „Hilfestellungen“ bewertet.

<8> Fachrelevanz und Praxisbezug

Der Abschnitt verlangt die Bewertung der Inhalte der Lerneinheit im Hinblick auf die subjektiv vermutete Bedeutung für Studium und Beruf.

<9> Gesamtbewertung

Dieser Abschnitt liefert ein Gesamturteil und bewertet die Zufriedenheit und die Nutzeneinschätzung der Studenten.

Studenten zeit- und ortsunabhängig die interessierenden Wissensinhalte schnell und effektiv aneignen.

Die Evaluation der Lerneinheit

Ausgehend von den Zielkorridoren der Evaluation (siehe Abbildung 1) wurde das Lernmodul in zwei Entwicklungsstufen bewertet. Die Evaluation des Lernmoduls zielte darauf ab Kenngrößen zu generieren, die einerseits Aussagen darüber ermöglichen, inwieweit die Anforderungen und Erwartungen der Studenten durch die eLearning-Anwendung getroffen werden. Andererseits sollten die Ergebnisse Verbesserungspotenziale und Anhaltspunkte für die Weiterentwicklung des Lernmoduls aufgrund der Nutzungserfahrungen der Studenten liefern. Die beiden Evaluationsläufe wurden mittels eines standardisierten Fragebogens vorgenommen. Die inhaltliche Konzeption des Prüfinstrumentes orientierte sich an den systemergonomischen Grundmaximen. Die neun inhaltlichen Dimensionen (siehe Tabelle 1) des Fragebogens beinhalten dazu Fragestellungen, welche die abstrakten

tungsskala, inwieweit sie den konkreten Fragestellungen zustimmen oder sie ablehnen. Eigene Kommentare und Verbesserungsvorschläge konnten die Studenten am Ende des Fragebogens adressieren. Abbildung 3 skizziert das Vorgehen bei der Entwicklung des Evaluationsfragebogens.

Die beiden Evaluationsläufe fanden im Rahmen des "Ergonomischen Praktikums", Modul Regelungstechnik statt. Mit dem Ziel weiterführende Informationen zur Gestaltung der Lernsituation zu erhalten wurde eine quasiexperimentelle Situation geschaffen und beim ersten Evaluationslauf zwei Instruktionsbedingungen für die Bearbeitung des Lernmoduls eingeführt: Die Bedingung "ohne Aufgabenblatt" verlangte von den Studenten die Bearbeitung der Lerninhalte ohne weitere Hinweise zur Aufgabenstellung. Didaktischen Überlegungen folgend erhielten die Studenten unter der zweiten Bedingung "mit Aufgabenblatt" zusätzliche Instruktionen und sollten anhand eines "roten Fadens" vorgegebene Aufgaben mit dem erworbenen Wissen bearbeiten. Der zweite Evaluationslauf erfolgte mit dem, anhand der Ergebnisse des ersten Evaluationslaufes weiterentwickelten Lernmoduls.

Als Ergebnis konnten sowohl durch die erste als auch durch die zweite Evaluation wichtige Anregungen und Entscheidungshilfen für die nutzergerechte Weiterentwicklung des Lernmoduls gewonnen werden. Die erhobenen Nutzerurteile zeigten einerseits, wo welcher Handlungsbedarf für Verbesserungsmaßnahmen bestand und andererseits welche Aspekte bereits gut den Nutzeranforderungen entsprachen. So wünschten die befragten Studenten insbesondere eine Steigerung der Interaktivität und der Multimedialität. Über die generierten statistischen Kennzahlen konnten zudem die interessierenden Fragestellungen der Zielkorridore der Evaluation (siehe Abb.1) beantwortet werden.

Setzt man den ersten Evaluationslauf als Baseline-Messung an, so zeigt der inferenzstatistische Vergleich der Kennzahlen aus beiden Evaluationsläufen, ob die Veränderungen und Weiterentwicklungsmaßnahmen die erhoffte Wirkung hatten. Dies konnte beispielsweise hinsichtlich der vorgenommenen Modifikationen zur inhaltlichen Auswahl und Abfolge der Lerninhalte gezeigt werden: Die Hervorhebung und Akzentuierung des "roten Fadens", entlang dem sich die Studenten die Lerninhalte erschließen, führte bei der Bewertungsdimension "didaktische

Tabelle 1
Dimensionen des Evaluationsinstruments

Zielkorridore konkretisieren und "messbar" machen. Dazu beurteilen die Studenten auf einer fünfstufigen Bewer-

Struktur" zu signifikanten Verbesserungen der Beurteilungen. Damit korrespondierend wurde die subjektive Lernerfahrung signifikant besser bewertet - ein Zusammenhang, der auch als Indikator für die Validität des eingesetzten Evaluationsfragebogens zu werten ist.

Die Analyse des quasi-experimentellen Untersuchungsdesigns gab Anhaltspunkte über den Einfluss der Instruktionssituation auf den Lernprozess und lieferte interessante Gestaltungshinweise. Die meisten Studenten gingen beim Erarbeiten der Lerninhalte nach Inhalt und Aufbau des Aufgabenblattes vor und nicht, wie beabsichtigt, anhand der inhaltlichen Struktur des Lernmoduls. Als Konsequenz daraus wurden die Aufgabenstellungen in der weiterentwickelten Version in das Lernmodul integriert. Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen zeigte die oben beschriebene Verbesserung der Bewertungen der didaktischen Struktur und der subjektiven Lernerfahrung. Die varianzanalytische Untersuchung des Datenmaterials aus dem ersten Evaluationslauf lieferte zudem unerwartete Hinweise auf geschlechtsspezifische Unterschiede der Bewertungen in Abhängigkeit zur Instruktionsbedingung. Die Ergebnisse lassen tendenziell auf unterschiedliches Lernverhalten von weiblichen und männlichen Studenten schließen.

Abbildung 4 zeigt diese statistische Interaktion am Beispiel der Bewertung der Verständlichkeit der Lerninhalte: Während die männlichen Studenten den Lernstoff unabhängig vom Aufgabenblatt als verständlich einstufen, ist das für die weiblichen Studenten nur unter der Instruktionsbedingung "mit Aufgabenblatt" der Fall. Das Datenmaterial kann dahingehend interpretiert werden, dass die Studentinnen eher pragmatisch-problemorientiert an die Lerneinheit herangingen - die Studentinnen erwarteten von der Lerneinheit konkrete Fragestellungen anhand derer die Lerninhalte erarbeitet und vertieft werden konnten. Dagegen lässt sich die Herangehensweise der männlichen Studenten eher als idealistisch und intrinsisch-motiviert beschreiben. Diese Interpretation wurde gestützt durch weitere Antwortmuster bei den Fragen zur "didaktischen Struktur", insbesondere hinsichtlich der Einschätzung, inwieweit der inhaltliche Aufbau der Lerneinheit klar erkennbar und Aufgabenstellung sowie Zielsetzung der Lerneinheit offensichtlich waren.

Fazit:

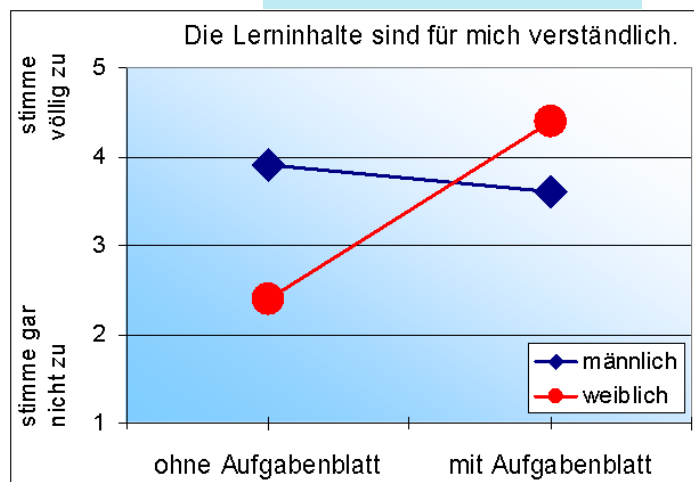
Kosteneinsparung und zufriedene Nutzer

Die begleitende Evaluation des Lernmoduls zeigt, dass die kontinuierliche

Prüfung eines Prototypen an Stichproben der späteren Nutzerzielgruppe eine zielgerichtete und begründete Weiterentwicklung ermöglicht: Das Ergebnis ist eine effektive eLearning-Anwendung, die von Studenten angenommen wird. Weiterhin können durch frühzeitige und regelmäßige, bereits im Entwicklungsprozess einsetzende Evaluationen erhebliche Kosten vermieden werden. Diese Kosten entstehen dann, wenn das fertige Endprodukt nicht den Nutzererwartungen und -anforderungen entspricht und keine Akzeptanz findet. In diesem Fall sind entweder aufwändige nachträgliche Produktanpassungen vorzunehmen oder es muss, gemäß dem Push-Prinzip, mit teuren Marketingmaßnahmen die "Werbetrommel gerührt" und Kundenakzeptanz und -zufriedenheit "künstlich" geschaffen werden. Demgegenüber steht der relativ geringe Zeit- und Kostenaufwand für eine entwicklungsbegleitende Evaluation, die bereits frühzeitig die zielgruppengerechte Gestaltung und die Qualität der Anwendung sicherstellt. Im vorgestellten Praxisbeispiel wurde aufgrund der zielgruppenspezifischen Anforderung eine strukturierte und angepasste Form der Präsentation des Lernstoffes realisiert, welche eine Differenzierung nach dem Vorwissen, der individuellen Leistungsfähigkeit sowie eine Anpassung an individuelle Lernstile und -gewohnheiten ermöglicht. Durch die Evaluierung wurden signifikante, geschlechtsspezifische Anforderungen und Wünsche der Benutzerführung gefunden, die bei der weiteren formalen Gestaltung gut berücksichtigt werden können. Durch diese Maßnahmen ist davon auszugehen, dass die Erwartungen und Anforderungen der Studenten noch besser getroffen werden, damit die Studenten gerne und effektiv mit der eLearning-Anwendung lernen.

Im Artikel verwendete Begriffe werden nachfolgend erklärt . . .

Abbildung 4
Interaktion der Instruktionsbedingung "ohne Aufgabenblatt" vs. "mit Aufgabenblatt" mit dem Geschlecht "weiblicher Student" vs. "männlicher Student"



Literatur

- Bubb, H. (1993). Systemergonomie. In H. Schmidtke (Hrsg.) Ergonomie. pp. 305-458. München: Hanser.
- BMBF (2004). Kursbuch elearning 2004. Produkte aus dem Förderprogramm. Sankt Augustin: DLR.
- Deutsche Gesellschaft für Evaluation (2002). Standards für Evaluation. Köln: DeGEval.
- Jastrzebska-Fraczek I., Bubb, H. (2003). Software Design and Evaluation by Ergonomics Knowledge and Intelligent Design System (EKIDES) In PsychNology Journal, Volume 1, Number 4, 378-390
- Rausch, H., Zöllner, R. (2004). Gestaltung von Stellteilen zur Steuerung von Kraftfahrzeugen. Ein Lernmodul in Integral II. In Vorbereitung.
- Schmidtke, H., Jastrzebska-Fraczek, I. (2000). Test and Evaluation of Work Places and Products with WIN-EDS 2000 (a first bilingual database system of ergonomics). Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000 Congress 6-689
- Schmidtke, H., Jastrzebska-Fraczek, I. (2003). EKIDES 3.01 (Ergonomics Knowledge and Design System). Zweisprachiges Datenbanksystem für Ergonomie. Ingenieurbüro für Ergonomie München.
- Sträter, O. (1997). Beurteilung der menschlichen Zuverlässigkeit auf der Basis von Betriebserfahrung. Garching: GRS.
- Riegler, T. (2004). Leitfaden Softwareergonomie. Frankfurt: VDMA-Verlag.
- Wessells, M. G. (1994). Kognitive Psychologie. München: Reinhardt.
- Wottawa, H., Thierau, H.: Evaluation. Huber Verlag. Bern, 1990.

