



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

nun ist doch schon wieder ein Jahr vergangen, seit dem wir Ihnen unsere neue Lehrstuhlzeitung "Ergonomie-aktuell" vorgestellt haben. Die vielen positiven Rückmeldungen, vor allem aber die konstruktiven Kritiken zu der ersten Ausgabe, haben uns ermutigt, die zweite in einem nur leicht modifiziertem Layout herauszugeben. Hierin stellt die Gruppe "Informationstechnische Menschmodellierung (Systemergonomie)" ihre Forschungsarbeiten vor. Auch heute ermutige ich Sie ausdrücklich, mit uns in einen kritischen Dialog über unsere Forschungsaktivitäten zu treten, denn nur so können wir gemeinsam etwas verbessern.

Ohne vorab schon etwas zu verraten, möchte ich Sie noch auf die anderen, lesenswerten Kapitel, z. B. zum Ergonomie-Slogan Contest, hinweisen. Machen Sie mit und gewinnen Sie!

Nun viel Spaß beim Lesen,

Ihr

Prof. Dr. Heiner Bubb  
Ordinarius

## Highlights

### Systemergonomie - die "ars vivendi" des informationstechnischen Zeitalters?

Ein Streifzug durch die Themenfelder der Systemergonomie

### E-C-N: Das Kompetenz-Netzwerk und seine Dienstleistungen

### Der Blick über den Zaun

Entwicklung eines ergonomisch optimierten Schülerstuhls

### Ergonomie Slogan Contest

### Veranstaltungen

## Systemergonomie - die „ars vivendi“ des informationstechnischen Zeitalters?

O. Sträter

**Haben sie sich schon einmal über Situationen geärgert, in denen sie unnötig auf die Antwort eines Automaten gewartet haben, um im Nachhinein festzustellen, dass dieser genauso lange auf eine Eingabe von ihnen gewartet hat? Oder wollten sie eine scheinbar einfache Idee am Computer umsetzen, die sich dann als äußerst kompliziertes Tagewerk entpuppte?**

**Wenn dies der Fall war, dann sind sie ein potenzieller Freund der Ergonomie, genauer gesagt der Systemergonomie. Was das ist, werden sie fragen und wir hoffen, ihnen mit dieser Ausgabe von "Ergonomie aktuell" eine Antwort darauf geben zu können.**

Ergonomie befasst sich mit der Menschen gerechten Gestaltung des Umfeldes von Menschen. Die Systemergonomie, als Teilbereich der Ergonomie, mit der Menschen gerechten Gestaltung des Informationsflusses zwischen Mensch und Maschine. Systemergonomisch gestaltete technische Geräte, sind komfortabler zu bedienen und einfacher zu erlernen.

Die Menschen gerechte Gestaltung des Informationsflusses zwischen Mensch und Maschine ist heutzutage kein Luxus, sondern ein Muss, um den Bedienkomfort für den Menschen zu erhöhen. Sie hat auch ganz handfeste wirtschaftliche und sekundäre Gründe.

Das Wissen darum, mit welchen Verhaltensweisen von Menschen man beim Erlernen und beim Umgang mit Maschinen rechnen muss, ist in vielen Bereichen der sogenannten "Consumer-Products" Markt entscheidend.

Um dort das Risiko einer Fehlinvestition zu vermeiden, ist es notwendig, bereits vor der Markteinführung zu wissen, ob das in Planung befindliche Gerät für eine breite Bevölkerung bedienbar ist. Natürlich muss es hier Schnittstellen zwischen der Systemergonomie und dem Design geben, denn das Auge ist bekanntlich mit - der Kopf hat aber auch Hunger.

