



Jubiläumsausgabe: Ergonomie - Gestern - Heute - Morgen



Prof. Dr. Heinz Schmidtke zum 80. Geburtstag

Laudatio: Das Leben eines Ergonomen
Heiner Bubb / Heinz Peter Rühmann

Ergonomische Forschung als gesellschaftlicher Prozess
Hugo Schmale

Ergonomische Bewertung von Arbeitssystemen - Analyse von Ereignissen
Günter Janssen, Harald Gröner, RWE Power

Chronik eines ergonomischen Prüfverfahrens
Von der DOS-Version zum dreisprachigen EKIDES unter Windows
I. Jastrzebska-Fraczek, LfE

Ergonomische Produktgestaltung in einem internationalen Unternehmen
Andreas Galos, Alpine

Modellierung menschlichen Verhaltens in komplexen Arbeitssystemen
Oliver Sträter, Eurocontrol

Vermischtes aus dem Lehrstuhl, Personalia, Promotionen, neue Mitarbeiter, Verabschiedungen, Gäste, Ehrungen, Veröffentlichungen

High - Tech im Klassenzimmer
Lehrerfortbildung an der Fakultät für Maschinenwesen
Herbert Rausch, LfE

EDITORIAL

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

dieses Heft ist ganz dem 80. Geburtstag von Prof. Dr. Heinz Schmidtke gewidmet, der den Ruf des Lehrstuhls für Ergonomie begründet und von Anfang an die Forschungsrichtung festgelegt hat, die auch heute noch den Weg des Lehrstuhls bestimmt. 1962 wurde er zum Leiter des neu gegründeten Instituts für Arbeitspsychologie und Arbeitspädagogik an der damaligen Technischen Hochschule München berufen. Ich hatte zu diesem Zeitpunkt gerade mein Studium der Ingenieurphysik an dieser Hochschule begonnen. Im Rahmen dieses Studiums musste man auch sog. "Allgemein bildende Fächer" belegen. Unter anderem wählte ich auch "Ingenieurpsychologie" bei Prof. Schmidtke und begegnete damit einem Fach bzw. einer Denkrichtung, von der ich damals noch nicht ahnen konnte, wie sehr sie meinen eigenen beruflichen Werdegang bestimmen sollte.

Ich kann mich aber gut daran erinnern, dass ich die Vorlesung mit Begeisterung besuchte, was für andere "allgemein bildende Fächer" nicht immer zutraf. Und ich kann mich auch an meine Verwunderung darüber erinnern, dass in einem Fach wie Psychologie mathematische Formeln und sogar Integralgleichungen vorkamen. Diese kleine Episode zeigt, dass Prof. Schmidtke schon damals den Weg für das, was später als "Münchener Ergonomie" bekannt wurde, gebahnt hat, nämlich nach Möglichkeit Maß und Zahl anzugeben, die genutzt werden, um eine an den Menschen angepasste Technik zu konzipieren. Es war nur konsequent, ein paar Jahre später diesem Anspruch einen die Sache korrekt bezeichnenden Namen zu geben und das Institut in "Ergonomie" umzutaufen. Nicht zuletzt diese Technikorientierung, aber gerade auch die faszinierende Verbindung mit dem weichen Etwas "Mensch" war es, die mich 1968 die Chance ergreifen ließ, an diesem Lehrstuhl arbeiten zu dürfen. Geleitet durch die mitreißenden Vorlesungen von Prof. Schmidtke, durch die offene wissenschaftliche Atmosphäre an seinem Institut und durch die anregenden und fordernden Gespräche und auch Streitgespräche dort mit Psychologen, Pädagogen, Ingenieuren und Physikern wurde dann in mir die Leidenschaft für diese fesselnde Disziplin entfacht und ich habe gelernt, auch andere Blickrichtungen auf das Ganze zu schätzen, zu über-



nehmen und zu vertreten. In all diesen Jahren habe ich Prof. Schmidtke als einen väterlichen Freund kennen gelernt, der mit seiner Präsenz und der Macht seiner Argumentationskraft immer seine schützende Hand über die ihm Anempfohlenen gehalten hat. Ich bin mir sicher und ich weiß es auch, dass es in dieser Hinsicht nicht nur mir so ergangen ist. Alle, die aus seinem Lehrstuhl hinaus "in die freie Wildbahn", wie er sich immer ausdrückte, gegangen sind, haben den Bazillus der Ergonomie in sich getragen und wo es auch immer ging, die Gedanken und Ideen, die an dem Lehrstuhl ihren Ursprung hatten, umgesetzt und vertreten. Es ist mir vergönnt gewesen, 1993 wieder an den Ort des Beginns meiner beruflichen Tätigkeit zurückzukehren, der inzwischen als Lehrstuhl für Ergonomie in der Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Universität München eine neue Heimat gefunden hat.

Wenn in diesem Heft Mitarbeiter aus der Anfangszeit der beruflichen Laufbahn von Prof. Schmidtke, solche, die in ihrem beruflichen Leben seine Ideen umsetzen und seine Werkzeuge nutzen, und andere, die einen Blick in die weitere Entwicklung der Ergonomie wagen, zu Wort kommen, so soll dies ein Ausdruck des Dankes sein für die richtigen Weichenstellungen, die er in seinem beruflichen Leben gegeben hat. Für mich ist es ein Ansporn, das Begonnene mit Nachdruck und unter Mithilfe all der ideerenen, tatkräftigen jungen Mitarbeiter, die sich auch von dem Faszinosum seines Lehrstuhls haben anstecken lassen, fortzuentwickeln und weiter zu tragen.

Ich wünsche Ihnen bei der Lektüre dieses Heftes viel Spaß und Vergnügen.

Prof. Dr. Heiner Bubb

Ordinarius



Laudatio zum 80. Geburtstag von Professor Dr. rer. nat. Heinz Schmidtke

Am 6. August 2005 feiert em. Universitätsprofessor Dr.rer.nat. Heinz Schmidtke, von 1962 bis 1992 Inhaber des Lehrstuhls für Ergonomie an der TU München, seinen 80. Geburtstag.

Professor Schmidtkes wissenschaftliche Laufbahn ist insbesondere durch seine Bestrebungen gekennzeichnet, arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse in Lehrinhalten und konkrete ergonomische Konstruktionsempfehlungen umzusetzen. Das von ihm herausgegebene "Lehrbuch der Ergonomie", das unter seiner Federführung entstandene "Handbuch der Ergonomie" sowie das von ihm entwickelte Verfahren für die "Ergonomische Prüfung von Technischen Komponenten, Umweltfaktoren und Arbeitsaufgaben" zeigen deutlich, welches Anspruchsniveau Professor Schmidtke mit der Umsetzung arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis verbindet.

Nach nur vierjähriger Studienzeit, die er 1949 mit der Dissertation zum Thema "Flimmertest und psychische Ermüdung" abschloss, wurde Professor Schmidtke Leiter eines Physiklabors in der Chemischen Industrie und ist einer der wenigen Ordinarien auf dem



Gebiet der Arbeitswissenschaft, der vor seiner Universitätslaufbahn einige Jahre den rauen Wind der "freien Wildbahn" verspürte.

Das ist wohl auch der entscheidende Grund dafür, dass für ihn der Elfenbeinturm der Wissenschaft ein Fremdwort ist. Er hat die Praxis mit seinen arbeitswissenschaftlichen Forschungsergebnissen nicht nur konfrontiert, sondern gleichzeitig auch die Hilfe angeboten, den Kompromiss zwischen dem wissenschaftlich Wünschenswerten und dem in der Praxis Machbaren zu finden.

Nach einjähriger Gastprofessur an der University of California in Berkley wurde Professor Schmidtke im Jahre 1957 Abteilungsleiter am Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie in Dortmund, war seit dieser Zeit auch Mitglied im REFA-Verband, habilitierte sich 1960 an der Universität Kiel ("Die Ermüdung") und übernahm dann 1962 das neu gegründete Institut für Arbeitspsychologie und Arbeitspädagogik an der damaligen TH München, das dann einige Jahre später in den Lehrstuhl für Ergonomie umbenannt wurde.

Im Jahre 1964 wurde die gewerbliche Berufsschullehrerausbildung vom Berufspädagogischen Institut (BPI) an die TH München verlagert. In dieser Übernahmephase für die neue akademische Studienrichtung, mit einer erheblichen Ausweitung des Arbeitsbereiches fast aller Lehrstühle in seiner damaligen Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, war Professor Schmidtke ein Mann der ersten Stunde. Bei den Vorarbeiten für den Erlass der ersten Prüfungsordnung (9.12.1966) führte das Bayerische Staatsministerium für Unterricht und Kultus im Juli 1964 die ersten Gespräche mit Fachvertretern und dem Senatsbeauftragten für die Berufsschullehrerausbildung, Professor Schmidtke.

Er war auch an allen folgenden Änderungen der Prüfungsordnung, vor allem an der neuen Lehrerbildung nach der Lehramtsprüfungsordnung I (LPO I) maßgeblich beteiligt. Von 1972 bis 1974 war Prof. Schmidtke Rektor der TH München und leitete die gerade in den Anfangsjahren so wichtige Lehrerbildungskommission der Hochschule bis zu seiner Emeritierung, ergebnisorientiert, mit starker

Hand und klarem Blick für anstehende Probleme. In seiner Rektorenzeit bekam er noch die Nachwehen der Studentenbewegung zu spüren, die ihm zahlreiche Diskussionen mit Studenten bescherte, denen er sich aufgeschlossen und mit sachlichen Argumenten stellte.

In den Jahren von 1970 bis 1985 war Professor Schmidtke im Vorstand des REFA-Landesverbandes Bayern, zeitweilig auch als Vorsitzender und hat von Anfang an mit seinen fundierten Forschungskenntnissen auf dem Gebiet der psychischen Ermüdung im REFA-Grundsatzausschuss "Ermüdung und Erholung" mitgearbeitet. So konnte er als Hochschullehrer vielfältige Kontakte zur Industrie und zu den Sozialpartnern knüpfen und verlor auf diese Weise nie die Belange der betrieblichen Praxis aus den Augen. Sein Lehrstuhl war aber zu keiner Zeit Plattform reiner industrieller Auftragsforschung. Vielmehr verstand es Professor Schmidtke, ungelöste Fragestellungen der Praxis in die Grundlagenforschung einzubetten, um deren Erkenntnisse dann in weiteren Schritten in Auslegungsempfehlungen umzusetzen.

Arbeitswissenschaftliche Forschung steht naturgemäß der sozialpolitischen Auseinandersetzung um zumindest Arbeitsbedingungen sehr nahe. Professor Schmidtke hat dieses Glatteis stets gemieden und seine Aufgabe als Wissenschaftler im Besonderen darin gesehen, beiden Tarifparteien Daten und Fakten für wissensbasierte Entscheidungen zu liefern.

Über 240 Veröffentlichungen spiegeln die Forschungsarbeit Prof. Schmidtkes. Daneben hat er als Dekan der Fakultät für Allgemeine Wissenschaften, als Rektor und Prorektor der TU München, in der Senatskommission für das Arbeits- und Wirtschaftswissenschaftliche Aufbaustudium, als Senatsbeauftragter für die Berufsschullehrerausbildung und Vorsitzender der Hochschulkommission für Lehrerbildung und in anderen Ausschüssen die Hochschullandschaft geprägt sowie Ausbildungsinhalte zukunftsorientiert den sich wandelnden Anforderungen des Berufslebens angepasst. Es muss verwundern, wie Professor Schmidtke zu alledem die Zeit fand,

im außeruniversitären Bereich, in nationalen und internationalen Gremien mitzuwirken, wie z.B. als mehrfacher Präsident der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, als Vizepräsident der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt, als Mitglied des Human-Factors-Panel in der NATO-Scientific Affairs Division sowie der Reaktorsicherheitskommission.

Neben der Vielfältigkeit seiner persönlichen Aktivitäten ist die Zahl von 20 Dissertationen und 6 Habilitationen unter seiner Betreuung und Anleitung zunächst nicht besonders beeindruckend. Diese Zahlen machen aber deutlich, dass Prof. Schmidtke eine grundsolide Stellenstruktur an seinem Lehrstuhl anderen Beschäftigungsmöglichkeiten von wissenschaftlichen Mitarbeitern vorzog und unterstreichen den Anspruch, den er selbst, aber auch seine Mitarbeiter mit wissenschaftlicher Arbeit verbinden. Für die Erfüllung dieses Anspruchs zollte er kein vordergründiges Lob, sondern uneigennützige Förderung seiner Mitarbeiter. Er war immer stolz darauf, dass seine ehemaligen Mitarbeiter heute führende Positionen in der Industrie oder Ordinariate an verschiedenen Universitäten innehaben.

Dem Jubilar wurden vielfältige Ehrungen und Auszeichnungen zuteil: 1973 wurde ihm der Bayerische Verdienstorden und die Duncker-Medaille in Gold verliehen, 1974 wurde Professor Schmidtke Ehrenmitglied des REFA-Verbandes Bayern, die Gesellschaft für Arbeitswissenschaft ehrte ihn 1988 mit der Forschungsmedaille, und nach seiner Emeritierung erhielt er 1993 vom Bayerischen Staatsminister für Unterricht und Kultus die Verdienstmedaille PRO MERITIS. Anlässlich des Kongresses der International Ergonomics Association 2000 (IEA) in San Diego wurde Professor Schmidtke mit dem Ergonomic Development Award ausgezeichnet. Mit dieser höchsten Auszeichnung der IEA wurden seine herausragenden Leistungen für die Fortentwicklung der Ergonomie im nationalen wie im internationalen Rahmen gewürdigt. Zugleich wurde mit diesem Preis sein wissenschaftliches Lebenswerk an der Schnittstelle zwischen Mensch, Technik und Umwelt in den Blickpunkt der Öffentlichkeit gerückt.



"Ein rollender Stein setzt kein Moos an", diese Weisheit gilt in besonderem Maße für Professor Schmidtke. Handbücher und Softwaresysteme zeichnen sich durch die Eigenschaft aus, immer wieder überarbeitet und ergänzt bzw. "upgedatet" zu werden.

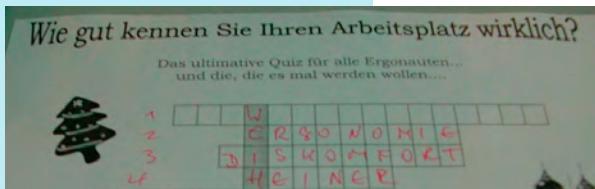
Nach wie vor arbeitet Professor Schmidtke unermüdlich an "seinem" Handbuch der Ergonomie und an dem Rechner gestützten ergonomischen Datenbanksystem und Prüfverfahren (EKIDES), für das er derzeit eine japanische Version entwickelt.

Vor fünf Jahren wurde er zum Ombudsmann der Technischen Univer-

sität München gewählt. Zur Ethik in der Wissenschaft und des Wissenschaftlers formulierte er Regeln, um Fälschungen und Betrug in der wissenschaftlichen Forschung möglichst im Keime zu ersticken.

Alle aktiven und ehemaligen Mitarbeiter des Lehrstuhls für Ergonomie, die Fakultät für Maschinenwesen und die ganze Technische Universität München wünschen Herrn Professor Schmidtke weiterhin die bisher gezeigte Schaffenskraft, gleichzeitig Muße und Gesundheit für die Zukunft.

Heiner Bubb und Heinzpeter Rühmann



Einer liest vor (muss nur richtig betonen) - einer bangt (um die richtigen Worte) - einer hofft (dass es schnell vorbei ist)

Frage und Antwort . . .
- oder ist es doch nicht so leicht,
darauf eine klare Antwort zu finden?



... dafür geht feiern immer und auch leichter . . .



... als sich im Dienste der Wissenschaft in der Sitzkiste des FS 100 durchschütteln zu lassen.

Ergonomische Forschung als gesellschaftlicher Prozess.

Dies ist kein ergonomischer Forschungsbericht, auch keine soziologische Studie. Wenn ich im Titel von einem gesellschaftlichen Prozess spreche, möchte ich damit zum Ausdruck bringen, auf welche besondere Art Prof. Schmidtke seine Forschungsarbeit immer in einen gesamten gesellschaftlichen Prozess einzubetten bemüht war und es verstand, uns, seine Mitarbeiter, darin einzubeziehen. In diesem Sinne möchte ich eher im Plauderton berichten und in Erinnerung rufen, mit welchen Fragestellungen, Methoden und Arbeitsweisen die Forschungsgruppe um Professor Schmidtke im MPI für Arbeitsphysiologie sich mit Ergonomie beschäftigte. Dabei kann es nicht ausbleiben, auch von mir zu sprechen.

Der Begriff Ergonomie kam erst später in Gebrauch, den Hughy Murrell, ein englischer Kollege, Anfang der 60er Jahre als allgemeine Bezeichnung für die Arbeitswissenschaften einführte. Erst nach dem Umzug an die Technische Hochschule München, an die Professor Schmidtke 1962 berufen wurde, wurde das Institut für Arbeitspsychologie in Institut für Ergonomie umbenannt.

Ich lernte Dr. Schmidtke 1958 kennen. Er war gerade dabei, im Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie in Dortmund eine arbeitspsychologische Abteilung neu aufzubauen, die er von Professor Otto Graf, Arbeitsmediziner und Schüler des Psychiaters Kraepelin, der aus Altersgründen ausschied, übernommen hatte.

Heinz Schmidtke hatte selbst Psychologie studiert und an der Technischen Hochschule Braunschweig (1949) mit einer kritischen Überprüfung der Flimmerverschmelzungsfrequenz als Methode zur Ermüdungsmessung zum Dr. rer. nat. promoviert, war aber im Grunde mit ganzer Seele immer Physiker und Ingenieur, Maschinenbauer, ein Metier, an das er bei der Marine herangeführt worden war und mit dieser Kenntnis- und Erfahrungsbasis ins Studium ging, als er, abgesehen von einigen allerdings doch wohl recht gravierenden Blessuren, relativ heil aus dem Krieg gekommen war. Nun arbeitete er an seiner Habilitation an der Universität Kiel. Die Fahrten an die Küste verband er mit Reserveübungen bei der Marine. So war von Anfang an viel Bewegung im Institut.