Begriffserklärungen:

Evaluation

Evaluation ist die systematische Untersuchung des Nutzens oder Wertes eines Gegenstandes. Solche Evaluationsgegenstände können z.B. Programme, Projekte, Produkte, Maßnahmen, Leistungen, Organisationen, Politik, Technologien oder Forschung sein. Die erzielten Ergebnisse, Schlussfolgerungen und Empfehlungen müssen nachvollziehbar auf empirisch gewonnen qualitativen und/oder quantitativen Daten beruhen (Deutsche Gesellschaft für Evaluation, 2002).

Inferenzstatistische Verfahren

Inferenzstatistische Verfahren geben an, wie gut aufgrund einer Untersuchung an einer Stichprobe aus einer Grundgesamtheit auf die Verteilung der untersuchten Merkmale aller Personen in dieser Grundgesamtheit geschlossen werden kann. Ein wichtiger Bereich der Inferenzstatistik ist die Überprüfung statistischer Hypothesen, z.B. ob sich Mittelwerte unterscheiden u.a.

Varianzanalyse

Die Varianzanalyse ist ein statistisches Verfahren zur Überprüfung von Mittelwertsunterschieden zwischen Gruppen.

Validität

Die Validität bezeichnet die Gültigkeit eines psychologischen Messinstrumentes wie z.B. eines Fragebogens oder eines Tests. Sie gibt an, wie gut das Instrument in der Lage ist das zu messen, was es zu messen vorgibt.

Quasiexperimentelle Untersuchung

Quasiexperimentelle Untersuchungen sind Untersuchungen, bei denen die Zugehörigkeit der Untersuchungsteilnehmer zu den Versuchsbedingungen vorgegeben ist bzw. eine zufällige Zuteilung nicht möglich oder sinnvoll ist.

Systemergonomische Herangehensweise

Die systemergonomische Herangehensweise untersucht die prinzipielle Struktur der Einbindung des Menschen in ein komplexes System, das aus dem Systemelement Mensch und dem Systemelement Maschine (z.B. technische Geräte, wie z.B. Autos, Fertigungsroboter, Computer u.a.) besteht. Ihr Ziel ist es, ausgehend von der zur erfüllenden Aufgabe, Hinweise für die Gestaltung der Interaktion, d.h. des Informationsflusses, zwischen Mensch und Maschine zu erhalten.

Maschine

Eine Maschine bezeichnet im Allgemeinen eine mechanische, aus zueinander beweglichen Teilen zusammengesetzte Vorrichtung, die primär das Ziel hat, Energie umzusetzen und die als eigenständige Einheit unabhängig von der Umgebung funktionsfähig ist. Im vorliegenden Zusammenhang wird der Begriff Maschine in einem erweiterten Verständnis gebraucht und bezeichnet allgemein technische Systeme also auch PC und Software-Technik.

Kognitiver Aufwand

Der kognitive Aufwand bezeichnet hier die Art und das Ausmaß der mentalen Informationsverarbeitungsprozesse, die ein Mensch vornehmen muss, um Information zwischen verschiedenen Informationskanälen umzucodieren.

Konativ-motivationale

Konativ-motivationale Aspekte bezeichnen Gegebenheiten der Gerichtetheit einer Person auf, für die Zukunft, angestrebte Ziele, d.h. es geht hier um die Frage des "Wollens".

Performantes Verhalten

Performantes Verhalten bezeichnet in der Psychologie tatsächlich ausgeführte und damit beobachtbare Aktionen und Handlungen einer Person.

Referenzen:

Schmidtke, H., Jastrzebska-Fraczek, I. (2000).
Test and Evaluation of Work Places and
Products with WIN-EDS 2000 (a first bilin-
gual database system of ergonomics).
Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000
Congress 6-689

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

Abbildung 1
Screenhot zur Detailanalyse
"Inhaltliche Aufbereitung"

Wie gut entspricht eine eLearning-Anwendung ergonomischen Kriterien?

Die Checklisten zur Produktanalyse in EKIDES

Rolf Zöllner

Wie kann ich schnell und unkompliziert die ergonomischen Schwachpunkte einer eLearning-Anwendung herausfinden?

Das Ergonomics Knowledge and Intelligent Design System (EKIDES; Schmidtke, H., Jastrzebska-Fraczek, I.; 2000) bietet für diese Frage eine spezielle Checkliste an, mit der sich eLearning-Anwendungen mit minimalem Zeit- und Arbeitsaufwand bewerten lassen.

Entwickler von eLearning-Anwendungen können so den neuesten Stand ergonomischer Kenntnisse bereits in den frühen Stadien der Softwarekonzeption und -entwicklung berücksichtigen.

Entscheiden, die über Auswahl und Einsatz von

Hauptmenü Produktanalyse		Bedeutung der Farbkodierung
Produkt	Integral II - Lernmodul LfE	Verteilung der Positionen
In dem Bereich	Inhaltliche Aufbereitung	gibt es 19 Checkpositionen
1	Die Formulierung der Lerninhalte ist nicht eindeutig und kann missverständlich/unverständlich sein.	<input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Nicht zutreffend
2	Die Auswahl und der Umfang von Erklärungen und Definitionen ist nicht auf den Kenntnisstand des Lerners abgestimmt.	<input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Nicht zutreffend
3	Die Formulierung und die Komplexität der Erklärungen und Definitionen sind nicht auf den Kenntnisstand des Lerners abgestimmt.	<input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Nicht zutreffend
4	Die Lerneinheit enthält keine Beispiele, welche die abstrakten Lerninhalte konkretisieren.	<input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Nicht zutreffend
5	Die Lerneinheit enthält keine Beispiele, welche den Praxisbezug der Lerninhalte aufzeigen.	<input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Nicht zutreffend

Anthropometrie

Die Anthropometrie und Menschmodellierung beschäftigt sich mit der Untersuchung von Aspekten wie Körpermaße, Haltung und Bewegung, Sitzen, Komfort sowie Kräfte. Ziel der Untersuchungen ist eine mathematische Formulierung menschlicher "Parameter".

Menschmodell RAMSIS

RAMSIS steht für "Rechnerunterstütztes Anthropologisches Mathematisches System zur Insassen-Simulation" und unter Einbindung deutscher Automobilfirmen und Sitzhersteller in Auftrag gegeben. Das für das Menschmodell notwendige ergonomische Datenmaterial erstellte der Lehrstuhl für Ergonomie der Technischen Universität München. Mit Hilfe von RAMSIS lassen sich in rechnergestützten Konstruktionsprogrammen (=CAD-Programme) menschliche Körpermaße oder Bewegungsmuster aber auch Komfortempfinden bereits im CAD-Programm simulieren. Somit spart man Zeit und Geld in der Entwicklung neuer Arbeitsplätze, wie z. B. Autocockpit oder ein Zugfahrerstand, da der aufwendige Modellbau und das Testen mit realen Versuchspersonen vom Computer übernommen werden kann.

CAHR

CAHR (Sträter, 1997) bedeutet "Connectionism Assessment of Human Reliability" und ist ein Datenbanksystem zur Bewertung der menschlichen Zuverlässigkeit. CAHR ist ein Werkzeug für die Analyse von Ereignissen in Prozessen oder Abläufen, die durch fehlerhafte menschliche Handlungen oder durch Faktoren in der Organisation verursacht wurden.

Ergonomics Knowledge and Intelligent Design System (EKIDES)

EKIDES (Schmidtke & Jastrzebska-Fraczek; 2003) ist ein PC-basiertes Expertensystem, das die aktuellen ergonomischen Erkenntnisse über die Gestaltung technischer Systeme in mehreren Sprachen bereitstellt. EKIDES unterstützt die nutzergerechte Auslegung und Bewertung von technischen Systemen, Produkten und Arbeitsplätzen.

Systemergonomische Grundmaximen

Die Systemergonomie untersucht die Interaktion in Mensch-Maschine-Systemen anhand folgender grundlegender Fragestellungen

1. Funktion: "Was will der Operateur (handelnde Mensch) bezwecken und inwieweit kommt ihm das technische Arbeitsmittel dabei entgegen?"
2. Rückmeldung: "Kann der Operateur erkennen, ob er etwas bewirkt hat und welchen Erfolg er hatte?" (Rückmeldung)
3. Kompatibilität: "Wie groß ist der Umcodierungsaufwand zwischen verschiedenen technischen Informationskanälen?"

Interaktivität

Bei der Gestaltung von Lernprogrammen bezeichnet Interaktivität die Möglichkeiten des Nutzers, in den Programmablauf der Software aktiv einzugreifen und steuernd einwirken zu können. Die Interaktivität dient u.a. dem individualisierterem Lernen. So können Auswahl und Art der Darstellung von Information dem Vorwissen, den Interessen und den Bedürfnissen der Lernenden angepasst bzw. von diesem manipuliert werden.

Multimedialität

Multimedialität bezeichnet die gleichzeitige Kombination und Integration unterschiedlicher Medien wie Text, Bild, Ton, Animation und Video mit dem Ziel einer abwechslungsreichen und adäquaten Präsentation von Informationen. Ein Ziel ist es, durch Multimedia auch komplexe Sachverhalte verständlich präsentieren zu können.

Intrinsische Motivation

Jemand ist intrinsisch-motiviert, wenn er an der Leistungserbringung aus eigenem inneren Antrieb heraus interessiert ist. Auf Belohnung oder Anerkennung durch Dritte wird dabei kein Wert gelegt - die Sache wird um ihrer selbst willen getan.

eLearning-Anwendungen bestimmen, wird durch die Checkliste ein wichtiges Hilfsmittel zur Bewertung an die Hand gegeben, das Entscheidungs- und Planungssicherheit schafft.

Die ergonomische Prüfung mit der rechnergestützten Checkliste ist denkbar einfach: Der Prüfer entscheidet für jeden Analysebereich, ob er für die zu bewertende Applikation relevant ist. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die sechs Analysebereiche der Checkliste. Werden in einem Analysebereich Probleme erwartet, so kann anhand der bereichsspezifischen Checkpunkte eine detaillierte Analyse vorgenommen werden. Ergänzend lässt sich die Checkliste "Software" hinzuziehen, um die programmiertechnische Umsetzung der eLearning-Software ergonomisch zu beurteilen. Mit wenigen Mausklicks wird so ein ergonomisches Screening zur globalen und qualitativen Überprüfung der benutzergerechten Auslegung der eLearning-Software durchgeführt. So werden Qualität der eLearning-Anwendung und Akzeptanz der Nutzer sichergestellt. Die Vorteile liegen auf der Hand: Wissen wird durch die Anwendung effektiv und effizient vermittelt und damit der Nutzen sowohl für den Nutzer als auch für den Anbieter der eLearning-Software maximiert - eine klassische Win-Win-Situation.

Begriffserklärungen:

Screeningverfahren

Screening-Verfahren bezeichnen diagnostische Instrumente mit deren Hilfe eine globale Analyse des Problemereichs für die grobe Auslese von Ursachen oder die Hypothesengenerierung gewonnen werden. Die Ergebnisse des Screenings geben Gegenstand und Richtung der nachfolgenden detaillierten Analysen vor.

Win-Win-Situation

Eine Win-Win-Situation liegt dann vor, wenn zwei (oder mehr) Beteiligte aus einem gemeinsamen Unterfangen einen Nutzen für sich ziehen können. Dies ist z.B. bei einem Verkaufsgeschäft der Fall: Der Verkäufer erhält als Nutzen seine Bezahlung, der Käufer die erbrachte Leistung oder Ware.

Tabelle 1
Die Bereiche der Grobanalyse

Didaktischer Aufbau kennzeichnet Ziele, Inhalte, Methoden und Medien der Informationsvermittlung	10
Didaktische Hilfen alle den Lernprozess unterstützenden Medien im „virtuellen“ Unterricht	11
Inhaltliche Aufbereitung behandelt die lernzielspezifische Auswahl und Aufbereitung der Lerninhalte	19
Motivationsgehalt das Anregungspotenzial ist ein wichtiger Faktor für Mitarbeit und Engagement des Lernenden	7
Mediale Aufbereitung ein wesentlicher Faktor für die Förderung des Lernfortschrittes	9
Lernfortschritt alle Informationen, die dem Lerner helfen seinen aktuellen Kenntnisstand zu überprüfen	4

Ergonomie kommunizieren, ergonomisch kommunizieren!

Rolf Zöllner & Werner Zopf

Missverständnisse entstehen dann, wenn zwei Kommunikationspartner einvernehmlich davon ausgehen, sie sprechen über die gleiche Sache, aber in Wirklichkeit "Äpfel mit Birnen" vergleichen. Diese Falle schlägt insbesondere dann gerne zu, wenn Fachbegriffe aus dem wissenschaftlichen Sprachgebrauch bemüht werden. Wissenschaftliche Begriffe sind oft abstrakt, um einen unzulässigen Reduktionismus zu vermeiden. Auch sind sie zumeist Fremdsprachen entlehnt oder eigens kreierte Kunstwörter mit dem Ziel, den bezeichnenden Sachverhalt von der Alltagssprache abzuheben und präzise von anderen wissenschaftlichen Konstrukten abzugrenzen. Doch ist die Bedeutung des Begriffes oft nicht zur Genüge bekannt oder weicht inhaltlich von der wörtlichen Übersetzung der Begriffsbestandteile ab. Im täglichen Gespräch werden derartige Fachbegriffe oftmals wie "leere Worthülsen" verwendet. Ihre Bedeutung schöpfen die Begriffe dann aus den individuellen Erfahrungen der Kommunikationspartner, bekannten prägnanten Beispielen, vermuteten Ähnlichkeiten oder rein aus den Erwartungen, die sich aus dem Kontext ergeben. Die Folge: Missverständnissen sind Tür und Angel geöffnet. Ziel und Zweck der Kommunikation, Botschaften inhaltlich unverfälscht von der Erlebenswelt eines Senders in die Erlebenswelt eines Empfängers zu transportieren werden verfehlt.

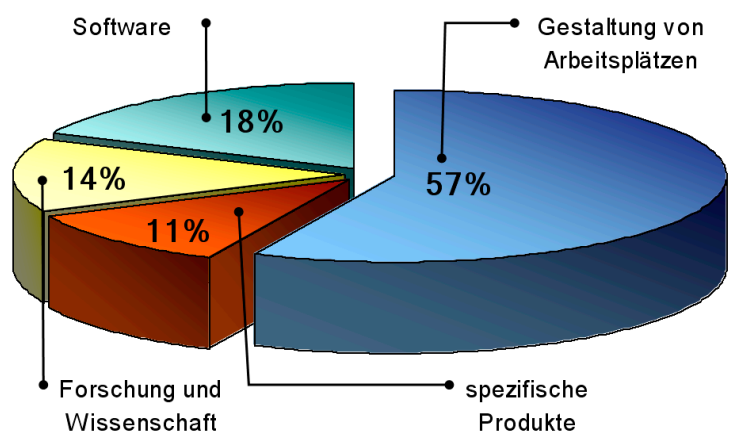
Ergonomie kommunizieren

Der Begriff Ergonomie kann zu diesen "schwierigen" Begriffen gezählt werden. Was unter Ergonomie verstanden wird, hängt im Wesentlichen davon ab, aus welcher "Ecke" der Gesprächspartner stammt. Daraus ergeben sich die Erwartungen und stillschweigenden Prämissen, die von den Kommunikationspartnern für das Begriffsverständnis zugrunde gelegt werden. Im groben Überblick lassen sich zumindest drei Gruppen finden, die den Begriff Ergonomie mit unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen verstehen. Die Wissenschaft als "Ergonomie-Produzent" zielt auf den Erkenntnisfortschritt und den Wissensgewinn ab. Dem entsprechend sind Verständnis und Sprachgebrauch research-driven, d.h. akademisch-präzise und der "reinen Lehre" verpflichtet. Andererseits gibt es aber auch die Kunden des "Produktes" Ergonomie. Das sind die Vertreter aus der Dienstleistungs-, Investitionsgüter- und Konsumgüterindustrie. Hier trifft der Begriff "Ergonomie" auf völlig unterschiedliche verständnisbestimmende Voraussetzungen und Erwartungen: Wettbewerb, Kostenoptimierung und Gewinnmaximierung bestimmen hier die Entscheidungen. In der Konsequenz werden Verständnis und Sprachgebrauch an Kriterien wie Kosten-Nutzenrelationen, monetären Größen und der Steigerung von Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit festgemacht und verstanden. Und schließlich gibt es noch den "Kunden des Kunden", den Konsumenten, der die Produkte der Industrie kaufen soll. Der Konsument orientiert seine Entscheidungen einerseits an eher rationalen Kriterien wie dem Preis-Leistungsverhältnis, der Gesundheitsförderlichkeit oder Sicherheit. Andererseits kommen auch eher irrationale Aspekte zum tragen, wie Ästhetik und Design, Komfort, aber auch das Image von Produkt und Marke. Diese Kriterien sind wiederum die Grundlage für das Verständnis des Ergonomie-Begriffes.

Diese theoretische Analyse zeigt bereits erhebliche Unterschiede in den Voraussetzungen, die das Grundverständnis des Ergonomie-Begriffes prägen und entsprechende Erwartungen und "Voreinstellungen" an die Kommunikation setzen. Eine beispielhafte empirische Analyse zum Verständnis von Ergonomie auf dem Markt zeigt denn auch eine Diskrepanz zwischen dem wissenschaftlichen Sprachgebrauch und der Art wie das "Business" den Begriff Ergonomie verwendet.

"In welchem Zusammenhang verwendet der Markt den Begriff Ergonomie?" lautete die untersuchungsleitende Frage, die beispielhaft durch eine Internet-Analyse beantwortet wurde. Konkret wurde am 04. Mai 2004 mit Hilfe der Suchmaschine Google die Suchbegriffe "Ergonomie", "ergonomisch" und "ergonomics" eingegeben. Die ersten 20 Suchergebnisse wurden als Quasi-Zufallsstichprobe betrachtet. Von den so gefundenen 60 Resultaten waren inhaltlich 44 verwertbar. Das Ergebnis der Auswertung lieferte vier Hauptklassen, die in Abbildung 1 gezeigt werden.

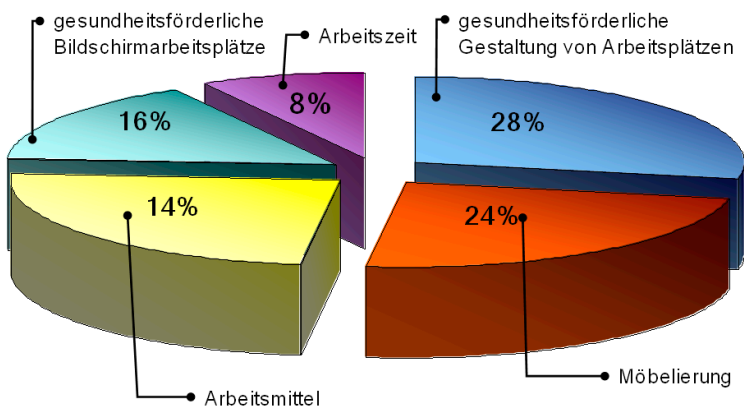
Abbildung 1
In welchem Kontext wird der Begriff "Ergonomie" verwendet? Ergebnisse einer Internet-Recherche



Ergebnisse einer Internet-Recherche

Demnach wurde der Begriff Ergonomie in elf Prozent der Fälle als Merkmal für spezifische Produkte aus dem Inneneinrichtungsbereich, d.h. im Zusammenhang mit Stühlen, Tischen und Betten verwendet. Fragen der Benutzerfreundlichkeit und Usability von Software thematisierten 18 Prozent der Suchergebnisse. Im akademischen Kontext tauchten die Suchbegriffe mit einem Anteil von 14 Prozent auf. Hier wurde auf Expertenorganisationen und spezifische Projektarbeiten verwiesen. Mit mehr als der Hälfte (57 Prozent) thematisierte das Gros der Suchergebnisse allerdings die Gestaltung von Arbeitsplätzen.

Diese Suchergebnisse wurden in einem zweiten Analyse-Schritt nochmals eingehender unter die Lupe genommen. Die differenzierte Betrachtung der inhaltlichen Schwerpunkte dieser Webseiten zeigt Abbildung 2. Demzufolge behandelten beinahe die Hälfte der Suchergebnisse den Aspekt der Gesundheitsförderlichkeit bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen im Allgemeinen (28 Prozent) und bei der Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen im Besonderen (16 Prozent). Auf die Gestaltung der Arbeitszeit, respektive bei Schichtarbeit nahmen acht Prozent der Suchergebnisse Bezug. Ergonomie als besonderes Kaufkriterium für gewerbliches Büromobiliar wurde in 24 Prozent und als Produktmerkmal von Arbeitsmitteln (v.a. PC-Eingabegeräte wie Maus und Tastatur) in 14 Prozent der Fälle genannt - in beiden Fällen stand ebenfalls die Gesundheitsförderlichkeit der "ergonomischen" Produkte im Vordergrund.