Ich war im Februar mit einer wahrnehmungspsychologischen Arbeit ("Über die Bedeutung der Oberflächenfarben für die räumliche Wahrnehmung") promoviert worden. Und da die Erforschung von Wahrnehmungsprozessen eine wichtige Grundlage für die Gestaltung von Arbeitsplätzen und auch für Belastungsfragen darstellt, wurde ich von Dr. Schmidtke gefragt, ob ich Interesse an einer Zusammenarbeit im MPI haben würde.

Dass es streng zugehen würde an meinem neuen Arbeitsplatz, erfuhr ich im Einstellungsgespräch. Professor Gunther Lehmann, unser oberster Chef, Papst der Arbeitsmedizin schlechthin und von weltweiter Bedeutung, erwähnte meine Dissertation lobend, und ich dachte, dass es mir gut anstehen würde, Eigenkritik anzudeuten und sagte, was ich heute besser gemacht hätte. Ich bekam die Anstellung als wissenschaftlicher Mitarbeiter, aber zum Abschluss des Gesprächs sagte Professor Lehmann mir in kerniger Frankenart: "Aber diskutieren Sie nicht so viel mit mir!".

Fräulein Wahle (sie legte großen Wert auf diese Anrede), die von Professor Graf übernommene Sekretärin, wachte von nun an hilfreich über unsere Arbeit und gab uns Zeichen - "Alles auf die Stange!" -, wenn unser oberster Chef die Abteilung besuchte. Und als ich Professor Lehmann zum ersten Mal auf einer Dienstreise begleiten durfte, es ging nach Schramberg im Schwarzwald, wo wir in der Uhrenfabrik Junghans eine Untersuchungsreihe aufbauen wollten, im schwarzen Mercedes mit Chauffeur, habe ich die ganze Nacht zuvor nicht schlafen können, um mir auszudenken, wie ich mich

verhalten sollte, von welchen unseren Experimenten und Untersuchungen ich berichten könnte, oder ob ich die lange Fahrt über besser schweigen sollte.

In unserer Abteilung achtete Dr. Schmidtke zwar auch sehr auf Disziplin, aber auf eine ausgesprochen menschliche Weise. So wurde der ausscheidende Vorgänger voll in die neue Abteilung integriert und erhielt das schönste Zimmer, ein lichtdurchflutetes Eckzimmer mit Blick auf den Rheinlanddamm und die Westfalenhalle. Der Gegenstand unserer Arbeit war eng an das Schmidtkesche Konzept gebunden, uns in Forschung und Praxis mit Fragen der "Interaktionen zwischen Mensch und technischen Systemen" zu beschäftigen. Sein Credo lautete schon damals: "Es muss mit Sicherheit verhindert werden, dass durch unzureichende Berücksichtigung des Systemglieds >Mensch< akute oder längerfristige gesundheitliche Schädigungen eintreten". In diesem Sinne bestand unsere Arbeit zentral darin, die Übertragungseigenschaften des Menschen in Mensch-Maschine-Systemen zu erforschen.

Obwohl die Max-Planck-Institute im wesentlichen auf Grundlagenforschung ausgerichtet sind, waren wir in Dortmund ganz bewusst darum bemüht, eine solche Trennung zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung zu vermeiden. Wir machten Laborexperimente im Institut, aber wir sammelten unsere Beobachtungsdaten auch in Fabriken, Verwaltungen und kulturellen Institutionen und untersuchten sie sowohl auf wissenschaftliche Verallgemeinerungsfähigkeit, als auch mit dem Ziel praktischer Rückmeldungen in die untersuchten Betriebe.

So führten wir lange Reihen von skalometrischen Untersuchungen durch, um Empfindungsskalen zu konstruieren, zum Beispiel um das subjektive Anstrengungserlebnis bei körperlicher und perzeptiver Beanspruchung adäquater erfassen und beschreiben zu können (Schmale, Schmidtke und Vukovich, 1963). Es gehört zum Forschungsansatz Schmidtkes, sich nicht mit einer phänomenalen Beschreibung des Anstrengungserlebnisses zufrieden zu geben, sondern nach den physiologischen Begleitumständen zu suchen. Wir untersuchten physiologische Korrelate des Anstrengungserlebnisses und fanden eine lineare Beziehung zwischen der subjektiven Empfindung und der Pulsfrequenz. Dieser Befund lässt sich so deuten, dass die psychische Reaktion als Verstärkung physiologischer Notwendigkeiten wirken kann: Subjektive Reaktionen wie das Wohlbefinden oder das Gefühl des Unangenehmen sind keineswegs als bloßes psychisches Beiwerk zu betrachten, sondern können als "Vorwarnsysteme" angesehen werden, die im Bewusstsein des Individuums eine Annäherung an die Grenzbelastung des Organismus anzeigen. Wie der Schmerz eine innerorganische Störung signalisiert, das Müdigkeitsgefühl ein Signal für die Notwendigkeit ist, den Organismus auf energetische Rekreation umzustellen und Hunger Energiedefizite anzeigen, so ist das subjektive Gefühl der Anstrengung ein Indikator für das Ausmaß der Arbeitsbeanspruchung. Mit Hilfe solcher Empfindungsskalen dachten wir "ökologische Nischen" optimaler Leistungsfähigkeit und zumutbarer Belastung abstecken zu können.

Ein typischer Fall von Feldforschung war die Untersuchung bei Junghans. Man war dort daran interessiert, die Sehschärfeanforderungen ihrer Mitarbeiter zu erfassen. Wir nutzen das sich uns bietende Untersuchungsfeld, um angewandte Forschung mit Grundlagenforschung zu verbinden und versuchten das Problem der optischen Reaktionszeit als leistungsbegrenzenden Faktor bei Kontrolltätigkeiten anzugehen (Schmidtke und Schmale, 1960). Es war ein erklärtes Ziel Schmidtkes, die Messung der Reaktionszeit, der Zeit zwischen Signalgebung und menschlicher Reaktion, zu einer verlässlichen Methode zur Erfassung der Übertragungseigenschaften des Menschen zu machen und zum Kriterium für optimale ergonomische Arbeitsplatzgestaltung auszubauen. Neben unseren Untersuchungen bei Junghans wurde diese Methode auch bei der informationstheoretischen Analyse von Wahlreaktionsexperimenten (Schmidtke, 1961), bei Dauerbeobachtungen

(Schmidtke und Micko, 1964) und bei vielen Experimenten der Ermüdungsforschung überprüft (Schmidtke, 1965).

Ein weiteres Interesse richtete sich auf die qualitative Funktion des Wahrnehmungsfilters, die darin besteht, dass es das äußere Reizangebot auf solche Reize reduziert, die vom Individuum für die Erfassung und Lösung einer Aufgaben als relevant eingeschätzt werden. Diese die Aufmerksamkeit bestimmenden Filterfunktionen können durch die Mannigfaltigkeit äußerer Reize aktiviert, durch monotone Reizbedingungen jedoch auch deaktiviert werden. Die Erkenntnisse über dieses komplexe Bedingungsgefüge wurden von Schmidtke im Rahmen seiner Ermüdungsforschung experimentell und in praktischen Untersuchungen aufgedeckt und in einem bis heute gültigen Übersichtsreferat zusammengetragen, interpretiert und in wesentlichen Teilen durch eigene Forschungen erweitert. Das Ergebnis wurde seine Habilitationsschrift: Die Ermüdung. Symptome, Theorien, Messversuche, Bern 1965. Ich halte dieses Buch für eines seiner Hauptwerke.

Wie weit gefasst unser Forschungsgegenstand "Mensch-Maschine-Systeme" war, zeigte sich in einem anderen Feldforschungsprojekt. Die Deutsche Orchestervereinigung interessierte sich für eine Belastungsstudie des Orchestermusikers in Kulturorchestern der Städte und der Länder, mit dem Ziel, möglicherweise nachweisbare Belastungsformen als Argumente in die Diskussion um eine adäquatere Besoldungsgrundlage einzubringen. So zogen wir mit unseren Messinstrumenten - Geräte zur Analyse der Umgebungsbedingungen (Trocken- und Feuchttemperatur, Klima und Lärm) und zur Messung der physiologischen Beanspruchung (Herzrate als allgemeines Beanspruchungsmaß, Fingertemperatur für die Messung akuter vegetativer Beanspruchung und Adrenalin-Dionin-Proben für die Erfassung längerfristiger vegetativer Stressauswirkungen) - von Orchester zu Orchester, saßen morgens bei den Proben und abends im Konzert oder in der Oper. Die Messungen wurden von unseren Medizinisch-Technischen Assistentinnen durchgeführt, in schwarzen Kleidern, um zwischen den Musikern nicht aufzufallen. Unsere Forschungsergebnisse sind noch heute Grundlage bei arbeitsplatzgestalterischen, arbeitszeitrechtlichen und tariflichen Fragen im gesamten Bundesgebiet (Schmale und Schmidtke, 1965; Schmale und Schmidtke, 1985).

Noch eine andere Forschungsarbeit, auf einem ganz anderen Feld, die sich aber sinnvoll in die Untersuchung von Arbeitsplätzen einfügt, bekam allgemeine Bedeutung: die Eignungsdiagnostik. Wenn ein psychologischer Aspekt der Ergonomie auf die Erfassung der Übertragungseigenschaften des Menschen in technischen Systemen gerichtet ist, so darf nicht vergessen werden, dass diese Eigenschaften erheblichen interindividuellen Unterschieden unterworfen sind. Zur Erkennung dieser Unterschiede dient die Eignungsdiagnostik, indem sie individuelle spezielle Begabungen zu erfassen und berufs- oder tätigkeitspezifische Erfolgsvorhersagen zu stellen versucht. Begabung wird dabei verstanden als die besondere Differenzierungsfähigkeit eines Individuums in einem bestimmten Bereich der Aufnahme, Verarbeitung und Weitergabe von Informationen (bzw. in klassischem Sinne: des Wahrnehmens, Denkens und Handelns). Das Land Nordrhein-Westfalen hatte uns die Forschungsaufgabe übertragen, alle in Deutschland verwendete Einstellungsverfahren zu erheben und zu untersuchen, wie groß deren tatsächliche Vorhersagegenauigkeit im Rahmen der Berufswahl ist.

Auch in diesem Fall: Wir beschränkten uns nicht darauf, die verwendeten Verfahren zu untersuchen, sondern nutzten diese einmalige Gelegenheit, ein neues, umfassendes Testsystem zu entwickeln. Nach eingehenden Validitätsprüfungen wurde daraus der BET-Berufseignungstest, eine aus zwölf Einzeltests bestehende Testbatterie, die bis heute in vielen Unternehmen und von Industrie- und Handelskammern zur Auswahl von Auszubilden-

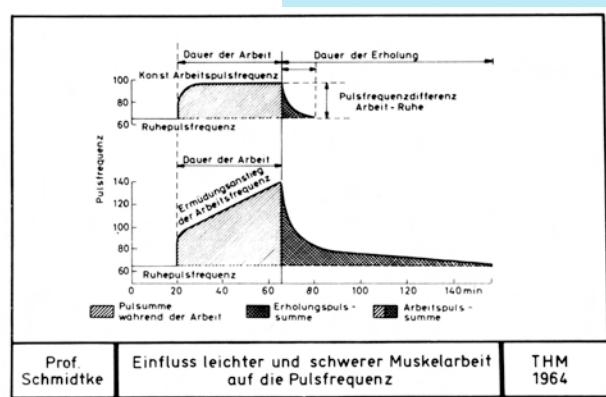


Abb. 1:
Beispiel für ein in mühevoller Handarbeit erstelltes Dia zur Herz-Kreislaufreaktion bei leichter und schwerer Muskelarbeit

den in etwa 100 Berufen jährlich viertausendmal Verwendung findet (Schmale und Schmidtke 1969; 4. Auflage 2001).

Zum Abschluss müssen unbedingt noch die besonderen Arbeitsbedingungen erwähnt werden, die mich voller Wehmut an diese Zeit zurückdenken lassen. Diese intensive Forschungsarbeit wäre überhaupt nicht möglich gewesen, wenn uns nicht eine große Gruppe von Mitarbeitern zur Verfügung gestanden hätte. Das Institut verfügte über zentrale Werkstätten, die eng mit den Forschungsgruppen kooperierten, und es gab neben uns Abteilungen, die in der Klimaforschung, Lärmforschung, Kreislaufforschung und an technischen Entwicklungen arbeiteten. In einem Ergänzungsbau gab es das Max-Planck-Institut für Ernährungsphysiologie von Professor Kraut. Unser unmittelbarer Nachbar war die Sozialforschungsstelle der Universität Münster von Professor Schelsky, und eine Arbeitsakademie, in der wir unsere Forschungsergebnisse an Praktiker weitergeben konnten. Das alles war wie ein Campus, das an US-amerikanische Verhältnisse erinnerte. Auf diesem Campus gab es moderne Bungalows für wissenschaftliche und technische Mitarbeiter. Professor Schmidtke hatte dafür gesorgt, dass ich in einem dieser Bungalows wohnte. Es waren also nahezu ideale Arbeitsbedingungen

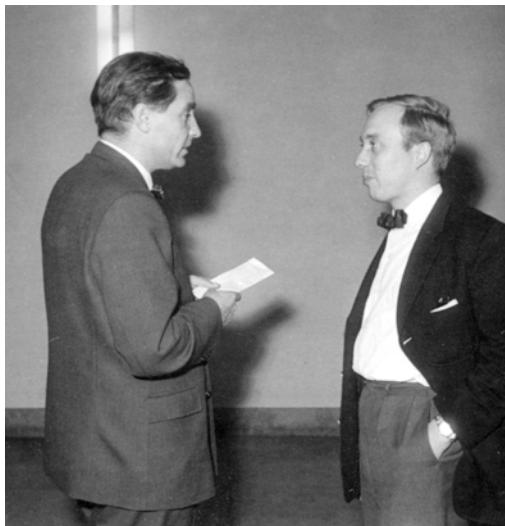


Abb. 2: Professor Schmidtke (links) mit dem Verfasser auf dem Kongress für Arbeitswissenschaften in Würzburg bei den letzten Absprachen für die Referate

gegeben. Dezentral, also in den verschiedenen Abteilungen arbeiteten uns Medizinisch-Technische Assistentinnen zu, die ihre Ausbildung im Institut absolviert hatten, also ganz auf unsere Bedürfnisse ausgerichtet waren. Sie halfen uns bei der Vorbereitung von Untersuchungen, bei der Datenerhebung und der statistischen Auswertung und produzierten zeichnerisch und photographisch veröffentlichtsreife Abbildungen, auch die sagenumwobenen Dias (Abb. 1), mit denen wir auf Kongressen Bewunderung und sicherlich auch Neid erregten: Endprodukte von auf großen Papierbögen handschriftlich eingetragenen Messergebnissen, an den Wänden aufgehängt, so dass man ständig einen Überblick über die Ausgangsdaten hatte, mit Hilfe von (aus heutiger Sicht vorsätzlich anmutenden) Tischrechnern statistisch aufgearbeitete, überprüfte und in eine Ergebnisliste übertragene, mit akribischer Handarbeit am Zeichenbrett gezeichnete und beschriftete, aufwendig photographierte und zwischen Glasplättchen eingeklebte Befunddarstellungen. Die Arbeit vieler Tage, die heute in Zeiten von PowerPoint wohl nur ein müdes Lächeln hervorlocken werden.

Aber nur so, im Zusammenspiel aller dieser Faktoren und in einem gesellschaftlichen Prozess, wie gesagt, konnte es gelingen, die so umfassenden Forschungsergebnisse von Professor Schmidtke und seinen Mitarbeitern in die Welt zu bringen (Abb. 2).

Literatur:

Schmale, H., H. Schmidtke, A. Vukovich: Untersuchungen über den Grad der subjektiv gegebenen Beanspruchung bei körperlicher Arbeit. Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen, Nr. 1261, Westdeutscher Verlag Köln, Opladen, 1963.

Schmale, H., H. Schmidtke: Psychophysische Belastung von Musikern in Kulturorchestern. B. Schott's Söhne Mainz, 1965.

Schmale, H., H. Schmidtke: Eignungsprognose und Ausbildungserfolg. Untersuchungen über den Wert verschiedener Ausleseverfahren zur Prognose des Lehrerfolges in gewerblichen Berufen. Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen, Nr. 2044, Westdeutscher Verlag Köln, Opladen, 1969.

Schmale, H., H. Schmidtke: Der Orchestermusiker, seine Arbeit und seine Belastung. Eine empirische Untersuchung. B. Schott's Söhne Mainz, 1985.

Schmidtke, H., H. Schmale: Untersuchungen über die Sehanforderungen in der Präzisionsindustrie. Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen, Nr. 837, Westdeutscher Verlag Köln, Opladen, 1960.

Schmidtke, H.: Zur Frage der informationstheoretischen Analyse von Wahlreaktionsexperimenten. Psychol. Forschung 26, 1961, 1957.

Schmidtke, H., C. Micko: Untersuchungen über die Reaktionszeit bei Dauerbeobachtung. Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen, Nr. 1360, Westdeutscher Verlag Köln, Opladen, 1964.

Schmidtke, H.: Die Ermüdung. Symptome, Theorien, Messversuche. Verlag Hans Huber Bern, Stuttgart, 1965.

Chronik eines Ergonomischen Prüfverfahrens

Von der DOS-Version zum dreisprachigen EKIDES unter Windows

Dr.-Ing. I. Jastrzebska-Fraczek
ist Mitglied des Lehrstuhls für
Ergonomie und maßgebliche
Mitautorin von EKIDES

Einführung

Nach 15 Jahren Entwicklung und Erfahrung mit dem Ergonomischen Datenbanksystem mit rechnergestütztem Prüfverfahren ist es an der Zeit über die Geschichte dieser Anwendung zu berichten.