Bereits diese Momentaufnahme der Internet-Recherche lässt folgendes Fazit zu:

Der Begriff "Ergonomie" wird im Alltagsverständnis vorwiegend im Zusammenhang mit der Minimierung von Belastungen für eine gesundheitsförderliche Gestaltung von Arbeitsplätzen gebraucht. Damit ist ein genuines und wichtiges Tätigkeitsfeld der Ergonomie angesprochen. Dennoch greift diese Auffassung für ein ganzheitliches und umfassendes Verständnis des Ergonomie-Begriffes sicherlich noch zu kurz, um auch dem vollen Potenzial ergonomischer und arbeitswissenschaftlicher Methoden und Ansätze gerecht zu werden. So liegt der wesentliche Aspekt ergonomischer Bemühungen in der Steigerung der Leistungsfähigkeit und der Qualität der Aufgabenerfüllung von Mensch-Maschine-Systemen, der in

den Ergebnissen der Internetrecherche nicht kommuniziert wurde.

Ergonomisch kommunizieren

Und hier schließt sich der Kreis: Ergonomie kommunizieren, bedeutet also auch ergonomisch kommunizieren. Damit ist gemeint, den Adressaten "dort abzuholen, wo er steht" und die Inhalte empfängergerecht zu kommunizieren. Aus systemergonomischer Perspektive (Bubb, 1993) kann die Kommunikationssituation als Informationsfluss in einem "Mensch-Mensch-System" betrachtet werden, mit der Aufgabenstellung eine Botschaft sinnerhaltend vom Sender zum Empfänger zu transportieren. Dazu ist vom Sender eine Informationseingabe zu leisten, d.h. er muss die Botschaft formulieren und auf ein Trägermedium z.B. Sprache bannen. Die Eingabe ist dabei so zu gestalten, dass auf dem Transportweg zwischen Sender und Empfänger keine Reduktion der Information durch Störungen erfolgt (Verrauschen). Weiterhin ist bei der Formulierung der Botschaft ein entscheidendes Problem zu beachten: Die Botschaft stammt aus der Erlebens- und Erfahrungswelt des Senders und erhält durch diese seine spezifische Sinnhaftigkeit (vgl. Konstruktivismus ; Watzlawick, 2003). Trifft die gesendete Botschaft beim Empfänger ein, wird sie zunächst kodiert und anschließend in die Erlebens- und Erfahrungswelt des Empfängers eingefügt. Nachdem nun aber davon auszugehen ist, dass sich die Realitäten von Sender und Empfänger unterscheiden, wird sich auch die jeweilige Sinnhaftigkeit der Botschaft unterscheiden. Je weiter die Realitäten der Kommunikationspartner differieren, d.h. je kleiner der gemeinsame Erfahrungshorizont ist, desto größer wird der Sinn-Unterschied zwischen der gesendeten und der empfangenen Botschaft sein. Die Qualität der Aufgabenerfüllung "Botschaft übermitteln" wird gering sein.

Was ist zu tun?

Dieser Effekt kann im Sinne eines Regelkreises durch eine verständnisanzeigende Rückmeldung des Empfängers an den Sender kontrolliert werden. Doch muss diese Rückmeldung wiederum über eine Kommunikationssituation erfolgen - die Botschaft wird gemäß der jeweiligen Erlebens- und Erfahrungswelt interpretiert. Im ungünstigen Fall kommt es so zu den eingangs beschriebenen Missverständnissen. Im günstigen Fall erkennt der Sender, ob seine Botschaft "sinngemäß" beim Empfänger angekommen ist. Zudem legt die Systemergonomie nahe, die Botschaft möglichst

Abbildung 2
Differenzierte Betrachtung des Kontextes "Gestaltung von Arbeitsplätzen"

Dipl.-Psych. Rolf Zöllner
ist am Lehrstuhl Spezialist für die Bereiche Information, Kommunikation und Wissensmanagement.

Werner Zopf
ist Grafik-Designer und Spezialist für visuelle Kommunikation am Lehrstuhl.

kompatibel zu halten. Damit ist gemeint, Art und Struktur der Inhalte, z.B. Wortwahl, Formulierungen u.a. an den Voraussetzungen des Empfängers auszurichten. Das erfordert vom Sender der Botschaft sicherlich die Bereitschaft sich empathisch in die Erlebenswelt des Empfängers hineinzuversetzen, "mit" zu denken und an den richtigen Stellen adäquate Rückmeldung einzufordern. Eine griffige kommunikationswissenschaftliche Richtlinie für die skizzierte adressatenadäquate Kommunikationssituation beschreibt beispielsweise die so genannte Lasswell-Formel (Lasswell, 1948) mit fünf griffigen Fragen, die der Sender einer Botschaft an sich stellen sollte:

who says	<i>Wer ist der Sender der Botschaft? In welcher Rolle und mit welchem "Standing" tritt er gegenüber dem Empfänger auf?</i>
what	<i>Was ist der Inhalt, der mit durch die Botschaft transportiert werden soll? Wie sind Art und Struktur der Botschaft?</i>
in which channel	<i>Was ist das geeignete Medium, um die Botschaft dem Empfänger zu übermitteln (verbal, non-verbal, medial)?</i>
to whom	<i>Wer ist der Empfänger der Botschaft? In welcher Rolle tritt er auf? Wie ist das Verhältnis zum Sender der Botschaft?</i>
with what effect	<i>Was soll mit der Botschaft erreicht werden? Was sind Zielsetzung und intendierte Wirkung der Kommunikation?</i>

Konkret bedeutet dies für die Wissenschaft in einer Kommunikationssituation mit dem Kunden der Ware "Ergonomie", marktgerecht das Leistungsspektrum ergonomischer Erkenntnisse und Forschungsergebnisse mitzuteilen. Das bedeutet jedoch keineswegs von den Ansprüchen an Wissenschaftlichkeit und Methodenstandards abzurücken. Vielmehr muss in der Sprache und Erlebenswelt des Kunden kommuniziert werden und die Position der Wissenschaft als Know-how-Dienstleister hervorgehoben werden. "Ergonomie kommunizieren" heißt in diesem Sinne gerade auch dem Empfänger die Vorteile, die ihm aus der Anwendung ergonomischer Kenntnisse entstehen, soweit möglich vom Kunden-Blickwinkel (vgl. vermutetes Autostereotyp ; Stryker, 1976) problem- und anwendungsbezogen zu kommunizieren und den individuellen Kundennutzen herauszustellen. Der Wissenschaftler fügt aus seinem spezifischen Verständnis des Ergonomie-Begriffes erweiternde inhaltliche Bedeutungsstücke in die bereits vorhandenen Wissensstrukturen des Empfängers ein (vgl. Piagets Konzept des kognitiven Schemas ; Ginsburg & Oppen, 1998). Auf diese Weise wird Wesen, Sinn und Zweck ergonomischer Forschungstätigkeit empfängergerecht kommuniziert, das Verständnis für Ergonomie auf dem Markt erweitert und Ergonomie als "Produkt" überzeugend darstellbar.

Also, verkaufen Sie Ihre Äpfel nicht als Birnen, damit sie nicht für Tomaten gehalten werden!



Referenzen:

- Bubb, H. (1993). Systemergonomie. In H. Schmudtke (Hrsg.) Ergonomie (pp. 305-458). München: Hanser.
- Duffy, T.M., Jonassen, D.H. (1992). Constructivism: New Implications for Instructional Technology. In: Duffy, T.M., Jonassen, D.H. (Eds): Constructivism and the Technology of Instruction: A Conversation (pp. 1-16). Hillsdale: Erlbaum.
- Ginsburg, H.P. & Oppen, S. (1998) Piagets Theorie der geistigen Entwicklung. München: Klett Cotta.
- Graumann, C.F. (1972). Interaktion und Kommunikation. In C. F. Graumann (Hrsg.) Handbuch der Psychologie, Band 7, Sozialpsychologie, 2. Halbband (pp. 1109-1262). Göttingen: Hogrefe.
- Stryker, S. (1976). Die Theorie des Symbolischen Interaktionismus. In M. Auwärter, E. Kirsch & K. Schröter (Hrsg.), Kommunikation, Interaktion, Identität (pp. 257-274). Frankfurt: Suhrkamp.
- Watzlawick, P. (2003) Wie wirklich ist die Wirklichkeit? Wahn, Täuschung, Verstehen. München: Piper.

Das neue Raumgefühl am LfE — eine Verwandlungsgeschichte

Martin Haberzettl

„Die Ergonomie“ hat ein neues attraktives Gewand. Was mit einem spontanen "Wie schaut's denn hier aus...?" begann, lief auf eine komplette Umgestaltung des Eingangs- und Arbeitsbereichs für Studenten hinaus. Der so genannte "Allraum" des LfE wurde im Juni mit einfachen Mitteln umgestellt und aufgewertet.

Der LfE besitzt im Vergleich mit anderen Lehrstühlen einen sehr großen Raum als Empfangsbereich. Dieser ist auch zugleich Informations- und Arbeitsraum für Studenten und dient mit vielen Schränken auch als Bibliothek und Lagerraum für Akten und Büromaterial. Diese Multi-Funktionalität war bisher nicht sehr attraktiv und räumlich eher willkürlich zusammengestellt. Auch das trostlose grau in grau des Mobiliars und der relativ hohe Geräuschpegel durch mehrere (ältere) Server mitten im Raum wirkten wenig einladend.

Da ich wegen einer Semesterarbeit viel Zeit im Allraum verbrachte und meist den Eindruck hatte, in einem unfertigen Großraumbüro "auf dem Präsentierteller" zu sitzen, machte ich mir ausführlich Gedanken darüber, wie ich es schaffen könnte, mich hier wohl zu fühlen. Diesen Eindruck teilten viele meiner Kommilitonen und auch viele Mitarbeiter des LfE stimmten mir zu, dass es hier "nicht sehr aufgeräumt" aussehe.

Ich kenne die meisten Räumlichkeiten anderer Lehrstühle der Fakultät Maschinenwesen und stellte fest, dass man diesen Empfangs- und Arbeitsraum am LfE wesentlich attraktiver und repräsentativer gestalten könnte. Der Lehrstuhl für Ergonomie müsste sich besser verkaufen. Und dies mit einfachsten Mitteln. Meine Idee einer Umgestaltung des Allraums stellte ich zunächst Professor H. Bubb vor, der zwar erstaunt war, aber sogleich zustimmte und nun auf konkrete Vorschläge gespannt war. Als HiWi (Werksstudent) plante ich jetzt die genaue Umsetzung meiner Gedankenspiele. Zunächst stellte ich die meiner Meinung nach wichtigsten Argumente und Gründe für einen Umbau des Allraums zusammen:

- Der Lehrstuhl für Ergonomie sollte auch Ergonomie greifbar repräsentieren. Die Ergebnisse der Forschungstätigkeit und die Umsetzung in Alltagsprodukte sollten, möglichst zum Gebrauch, ausgestellt werden. Auch theoretische Erkenntnisse zur ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung sollte der Lehrstuhl zu allererst an sich selbst praktisch umsetzen.
- Die funktionale Aufteilung des relativ großen Raumes kann durch neue räumliche Anordnung des Mobiliars erheblich auf die Anforderungen der Nutzer hin optimiert werden.
- Verbesserung der Arbeitsbedingungen des einzelnen Nutzers mit durchdachter Anordnung der Arbeitsplätze im Rahmen der Möglichkeiten.
- Verbesserung des allgemeinen Raumklimas, der so genannten "Wohlfühl-Faktoren", zur Leistungssteigerung der hier arbeitenden Studenten und Mitarbeiter.
- Neue Besucher sollen sich intuitiv zurecht finden und in der Umgebung wohl fühlen.
- Und besonders wichtig: Der erste Eindruck zählt!