Das mit dem System verfolgte Ziel wird so lange aktuell bleiben, so lange noch Produkte und Arbeitsplätze entstehen, die trotz aller Ingenieurskunst ergonomische Anforderungen nicht oder nur unzureichend erfüllen. Es soll den Gestaltungsprozess eines Mensch-Maschine-Systems so unterstützen, dass die aus Aufgabenstellung, Umwelt und Maschinengestaltung resultierende Belastung und damit die vom Menschen empfundene Beanspruchung minimiert wird.

Schon im Jahr 1989, als das Buch von Prof. Schmidtke "Ergonomische Prüfung von Technischen Komponenten, Umweltfaktoren und Arbeitsaufgaben. Daten und Methoden" erschien, wurde auf Seite 26 darauf hingewiesen, dass ein PC-Software-Paket in Vorbereitung ist.

Mit diesem Programm sollte es ursprünglich möglich sein, die ergonomischen Anforderungen in eine softwaremäßig aufbereitete Datenbasis den Konstrukteuren, Planern und Arbeitsgestaltern zur Verfügung zu stellen, um arbeitsplatzabhängig ergonomische Bewertungen in der Form von Prüfprotokollen zusammenzustellen um damit ergonomische Mängel sichtbar zu machen.

Ergonomisches Wissen wurde von renommierten Arbeitswissenschaftlern erarbeitet und veröffentlicht (z.B. Schmidtke, 1993; Luczak, 1993; Bullinger, 1994). Der Konstrukteur von Produkten und Arbeitsplätzen hat im Allgemeinen nur wenig Wissen auf diesem Gebiet und folgt bei arbeitswissenschaftlichen Fragestellungen oft seinem intuitiven Gefühl. In vielen Fällen ist es selbst für den Arbeitswissenschaftler schwierig, das vorhandene Wissen so aufzubereiten, dass es unmittelbar und für jedes Gestaltungsproblem adäquat angewendet werden kann. So bleibt oft ein Potenzial an möglichem Gesundheitsschutz und möglicher Effizienz eines Mensch-Maschine-Systems ungenutzt, das durch konsequente Anwendung ergonomischer Erkenntnisse erhebliche Verbesserungen bewirken könnte. Eine sinnvolle Unterstützung bei der Lösung ergonomischer Probleme bietet der PC mit einer elektronischen Sammlung ergonomischer Konstruktionsrichtlinien.

Die erste Dos-Version des Ergonomischen Datenbanksystems EDS

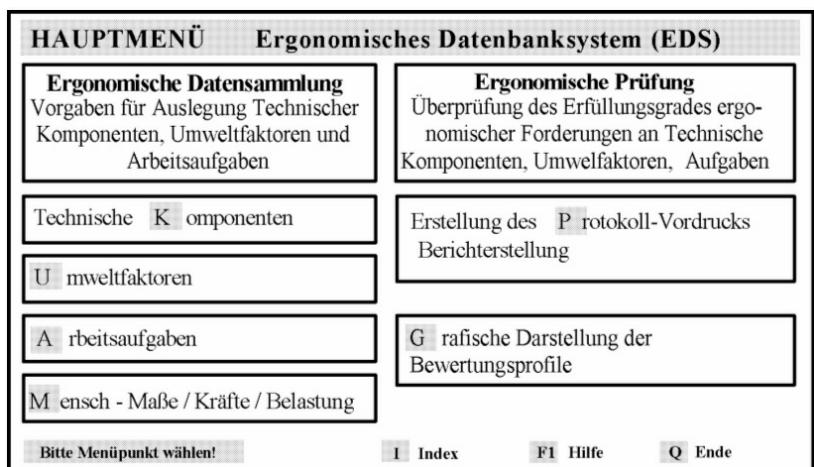
Aufbau und Ziele des EDS

Die erste Version des Systems unter MS DOS wurde unter dem Kürzel EDS bekannt (Ergonomisches Datenbank System) und stellte fast die Abbildung des Buches dar (Schmidtke, 1989). Das Hauptmenü unter DOS (Abbildung 1) zeigt, dass das

Ergonomische Datenbank System den Konstrukteur und Arbeitsgestalter bereits in der Planungs- und Entwurfsphase, später auch während des Konstruktionsprozesses mit den wichtigsten ergonomischen Forderungen für die Auslegung technischer Komponenten, Umweltfaktoren und Arbeitsaufgaben unterstützen kann.

Abb.: 1: Die erste Version von EDS (1990)

Mit der rechnergestützten ergonomischen Prüfung wurde ein Instrumentarium geschaffen, das bei der Abnahme einer



Einrichtung, eines technischen Gesamtsystems oder Einzelgerätes bzw. einer Einzelmaschine eingesetzt werden kann, um zu überprüfen, ob und inwieweit ergonomische Vorgaben realisiert worden sind.

Mit der Softwareentwicklung des EDS wurde ein ergonomisches "Tool" zur Verfügung gestellt, welches in knapper Form die wesentlichen Einzelforderungen übersichtlich zusammenfasst. Wie aus der Abbildung 1 hervorgeht, wurde das EDS mit zwei unterschiedlichen Modulen konzipiert, die mit folgender Zielsetzung verbunden sind:

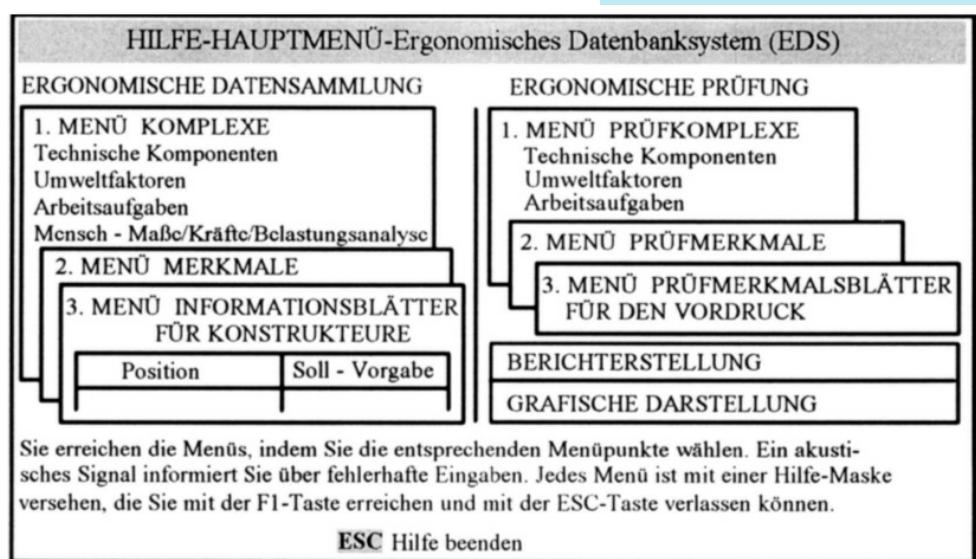
- Ergonomische Datensammlung und
- Ergonomische Prüfung.

Die im EDS enthaltene Datensammlung umfasste Anforderungen an Mensch-Maschine-Systeme in vier Gruppen:

- Technische Komponenten (915 Einzelanforderungen),
- Umweltfaktoren (142 Einzelpositionen),
- Arbeitsaufgaben (198 Einzelpositionen),
- Ergänzende Daten über
 - Körpermaße (108 Einzelmaße) und
 - Körperkräfte (46 Kraftaufbringungsfälle).

Mit der Hilfe-Taste war sofort erkennbar, wie das System aufgebaut wurde. Die ergonomische Datensammlung bestand aus drei großen Datenkomplexen und die ergonomische Prüfung basierte auf diesem Datenmaterial (siehe Abbildung 2).

Abb.: 2: Aufbau des EDS, Hilfestellung für das Hauptmenü.



Schon die erste Version des EDS hat eine Reihe von Anwender aus der Industrie und Universitäten gefunden. Die größte Anwendergruppe wurde von Anfang an von den deutschen Kernkraftwerksbetreibern gebildet, die vor allem das Prüfverfahren für die Verbesserung der Warten-Gestaltung benutzt haben, aber auch für die Dokumentation der Verbesserungen in Form von Berichten.

Das rechnergestützte Prüfverfahren, das in Abbildung 3 dargestellt ist, basierte damals auf den drei Gruppen von Daten: Technische Komponenten, Umweltfaktoren und Arbeitsaufgaben. Der Rechner unterstützte nach wie vor folgende Schritte:

- Auswahl der für eine konkrete Prüfaufgabe zutreffenden Prüfpositionen aus dem Katalog von Prüfmerkmalen im Rahmen der Vorbereitung des Protokollvordrucks,
- Erstellung des Protokollvordrucks und notwendiger Messprotokolle,
- Erstellung des Prüfberichtes nach Eintragung der Ist-Feststellungen in dem im Rechner gespeicherten Protokollvordruck,
- Zusammenstellung nicht erfüllter Prüfpositionen in Form einer Liste,
- grafische Darstellung nicht erfüllter Prüfpositionen hinsichtlich ihrer ergonomischen Bewertungsstufe.

In der grafischen Darstellung des Prüfergebnisses ist zu beachten, dass die nicht erfüllten ergonomischen Anforderungen bezogen auf drei Datenkomplexe noch subjektiv gewichtet werden mussten. Die Gewichtung von Prüfpositionen setzte genaue Kenntnisse über Funktion und Zweck des Prüfge-

ERGONOMISCHE PRÜFUNG UND BEWERTUNG VON SYSTEMEN - PRÜFVERFAHREN

I. VORBEREITUNG DES PROTOKOLL-VORDRUCKS

Auswahl zutreffender Prüfpositionen durch Markierung innerhalb von:

TECHNISCHEN KOMPONENTEN

UMWELTFAKTOREN

ARBEITSAUFGABEN

II. DURCHFÜHRUNG ERGONOMISCHER PRÜFUNG MIT FESTGELEGTEN METHODEN VOR ORT

Physikalische und psychometrische Methoden: Längen-, Winkel-, Kraft- und Drehmomentmessung, Leuchtdichte-, Reflexionsmessung, Schallemissionsmessung, Schallimmissionsmessung, Temperatur-, Luftfeuchte- und Luftgeschwindigkeitsmessung, Schwingungsmessung, Sichtprüfung, Funktionsprüfung, Prüfzertifikate.

III. ERSTELLUNG DES PRÜFBERICHTS

Bedeutsamkeit nicht erfüllter Prüfpositionen bezogen auf Funktionsbereitschaft, Sicherheit, Systemwirksamkeit, menschliche Leistungsentfaltung oder Gesundheit gewichten (absolute oder relative Betrachtung)

Ergebnisübertragung aus Prüfprotokoll in den Rechner

Verwendung des Prüfprotokolls als Prüfbericht

Zusammenstellung nicht erfüllter Prüfpositionen (Liste) und Zusammenfassende Grafische Darstellung automatisch

Auszählung nicht erfüllter Prüfpositionen und manuelle Eingabe getrennt nach Bedeutsamkeitsstufen für Technische Komponenten (K), Umweltfaktoren (U) und Arbeitsaufgaben (A)

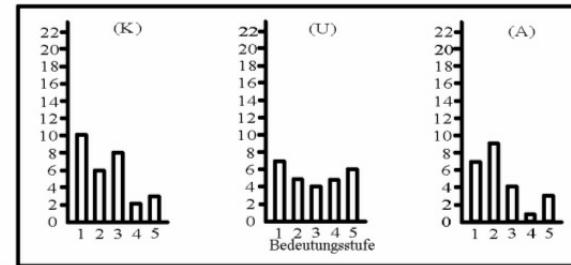
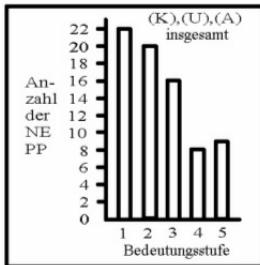


Abb.: 3: Ablaufschema für die ergonomische Prüfung

solche im anderen Fall schlicht gesundheitsgefährdend (Jastrzebska-Fraczek, Schmidtke, 1993).

Die weitere Entwicklung unter Windows

Das Erscheinen des neuen Betriebssystems Windows hat eine wichtige Rolle für die weiteren Versionen von EDS gespielt. Die Konvertierung von Textdateien aus dem DOS-System in die Datenbanktabellen der professionellen MS Access-Datenbank ermöglichte es, dass die erste Windows-Access-Version schon im Jahre 1993 fertig wurde. Innerhalb von ein paar Jahren haben sich die Daten, Definitionen, die Literaturhinweise und zusätzliche Funktionen des Systems fast verdoppelt.

Nach der ersten Vorstellung des EDS DOS Systems in Dresden auf dem Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft im Jahre 1991, folgten die weiteren Präsentationen von EDS unter Windows in 1993 anlässlich des IEA-Kongresses (International Ergonomics Association) in Warschau und 1996 auf der ersten International Cyberspace Conference on Ergonomics, konzipiert und organisiert von Professor Leon Straker in Australien (Jastrzebska-Fraczek, Schmidtke, 1996).

THE CYBERG CONCEPT:

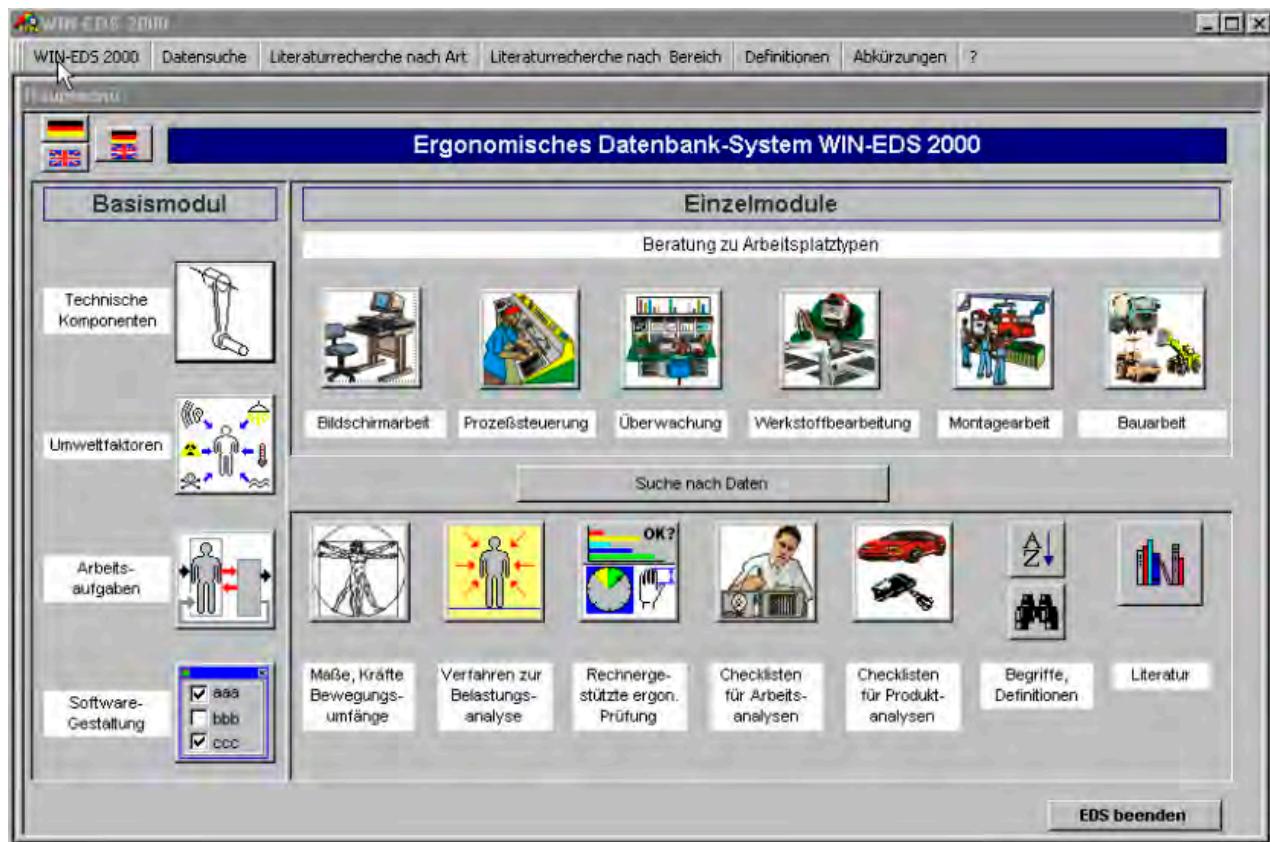
The CybErg 2005 conference is one of a series of "virtual" international ergonomics conferences first conceptualized by Prof. Leon Straker of Curtin University of Technology in Australia, and successfully held for the first time in 1996 and again in 1999 and 2002. The CybErg 2005 conference is the next International conference in a series of International conferences that

genstandes und mögliche Rückwirkungen auf den Menschen voraus. Dennoch bleibt jede Gewichtung ein subjektiver Vorgang, in den persönliche Erfahrungen, Interessen und auch Vorurteile einfließen können. Fehler lassen sich reduzieren, wenn die Gewichtung durch eine Expertengruppe erfolgt. Für die Gewichtungsstufung existieren keine bindenden Regeln. Die vertraute Fünferskala wurde bei der Prüfung empfohlen.