Besonders bei Studenten, die sich "nur mal informieren" wollen, ist der erste Eindruck der Räumlichkeiten durchaus entscheidend, ob man hier tatsächlich arbeiten will oder sich überhaupt erst weiter mit dem Lehrstuhl beschäftigt.

Mit diesen Argumenten rief ich alle Mitarbeiter am Lehrstuhl auf, mir ihre Ideen für eine Umgestaltung des Allraums zukommen zu lassen, damit ich diese mit meinen eigenen Vorstellungen kombinieren könnte. Es zeigte sich durchaus reges Interesse und es stellte sich heraus, dass die meisten Beteiligten ähnliche Vorstellungen hatten. Dies erleichterte die Umsetzung meines Konzepts, das ich inzwischen in ein 3D-Simulations-Tool (einen simplen kommerziellen Einrichtungsplaner) implementiert hatte. Dazu scannte ich die Grundrisse des Allraums am PC ein und erstellte das maßstabsgetreue Mobiliar. Dann verbrachte ich tage- bzw. nächtelang mit virtuellem "Möbelrutschen" am PC, bis ich ein passendes Lösungs-Konzept gefunden hatte.

Die zur Umsetzung nötigen Maßnahmen, aber auch die Randbedingungen für das gesteckte Ziel fasste ich dann zusammen:

- Aus Kostengründen möglichst mit dem vorhandenen Mobiliar auskommen.
- Für die Anordnung der Computerarbeitsplätze (gewünscht sind 8 statt früher 6) müssen die Netzwerk- und Stromanschlüsse im Boden berücksichtigt werden.
- Die Feuerlöscher, die Heizung, ein Großteil der Glasflächen und die vorhandenen Schaukästen dürfen nicht verstellt werden.
- Wichtige Laufwege sollen freigehalten bzw. erhalten werden.

Martin Haberzettl

ist am Lehrstuhl studentische Hilfskraft
und engagierter Fachschafts-Mitarbeiter

- Sinnvolle Arbeitsplatz-Anordnungen (Gruppen- und Einzelarbeitsplätze) sowie ergonomische Bewegungsfreiräume sollen berücksichtigt werden.
- Zur funktionalen Aufteilung des Raumes sind Raumteiler verschiedener Gestaltung nötig.
- Zur Verbesserung der Arbeitsumgebung und insbesondere des Raumklimas ("Wohlfühl-Faktoren") sind mehrere größere Pflanzen gewünscht und vorgesehen. Diese als Hydrokulturen angesetzte Pflanz-Arrangements sollen auch als Raumteiler funktionell eingesetzt werden. Bei Bedarf Installation von Pflanz-Lampen an notwendigen Stellen.
- Neusortierung der bisher thematisch verstreuten Schrankinhalte und anschließende Verlagerung von wenig / nicht gebrauchten Schränken in andere Räumlichkeiten. Dadurch werden automatisch auch andere Räume des Lehrstuhls gleich mit neu gestaltet.
- In der Ergonomie (mit-)entwickelte Produkte als teils nutzbare Präsentationen der Lehrstuhlarbeit im Allraum platzieren: Hörsaal-Bestuhlung, höhenverstellbarer Arbeitstisch, Weltraumstuhl, RAMSIS-Manikin als Wegweiser...
- Die neue funktionale Gliederung des Allraumes soll mit moderaten Verschiebungen des Mobiliars realisiert werden.
- Entfernung nicht mehr benötigter PC-Komponenten bzw. Austausch durch modernere Systeme.
- Optische Aufwertung des Raumes durch Bilder oder Grafiken, die thematisch der Ergonomie zugeordnet werden können und farbliche Akzente setzen. Hierbei sollten die bedeutenden Wirkungen der Farben auf den Menschen berücksichtigt werden (Farbenlehre).

Diese Punkte, umgesetzt in ein Gesamtkonzept, präsentierte ich allen Mitarbeitern, um nach einer kurzen Feedback-Runde die Zustimmung zur Umsetzung zu erhalten. Die Anschaffung der Pflanzen wurde beschlossen und mir die Auswahl und Bestellung übertragen. Dazu wandte ich mich nach ausführlicher Recherche über für Büroräume passende Pflanzen an die mir von Fachleuten empfohlene Firma "Mohr-Hydro" in München. Diese beriet mich auch mit einer unverbindlichen Ortsbesichtigung ausführlich und gewährte für die ausgewählten Pflanz-Arrangements auch zweistelligen Rabatt.

Die Pflanzen ließ ich "just in time" anliefern, da sie sozusagen als Möbelstücke sofort mit einbezogen wurden. An einem Wochenende (um den laufenden Betrieb nicht zu stören) Anfang Juni setzte ich das "Möbelrutschen" um:

Der Empfangsbereich wurde großzügiger angelegt, mit dem Informationsbereich kombiniert und deutlicher vom Arbeitsbereich getrennt. Der mittige Durchgang wurde geschlossen, um ein von "Laufkundschaft" ungestörtes Arbeiten im hinteren Teil des Raumes zu ermöglichen. Es wurden zwei Info-Pinwände montiert, um die Aushänge an der Glastür des Eingangs entfernen zu können. Der klare Einblick beim Betreten des Lehrstuhls ist wieder möglich. Die Präsentationswand des Lehrstuhls dient nun ihrem eigentlichen Zweck der Eigenwerbung an unübersehbarer Position. Der Besucher wird durch die Anordnung auch gleich zum Sekretariat als erste Anlaufstelle gelenkt.

Ein separater Kommunikationstreff für kleine Besprechungen wurde angelegt, wofür ein elektrisch höhenverstellbarer Arbeitstisch der Firma Büro Concept AG zur Verfügung gestellt wurde. Dieser soll auch als Versuchsobjekt zur Optimierung und Weiterentwicklung dieses Produkts dienen - „Meckern“ ist also hier erwünscht. Die graue Schrankwand mit Aktenmaterial wurde nach "Entrümpelung" und Sortierung in andere Räume verlagert, um Platz zu schaffen. Durch die nun freie Wand wirkt der Raum größer und heller. Die Bibliotheks-Schränke wurden räumlich zusammengefasst. Die Server wurden in einem Laborraum neu aufgestellt. Dadurch fiel der permanente Geräuschpegel weg, was zu spontanem, positivem Erstaunen der Nutzer des Allraums führte. Ein gut erreichbarer Multimedia-Tisch fasst nun den gemeinsamen Drucker, den Kopierer und zukünftig einen Multimedia-PC mit Scanner und CD-Brenner für Studenten zusammen. Die Funktionsbereiche und die einzelnen Arbeitsplätze werden durch Pflanzen und Mobiliar optisch getrennt. Die Pflanzen werben die räumliche Qualität erheblich auf und tragen zu einem spürbar angenehmen Arbeitsklima bei. Die Wandlung ist jedoch noch nicht vollständig abgeschlossen, es werden die geplanten Bilder, der RAMSIS-Wegweiser und weitere funktionelle Details schrittweise umgesetzt.

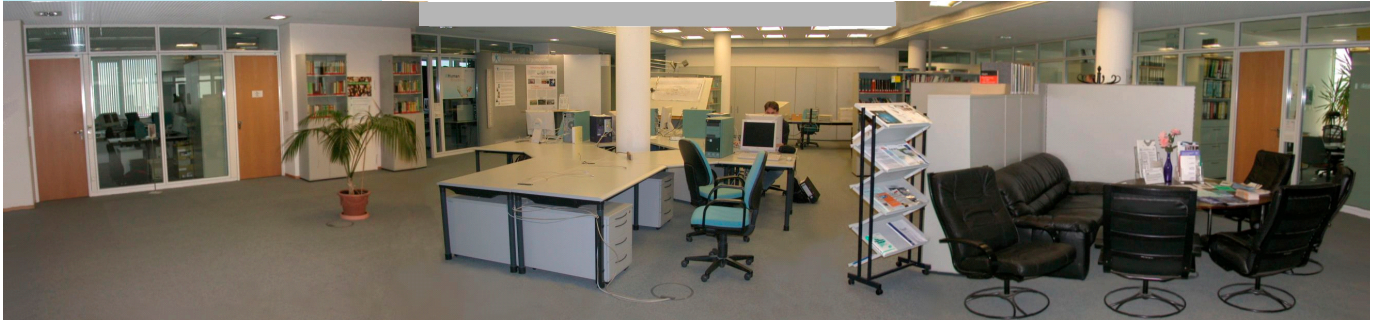
Dieses Ergebnis ist nun für jeden Besucher des Lehrstuhls sichtbar und rief bisher fast ausschließlich positive Reaktionen hervor. Besuchen auch Sie uns und machen Sie sich selbst ein Bild von praktisch angewandter Ergonomie.

Es hat sich gezeigt, dass man mit einfachsten Mitteln bereits erstaunliche Veränderungen erzielen und zugleich ergonomische Grundsätze umsetzen kann.

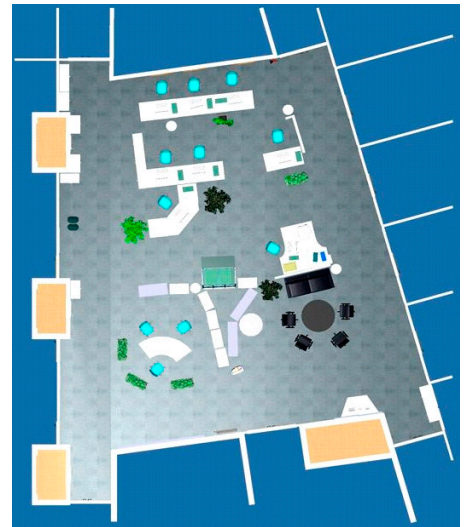
Die Erfahrung, bei Weitem nicht nur aus diesem Projekt zeigt, dass Ergonomie in vielen Bereichen unseres Lebens eine bedeutende Rolle spielt, obwohl wir uns dessen nicht bewusst sind.

Wissenschaft muss nicht trocken und theoretisch sein und bringt nicht nur abstrakte Ergebnisse hervor, die in Tabellenwerken und für Laien meist schwer verständlichen Veröffentlichungen rezipiert werden. Der gesunde Menschenverstand birgt enormes ergonomisches Bewusstsein von Natur aus. Denn Ergonomie fängt bei jedem persönlich im Kleinen an, individuell und unkompliziert: -wie man seinen eigenen Schreibtisch ordnet, -wie man seine Möbel im Zimmer arrangiert, die Beleuchtung von Räumen, farbliche und akustische Eindrücke, -welche Umgebung man spontan als angenehm empfindet... Denken Sie beim nächsten Aufräumen daran. Viel Vergnügen.

Der „alte Allraum“



Der „Allraum“ in digitaler Planung, links räumliche Darstellung, rechts Grundriß.