Die Stufenbeschreibungen für Technische Komponenten, Umweltfaktoren und Arbeitsaufgaben unterscheiden sich dabei. Die Mängel an Konzeption und Gestaltung von Umweltfaktoren haben vielfach einen engen Bezug zur menschlichen Leistungsentfaltung und zur gesundheitlichen Beeinträchtigung (z.B. können unzureichend dimensionierte Konsolensitze ermüdende Zwangshaltungen des Nutzers zur Folge haben; längere Einwirkungen stoßhaltiger mechanischer Schwingungen oder energiereicher Strahlung bestimmter Intensität gefährden dagegen die Gesundheit). Während also in einem Fall die Nichterfüllung ergonomischer Forderungen Unbequemlichkeiten bewirkt, an die man sich aber u.U. mehr oder weniger erfolgreich anzupassen vermag, sind

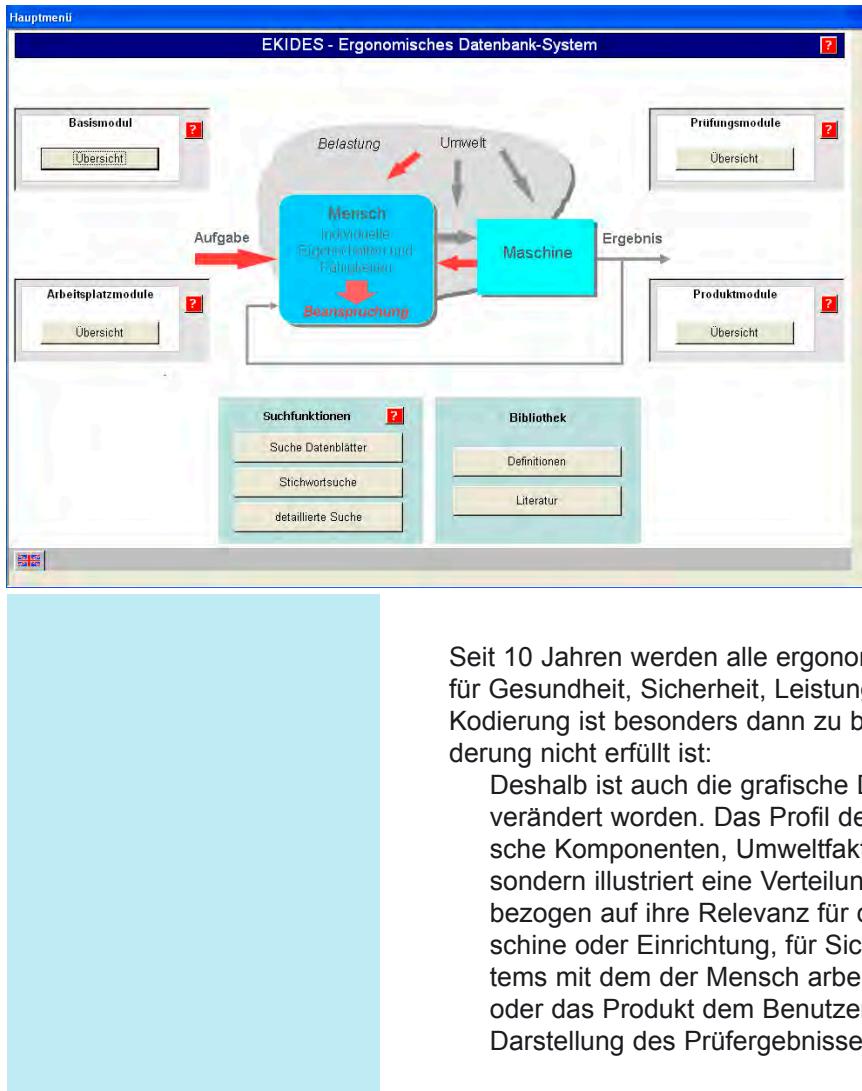
have received widespread acclaim in the International Ergonomics arena. The CybErg conference series is based on the principle of internationalizing ergonomics' knowledge and increasing the quality of ergonomics discussion by making conference attendance easier, quicker and far cheaper than face-to-face conferences. It is quite easy to see how an International conference based on the the World Wide Web can drastically reduce travel-related costs. Such a virtual conference also enables discussions and knowledge to be immediately accessible all around the world at the click of a mouse.

Abb.: 4:
WIN-EDS 2000, Hauptmenü des Systems



Die ständige Aktualisierung von ergonomischen Anforderungen, die Erweiterung des Systems um spezifische Daten für die Arbeitsplatzgestaltung, die Einführung des Datenblocks "Software-Gestaltung" mit Beispielen, Animationen und kleinen Experimenten sowie mit der subjektiven Analyse-Bewertung (Jastrzebska-Fraczek, Bubb, 2003), die neuen Checklisten für Arbeitsplätze, für Software und für PkW, und schließlich die Übersetzung des EDS in die englische Sprache (Jastrzebska-Fraczek, Schmidtke, 2000) führte zur Präsentation des WIN-EDS 2000 auf dem IEA-Kongress im Jahr 2000 (Abbildung 4). Danach folgte eine Workshop-Organisation im Rahmen der CAES-Konferenz (International Conference on Computer-Aided Ergonomics, Human Factors and Safety) im Jahr 2001. Das Interesse der amerikanischen Kollegen an dem System hatte eine Namensänderung von EDS zur Folge, da das Akronym EDS in USA bereits geschützt war. Aus dem EDS wurde EKIDES: Ergonomics Knowledge and Intelligentes Design System.

Die Erweiterung des Systems - sowohl durch die Wünsche mehrerer Benutzer als auch durch die kritische Betrachtung der Studenten der Fakultät Maschinenwesen an der TU München - steht bis heute in Mittelpunkt. Die Einbindung von EKIDES in das Ergonomische Praktikum spielt eine wichtige Rolle für die Sensibilisierung der neuen Ingenieursgeneration für die ergonomische Gestaltung. EKIDES erfüllt in dem Sinne eine wichtige Lehrfunktion. Diesen Vorteil benutzen wir am Lehrstuhl immer öfter für Schulungen und für die ergonomische Überprüfung von Arbeitsplätzen in der Industrie oder von Produkten.



Die neueste EKIDES-Generation, die schon als eine Wissensmanagement-Anwendung verstanden werden kann, musste noch einmal neu strukturiert werden (siehe Abbildung 5). Die Fülle an verschiedenen Funktionen führte zur Unübersichtlichkeit, obwohl alle wichtigen Module und Prüfmethoden aus dem Hauptmenü erreichbar waren.

Die Teilung des Systems in vier Hauptmodule, in zusätzliche Suchfunktionen und in die Bibliothek mit Literatur und Definitionen dient der Übersichtlichkeit und Klarheit in der Funktion des Systems.

Abb.: 5: EKIDES 2005

Seit 10 Jahren werden alle ergonomischen Anforderungen in ihrer Relevanz für Gesundheit, Sicherheit, Leistung, Funktionalität und Komfort kodiert. Die Kodierung ist besonders dann zu beachten, wenn eine ergonomische Anforderung nicht erfüllt ist:

Deshalb ist auch die grafische Darstellung des Prüfberichtes wesentlich verändert worden. Das Profil der Bewertung ist nicht mehr auf Technische Komponenten, Umweltfaktoren und Arbeitsaufgaben bezogen, sondern illustriert eine Verteilung der ergonomischen Anforderungen bezogen auf ihre Relevanz für die Gesundheit der Benutzer einer Maschine oder Einrichtung, für Sicherheit, Leistung und Funktion des Systems mit dem der Mensch arbeitet und für Komfort, den der Arbeitsplatz oder das Produkt dem Benutzer bietet. Ein Beispiel dieser grafischen Darstellung des Prüfergebnisses ist in Abbildung 6 dargestellt.

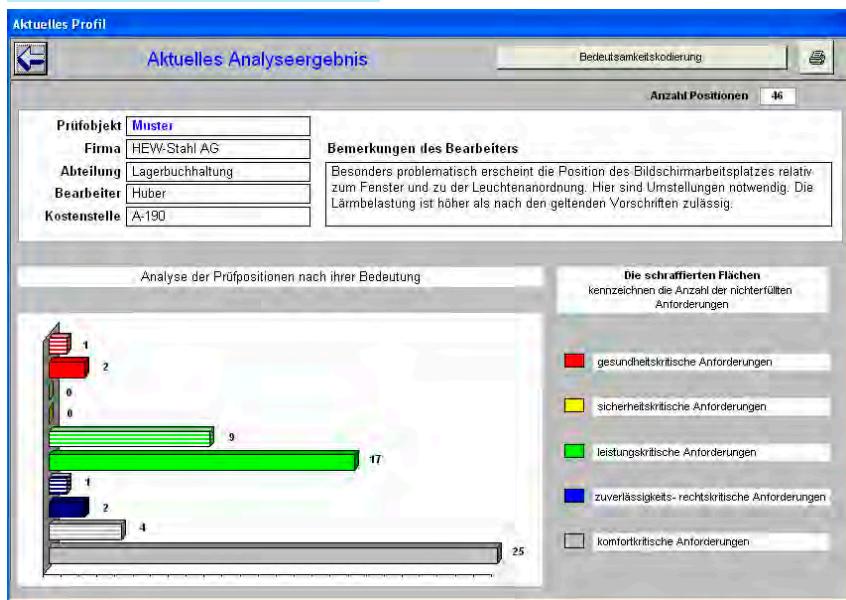


Abb.: 6:
Beispiel einer grafischen Darstellung
des Prüfergebnisses im EKIDES.

Aus dem grafischen Profil kann sofort entnommen werden, welche Anforderungen zuerst beachtet und/oder welche Korrekturen des existierenden Arbeitsplatzes oder Produktes vorgenommen werden müssen. Die ergonomischen Mängel sind nach der Durchführung der Prüfung in einem Prüfbericht gespeichert, können selbstverständlich ausgedruckt und in einem Prüfgremium diskutiert werden.

Der Anspruch, ein Instrumentarium zu entwickeln, das auch komplexe technische Systeme möglichst lückenlos erfasst bzw. das ergonomische Wissen in einer möglichst breiten Fassung zur Verfügung stellt, führte zu einem mächtigen Programm Paket. EKIDES

unterstützt die Auslegung und Bewertung technischer Systeme, Produkte und Arbeitsplätze durch folgende Programmteile:

Basis Modul:

- Das Basismodul bietet allgemeine Hinweise für ergonomische Konstruktions- und Gestaltungsaufgaben:
 - Arbeitsaufgaben (6 Bereiche, 239 Einzelanforderungen),
 - Umweltfaktoren (5 Bereiche, 203 Einzelanforderungen),

- Technische Komponenten (15 Bereiche, 1354 Einzelanforderungen),
- Betriebshandbücher und Dienstvorschriften (5 Bereiche, 411 Einzelanforderungen).

Ergänzende Daten über

- Körpermaße (108 Einzelmaße),
- Körperkräfte (46 Kraftaufbringungsfälle),
- Bewegungsumfänge (44 Datensätze),
- Bewegungszeiten (113 Datensätze).

Module für Arbeitsplatzgestaltung:

- Die Arbeitsplatzmodule berücksichtigen darüber hinaus spezifische, ausgewählte Arbeitsplatzbedingungen:
 - Werkstoffbearbeitung (303 Einzelanforderungen),
 - Prozess-Steuerung (441 Einzelanforderungen),
 - Überwachung (414 Einzelanforderungen),
 - Büro-/Bildschirmarbeitsplätze (318 Einzelanforderungen),
 - Montagearbeit (287 Einzelanforderungen),
 - Bauarbeitsplätze (305 Einzelanforderungen).

Module für Produkte:

- Das Produktmodul erlaubt die Bewertung von speziellen Anwendungen wie z.B. die Gestaltung von:
 - Software (355 Einzelanforderungen),
 - PkW (438 Einzelanforderungen).

Module für ergonomische Prüfung:

- Mit Hilfe der Prüfmodule können ergonomischen Analysen und die Bewertung von Belastungs- und Beanspruchungssituationen durchgeführt werden:
 - rechnergestützte ergonomische Prüfung basierend auf dem Datenmaterial,
 - Belastungsanalyse bei Körperarbeit (NIOSH, VDI, Spitzer, Hettinger, Kaminsky),
 - Checklisten für Arbeitsplätze (Büro-/Bildschirmarbeitsplatz, Prozeßsteuerung, Überwachung, Werkstoffbearbeitung, Montage, Bauarbeitsplatz),
 - Checklisten für Produkte (PkW, Omnibusse, Lastkraftwagen, Baumaschinen, Software allgemein, Software E-learning, WEB).

Bibliothek

- Die Bibliothek stellt Definitionen und Literatur für die bei der täglichen Arbeit anfallenden Fragestellungen zur Verfügung:
 - Definitionen (1263 Begriffe),
 - Literaturrecherche (1058 Einzelwerke).
- Die Suchfunktionen unterstützen durch Nachschlagen von Datenblättern, Stichwörtern und detailliertem Suchen die Tätigkeit des Entwicklers.

EKIDES wird seit Jahren benutzt von Universitäten, der Industrie und Beratungsunternehmern und ist, wie wir meinen, noch zu wenig verbreitet. Deshalb wird das System ständig ergänzt und verbessert.

Die künftige Entwicklung einer dreisprachigen „Open“-Version

Im Frühjahr 2004 wurde zwischen dem Lehrstuhl für Ergonomie und der Keio University Shonan Fujisawa Campus (SFC) Faculty of Environmental Information, Japan eine Zusammenarbeit im Bereich der Ergonomie beschlossen. Die Entwicklung von EKIDES in drei Sprachen erforderte eine grundsätzliche Veränderung der Datenbankstruktur. Es entsteht zurzeit eine



Abb.: 7:
Hauptmenü der EKIDES Open-Version

Internet-Serverbasierte Plattform gelegt und sind von dort schnell herunter zu laden. Die "Open"-Version hat zwei positive Aspekte. Einerseits wird die Übersetzung der ergonomischen Anforderungen auf Japanisch dadurch erleichtert, dass die deutsche und englische Fassung gleichzeitig sichtbar sind (ein Fenster für Übersetzung/Bearbeitung/Korrektur eines EKIDES Bereiches ist in Abbildung 8 dargestellt). Zweitens erlaubt die Open-Version die Ergänzung des Systems um spezifische, japanische Anforderungen (siehe Abbildung 9). In jedem Modul von EKIDES ist es möglich, neue Bereiche, Informationsblätter und einzelne Anforderungen einzufügen, die Inhalte mit neuen Grafiken zu illustrieren und die Definitionen und die Literatur zu erweitern.

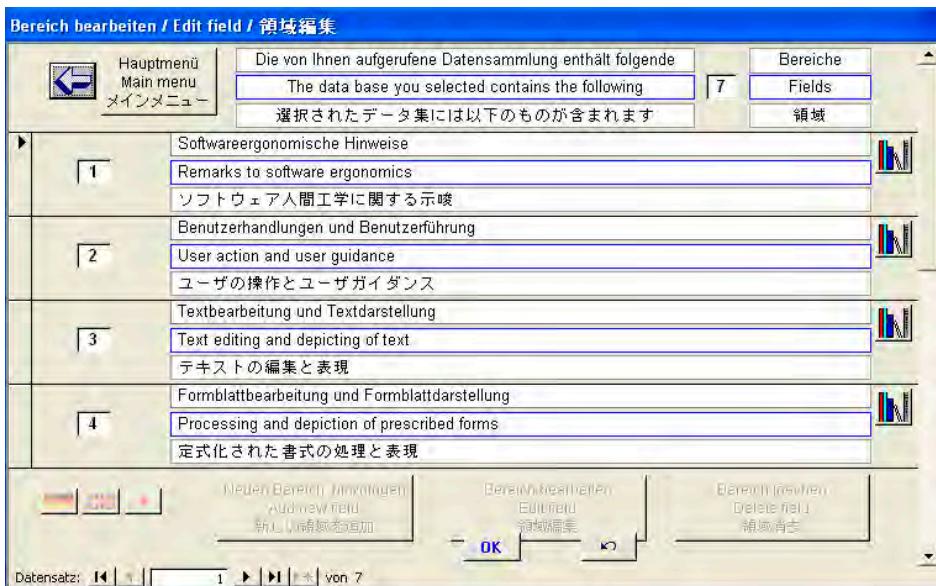


Abb.: 8:
Übersetzung des Bereiches "Software-ergonomische Hinweise" in einem Fenster für die Bearbeitung

einer kritischen Beurteilung unterzogen. Von dieser kritischen Betrachtung japanischer Arbeitswissenschaftler erwarten wir neue Ideen, konstruktive Kritik und Impulse. In Sommer 2005 werden die ersten Erfahrungen dieser Zusammenarbeit im Rahmen des HCI (11th International Conference on Human-Computer Interaction) Kongresses vorgestellt (Fukuda, Jastrzebska-Fraczek, Bubb, Schmidtke, 2005).

Ausblick

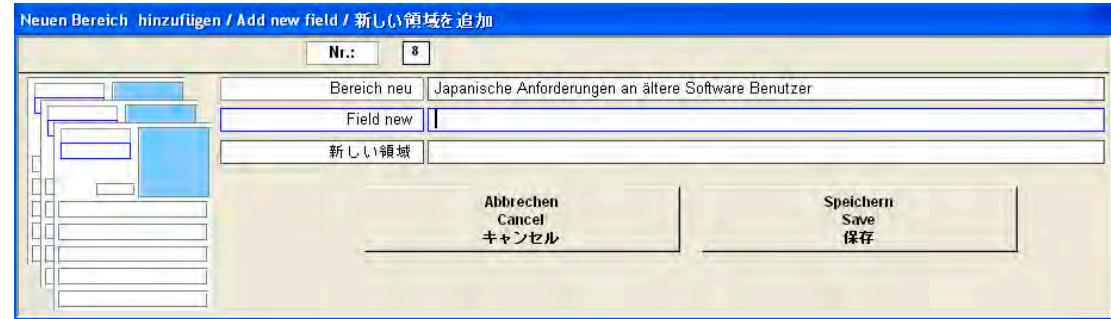
Die softwaretechnische Unterstützung der Anwender bei der Erstellung eines Arbeitsplatzes oder Produktes ist inzwischen durch verschiedene "Werkzeuge" gewährleistet, wie Expertensysteme, Menschmodelle, Zusatzbibliotheken, elektronische Nachschlagewerke, Bewertungssysteme (Landau, 2000).

durchgehende "Open"-Version des Systems in der das ergonomische Datenbanksystem EKIDES nicht nur ins Japanische übersetzt wird, sondern die kulturellen Unterschiede und Gemeinsamkeiten festgelegt werden. Das dreisprachige Hauptmenü ist in Abbildung 7 dargestellt.

Für die Zusammenarbeit mit Japan wurde am Lehrstuhl für Ergonomie eine Austauschplattform entwickelt, die den Datentransfer zwischen Deutschland und Japan erleichtert. Die aktuellsten Versionen, Übersetzungen, Kommentare, Präsentationen und zahlreiche Grafiken werden in diese

Die letzte Version von EKIDES in der zweisprachigen Form (deutsch und englisch) wird nicht nur von japanischen Studenten benutzt, übersetzt und erweitert, sondern auch von den japanischen Professoren des Ergonomie-Rates

Abb.: 9:
Ergänzungsmöglichkeit
für Bereiche im EKIDES



Dem Konstrukteur und Designer bleibt es freigestellt, die für ihn beste Aufbereitung des Wissens zu benutzen, um in der Entwicklungsphase eine sinnvolle Unterstützung zu bekommen.

Eine scharfe Trennung zwischen Prüfverfahren und Konstruktionsverfahren, zwischen Wissensmanagement und Qualitätssicherung des Produktes ist gar nicht möglich. Besonders in der Ergonomie müssen wir darüber nachdenken, wie unser Wissen in die Software-Entwicklung einfließen kann. Softwareergonomische Lösungen für die bereichsübergreifende Fertigung unterschiedlichster Produkte und die Integration der Ergonomie in Unternehmensprozesse wären wünschenswert.

Die explosionsartige Entwicklung des Internet als breite Informationsplattform wird bestimmt dazu führen, dass Anwendungen aus diesem Medium heruntergeladen werden können. Aber auch die Integration des ergonomischen Wissens in die Computer unterstützte Konstruktion sollte nicht vernachlässigt werden. Wenn schon in fast jedem in der Fahrzeugindustrie benutzten CAD-System CATIA die Integration von Menschenmodellen gang und gäbe ist (Seidl, A., Speyer, H. u.a. 1992), dann sollte es in der Zukunft möglich sein, dass eine EKIDES-ähnliche Anwendung in die CAD Systeme Eingang findet. Diese Entwicklung könnte auf zwei parallelen Wegen gesehen werden:

- Der erste Weg ist teilweise schon beschritten, auf dem die Inhalte von EKI-DES in eine Web-Anwendung übertragen werden. Das beste Beispiel hierfür ist die Entstehung einer ersten ergonomischen Online-Enzyklopädie, die auf den Web-Seiten des Lehrstuhl für Ergonomie im Juni 2005 erschienen ist. Die ursprüngliche Definitionssammlung von EKIDES mit 1250 Begriffen bildete die dafür notwendige Grundlage.
- Der zweite Weg bestünde in einer Unterbringung von EKIDES-Modulen in der Bibliothek von gängigen CAD-Anwendungen (AutoCAD, Pro/ENGINEER, CATIA).

Die zukünftige Entwicklung einer softwaretechnischen Unterstützung der Anwender im Bereich der Ergonomie wird darin bestehen, Systeme zu entwickeln, die verschiedene Anwendungsmöglichkeiten in optimierter Form in sich vereinigen.

Literaturverzeichnis

Bullinger, H.-J (Hrsg) (1994): Ergonomie; Produkt- und Arbeitsgestaltung. Stuttgart: Teubner;

Fukuda R., Jastrzebska-Fraczek I., Bubb H., Schmidtke H. (2005): Developpment of a Trilingual Ergo-nomics Knowledge and Intelligent Design System (EKIDES), HCI 2005

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

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

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

Jastrzebska-Fraczek, I.; Schmidtke, H. (1996): WIN EDS - an ergonomic database system, CybErg Conference

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

Landau, K. (Hrsg.) (2000): Ergonomic Software Tool in Product and Workplace Design. Verlag ER-GON GmbH. Stuttgart

Luczak, H. (1993): Arbeitswissenschaft. Springer Berlin, Heidelberg, New York,

Schmidtke, H. (1989): Ergonomische Prüfung von Technischen Komponenten, Umweltfaktoren und Arbeitsaufgaben. Daten und Methoden. Hanser Verlag, München, Wien

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

Schmidtke, H. (Hrsg.) (1993): Ergonomie. Hanser Verlag, München Wien

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.; (Hrsg.). Ergonomic Software Tool in Product and Workplace Design, S.214-229. Verlag ERGON GmbH. Stuttgart

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

Seidl, A.; Speyer, H.; u.a. (1992): RAMSIS: 3D-Menschmodell und integriertes Konzept zur Erhebung und konstruktiven Nutzung von Ergonomiedaten. VDI-Bericht 948: Das Mensch-Maschine-System im Verkehr, Seite 297-309, VDI-Verlag Düsseldorf.

EKIDES für die ergonomische Bewertung von Arbeitssystemen

- Analyse von Ereignissen

Die Berücksichtigung von "Human-Factors" in der betrieblichen Praxis ist unbestritten ein wichtiges Instrument der Betriebsführung von Kernkraftwerken. Wie die "Human-Factors" konkret in der betrieblichen Praxis berücksichtigt werden können und welche Methoden insbesondere auch mit Blick auf Ereignisanalysen einzusetzen sind, führt selbst in Fachkreisen immer wieder zu Diskussionen. Diese Diskussion über eine umfassende Berücksichtigung des "Human-Factors" wurde auch Anfang der 90er Jahre bei der Einführung eines Konzeptes zur Optimierung der Mensch-Maschine-Schnittstelle in den Kernkraftwerken der RWE Power geführt.

Im Rahmen dieser Diskussionen und auf der Suche nach einer Methode zur Untersuchung von Mensch-Maschinen-Schnittstellenproblemen sowie Ereignissen, die aufgrund menschlicher Fehlhandlungen passierten, haben wir uns an den Lehrstuhl für Ergonomie der Technischen Universität München gewandt. In der Diskussion mit Herrn Professor Dr. Schmidtke mussten wir erkennen, dass die arbeitswissenschaftlichen Kenntnisse unserer Kraftwerkssingenieure nicht ausreichend entwickelt waren, um ergonomische Untersuchungen an Arbeitssystemen durchzuführen. Für uns Kraftwerkssingenieure begannen nun noch einmal die "Lehrjahre". Das "ergonomische Privatissimum", das wir bei Herrn Professor Dr. Schmidtke genießen durften, ist den angehenden "Ergonomen" der RWE Power nachhaltig in Erinnerung geblieben. Da war nicht nur das ergonomische Fachwissen, das uns so sehr beeindruckte und das für unsere späteren Analysen von Ereignissen so bedeutsam war, sondern auch das "Menschliche" im Umgang mit Herrn Professor Dr. Schmidtke. Für die Lehrstunden zur Ergonomie und "Menschlichkeit" sind wir Herrn Professor Dr. Schmidtke dankbar.

In den Kernkraftwerken der RWE Power, und das war für die Kernenergie ein Novum, wurden jetzt von arbeitswissenschaftlich gut ausgebildeten Kraftwerkssingenieuren, den Human-Factors-Koordinatoren, Ereignisse unter ergonomischen Gesichtspunkten analysiert. Zunächst wurden die Untersuchungen auf Basis der in Papierform vorliegenden Regeln von DIN und KTA durchgeführt. Arbeitswissenschaftlicher Soll/Ist-Vergleich eines Arbeitssystems auf Basis des Regelwerkes war ein "mühsames Geschäft".

Eine erhebliche Effizienzsteigerung konnten die HF-Koordinatoren der Kernkraftwerke 1994 mit der Einführung des EDS 2.0 erleben. Erstmals stand nun ein Werkzeug zur Verfügung, das alle ergonomischen Daten für die Analyse von Arbeitssystemen enthielt. Das Suchen nach Vorgaben hatte endlich ein Ende, denn EDS ermöglichte es, zielgerichtet die wesentlichen Faktoren einfach zusammenzustellen. Die ergonomischen Daten aus dem KTA-Regelwerk wurden von Herrn Professor Dr. Schmidtke in einer kernkraftwerksspezifischen Version 1996 für die deutschen Kernkraftwerke zur Verfügung gestellt. Heute ist EDS, oder jetzt EKIDES eine feste Größe bei der Analyse von Ereignissen.

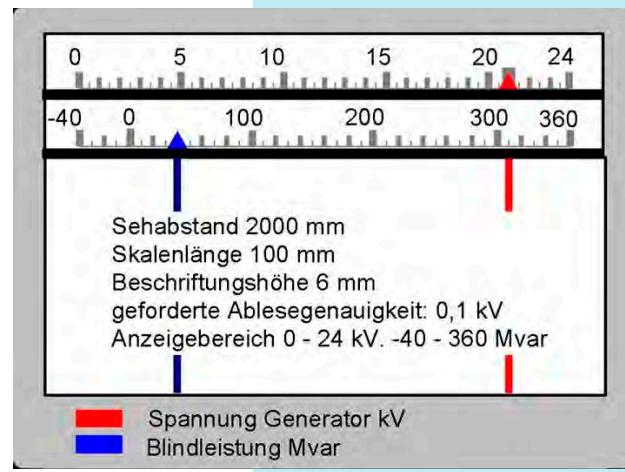
EKIDES ist für die Analysten auch hilfreich, wenn Aufwand und Nutzen der vorgeschlagenen ergonomischen Maßnahmen mit den Budgetverantwortlichen diskutiert werden.

Die drei Gewichtungsstufen für nicht erfüllte Prüfpositionen sind dann eine gute Argumentationshilfe, da es durch die Gewichtungsstufen möglich ist, einen ergonomischen Mangel bezüglich seiner Auswirkungen auf die menschliche Leistung zu kategorisieren. Damit erhalten wir konkrete Hinweise auf die tatsächlich notwendigen ergonomischen Verbesserungen und Entscheidungshilfen für die Bereitstellung der finanziellen Mittel.

Dipl.-Ing. Günter Janssen
Leiter der Sicherheit Kernkraftwerke, RWE Power

Dipl.-Ing. Harald Gröner
Leiter der Arbeitssicherheit, RWE Power

Abb.: 1:
Warteschreiber
"Generatorenspannung/Blindleistung"



So wurde zum Beispiel in einem Kraftwerk für das quantitative Ablesen eines Messwertes eine Analogskala verwendet (Abb. 1). Durch einen Ergonomiecheck mit EKIDES, mit der Gewichtung des Mangels in Stufe 3, konnte der ergonomische Mangel durch die Verwendung einer Digitalanzeige kurzfristig behoben werden.

In einem anderen Fall konnte durch einen Ergonomiecheck (EKIDES) festgestellt werden, dass Bedienelemente und Anzeigen nicht kompatibel zum Energie- und Stofffluss angeordnet waren (Abb. 2).

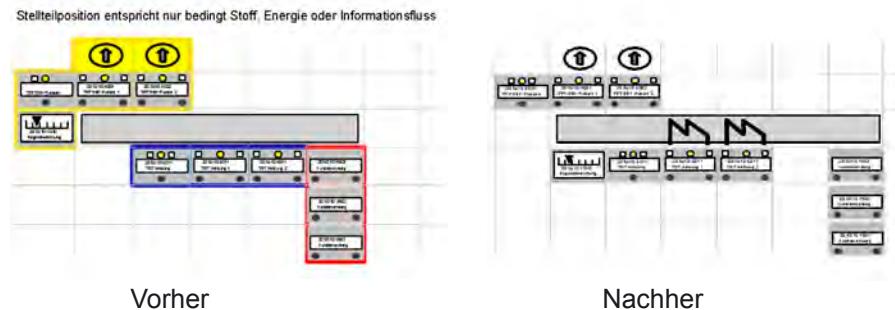


Abb.: 2:
Blindsightbild "Turbinenölsystem"



Abb.: 3:
25 kV-Schaltanlage eines
Braunkohlebaggers

Die Arbeitssicherheit der RWE Power untersucht Unfälle mit EKIDES. So hat zum Beispiel die Untersuchung eines Arbeitsunfalls mit EKIDES ergeben, dass Räume, in denen 25 kV-Leitungen offen verlegt sind und wiederkehrend einer Sichtkontrolle unterzogen werden, nicht ausreichend gesichert waren. Zusätzlich zur verriegelten Stahltür wurde eine Plexiglastür eingebaut, wodurch bei zukünftiger Sichtkontrolle der Räume eine Gefährdung ausgeschlossen und ein Spannungsüberschlag wirksam verhindert werden (Abb. 3).

EKIDES ist ein für RWE Power wichtiges Werkzeug zur Gestaltung von Arbeitssystemen in unseren Kraftwerken und Tagebauen, aber gerade in den letzten Jahren kamen auf den Analysten von HF-Ereignissen in Kernkraftwerken neue Herausforderungen hinzu.

Standen in der Vergangenheit die Probleme an der Mensch-Maschine-Schnittstelle im Vordergrund, so sind heute zunehmend die organisationalen Faktoren von Bedeutung. Neben der Sicherheit durch Technik sind insbesondere Sicherheit durch Organisation und das Verhalten der Beteiligten zu untersuchen. Die Untersuchung eines Ereignisses in einem konventionellen Kraftwerk, bei dem u. a. ein Einspritzwasserventil fehlerhaft geöffnet wurde, führte bei Berücksichtigung von organisationalen Faktoren zu dem Ergebnis, dass die beitragenden Faktoren "persönliche Arbeitsverhalten" und "Kommunikation" für dieses Teilereignis bedeutsam waren (Abb. 4).



Abb.: 4:
Ereignisbaustein und beitragende
Faktoren für das Öffnen eines
Einspritzwasserventil

Diese Art von Untersuchungen nennen wir in den Kernkraftwerken "ganzheitliche Ereignisanalyse". Vorschläge aus diesen Untersuchungen zielen oftmals auf das Verhalten der Mitarbeiter ab. Aber auch bei der ganzheitlichen Ereignisanalyse ist EKIDES von Bedeutung, da ergonomische Faktoren mit untersucht werden. Denn nach wie vor sind die ergonomischen und technischen Maßnahmen die wirksamsten Maßnahmen um Wiederholungsfälle zu vermeiden.

Inwieweit EKIDES bei der Analyse von Ereignissen zukünftig noch nützlicher sein kann, hängt sicherlich von der weiteren Entwicklung dieses Werkzeuges ab. Von einem Analysten wird heute u. a. erwartet, dass er ein Ereignis in zeitlich aufeinander folgende Teilereignisse (Handlungsschritte) zerlegt. Jedem Teilereignis (Handlungsschritt) sind dann ggf. Faktoren zuzuordnen, die diesen Handlungsschritt beeinflusst haben - auch ergonomische Faktoren.

Wünschenswert wäre, wenn der Analyst bei der Zerlegung eines Ereignisses und der Zuordnung ergonomischer Einflüsse zu Teilereignissen durch EKIDES unterstützt wird.

Dipl.-Ing. Andreas Galos
Teamleiter HMI, Alpine

Ergonomische Produktgestaltung - Einführung von EKIDES in einem internationalen Unternehmen

Einleitung

Um die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von EKIDES darzustellen, sei hier ein Beispiel aus der Automobilindustrie herausgegriffen.

Warum Ergonomie bei Alpine?

Die Firma ALPINE hat sich seit fast 40 Jahren der automobilen Unterhaltungselektronik verschrieben und sich aufgrund der hohen Qualität und der Zuverlässigkeit der Systeme im Alltag zu einem weltweit geschätzten Industrielieferanten entwickelt. In Spezialistenkreisen wurde und wird vor allem die Klangqualität der ALPINE Audioprodukte immer wieder hervorgehoben. In den letzten Jahren haben sich jedoch die Arten von Datenträgern und sogar die Informationsinhalte im Fahrzeug so stark vervielfacht, dass eine auf ergonomischen Erkenntnissen basierende Betrachtung der Geräte-Bedienbarkeit unerlässlich geworden ist.

Warum Ergonomie für Europa?

Zudem hat ALPINE in weltweiten Kundenbefragungen immer wieder festgestellt, dass es durchaus keine weltweit einheitliche Auffassung über gute Bedienbarkeit gibt. Zum Beispiel bieten japanische Systeme oft viele Funktionen durch direkten Zugriff an, wodurch nach japanischem Verständnis die Effizienz der Bedienung gesteigert wird. Nach dem Motto: Für jede Funktion ein Bedienelement. Zudem wird eine starke Farb- und Formkodierung der Bedienelemente verwendet, um das schnelle Auffinden der Tasten zu gewährleisten. Westliche Benutzer empfinden solche Bedienoberflächen jedoch oft als überladen und verwirrend (Abb. 1).



Das Ziel muss es also sein, bestmögliche Bedienkonzepte unter Berücksichtigung internationaler, in unserem Fall also europäischer Sichtweisen zu entwickeln. (Abb. 2).

Die Lösung

EKIDES ist ein nützliches Werkzeug zur Bewältigung dieser Aufgabe. Diese von Professor Schmidtke aufgebaute Datenbank stellt eine mächtige Sammlung ergonomischen Wissens dar. Sie enthält sowohl internationale und nationale Normen und Konstruktionsrichtlinien als auch wissenschaftliche Empfehlungen zu speziellen Detaillösungen.

Die aktuelle Version von EKIDES ist jedoch so umfangreich, dass das Auffinden relevanter Einträge für das Spezialgebiet der automobilen Infotainmentanlagen mühsam ist. Zurzeit erfährt das Gebiet des HMI im Fahrzeug (Human Machine Interface mit Assistenz- und Informationssystemen) eine rasante Entwicklung und wird von der Ergonomie intensiv beforscht, so dass schon bald neue Erkenntnisse und Gestaltungsregeln vorliegen werden. Die industrielle Entwicklung auf diesem Gebiet ist dagegen im Wesentlichen durch einen Wettbewerb gekennzeichnet, bei dem amerikanische, europäische und japanische Hersteller das Ziel verfolgen, die Automobilindustrie zu ihrer jeweiligen Usability-Guideline zu verpflichten. Es erscheint daher sinnvoll, ein eigenständiges Produktmodul für Fahrzeug-Infotainmentsysteme mit allgemeinverbindlichen ergonomischen Anforderungen innerhalb von EKIDES zu entwickeln. Zu diesem Schritt war Professor Schmidtke schon vor einigen Monaten bereit, so dass ALPINE heute schon mit diesem Modul arbeiten kann.