Der neue „Allraum“

Gesamtansicht vom Eingang aus, dahinter der Arbeitsbereich der Studenten und der Blick zum Eingang



Veröffentlichungen am Lehrstuhl 2003 / 2004

- Vereczkei, A., Feussner, H., Negele, T., Fritzsche, F., Seitz, T., Bubb, H., Horváth, Ö.P., "Ergonomic assessment of the static stress confronted by surgeons during laparoscopic cholecystectomy", *Surg. Endosc.* 18, p. 1118 - 1122, 2004
- Seitz, T., Bubb, H., Feussner, H., Fritzsche, F., Schneider A., Marcos, P. und Vereczkei, A., "CAD-gestützte Arbeitsplatzauslegung im Operationssaal", In: Tagungsband zum 50. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, 25. - 26. März, Zürich, 2004
- Seitz, T., Marcos, P., Rodriguez-Flick, D., Vereczkei, A., Wichert, A., Bubb, H. und Feussner, H., "Ansätze zur Analyse und Verbesserung eines Operationsarbeitsplatzes in der minimal-invasiven Chirurgie", *Z. ARB. WISS.* (58), 3, S. 227 - 231, 2004
- Wichert, A., Marcos-Suarez, P., Vereczkei, A., Seitz, T., Bubb, H., and Feussner, H., "Improvement of the Ergonomic Situation in the Integrated Operating Room for Laparoscopic Operations", In: *Proceedings of the Conference on Computer Assisted Radiology and Surgery*, June 23 - 26, Chicago, 2004
- Schröder, F. und Seitz, T., "Verbesserte Ergonomie durch Schwenksitz", *Linde Technology*, Heft 1, 2004
- Uhr, M., Seitz, T. und Bönisch, B., "Networking for Ergonomists - PhD-Rotary Story goes on", In: Tagungsband zum 50. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, 25. - 26. März, Zürich, 2004
- Riechelmann, E., Zöllner, R., Vollerthun A. (2004). *Process Optimization and Innovative Work Environment For Concurrent Engineering: Case Studies in the Aero Engines Industry. Proceedings of the 1st International Conference Virtual Design and Automation*, June, 3rd - June 4th 2004, Virtual Design and Automation Centre (VIDA). Poznan University of Technology , Poznan, Poland.
- Zöllner, R. and Rausch, H. (2004). *eLearning in der Hochschule. Ein Lernmodul zur Vermittlung arbeitswissenschaftlicher Inhalte am Beispiel der Gestaltung von Stellteilen zur Steuerung von Kraftfahrzeugen*. In J. Pangalos, S. Knutzen, F. Howe (Hrsg.). *Informatisierung von Arbeit, Technik & Bildung. Tagungsband zur GTW-Herbstkonferenz 2004*. S. 234-237. Hamburg: TU-Hamburg-Harburg.
- Bubb, H. Jastrzebska-Fraczek I. (2003). *Software Evaluation by the ergonomic assessment tool EKIDES*. In *Proceedings of 10 th International Conference HCI, Volume 3, Human-Centred Interaction: Cognitive, Social and Ergonomic Aspects*. S. 1218-1222, LEA, Mahwah, New Jersey, London.
- Bubb, H. Jastrzebska-Fraczek I. (2003). *Development of technical Information Processing with the System Ergonomic Analysis/Assessment Tool (SEA Tool)*. In *Proceedings of 15th Triennial Congress of the International Ergonomics Association*, August 24-29, 2003, Seoul, Korea.
- Bubb, H. & Zöllner, R. (2003). *Systemergonomische Gestaltung von Informationsflüssen in komplexen Systemen*. In H. Luczak (Hrsg.) *Kooperation und Arbeit in vernetzten Welten*. Stuttgart: ergonomia.
- Jastrzebska-Fraczek I., Bubb, H. (2003). *Ergonomic Analysis of WEB Page with SEA - Tool*. In H. Strasser, K. Kluth, H. Rausch, H. Bubb (Eds.). *Quality of work and products in enterprises of the future. Proceedings of the Annual Spring Conference of the GfA on the occasion of the 50th Anniversary of the Foundation of the Gesellschaft für Arbeitswissenschaft*, 989-992. Stuttgart: ergonomia.
- Jastrzebska-Fraczek I., Bubb, H. (2003). *Software Design and Evaluation by Ergonomics Knowledge and Intelligent Design System (EKIDES)* In *PsychNology Journal*, Volume 1, Number 4, 378-390.
- Jastrzebska-Fraczek I. (2003). *Komfort des Suchens und des Findens am Beispiel der Suchfunktionen in EKIDES*. *Ergonomie aktuell*, ISSN 1616-7627, Ausgabe 4, 19-20.
- Fukuda, R., Voggenberger, T., Sträter, O., Bubb, H. (2003). *Analysis of communication in nuclear power plant*. In H. Strasser, K. Kluth, H. Rausch, H. Bubb (Eds.). *Quality of work and products in enterprises of the future. Proceedings of the Annual Spring Conference of the GfA on the occasion of the 50th Anniversary of the Foundation of the Gesellschaft für Arbeitswissenschaft*, 615-618. Stuttgart: ergonomia.
- Fukuda, R., Bubb, H. (2003). *Eye tracking approach for Gerontechnology, Universal Access in HCI. Inclusive Design in the Information Society: Volume 4 of the Proceedings of HCI International 2003*, 206-210.

- Fukuda, R., Voggenberger, T., Sträter, O., Bubb, H. (2003). Measuring the quality of group interaction in nuclear power plant environments by using eye movement behavior, *Ergonomics in the Digital Age. Proceedings of the 15th Triennial Congress of the International Ergonomics Association and the 7th Joint Conference of Ergonomics Society of Korea / Japan Ergonomics Society*.
- Fukuda, R., Bubb, H. (2003). Analysis of web use of elderly people using eye tracking, *Ergonomics in the Digital Age. Proceedings of the 15th Triennial Congress of the International Ergonomics Association and the 7th Joint Conference of Ergonomics Society of Korea / Japan Ergonomics Society*.
- Fukuda, R., Bubb, H. (2003). Eye tracking study on Web-use: Comparison between younger and elderly users in case of search task with electronic timetable service, *PsychNology Journal*, 1(3), 202-229.
- Fukuda, R., Voggenberger, T. (2003). Group Interaction in High Risk Environments: Communication in Nuclear Power Plants (Phase 2). GRS-A-3176, Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (GRS): Köln.
- Fukuda, R. (2004). Ergonomische Gestaltung der Webauftritte - Analyse des menschlichen Verhaltens bei der Webnutzung und darauf basierende nutzer-spezifische Vorschläge. Utz Verlag: München.
- Schröder, F., Hudelmaier, J. und Seitz, T., Einfluss eines schwenkbaren Fahrersitzes auf die Ergonomie beim Rückwärtsfahren, Tagungsbeitrag zur Heidelberger Flurförderzeug-Tagung des VDI, 11.-12. März, Heidelberg, 2003.
- Mergl, C. (2003). Method and apparatus for predicting seat discomfort. In H. Strasser, K. Kluth, H. Rausch, H. Bubb (Eds.). *Quality of work and products in enterprises of the future. Proceedings of the Annual Spring Conference of the GfA on the occasion of the 50th Anniversary of the Foundation of the Gesellschaft für Arbeitswissenschaft*. Stuttgart: ergonomia.
- Mergl, C. (2003). Entwicklung eines Finite-Elementmodells des Menschen anhand von 3D-Scannerdaten zur Prognose des Sitzkomforts, *Ergonomie aktuell*, ISSN 1616-7627, Ausgabe 4, 13-15.
- H. Strasser, K. Kluth, H. Rausch, H. Bubb (2003). *Quality of work and products in enterprises of the future. Proceedings of the Annual Spring Conference of the GfA on the occasion of the 50th Anniversary of the Foundation of the Gesellschaft für Arbeitswissenschaft*. Hrsg: Helmut Strasser, Kluth, Karsten, Rausch, Herbert, Bubb, Heiner. Stuttgart: ergonomia.
- Seitz, T., "Videobasierte Messung menschlicher Bewegungen konform zum Menschmodell RAMSIS", Dissertation, Technische Universität München, 2003. (PDF-File)
- Seitz, T., "Diskomforteinfluß auf die reale Hüftpunktlage", *Ergonomie aktuell*, ISSN 1616-7627, Heft 4, 2003
- Seitz, T., Garcia-Gil, H., Stüdeli, T. and Menozzi, M., Digital image processing for the determination of body movements in young children, In: *Proceedings of the International Spring Conference on Occasion of the 50th Anniversary of the Foundation of the Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V., Munich, May 7th-9th, 2003*
- Bönisch, B., Seitz, T. und Krueger, H., Networking for Ergonomists - A new PhD-Rotary-Program, In: *Proceedings of the International Spring Conference on Occasion of the 50th Anniversary of the Foundation of the Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V., Munich, May 7th-9th, 2003*
- Zöllner, R. (2003). Analysis of communication-processes in the development of complex products. In H. Strasser, K. Kluth, H. Rausch, H. Bubb (Eds.). *Quality of work and products in enterprises of the future. Proceedings of the Annual Spring Conference of the GfA on the occasion of the 50th Anniversary of the Foundation of the Gesellschaft für Arbeitswissenschaft*. Stuttgart: ergonomia.
- Zöllner, R. (2003). Komfortempfinden und Nutzungsmotivation für das Wissensmanagement. *Ergonomie aktuell*, 4, 16-17.
- Riechelmann, E., Vollerthun, A., Zöllner, R., Fenske, P. (2003). Optimierung der verteilten Zusammenarbeit innerhalb von Unternehmen. In E. Riechelmann, C. Steiner, A. Vollerthun, R. Zöllner, A. Dietz, P. Fenske, M. Spieck, J. Hagg, P. Kreilkamp (Hrsg.). *Pilotprojekt "Entwurf komplexer Produkte in verteilten Entwicklungsumgebung"*, pp. 7-44. München: DLR.

Dr.-Ing. Manfred Schweigert erhält Joseph-Ströbl-Preis 2003

Seit 1991 werden jährlich drei Förderpreise der Joseph-Ströbl-Stiftung vergeben. Das Preisgeld von 10 000 Euro teilen sich immer ein Mediziner, ein Verkehrstechniker und ein Journalist. Die Preisträger 2003 waren **Dr. Erwin Stolpe**, Arzt der Luftrettung in Harlaching, **Manfred Schweigert**, der Ablenkungen beim Blick des Autofahrers untersuchte, und **Rita Bourauel**, die Leiterin des Verkehrswacht-Magazins "mobil und sicher". Dr. Manfred Schweigert, Entwicklungsingenieur bei BMW Forschung und Technik, bis vor kurzem wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Ergonomie der TUM in Garching (Prof. Heiner Bubb), erhielt den mit 2 500 Euro dotierten Preis der Joseph-Ströbl-Stiftung im Bereich Verkehrstechnik. Die Auszeichnung wird jährlich vom Bayerischen Innenministerium für herausragende Leistungen auf dem Gebiet der Verkehrssicherheit vergeben. Schweigert arbeitet auf dem Gebiet des Fahrerblickverhaltens und dessen Beeinflussung durch optische und akustische Nebenaufgaben. Seine wissenschaftlichen Arbeiten bieten tiefere Einblicke in das Verhalten des Fahrers. Diese Erkenntnisse erlauben, die Bedienung von Assistenzsystemen und Zusatzaufgaben im Fahrzeug unter dem Aspekt der Verkehrssicherheit zu bewerten. Damit liefern sie einen entscheidenden Beitrag zur Entwicklung solcher Systeme.