Aktuelles Produktbeispiel der ALPINE PulseTouch Monitor

Im Folgenden soll die Notwendigkeit der vorgestellten EKIDES-Erweiterung an einem Produktbeispiel verdeutlicht werden.

In der Vergangenheit wurden immer wieder berührungsempfindliche Bildschirme, so genannte Touchscreens in Fahrzeugen eingesetzt, weil sie eine äußerst intuitive Bedienung ermöglichen: man kann mit dem Finger einfach Objekte antippen und auswählen. Eine Schwäche dieser Bildschirme aus ergonomischer Sicht war bislang die fehlende, von herkömmlichen mechanischen Tasten gewohnte, haptische Rückmeldung.

Zur Lösung dieses Problems hat ALPINE letztes Jahr erstmals einen so genannten "PulseTouch" Bildschirm auf den Markt gebracht, bei dem jeder virtuelle Tastendruck mit einer kurzen Vibration an der Fingerkuppe bestätigt wird, sich also das Gefühl eines Tastenklicks einstellt (Abb. 3).

Da die Technologie nun grundsätzlich verfügbar ist, sucht man nach der ergonomisch besten Realisierung einer solchen haptischen Rückmeldung. Unsere Erfahrungen bisher:

- Bei einem zu starken Einzelklick erschrecken die Benutzer, weil sie (falschlicherweise) annehmen, einen kleinen Stromschlag zu bekommen (in Wahrheit handelt es sich um eine rein mechanische Vibration der Bildschirmoberfläche, ähnlich einer angeregten Lautsprechermembran).
- Zu kleine Einzelklicks werden im bewegten Fahrzeug oft nicht wahrgenommen.
- Eine Aneinanderreihung von Klicks erinnert viele Benutzer an das Gefühl qualitativ minderwertiger, knarrender Tasten.



Abb.: 2:
Ein auf den europäischen Markt
abgestimmtes Autoradio



Abb.: 3:
Touchscreen im Fahrzeug mit
haptischer Rückmeldung

Wie soll man die Rückmeldung also eindeutig und dennoch angenehm gestalten?
Und bedarf es vielleicht sogar unterschiedlicher Rückmeldungen für den amerikanischen, europäischen und japanischen Markt?

Auf diese und ähnliche Fragen suchen wir mit Hilfe von EKIDES Antworten.

Ausblick und Schluss

Es ist ein sehr sinnvoller Entschluss, dass die aktuelle zweisprachige Version von EKIDES (Deutsch und Englisch) nun auch ins Japanische übersetzt wird. Dies ermöglicht den wirkungsvollen Einsatz der Datenbank an den wichtigsten Entwicklungsstandorten in den USA, Japan und Deutschland für ALPINE wie auch für andere Industrieunternehmen. Wenn man

weiter über die Möglichkeiten der globalen Zusammenarbeit unter Benutzung von EKIDES nachdenkt, kann man sogar fragen, ob es eventuell eine Internetbasierte Version geben wird?

Auf jeden Fall werden in Zukunft ALPINEs Ergonomen in Los Angeles, Iwaki und Stuttgart EKIDES in der ergonomischen Produktentwicklung und Produktevaluierung nutzen.

Ich habe Professor Schmidtke's ergonomisches Datenbanksystem als ein äußerst nützliches Werkzeug kennen gelernt - nun wird es Zeit, EKIDES in den regulären Produktentwicklungsprozess bei ALPINE einzuführen.

Ich danke Professor Schmidtke für seine bisherige Unterstützung und hoffe, dass wir auch in Zukunft auf sein Wissen und sein Engagement zählen dürfen.

Dr. Oliver Straeter,
Eurocontrol
Safety and Security Management
(DAS-SSM)

Modellierung menschlichen Verhaltens in komplexen Arbeitssystemen

Von der Bedeutung vorhergehender Forschung für eine gute zukünftige ergonomische Gestaltung

Der iterative Charakter der Modellierung

Der Mensch ist ein erfahrungsbasierter Informationsverarbeiter. Auf Grund gemachter Erfahrungen passen wir unsere zukünftigen Verhaltensweisen an und verbessern so ständig unser Verhaltensspektrum. Dies gilt auch für spezifische Erfahrungen mit technischen Systemen und insbesondere ist der gesamte wissenschaftliche Erkenntnisprozess darauf ausgelegt, systematisch auf Basis bereits gemachter Erfahrungen Fortschritt zu erzielen. So ist ein wissenschaftlicher Grundsatz, dass ein neuer wissenschaftlicher Ansatz oder ein neues Modell widerspruchsfrei vorhergehende Modellvorstellungen berücksichtigen sowie zusätzlich neuere Erkenntnisse oder Beobachtungen integrieren muss (Sträter, 2005). Damit ergibt sich Forschung als iterativer Erkenntnisfortschritt (Abbildung 1).

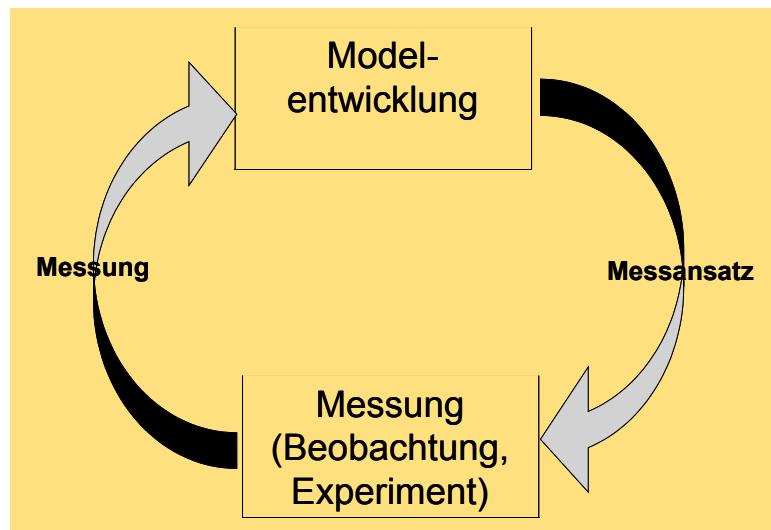


Abb.: 1:
Forschung als iterativer
Erkenntnisfortschritt

Leider laufen Iterationen in der Wissenschaft nicht immer reibungslos. Kuhn (1976) spricht in diesem Fall von Revolutionen in der Wissenschaft. Dies liegt zu einem guten Teil an den verfügbaren Messmethoden zu der Zeit, an dem ein wissenschaftliches Thema aufkommt; zum anderen Teil liegt es aber auch an den gesellschaftlichen und sozialen Entwicklungen, die sich in Einstellungen der nachfolgenden Forschergeneration zu einem Forschungsfeld manifestieren. So werden heutzutage - begleitet vom zu beobachtenden "Jugendwahn" in unserer Gesellschaft - Forschungsarbeiten, die länger als 10-20 Jahre zurück liegen als veraltet angesehen. Einige Zeitschriften oder Bucheditoren empfehlen gar Forschungsarbeiten, die älter als 5-10 Jahre sind, nicht zu zitieren. Standardwerke der Ergonomie wie Schmidtke (1993) wären also nicht mehr zitierfähig.

Statt ältere Erkenntnisse systematisch in der aktuellen Forschung zu berücksichtigen, wird vorhergehendes Wissen mit veraltetem Wissen verwechselt.

Insbesondere in den "weichen" Forschungsfeldern, die sich mit der Modellierung des Menschen, seiner Informationsverarbeitung und seinem sozialen Verhalten auseinandersetzen, wird der Wert älterer Forschungsarbeiten oft unterschätzt.

Dies kann zu schwerwiegenden Ereignissen oder kostenintensiven Nachbesserungen an technischen Systemen führen. Beispielsweise resultierte die Nicht-Lesbarkeit der Bildschirm Inhalte in einem neu aufgebauten europäischen Flugsicherungs-Kontrollzentrum im Jahre 2002 in Kapazitätseinbußen und kostenintensiven Nachbesserungen. Die Entwicklungingenieure hatten die Bedeutung der gesicherten Erkenntnis der "weichen" Forschung zur Lesbarkeit von Bildschirm Inhalten nicht in der Systemgestaltung berücksichtigt und das Design der technischen Machbarkeit statt der menschlichen Informationsverarbeitung angepasst.

Bei solchen betriebswirtschaftlichen Unfällen, wünscht man sich eine deutliche Vermittlung ergonomischer Erkenntnisse. Statt gesicherte Erkenntnisse ernst und gewissenhaft in die aktuelle oder zukünftige Forschung einzubauen, geht durch eine solche Haltung wertvolles Wissen verloren. So kam zu Recht dem Wissensmanagement in den letzten Jahren eine zentrale Bedeutung zu, um dem Verfall gesicherter Erkenntnisse entgegenzuwirken.

Zukunft muss auf gesicherten Erkenntnissen der Vergangenheit und Gegenwart basieren. Dazu ist das Basiswissen in der Ergonomie in vernünftiger und zugänglicher Weise aufzubereiten. Die von Fraczek & Schmidtke (1992) entwickelte EKIDES-Datenbank (vormals EDS - Ergonomisches Datenbank System) ist ein gutes Beispiel dafür, wie dies geschehen kann. Datenbanken und Wissensmanagement sind erforderlich, um das Rad nicht neu zu erfinden.

Solche "Haltepunkte" von gesichertem Wissen werden in der Zukunft um so wichtiger, denn Prognosen gehen davon aus, dass sich das Wissen in unserer Informationsgesellschaft im Jahr 2025 voraussichtlich jede Woche verdoppeln wird. Damit besteht eine große Gefahr, dass gesichertes und praxis-relevantes Wissen "maskiert", ausgebendet oder verschüttet wird. Die wissenschaftliche Vorgehensweise erlaubt es, Wissen sauber von Information zu trennen.

Der Nutzen wissenschaftlicher Vorgehensweise für die Menschmodellierung

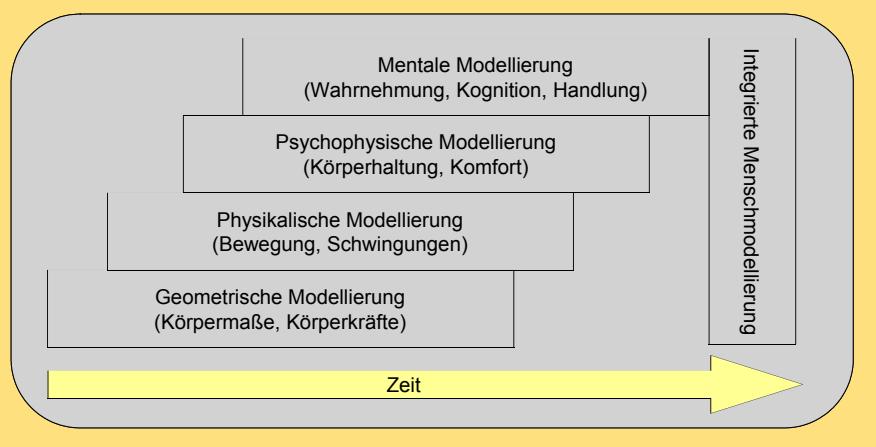
In der Ergonomie ist die Modellierung menschlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten von zentraler Bedeutung. Seitz (2004) unterscheidet hierbei die Entwicklungsstufen der geometrischen Modellierung, der physikalischen Modellierung, der psychophysischen Modellierung und der mentalen Modellierung. Langfristig wird sich eine integrierte Menschmodellierung etablieren, welche die anthropometrischen, kinesiologischen und men-

Abb.: 2:
Entwicklungsstufen der
Menschmodellierung

talen Fähigkeiten gemeinsam beschreiben kann (Abbildung 2). Dieser Entwicklungsschritt ergonomischer Modellierung wird allein deshalb von hoher Bedeutung sein, weil auch das Arbeitssystem in einer integrierten Entwicklungs-umgebung gestaltet wird (Sträter, 2005), so wie beispielsweise in der Flugzeug-Entwicklung bei Airbus.

Eine derzeit in Arbeit befindliche VDI-Richtlinie fasst die wesentlichen Ziele einer integrierten und fachübergreifenden Menschmodellierung zusammen (VDI 4006-3):

- Vollständigkeit: Sind die Gestaltungsmaßnahmen, die in meinem Bereich üblich sind, vollständig?
- Einschätzung der Wirksamkeit einer Gestaltungsmaßnahme: Was wird eine bestimmte Gestaltung bringen, bei der noch keine Erfahrungswerte vorliegen?
- Kosteneffizienz: Ist der Aufwand für eine Gestaltungsmaßnahme gerechtfertigt?
- Einschätzung des Risikos: Ist mit Fehlbedienungen bei bestimmten Gestaltungen auszugehen?
- Entwicklungsbedarf: Wo ist eine Verbesserung der Modellierung erforderlich?



Eine integrierte Modellierung ist erforderlich, um die Validität der Einzelmodellierungen zu erhöhen, denn die kognitive Leistungsfähigkeit hängt beispielsweise von den vorherrschenden mechanischen Schwingungen in der Arbeitsumgebung ab so wie das Komfortempfinden von kognitiven Einstellungen zum Arbeitsobjekt determiniert wird.

Auch fachübergreifender Informationsaustausch wirkt validitätsfördernd, denn Messmethoden zum Komfortempfinden von Piloten können gegen diejenigen von Autofahrern kreuzvalidiert werden. Ein Wissenstransfer zwischen den verschiedenen Industriebereichen würde erlauben, Gestaltungsmaßnahmen effektiver anzugehen, denn es kann abgeschätzt werden, welchen Erfolg eine bestimmte Maßnahme hat, indem vergleichbare Maßnahmen aus anderen Industrien zu Rate gezogen werden. Damit können insbesondere Investitionen in Richtung aussichtsreicher Maßnahmen gerichtet werden (wenn eine Maßnahme in einem anderen Industriebereich bereits erfolgreich umgesetzt worden ist) oder Investitionen in nicht erfolgversprechende Maßnahmen vermieden werden (wenn eine Maßnahme in einem anderen Industriebereich bereits erfolglos war).

Die integrierte, fachübergreifende Modellierung hat eine besondere Bedeutung für die Gestaltung der Zuverlässigkeit technischer Systeme unter Berücksichtigung des menschlichen Verhaltens in komplexen Systemen. Dieses Thema wird in der Zukunft eine weitaus deutlichere Rolle spielen, denn das Sicherheitsbedürfnis in der Gesellschaft nimmt stetig zu. Dementsprechend hat sich Airbus beispielsweise zum Ziel gesetzt, die Sicherheit der Flugzeuge innerhalb von 10 Jahren um den Faktor 5 zu erhöhen. Auch weil die Modellierung möglicher Fehler des Menschen bisher nur eingeschränkt möglich war, wurden Arbeitssysteme hierzu automatisiert, was jedoch die Bedeutung menschlicher Fehler eher in die Bereiche Wartung, Instandhaltung und Organisation verschoben hat, als diese aus dem System zu eliminieren.

Sicherheit beschreibt einen als gefahrenfrei angesehenen Zustand. Zur Gewährleistung der Gefahrenfreiheit wird von der ergonomischen Seite gefordert, mögliche

Fehler des Menschen möglichst vollständig zu modellieren um hierüber ein möglichst gefahrenfreies Arbeitssystem zu schaffen. In Kombination mit der Automatisierung technischer Systeme ist davon auszugehen, dass sich die Menschmodellierung in den kommenden Jahren nicht nur auf die Arbeitsebene (den Bediener des Systems) sondern auch auf die Ebene der Wartung, des Managements und der Aufsicht erstrecken wird (Leveson, 2002).

Kognitive Menschmodellierung

In unserer weiter zunehmenden Informationsgesellschaft wird die mentale Menschmodellierung einen immer größeren Raum einnehmen. Dies ergibt sich aus zweierlei Gründen:

- Technische Systeme sind zunehmend informationsverarbeitende Systeme (so sind nahezu alle derzeit käuflich zu erwerbenden elektronischen Artikel in der einen oder anderen Form mit Computertechnik ausgestattet).
- Das Sicherheitsbedürfnis in der Gesellschaft wächst stetig, so dass eine Vorhersage menschlicher Fehler zum Zwecke der besseren Gestaltung von Systemen vor Eintritt schwerwiegender Unfälle immer wichtiger wird.

Wie aus obiger Diskussion zum iterativen Vorgehen der Modellierung ersichtlich, geben Beobachtungen auf Basis eines Modells Anlass für weiterführende, verbesserte Modellierung. Die Messbarkeit ist somit ein wesentliches Kriterium für die Modellierbarkeit. Dies gilt insbesondere in der Modellierung des Menschen hinsichtlich seiner mentalen Fähigkeiten.

Messen ist eine Zuordnung von Zahlen zu Objekten oder Ereignissen, so dass bestimmte Relationen zwischen den Objekten auf Relationen zwischen den Zahlen abgebildet werden.

Oft wird angezweifelt, dass mentale Fähigkeiten der Messung zugänglich sind. Gemäß obigem Bild 1 ist dies gleichbedeutend mit dem Faktum, dass kein adäquates Modell menschlicher Informationsverarbeitung existiert. Der Erfolg der Messung mentaler Belastung oder mentaler Beanspruchung ist also nicht unabhängig vom Stand der Modellbildung zu sehen.

Die Modellbildung im anthropometrischen und kinesiologischen Bereich gelingt recht gut, da diese Bereiche auf geometrischen und physikalischen Gesetzmäßigkeiten basieren. Mit anderen Worten sind die Modellvorstellungen gesichert. Grundsätzlich unterscheidet sich die mentale Modellierung nicht von den geometrischen oder physikalischen Modellierungsstufen. Lediglich haben sich bisherige Modelle der Informationsverarbeitung als wenig tauglich erwiesen. Grund dafür ist, dass die mentalen Menschmodelle sehr häufig auf dem Sternberg Paradigma der Additiven Faktoren Logik basieren, welches menschliche Informationsverarbeitung inadäquat abbildet und damit inadäquate Messansätze produziert. Eine Modellbildung der mentalen Fähigkeiten muss wesentlich beinhalten (Sträter, 2005):

- Die zentralen menschlichen Informationsverarbeitungsstufen von Wahrnehmen, Denken und Handeln.
- Die Rolle von Absichten, Handlungszielen und Einstellungen sowie von Heurismen und Nutzenüberlegungen.
- Eine mathematisch plausible Beschreibung der Interaktion von Kurz- und Langzeitgedächtnis, was über die Unterscheidung von Erfahrungen und Konzepten gelingt.
- Eine psychologisch plausible Modellierung menschlicher Handlungen in dynamischen Arbeitsaufgaben.

Abb. 3 fasst die dadurch resultierende Modellvorstellung zusammen (Sträter, 2005). Sie erlaubt, menschliche Reaktionszeiten, Entscheidungsvorgänge und Fehler in einem einheitlichen Modell abzubilden. Damit steht eine Mo-

Literatur:

Fraczek, I. & Schmidtke, H. (1992) EDS- Ein ergonomisches Datenbanksystem mit rechnergestütztem Prüfverfahren. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaften. Vol.1/92.

Kuhn, T. (1976). Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.

Leveson, N. (2002) A New Approach to System Safety Engineering. Massachusetts Institute of Technology. Boston

Schmidtke, H. (1993) Ergonomie. Hanser. München.

Schweigert, M. (2003) Fahrerblickverhalten und Nebenaufgaben. Dissertation. Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Universität München. München.

Seitz, T. (2004) Was bringt die Modellierung des Menschen? Ergonomie Aktuell, 005 (ISSN 1616-7627)

Sträter, O. (2005) Cognition and Safety - An Integrated Approach to Systems Design and Performance Assessment. Ashgate. Aldershot. (ISBN 0754643255)

VDI 4006-3 (in Vorbereitung) Menschliche Zuverlässigkeit - Ereignisanalyse zur Beurteilung menschlicher Fehler. VDI. Düsseldorf.

Abb.: 3:
Integrierte mentale Modellierung von Reaktionszeiten, Entscheidungsvorgängen und menschlichen Fehlern

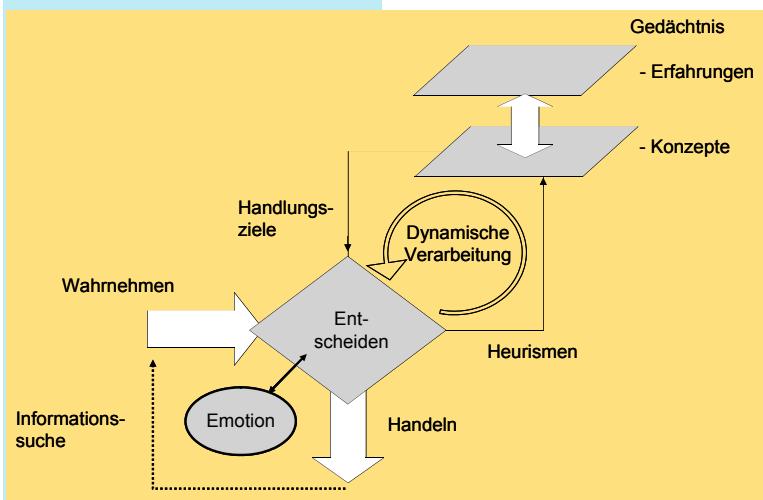
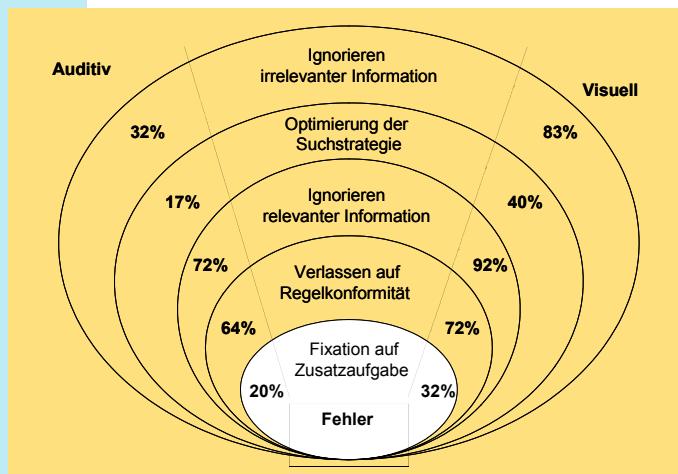


Abb.: 4:
Kompensationsmechanismen bei Fahraufgaben



der mit dem Modell angegangen wird.

Damit ist auch der zukünftige Weg der Modellierung menschlicher Eigen-schaften und Fähigkeiten aufgezeigt. Insgesamt wird sich die Erweiterung des Betrachtungsumfangs durch zwei wesentliche Entwicklungen ergeben: zunehmende Automation und zunehmende verteilte Aufgabenbearbeitung durch mehrere Personen an unterschiedlichen Orten.

Damit steht eine Modellierung des Gesamtsystems an, welches Mensch-Technik Wechselwirkungen und Mensch-Mensch Wechselwirkungen repräsentiert und dies über den gesamten Lebenszyklus eines Produktes. Der Erfolg der Menschmodellierung wird hier wesentlich festlegen, wie hoch der Automationsgrad sein wird, welche Handlungen die Technik dem Menschen überlässt, welche Rolle und Verantwortung der Mensch im Arbeitssystem spielen wird und letztlich, wie unsere Gesellschaft und unsere Arbeits-systeme der Zukunft aussehen werden.

dellvorstellung bereit, aus der Messansätze abgeleitet werden können, beispielsweise zu Verarbeitungskapazitäten in dynamischen Arbeitssituationen, Entscheidungsfehler oder Gedächtnisbelastungen.

Eine solche Modellvorstellung erlaubt, derzeit und zukünftig anstehende Aufgaben der ergonomischen Gestaltung anzugehen. Beispielsweise hat Schweigert (2003) die Ablenkungswirkung von Fahrerassistenz-systemen auf die Fahraufgabe untersucht und fünf Kompensationsmechanismen gefunden (Abbildung 4).

Diese Kompensationsmechanismen lassen sich stringent aus der integrierten mentalen Modellierung herleiten wie beispielsweise auch folgende weitere Aspekte: Menschliche Fehler in komplexen Arbeitssystemen, Kommunikation in Gruppen, Reaktionszeiten (näheres in Sträter, 2005).

Ausblick

Der wissenschaftliche Zyklus, wie in Bild 1 be-schrieben, wird nicht bei der integrierten Menschmodellierung enden. Allgemein ist wissenschaftlicher Fortschritt auch daran zu messen, um wie viel umfangreicher der Betrachtungsumfang wird,

Digital Human Modeling for Design and Engineering Symposium 2004

15.-17. Juni 2005
Oakland University, Rochester, Michigan, USA

Vom 15.-17. Juni 2004 fand an der Oakland Universität Rochester, Michigan, das DHMS, ein Symposium zum Thema "Digitale Menschmodellierung" statt.

Das DHMS bringt die führenden internationalen Experten aus den Bereichen Wissenschaft und Industrie zusammen, um Informationen und Wissen auszutauschen und somit die Entwicklung der digitalen Repräsentation des Menschen weiter voran zu treiben. Das DHMS zieht vor allem die wichtigsten Firmen und Institute an, die sich mit dem Thema "Menschmodellierung" beschäftigen und die ihre neuesten Forschungsergebnisse und ihre Erfahrungen während des Symposiums darstellen. Diese Konferenz zählt seit einigen Jahren als größte Informationsquelle bezüglich neuer Entwicklungen und Produkte im Bereich der digitalen Menschmodellierung und bietet gleichzeitig allen Teilnehmern die Möglichkeit einer umfassenden Zusammenarbeit mit Experten auf diesem Bereich.

Die Arbeitsgruppe "Human Modelling" des Lehrstuhls für Ergonomie hat sich mit Ihrer Arbeit und den Forschungstätigkeiten ebenfalls dem Gebiet der digitalen Menschmodellierung verschrieben. Um den internationalen Stand der AG am LfE zu unterstreichen, nahmen am DHMS außer Herrn Prof. Heiner Bubb mit Jürgen Hartung, Christian Mergl und Iris Zacher noch 3 weitere Mitarbeiter des LfE am Michigan teil.

In der Session "Biomechanics", in der u.a. Methoden und Anwendungen der Modellierung menschlicher Körpergelenke behandelt wurden, präsentierten Jürgen Hartung und Christian Mergl ihre Forschung und Ergebnisse zu den Themen " Messung des Weichteilverhaltens des menschlichen Oberschenkels" und "Entwicklung eines 3d finite Elementmodells von Oberschenkel und Hüfte".

In einer weiteren Session, die "Komfort und Diskomfort" zum Thema hatte, sprach Iris Zacher über ein "Kraftbasiertes Diskomfortmodell für Haltungen und Bewegungen". Jürgen Hartung war hier mit zwei weiteren Vorträgen vertreten. ("Empfindlichkeit des Druckempfindens des Menschen während des Sitzens", "Reliabilität von Druckmessungen auf Autositzen").

Die von den Mitarbeitern präsentierten Vorträge waren ein kleiner kompetenter Ausschnitt aus den vielfältigen Forschungsbereichen in München. Sowohl die behandelten Themen, als auch die präsentierten Ergebnisse stießen bei den Zuhörern auf großes Interesse. Auf Grund der während und nach den Sessions gestellten Fragen entstanden angeregte Fachdiskussionen aus denen hervorging, dass sich die Forschung am LfE im Bereich Menschmodellierung durchaus auf internationalem Niveau bewegt. Auch konnten durch Gespräche mit anderen Experten neue Anregungen für weitere Vorgehensweisen gesammelt werden. Für die Teilnehmer war der Aufenthalt bei der sehr gut organisierten DHMS auf alle Fälle eine wertvolle Erfahrung.

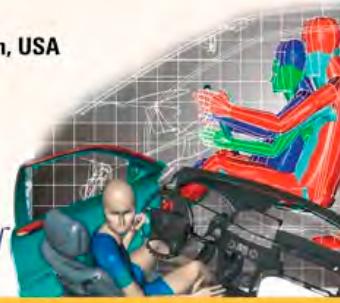
Als Anerkennung für die gelungenen Präsentationen erhielten die Vortragenden Urkunden des Veranstalters.

Digital Human Modeling for Design and Engineering Symposium Proceedings

June 15-17, 2004
Oakland University
Rochester, Michigan, USA

POWERED BY
folio

SAE International



Dipl.-Sportwiss. Iris Zacher
Wiss. Mitarbeiterin am LfE

Originaltitel der Vorträge:

Jürgen Hartung, Christian Mergl, Heiner Bubb: **Measuring Soft Tissue Compliance of the Human Thigh**
Christian Mergl, Heiner Bubb: **Development of a 3D Finite Element Model of Thigh and Pelvis**
Iris Zacher, Heiner Bubb: **Strength Based Discomfort Model of Posture and Movement**
Jürgen Hartung, Thomas Schlicht, Heiner Bubb: **Sensitivity of Human Pressure Feelings While Sitting**
Jürgen Hartung, Christian Mergl, Heiner Bubb: **Reliability of Pressure Measurements on Car Seats**

Frühjahrssakademie der TU München und der TWU Budapest 2005 in Ungarn

Schon zum siebzehnten Mal fand vom 4. bis zum 8. Mai 2005 die Frühjahrssakademie 2005 in Budapest bzw. am Plattensee in Ungarn statt, nachdem die Veranstaltung im letzten Jahr in Deutschland abgehalten wurde. Die Frühjahrssakademie ist eine Kooperationsveranstaltung mit langer Tradition, die noch zu Zeiten des kalten Krieges von dem damaligen jungen Studenten und heutige Professors an der TWU Budapest Janos Ginszler und dem später zum Vizepräsidenten des bayerischen Landtags ernannten Siegfried Mösllein beschlossen wurde. Jedoch konnte das erste Treffen erst 1988 stattfinden, als es schon die ersten Anzeichen für ein Auseinanderbrechen der damaligen Ostblockstaaten gab.

Finanziell und organisatorisch wird die Tagung auf deutscher Seite von der Hanns-Seidel-Stiftung und dem Deutschen Akademischen Austausch Dienst (DAAD) unterstützt, auf ungarischer Seite von der ungarischen Ingenieurakademie, der Stiftung Ingenieurweiterbildung, der Peregrinatio- und der Kralik-Stiftung. Die Organisation seitens der TU München ging vor einigen Jahren vom damaligen Fachgebiet für Raumfahrt unter der Leitung des heute emeritierten Prof. Eduard Igenbergs an den Lehrstuhl für Ergonomie von Prof. Heiner Bubb über.

Die Tagung ist in eine Studenten- und eine Expertentagung unterteilt. Auf der Studententagung, die traditionell vor der Expertentagung abgehalten wird, erhalten Studenten und Promoventen der TU München und der TWU Budapest, unabhängig ihrer Fakultätszugehörigkeit, die Gelegenheit, über ihre Studienarbeiten bzw. Dissertationen zu referieren und zu diskutieren. Die Arbeiten sind thematisch frei, wodurch eine vielfältige Themenmixtur der wissenschaftlichen Fachgebiete entsteht. Nicht zuletzt ergibt sich für die Zuhörer ein Einblick in die Forschungsarbeit anderer Fakultäten bzw. der Universität des anderen Landes, wodurch auch die kulturellen Unterschiede beider Länder deutlich werden.

Die darauf folgende Expertentagung stand unter dem Thema "Generalisten oder Spezialisten?", welches von Experten aus Industrie, Wissenschaft und Verwaltung in vielfältiger Weise beleuchtet wurde. Unter den Referenten befanden sich beispielsweise der Altpresident der TU München Herr Prof. Wild, der Amtschef des bayerischen Staatsministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst, Herr Wilhelm und Herr Dr.-Ing. Felix Tropschuh von der Audi AG.

Turnusgemäß findet die Frühjahrssakademie 2006 wieder in Deutschland statt, zu der wieder alle Studierenden und Promovierenden recht herzlich eingeladen sind!

Dipl.-Ing. (Univ.) Hagen Wolf



Veröffentlichungen in den Jahren 2004 und 2005

Jastrzebska-Fraczek I.:

Vermittlung wissenschaftlicher Erkenntnisse der Softwaregestaltung durch Visualisierung, Simulation und veranschaulichende Experimente, VDI-Berichte Nr. 1837, Useware 2004 Usergerechte Gestaltung Technischer Systeme, S.93-100, VDI Verlag, Düsseldorf 2004

Ergonomische Prüfung als wichtige Phase des Entwicklungsprozess. Ergonomie aktuell. LfE Zeitung Ausgabe 005, S.19-20, ISSN 1616-7627

Hartung, J.; Mergl, C.; Bubb, H.:

Reliability of Pressure Measurement on Car Seats. SAE Paper No. 2004-01-2167, DHMS 2004.

Hartung, J.; Schlicht, T., Bubb, H.:

Sensitivity of Human Pressure Feelings While Sitting. SAE Paper No. 2004-01-2140, DHMS 2004.

Hartung, J.; Mergl, C.; Henneke, C.; Madrid-Dusik, R., Bubb, H.:

Measuring Soft Tissue Compliance of the Human Thigh. SAE Paper No. 2004-01-2158, DHMS 2004.

Mergl, Ch., Anton, T., Madrid-Dusik, R., Hartung, J., Librandi, A., Bubb, H.:

Development of a 3D Finite Element Model of Thigh and Pelvis, SAE No. 2004-012132, 2004

Ch. Vogt, Ch. Mergl, H. Bubb:

"Interior Layout Design of Passenger Vehicles with RAMSIS", Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, Vol. 15, Number 2, Spring 2005.

Ch. Mergl, M. Klendauer, Cl. Mangen, H. Bubb:

"Predicting long term riding comfort in cars by contact forces between human and seat", SAE Conference 2005 in Iowa, SAE Paper No. 2005-01-2690.

Herbert Rausch:

Die Qualität der Lehrerbildung kommt nicht von alleine. Evaluation der Lehrer-Fort- und -Weiterbildung in der Fakultät für Maschinenwesen an der TU-München. In: LfE-aktuell, Nr. 5, S.22-25. 2004

Heinzpeter Rühmann:

Ergonomische Bewertung und Gestaltung von Produktionsarbeitsplätzen – nur eine Frage der Unternehmenskultur? In: Ergonomie aktuell, Ausgabe 005, Herbst 2004, S. 2-6.