Prof. Heiner Bubb fasste in seiner Laudatio die Verdienste Schweigerts mit den Worten zusammen: *"Herr Schweigert hat eine umfangreiche Arbeit über das Fahrerblickverhalten vorgelegt, welche das Wissen auf diesem Gebiet bedeutend vorangetrieben hat. In internationalen Vorträgen hat er damit auch schon Aufsehen erregt."* Und: *"Die neuen Ergebnisse bezüglich der Blickabwendungen und der resultierenden Fahrfehler werden die weitere Forschung wie auch die Beurteilung von Fahrerassistenz-Systemen beeinflussen wie auch das vom Autor erarbeitete Schalenmodell der Kompensation von Aufmerksamkeitsentzug. Ich freue mich, dass ihm der Ströbl-Preis des Jahres 2003 verliehen wird und gratuliere dazu ganz herzlich."*

Dem kann sich das Lehrstuhlteam nur uneingeschränkt anschließen!



Innenminister Dr. G. Beckstein, Frau Sonja Ströbl, Dr.-Ing. M. Schweigert und Prof. Dr. Otto Meitinger bei der Verleihung

Gesellschaft für Arbeitswissenschaft verleiht Goldene Ehrennadel

Der Präsident der GfA, Herr Prof. Dr. Ekkehard Frieling verlieh Herrn Prof. Dr. Heiner Bubb anlässlich der GfA-Frühjahrskonferenz in Zürich die Goldene Ehrennadel für seine 28-jährige GfA-Mitgliedschaft.

Urkunde und Ehrennadel konnte Prof. Bubb infolge weiterer Terminverpflichtungen leider nicht persönlich in Zürich entgegen nehmen.

Wir gratulieren Ihm für seine Treue und sein unermüdliches Engagement.



Nachruf für Prof. Dr. med. Dr.-Ing. Wilfried Diebschlag †

Dr. Florian Heidinger

Wilfried Diebschlag, Jahrgang 1938, absolvierte drei Hochschulstudien: Bauingenieurwesen an der TH Darmstadt (Vordiplom) und TH München (Diplom), Arbeits- und Wirtschaftswissenschaftliches Aufbaustudium (TH München) und Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) in München. Entsprechend dieser einerseits technisch-wirtschaftswissenschaftlichen und andererseits medizinischen Ausrichtung war es nur folgerichtig, dass sich Wilfried Diebschlag auch einem Arbeits- und Forschungsgebiet zuwandte, das an der Nahtstelle der technischen und medizinischen Wissenschaften angesiedelt ist. Viele Jahre war er bei Professor Müller-Limmroth am Institut für Arbeitsphysiologie der Techn. Univ. München tätig. Hier folgten auch die Promotionen zum Dr.-Ing. und Dr.med. mit arbeitsphysiologischen Fragestellungen sowie die Habilitation für angewandte Physiologie. Parallel dazu absolvierte er die Facharztausbildung zum Arzt für Arbeitsmedizin und wurde 1983 zum apl. Professor ernannt. Nach der Emeritierung von Professor Müller-Limmroth und der Auflösung des Instituts für Arbeitsphysiologie war Professor Wilfried Diebschlag dann am Lehrstuhl für Ergonomie der TU München tätig, der seinerzeit von Professor Schmidtknecht geleitet wurde. An diesem Lehrstuhl, dessen Leitung



zwischenzeitlich von Professor Bubb übernommen wurde, war er dann auch bis zum Ende seiner beruflichen Tätigkeit im Jahr 2003 aktiv.

Professor Diebschlag musste seine beruflichen Aktivitäten aus gesundheitlichen Gründen vorzeitig beenden und verbrachte im Ruhestand das letzte Jahr gemeinsam mit seiner Frau und seiner Tochter bei Klagenfurt in Österreich.

Die zentrale Leidenschaft von Herrn Professor Diebschlag lässt sich direkt aus seinen beruflichen Aktivitäten ableiten: In erster Linie beschäftigten und faszinierten ihn Fragestellungen an der Schnittstelle zwischen den medizinischen und der technischen Wissenschaften, wobei er darauf Wert legte, auch Fragen der wirtschaftlichen Machbarkeit einzubeziehen.

Diese interdisziplinäre Denkweise prägte sein berufliches Lebenswerk. Dazu kam, dass sich Wilfried Diebschlag nicht nur aktuellen Standardthemen zuwandte, sondern insbesondere auch oftmals wenig beachtete, aber dennoch wichtige Themen aufgriff. In seinen ersten Forschungsarbeiten beschäftigte er sich mit der menschenrechten Gestaltung von Bekleidung, insbesondere Arbeitskleidung. Hier betrieb er Grundlagenuntersuchungen zur Frage der menschlichen Schweißsekretion und den daraus resultierenden Anforderungen an den Wärme- und Feuchtetransport durch die einzelnen Bekleidungsschichten, wobei er sich insbesondere auch dem Funktionssystem Fuss -Schuh zuwandte.

Er war einer der Pioniere, die sich mit der gesundheitlichen Problematik der sitzenden Körperhaltung und den daraus resultierenden Anforderungen an die Gestaltung von Sitzmöbeln, insbesondere von Bürostühlen und Kfz-Sitzen, systematisch auseinandersetzte. Gerade auch im Bereich der Sitzgestaltung forschte Professor Diebschlag nicht 'für die Schublade', sondern er konnte durch seine vielfältigen Kontakte zur Industrie erreichen, dass die Erkenntnisse aus der Forschung auch tatsächlich am Produkt umgesetzt wurden. Seine Untersuchungsergebnisse gingen auch in allgemeine Prüfstandards zur Bewertung von Sitzmöbeln unter ergonomischen Aspekten ein.

Neben der sitzenden Körperhaltung und der damit verbundenen Gestaltung von Sitzen befasste sich Professor Diebschlag auch mit der stehenden Körperhaltung und der Gestaltung von Schuhen sowie der liegenden Körperhaltung und der Gestaltung von Liegesystemen, wobei jeweils biomechanische und mikroklimatische Aspekte im Vordergrund seiner Betrachtungen standen.

Weitere wesentliche Forschungsbereiche von Herrn Diebschlag waren pharmakologische Fragestellungen sowie die Thematik "Hausstaub- und Nahrungsmittelallergien" - wie überhaupt das Thema "Ernährung als zentrale Leistungsvoraussetzung, insbesondere die Nahrungsergänzung" ein über Jahre hinweg immer wieder beleuchteter Ansatz in seiner Arbeit war.

In den letzten Jahren seines beruflichen Wirkens konnte Professor Diebschlag seine vorangegangenen Aktivitäten zusammenführen, und zwar bei der Bearbeitung des bekanntermaßen sehr komplexen Themenbereichs "Maßnahmen zur betrieblichen Gesundheitsförderung": Von der richtigen sitzenden und stehenden Körperhaltung in einer ergonomisch sinnvoll gestalteten Arbeitsumgebung tagsüber hin zur richtigen Körperlagerung für maximale Erholung nachts - bei gleichzeitig gezielter Ernährungsweise und physiologisch optimierter Arbeitskleidung - um nur einige wesentliche Aspekte hervorzuheben. Dabei arbeitete er auch immer daran den Nachweis zu führen, dass betriebliche Gesundheitsförderung auch unter wirtschaftlichen Aspekten richtig ist ("Return on Investment").

Wichtig war ihm bei seinen Arbeiten immer, dass er sich nicht mit qualitativen Aussagen wie "größer oder kleiner, dicker oder dünner" - wie er es selbst formulierte - zufrieden geben wollte, sondern er forderte "mit Maß und Zahl" unterlegte quantitative Aussagen. Diesem Anspruch wurde Professor Diebschlag unter anderem auch selbst dadurch gerecht, dass er unzählige Zahlen, Daten und Fakten aus dem medizinischen und technischen Bereich parat hatte. Mit dieser Vielzahl und Vielfalt an verfügbaren Informationen beeindruckte Professor Diebschlag seine Zuhörer, egal ob Kollegen, Studenten oder auch wissenschaftliche Laien: So war der technisch vorgebildete Zuhörer in aller Regel überrascht von den medizinisch-physiologischen Bezügen, die er herstellte, während der eher medizinisch orientierte Gesprächspartner oftmals über die technischen Ausführungen staunte.

Es ist nicht möglich, alle Aktivitäten von Professor Diebschlag an dieser Stelle zu benennen, nur die wesentlichsten wurden angesprochen. Dennoch mag das Beschriebene einen Eindruck von seiner Leidenschaft und Produktivität vermitteln, mit der er sich seiner Arbeit widmete.

Vieles von dem, was er begonnen und vermittelt hat, wird von den Zuhörern seiner zahlreichen Vorträge und Vorlesungen, den Lesern seiner Bücher und Aufsätze sowie auch den Kollegen und Mitarbeitern, die er für "seine" Themen begeisterte, fortgeführt werden.



Unsere frischgebackenen Doctores:

Im Laufe des vergangenen Jahres konnten vier Doktoranden des Lehrstuhls ihre Doktorprüfung mit Erfolg ablegen. Wir gratulieren!

Frau Dr. rer. nat. Ryoko Fukuda

Ergonomische Gestaltung der Webauftritte –
Analyse des menschlichen Verhaltens bei der
Webnutzung und darauf basierende
nutzerspezifische Vorschläge



Herr Dr. rer. nat. Thomas Seitz

Videobasierte Messung menschlicher Bewegungen
konform zum Menschmodell RAMSIS



Herr Dr.-Ing. Robert Rassl

Ablenkungswirkung tertiärer Aufgaben im Pkw –
Systemergonomische Analyse und Prognose

**Außerdem gratulieren wir dem stolzen Papa zur
glücklichen Geburt einer Tochter am 10. 10. 04**

Herr Dr.-Ing. Pei-shih Huang

Regelkonzepte zur Fahrzeugführung unter
Einbeziehung der Bedienelementeigenschaften



Im Rahmen der Zusammenarbeit mit **INI.TUM** heißen wir als Mitarbeiter am Lehrstuhl herzlich willkommen:
Dipl.-Psych. Heike Sacher, Dipl.-Psych. Stephan Hummel und Dipl.-Ing. Marcus Schneid.

Im Laufe des Jahres stießen zu uns als **neue Mitarbeiter** am Lehrstuhl:
Dipl.-Ing. Martin Wohlfarter, Dipl.-Ing. Christian Lange und Dipl.-Ing. Ulrich Bergmeier. Als Gastwissenschaftler für ein Jahr begrüßen wir Herrn *Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jae-Woo Yoo* aus Korea, der sich im Besonderen mit dem Thema „Ergonomie für Menschen mit Behinderungen“ auseinandersetzt.

Wir wünschen allen neuen Kollegen viel Erfolg und gutes Gelingen ihrer Projekte und Arbeiten.