Schaefer, P., Occipinti, E., Colombini, D.:

Gesundheitsgrenzen transparent definieren – eine neue CEN/ISO-Philosophie am Beispiel des OCRA-Verfahrens zur Bewertung repetitiver Tätigkeiten, Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, Zürich, 2004

Schaefer, P., Bookock, M., Kapitaniak, B., Schaub, K. H., Meyer:

Zielgruppenorientierte Risikoanalysen nach ISO 11228/2 beim Handhaben von Lasten – eine neue Klasse von Bewertungsverfahren, Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, Heidelberg, 2005, S. 573 - 576

Veröffentlichungen in den Jahren 2004 und 2005

Schaefer, P.:

CEN Normung, Lexikon Arbeitsgestaltung Gentner Verlag GmbH & Co.KG, 2005

H. Böhm, I. Klöpfer, C. Krämer, V. Senner, T. Seitz, D. Recluta, I. Zacher:

Evaluation of handbike and rowing propulsion in terms of athletes torque generation ability, Proceedings ISG 2004, Lisbon, Portugal, 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

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

Schröder, F. und Seitz, T.:

"Verbesserte Ergonomie durch Schwenksitz", Linde Technology, Heft 1, 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

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

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

T. Seitz, D. Recluta, D. Zimmerman, and H.-J. Wirsching:

FOCOPP - An approach for a human posture prediction model using internal/external forces and discomfort, Proceedings of the SAE Digital Human Modeling Symposium, Iowa City, 2005

H. Böhm, I. Klöpfer, C. Krämer, V. Senner, T. Seitz, D. Recluta, I. Zacher:

Evaluation of handbike and rowing propulsion in terms of athletes torque generation ability, Proceedings ISG 2004, Lisbon, Portugal, 2004

I. Zacher:

Die Entwicklung eines generellen Diskomfort-Modells für Bewegungen - Vom statischen zum dynamischen Modell, Abstractband, 14.dvs-Nachwuchs Workshop, Augsburg, 2004

I. Zacher, H. Bubb:

Strength Based Discomfort Model of Posture and Movement,
Proceedings SAE DHM Conference, Rochester, Michigan, 2004

Zöllner, R. (2004):

Was löst beim Fahrer den Wunsch aus, ein Fahrer-Assistenzsystem zu nutzen? Die Delphi-Expertenbefragung als Methode zur Bewertung der motivationalen Relevanz von Einflussgrößen. VDI-Berichte 1864, 49-61.

Zöllner, R. (2004):

Evaluation von Software am Beispiel einer eLearning-Anwendung.
Ergonomie aktuell, 5, 26-29.

Zöllner, R. (2004):

Wie gut entspricht eine eLearning-Anwendung ergonomischen Kriterien?
Die Checklisten zur Produktanalyse in EKIDES. Ergonomie aktuell, 5,
30-31.

Zöllner, R. & Zopf, W. (2004):

Ergonomie kommunizieren, ergonomisch kommunizieren! Ergonomie
aktuell, 5, 32-34.

Zöllner, R. & Rausch, H. (2004):

E-learning 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. Kurzfassung der Konferenzbeiträge zur GTW-Herbstkonferenz
2004. pp. 234-237. 04./05. Oktober 2004 an der Technischen Universität
Hamburg-Harburg. Hamburg: TU Hamburg-Harburg.

Riechelmann, Ewa, Zöllner, Rolf, Vollerthun Andreas (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.

Rausch, H, Zöllner, R & Bubb, H. (2005):

Gestaltung von Stellteilen zur Steuerung von Kraftfahrzeugen. In H.
Luczak & L. Schmidt (Hrsg.). E-Learning-Kooperation in der
Arbeitswissenschaft. 149-159. Stuttgart: ergonomia.

Wolf, H., Zöllner, R. & Bubb, H. (2005):

Mensch-Maschine-Interaktion bei Fahrerassistenzsystemen.
Ergonomische Aspekte der Informationsrückmeldung gleichzeitig
agierender Fahrerassistenzsysteme. Zeitschrift für Verkehrssicherheit

Lange, C. (2005):

Experimental Evaluation of an Augmented Reality Visualization for
Directing a Car Driver's Attention. ISMAR 2005.

Veröffentlichungen in den Jahren 2004 und 2005

Meine Zusammenarbeit mit Professor H. Schmidtke

Als ich aus Dortmund, wo ich am Institut für Arbeitsphysiologie der Universität arbeitete, nach München umgezogen bin, wollte ich die Bibliothek des Institutes für Ergonomie benutzen, da meine Industrieprojekte im Bereich der Ergonomie von Bergbaumaschinen noch abgeschlossen werden mussten.

Ich habe von Prof. Schmidtke nicht nur dafür die Erlaubnis bekommen, sondern konnte auch seine Ergonomie-Vorlesungen besuchen. Sehr freundlich wurde ich auch in der Kaffee-Runde des Institutes aufgenommen, die mir Zugang zu vielen anregenden ergonomischen Diskussionen bot, die ich später als Mitarbeiterin weiter erleben konnte. Zu meinem größten Erstaunen und entgegen der mehrmals gehört Legenden über den "Großen" und "Strengen" (vor dem ersten Treffen mit Professor Schmidtke hatte ich sowieso keine Minute geschlafen), musste ich feststellen, dass Professor Schmidtke zu der gleichen Professorengruppe (ich nenne die Gruppe "alte Schule" = große Persönlichkeit = großes Wissenspotenzial) gehört wie mein Doktorvater in Warschau. Strenge und Präzision ist bei Professor Schmidtke noch mit einer Fähigkeit verbunden, die nicht nachzuahmen ist: die Fähigkeit, so kurz wie möglich und so genau wie nötig (die Zeit wird hier auf die Waagschale gelegt) Sachverhalte zu formulieren und nach dem gleichen Prinzip mit anderen zu kommunizieren.

Am Anfang meiner Zusammenarbeit mit Professor Schmidtke (es werden bald 20 Jahre) habe ich unsere kurzen Gespräche mit seinem Einverständnis auf Tonband aufgenommen, nicht nur aus sprachlichen, sondern vor allem aus fachlichen Gründen. Dadurch konnte ich sehr viel lernen.

Professor Schmidtke gehörte immer zu den ersten Benutzern und "Zerstörern" der neusten Versionen von EDS und EKIDES. Er konnte immer einen unerwarteten Abbruch des Systems erzeugen. Selbst die unermüdlich von mir gestestete erste DOS Version brach sofort zusammen, als er auf die Idee kam, die Hilfe-Taste F1 mit dem Buchstaben "F" und der Ziffer "1" zu bedienen. Der kurze Kommentar zu dem Rechnerabsturz endete immer und endet bis heute mit demselben Satz: "Ja, aber dazu brauchen Sie mich nicht" und dem Verlassen meines Zimmers. Aus dem von ihm früher belächelten "Spiel" mit dem Computer (so wurde unsere Arbeit mit den ersten im Institut angeschafften Rechnern genannt) ist eine Reihe von Anwendungen entstanden, weil er immer das Ohr am Puls der Zeit hatte und weil es auch nicht anders gehen konnte. Er gehörte am Institut zu den ersten, die MS Power Point bedienen und anwenden konnten und wird wahrscheinlich zu den wenigen Professoren gehören, die einen Blick in die 30.000 Programmzeilen von EKIDES werfen, um dann zwar vorsichtig, aber doch mit Erfolg etwas zu verändern.

Dr.-Ing. I. Jastrzebska-Fraczek

Personalia



Neue Mitarbeiter

Als Gastwissenschaftler begrüßen wir aus Taiwan **Herrn Dr.-Ing. Tai-Fa Young** vom Department of Mechanical and Electromechanical Engineering, National Sun Yat-sen University, Kaohsing, Taiwan. Er wird unseren Lehrstuhl von Juni bis September 2005 bereichern und beschäftigt sich mit MMS, Software und Menschliche Zuverlässigkeit. Wir wünschen ihm einen angenehmen Aufenthalt in unseren Reihen.



Seit April 2005 ist das Sekretariat mit **Frau Dr. Christel Hüther** besetzt. Sie tritt die Nachfolge von Frau Christina Kwapil an, welche den wohlverdienten Ruhestand angetreten hat. Frau Hüther war vorher am Lehrstuhl für Apparate- und Anlagenbau, Prof. Dr. Klaus Strohmeier tätig, welcher am 1. 10. 2005 in den Ruhestand tritt. Frau Hüther hat an der LMU Japanologie, Psychologie und Soziologie studiert, in Japanologie promoviert und hat sich nach Jahren der Selbständigkeit und der Tätigkeit als Fremdsprachenkorrespondentin und Übersetzerin in der Privatwirtschaft für den relativ krisensicheren Staatsdienst an der TU entschieden, wo es ihr gefällt und sie sich wohlfühlt. Wir wünschen ihr viel Arbeitsfreude, Gesundheit und genügend Langmut, unsere vielen Wünsche und Anforderungen souverän zu bewältigen.



Herr Dipl.-Ing. Olaf Sabbah ist nach erfolgreicher Diplomprüfung im Sommer 2005 in den Lehrstuhl übernommen worden und wird sich intensiv mit Themen des Komforts beschäftigen, im Speziellen zum Sitzkomfort auf Motorrädern. Wir wünschen ihm ein erfolgreiches Wirken am Lehrstuhl.

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
Lektorat: Prof. Dr. H. Rühmann
Druck: Inhouse production LfE
ISSN: 1616-7627

Lehrerfortbildung an der Fakultät für Maschinenwesen

High - Tech im Klassenzimmer!

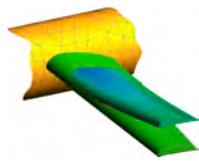
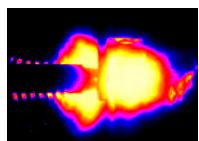
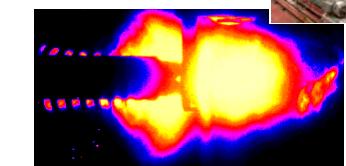
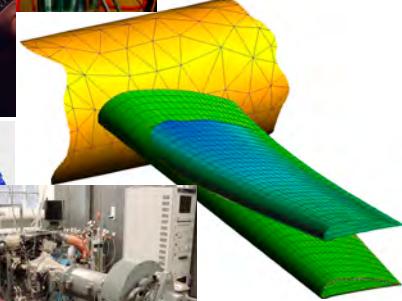
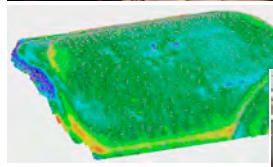
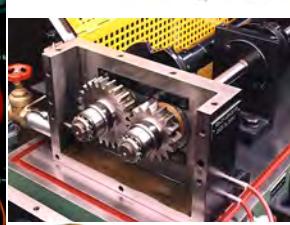
Lassen Sie ihre Schülerinnen und Schüler internationale Forschung hautnah erleben. Holen Sie sich umfassende Fakten, Lösungsmethoden und Musterlösungen aktueller Aufgaben für den Mathematik-, Physik-, Chemie, Biologie- und Wirtschaftsunterricht in den Jahrgangsstufen 9 bis 13. Sie benötigen keine Vorkenntnisse. Kleine Gruppen ermöglichen jederzeit Fragen und Diskussionen.

Lehrerfortbildung
an der Fakultät für Maschinenwesen



Workshops

für Lehrerinnen und Lehrer
High-Tech-Forschung zum Anfassen.
Informationen und Material für den
motivierenden Unterricht.



Die Fakultät für Maschinenwesen möchte Ihnen mit ihrem Fortbildungsangebot in Form von Workshops

- einen Überblick der aktuellen Forschung an einem Lehrstuhl Ihrer Wahl präsentieren,
- exemplarisch eine zentrale Fragestellung herausgreifen,
- mit Ihnen Lösungswege suchen,
- experimentell und analytisch das Problem gemeinsam lösen,
- mit Ihnen Teilaufgaben des exemplarischen Problems einzelnen Schulfächern und Jahrgangsstufen zuordnen und Ihnen Material und Informationsquellen für ähnliche Aufgaben bereitstellen.

Die Workshop - Themen im Überblick:

Lehrstuhl für Bioverfahrenstechnik

Leben in Bioreaktoren

Di., 27.09.05, 9:00 - 12:00 Uhr



Lehrstuhl für Raumfahrttechnik

Mikrometeoriten und Meteore - Bedrohung aus dem All?

Di., 27.09.05, 13:00 - 16:00 Uhr



Lehrstuhl für Angewandte Mechanik

Angewandte Kinetik

Mi., 28.09.05, 9:00 - 16:00 Uhr



Lehrstuhl für Energiesysteme

CO2 - frei unterrichten

Do., 29.09.05, 9:00 - 16:00 Uhr



Lehrstuhl für Feingerätebau und Mikrotechnik

Muskeln und Motoren in der Mikrotechnik (Piezo, Mikroturbine)

Fr., 30.09.05, 9:00 - 16:00 Uhr



Lehrstuhl für Numerische Mechanik

Virtuelle Welten

Di., 04.10.05, 9:00 - 12:00 Uhr



Lehrstuhl für Ergonomie

Innovative Fahrerarbeitsplätze

Di., 04.10.05, 13:00 - 16:00 Uhr



Lehrstuhl für Maschinenelemente

Reibungsverhalten von Getriebeschmierstoffen

Mi., 05.10.05, 9:00 - 16:00 Uhr

Lehrstuhl für Produktentwicklung

Methodische Entwicklung elektromagn. Bremsen

Do., 06.10.05, 9:00 - 16:00 Uhr

Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik

Berührungslose Handhabung

Fr., 07.10.05, 9:00 - 16:00 Uhr

Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiweisen

Vom Kochtopf zur Motorhaube...

Di., 11.10.05, 9:00 - 16:00 Uhr

Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen

Motoren auf dem Prüfstand

Mi., 12.10.05, 9:00 - 16:00 Uhr

Lehrstuhl für Leichtbau

Hochleistungs-Verbundwerkstoffe in Luft- und Raumfahrt

Do., 13.10.05, 9:00 - 12:00 Uhr

Lehrstuhl für Thermodynamik

Solare Wasserstoffwirtschaft

Do., 13.10.05, 13:00 - 16:00 Uhr

Lehrerfortbildung an der Fakultät für Maschinenwesen der TU München

Auch Sie könnten helfen, technische Bildung an unseren Schulen zu verbessern: übernehmen Sie einfach die **Patenschaft** für einen Lehrer!

Nicht nur ideell, auch mit praktischer Unterstützung (30,- + EUR) ermöglichen Sie einem Lehrer die Teilnahme an dieser Lehrerfortbildung.

Spenden Sie den Betrag von EUR 30,- oder mehrfaches auf das Konto der Technischen Universität München bei der Bayer. Landesbank München, BLZ 700 500 00, Kontonr.: 24866. Geben Sie bitte unbedingt nachfolgendes Stichwort an: BK 000 70 13 98 272 „Spende“+ Ihr Name.

Wir bedanken uns im Namen der Unterstützen für Ihr großzügiges Engagement!

Didaktisches Konzept

Auswahl geeigneter Inhalte

Comenius konnte in seinem Schulbuch "orbis sensualum pictus" noch das Wissen seiner Zeit umfassend zusammenstellen. Heute ist offensichtlich, dass ganz gezielt einzelne Inhalte für den Unterricht ausgewählt werden müssen. Dabei bieten sich drei grundsätzliche Möglichkeiten an:

- Einzelne Beispiele auszuwählen, die leicht auf einen größeren Bereich übertragbar sind (horizontale Reduktion),
- schwierige, komplexe Zusammenhänge zu vereinfachen und zu abstrahieren (vertikale Reduktion) und
- Handlungskompetenz anbahnen, um Schülerinnen und Schülern zu helfen sich, u. a. selbst Inhalte zu erschließen.

Die Forschungsarbeiten an der Fakultät für Maschinenwesen stehen exemplarisch für die Ingenieurwissenschaften und das Bestreben, die Natur für den Menschen nutzbar zu gestalten. Vom Bioreaktor, über die „Waferbearbeitung“ bis zur Raumfahrt stehen anschauliche, sprichwörtlich greifbare Produkte geistiger und manueller Arbeit zur Auswahl. Alle Produkte repräsentieren das Ergebnis zielgerichteten, wissenschaftlichen Handelns.

Die ausgewählten Inhalte der angebotenen Workshops stehen exemplarisch für die vielfältigen Aufgaben in unserer modernen Industrie- und Informationsgesellschaft. Sie zeigen beispielhaft die Bedeutung der in den Schulen vermittelten Grundlagen, d.h. der Schwerpunkt liegt nicht auf den aktuellsten mathematischen oder naturwissenschaftlichen Erkenntnissen sondern auf der Nutzung und Anwendung in der technischen Spitzenforschung. Die vertikale Reduktion bezieht sich dementsprechend auf einer betonten Darstellung grundlegender Lösungsalgorithmen. Neben den gebotenen Fakten und einem Systemverständnis sollen besonders effektive Strategien und Vorgehensweisen

zur Verbesserung der Handlungskompetenz vorgestellt werden.

Methoden

Das methodische Konzept spiegelt die problem- und projektorientierte Vorgehensweise bei Fallstudien wieder. Nach einer kurzen Vorstellung erhalten die Teilnehmer und Teilnehmerinnen zunächst einen knappen Überblick über die aktuellen Forschungsgebiete des gewählten Lehrstuhls. Ein einzelnes, gut abgrenzbares und in der gegebenen Zeit lösbares Problem wird möglichst anschaulich präsentiert (Konfrontation) und der Stand der Technik erläutert (Information). Gemeinsam mit den Wissenschaftlern suchen die Teilnehmer Lösungskonzepte und bewerten verschiedene Alternativen (Exploration). Schließlich können die Teilnehmer mit den Geräten und Einrichtungen des Lehrstuhls den favorisierten Lösungsweg erproben und die Ergebnisse dokumentieren (Resolution). Die Ergebnisse werden mit den tatsächlichen Resultaten des Lehrstuhls verglichen (Kollation). Mit vorgefertigten Informations- und Aufgabenblättern erhalten die Teilnehmer fundierte, aktuelle Unterrichtshilfen. Sie können die erfahrenen Inhalte und Methoden auf ähnliche Aufgabenstellungen übertragen (Transfer) und in einer gemeinsamen Diskussion einzelnen Schulfächern zuordnen. Die geringen Gruppengrößen mit maximal 10 Personen und die individuelle Betreuung erlauben aktives Handeln und Gestalten.

Die Veranstaltungen werden wissenschaftlich evaluiert, so dass die Erfahrungen für weitere Angebote systematisch genutzt werden können.

Ausführliche Informationen erhalten Sie telefonisch bei:

Dr.-Ing. Herbert Rausch, LfE,
Tel.: 089 - 289 15394 oder per mail an: rausch@tum.de.

Auf unseren Webseiten können Sie Näheres nachlesen:

<http://www.ergonomie.tum.de/lehre/lehrerfortbildung>