Ergonomische Gestaltung der Webauftritte - Analyse des menschlichen Verhaltens bei der Webnutzung und darauf basierende nutzerspezifische Vorschläge

Dr. rer. nat. Ryoko Fukuda

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der ergonomischen Gestaltung von Webauftritten. Das WWW hat sich in den letzten zehn Jahren schnell verbreitet. Am Anfang wurde es nur in beschränkten Bereichen wie in der Informatik genutzt und war hauptsächlich Fachleuten zugänglich. Mittlerweile hat sich jedoch das WWW einer breiten Bevölkerungsschicht erschlossen. Das Profil der Nutzer (Alter, Beruf usw.) und der Zweck der Nutzung sind dabei sehr unterschiedlich. Um für alle Leute einfach bedienbare Webseiten zu gestalten, müssen zuerst die Verhaltensmuster bei der Webnutzung erfasst werden. Die Webnutzung von Senioren ist daher ein neues Thema. Diese Arbeit soll dazu beitragen, die Ansprüche der Senioren aufzuzeigen und Gestaltungshinweise zu geben. Gleichzeitig wird der Unterschied zwischen Anfängern, die ebenso wie Senioren "schwach" bei der Nutzung sein können, und erfahrenen Nutzern analysiert, wodurch die Empfehlung zu einer "für alle Leute guten Gestaltung" der Webauftritte möglich wird.

In diesem Themengebiet wurden bisher nur wenig ergonomische Untersuchungen durchgeführt. Von daher hat diese Arbeit auch in diesem Punkt eine große Bedeutung. Das menschliche Verhalten wird nach verschiedenen Aspekten beobachtet, womit der Einfluss der Webgestaltung auf die Informationssuche im WWW erklärt wird. Eine Kombination von objektiven und subjektiven Bewertungskriterien sorgt für eine überzeugende Auswertung der Untersuchung. Aus den durch die Untersuchung festgestellten Problemen werden dann Gestaltungsempfehlungen formuliert. Die Empfehlungen unter ergonomischen Gesichtspunkten können zur benutzerfreundlichen Gestaltung eines Webauftritts sicherlich beitragen.

Durch die oben genannten Aufgaben wird diskutiert, wie "Ergonomie für Senioren" verwirklicht werden kann. In der heutigen alternden Gesellschaft werden "seniorengerechte" Technologien, Produkte, Einrichtungen und Umgebungen benötigt. Diese Arbeit soll die Möglichkeit und Wichtigkeit der Ergonomie für Senioren zeigen.

Videobasierte Messung menschlicher Bewegungen konform zum Menschmodell RAMSIS

Dr. rer. nat. Thomas Seitz

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Ansatz unter Verwendung des Menschmodells RAMSIS entwickelt, um auf Basis von Videobeobachtungen, Bewegungen des Menschen dreidimensional zu messen. Ausgehend von biologischen Prinzipien der Bewegungserkennung wurde ein modellbasiertes Verfahren erarbeitet, das - ohne eine Präparierung der Versuchsperson mit Markern - Bewegungen erfassen kann. Das System arbeitet zur Bildgewinnung mit Standardvideotechnik. In die digitalisierten Bildsequenzen wird nach einer Kalibrierung ein individuelles und dreidimensionales Modell projiziert. Dadurch werden Modellbereiche mit Bildbereichen assoziiert und durch Detektieren von Bildveränderungen kann die Bewegung des Probanden in eine Bewegung des Modells überführt werden. Mit Hilfe dieses Ansatzes können konform zum verwendeten Menschmodell Bewegungsdaten ohne physische Beeinflussung des Probanden erhoben werden. Somit wird die Messung ungestörter Bewegungen möglich.

Auf Grundlage dieser Arbeit können in Zukunft Haltungs- und Bewegungsmessungen konform zum Menschmodell RAMSIS einfacher und schneller durchgeführt werden. Damit ist eine Erleichterung der Forschungen auf dem Gebiet des Human Modeling, insbesondere der Modellierung von Bewegungen, erreicht worden. Dieser Ansatz erlaubt es modellbasiert und ohne Verwendung von Markern die Bewegung von Menschen zu messen. Daher werden die Probanden in keiner Weise bei ihrer Bewegung behindert oder eingeschränkt, wie dies bei Markersystemen der Fall ist - ungestörte Bewegungen können beobachtet werden. Aufgrund der nicht zwingend nötigen Präparierung von Probanden können außerdem wesentlich mehr Versuche pro Zeiteinheit durchgeführt werden, als dies heute der Fall ist.

Die Kopplung von Videoaufnahmen an das Menschmodell RAMSIS erlaubt eine Reihe nützlicher Interpretationen der gemessenen Haltungen, die ergonomische Untersuchungen erleichtern. So könnten beispielsweise mit Hilfe des Systems dynamische Arbeitsplatzuntersuchungen durchgeführt und mit Hilfe der Haltungsinformationen im Sinne der in der Ergonomie etablierten OWAS-Methode analysiert werden. Ferner können mit Hilfe des individuellen Menschmodells kinematische Aspekte einer Bewegung untersucht werden, so dass z.B. aus den Trägheitstensoren einzelner Körperelemente und den gemessenen Bewegungsbahnen die dynamischen Belastungen des Körpers ermittelt werden können (Zauner [80]). Ein weiteres Entwicklungspotenzial stellt die Onlinefähigkeit dar, so dass z.B. der Einsatz in Virtual Reality Umgebungen in Frage käme oder allgemein beim Visualisieren von natürlichen Bewegungen, wie es für die Produktions- und Produktplanung nötig ist. Heute werden dort Tracking-Systeme benutzt, die ohne Modell und mit Markern arbeiten.

Ablenkungswirkung tertiärer Aufgaben im Pkw Systemergonomische Analyse und Prognose

Dr.-Ing. Robert Rassel

Die Bedienung von Nebenaufgaben im Fahrzeug bedeutet unweigerlich eine Ablenkung des Fahrers. Nebenaufgaben, die nicht direkt mit der Fahraufgabe in Verbindung stehen und ausschließlich dem Zufriedenstellen von Komfort-, Unterhaltungs- oder Informationsbedürfnissen der Insassen dienen, werden als tertiäre Aufgaben bezeichnet. Tertiäre Aufgaben im Pkw stehen anders als die primären und sekundären Aufgaben nicht direkt mit der Fahraufgabe in Verbindung. Oberstes Ziel bei der Gestaltung tertiärer Aufgaben ist eine geringe Ablenkung des Fahrers. Zur entsprechenden Beurteilung neuer Bedienkonzepte werden in der Regel Labor- oder Realversuche mit Prototypen durchgeführt. Um zukünftig diesen Aufwand reduzieren und das Ablenkungspotenzial bereits bei der Planung theoretisch beurteilen zu können, bieten sich die systemergonomischen Gestaltungsmaximen zur methodischen Aufgabenanalyse und Ablenkungsprognose an. Die systemergonomische Betrachtung ermöglicht eine Soll- und Ist-Darstellung von Aufgaben, bei denen die Informationsumsetzung in Mensch-Maschine-Systemen im Vordergrund steht. Die Soll-Darstellung beschreibt das Bedienkonzept aus Sicht der Aufgabe sowie des Anwenders und nimmt keine Rücksicht auf vorgesehene oder bestehende Konfigurationen. Die Ist-Darstellung gibt die geplante oder verwirklichte Systemauslegung wieder. Mit Hilfe eines Soll-/Ist-Vergleichs können damit Abweichungen vom systemergonomischen Optimum detektiert werden.

Die vorliegende Arbeit weist nach, dass mit einer systemergonomischen Analyse bereits bei der Entwicklung ohne aufwändige Versuche die Ablenkungswirkung zu prognostizieren und zu reduzieren ist. Neun tertiäre Aufgaben mit insgesamt 36 systemergonomisch unterschiedlichen Auslegungen werden dazu in einem Fahrzeug simuliert und in Realversuchen mit 26 Probanden untersucht. Dabei werden maximale Blickabwendungen von der Verkehrssituation von bis zu 16 Sekunden gemessen. Allgemein ist bei systemergonomisch schlechten Auslegungen eine signifikant größere Ablenkung festzustellen. Basierend auf den Erkenntnissen sind neun Regeln für die Gestaltung tertiärer Aufgaben formuliert, die auch bei Fragen der Software-Ergonomie angewendet werden können.

Regelkonzepte zur Fahrzeugführung unter Einbeziehung der Bedienelementeigenschaften

Dr.-Ing. Pei-shih Huang

Die konventionellen, rein mechanischen Bedienelemente haben im allgemeinen festgelegte Übersetzungsverhältnisse und übertragen die Stellbefehle des Fahrers immer gleich. Das zwingt oft zu einem Kompromiss zwischen verschiedenen Auslegungszielen, beispielsweise bei der Lenkung zwischen Agilität, Stabilität und Komfort für alle Fahrgeschwindigkeiten und Fahraufgaben. Dieser Zielkonflikt kann durch die sogenannte By-Wire Technologie entschärft werden. Die Fahreigenschaften zwischen Fahrzeug und Straße bleiben zwar konventionell, die Vorgabe und Rückmeldung können jedoch bei den neu geregelten Systemen mit der By-Wire Technologie per Software beeinflusst werden. Somit kann der subjektive Fahreindruck des gesamten Fahrer-Fahrzeug-Systems gezielt verändert werden. In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, welche Vorgabe und Rückmeldung zur Fahrzeugführung am Bedienelement für das gesamte Fahrer-Fahrzeug-System am besten geeignet sind. Zuerst wurde versucht, die Korrelation zwischen subjektiven Bewertungen und objektiven Messgrößen aufzuklären. Die daraus für den Fahrer relevanten Fahrzustandsgrößen wurden für die Ableitung des passenden Regelkonzeptes verwendet. Der Bediener empfindet die Vorgabe und Rückmeldung gleichzeitig und gleichwertig, so dass sie kombiniert betrachtet werden müssen. Durch eine Vierpol-Darstellung aus der Netzwerktheorie können die Vorgabe und Rückmeldung in Beziehung gesetzt (Hannaford, 1989) und damit auf diese Weise die Regelkonzepte zur Fahrzeugführung sehr anschaulich und systematisch analysiert werden. Verschiedene Ansätze wurden dazu gegenübergestellt. Die in der Praxis immer auftretende Systemverzögerung sowie der querdynamische Grenzbereich wurden ebenfalls mitberücksichtigt.

Bei einem wegbehafteten passiven oder aktiven Bedienelement mit Feder-Dämpfer-Eigenschaft für die Längsführung hat sich das Regelkonzept Kraftvorgabe zur Fahrgeschwindigkeit als günstig herausgestellt. Im Fall eines isometrischen Bedienelementes sollte dagegen die Kraftvorgabe proportional zur Längsbeschleunigung gewählt werden.

Für die Querführung bei niedrigen Fahrgeschwindigkeiten eignet sich das Regelkonzept der Kraftvorgabe zur Giergeschwindigkeit und Positionsrückmeldung aus dem Krümmungsradius und bei mittleren und höheren Fahrgeschwindigkeiten wird das Regelkonzept mit der Kraftvorgabe zur Querschleunigung und Positionsrückmeldung aus der Giergeschwindigkeit berechnet.

Somit können mit diesen hier vorgestellten Methoden neue Regelkonzepte zur Fahrzeugführung entworfen und bewertet werden. Die Kompromisse bei konventionellen Fahrzeugen sollten dadurch abgeschafft oder zumindest reduziert werden, sodass der subjektive Fahreindruck erhöht wird.