In großindustriellen Anlagen wie der Energieerzeugung, der chemischen Industrie oder der Fertigung sowie im Transportwesen, wie z.B. im Flugbereich, im Schiffsbereich oder im Kraftfahrzeugbereich, hat die Menschen gerechte Gestaltung des Informationsflusses noch weitreichendere Bedeutung. Tschernobyl, Bopahl und Brühl sind einige der Ereignisse, die einem neben den bald täglichen Nachrichten über Flugzeugabstürze oder dem allgemeinen Wahnsinn auf den Straßen hier oft einfallen. Nahezu alle schweren Störfälle in diesen Bereichen sind nicht durch technisches Versagen zustande gekommen. Sie sind aber auch nicht durch menschliches Versagen entstanden, wie oft in den Medien als Umkehrschluss zu lesen ist. Vielmehr zeigen alle diese Katastrophen, dass bei der Gestaltung eines technischen Systems oder der

organisatorischen Abläufe im System typische Eigenschaften menschlicher Informationsverarbeitung unzureichend berücksichtigt worden sind. Das ist auch ein Grund dafür, dass oft im Nachhinein gesagt wird: "So wie das System gestaltet war, musste das ja jemandem irgendwann mal passieren."

Wir leben in einem hochtechnisierten Zeitalter und nahezu alle Lebensbereiche des Menschen sind informationstechnisch erobert. Dementsprechend groß und vielfältig ist das Spektrum der System ergonomischen Aufgaben und dementsprechend groß sind die potenziellen Auswirkungen einer schlechten ergonomischen Auslegung. Dies hat auch Auswirkungen auf die Produktverantwortung des Herstellers im Schadensfall. Risikobewertung und Vermeidung menschlicher Fehler sind neben der Optimierung des Informationsflusses somit wesentliche System ergonomische Aufgaben.

Das breite Spektrum der System ergonomischen Gestaltung spiegelt sich auch in den Arbeiten der Gruppe Informationstechnische Menschmodellierung (Systemergonomie) des Lehrstuhls für Ergonomie wider.

**Wir laden Sie herzlich ein zu einem Streifzug durch die Themenfelder der Systemergonomie.**

## Ergonomisches Datenbank System WIN - EDS 2000 mit Rechner gestütztem Prüfverfahren

I. Jastrzebska-Fraczek    Tel.: 089-28915396

In zunehmendem Maße werben die Hersteller technischer Produkte mit dem Hinweis, dass diese Produkte dem neuesten Erkenntnisstand der Ergonomie entsprechen. Tatsächlich wurden zum gegenwärtigen Zeitpunkt bereits zahlreiche ergonomische Forderungen an die Produktgestaltung realisiert. Aber noch immer sind Defizite zu beobachten. Diese haben mannigfache Ursachen. So sind den Konstrukteuren entweder viele ergonomischen Details nicht geläufig oder die entsprechenden Literaturquellen sind nicht verfügbar. Aber auch technische Trends - wie das Bemühen um eine Miniaturisierung der Schnittstelle zum Menschen - können den Nutzerbedürfnissen zuwider laufen. In der Abb. 1 ist das Hauptmenü von WIN-EDS 2000 dargestellt. Das EDS setzt sich aus zwei verschiedenen Modulen zusammen:

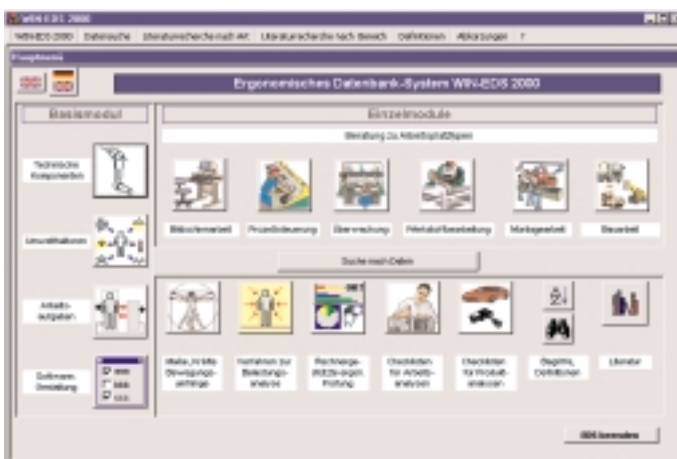


Abb. 1: Hauptmenü des WIN-EDS 2000

- ➔ Das Basismodul enthält ergonomische Daten bezüglich technischer Komponenten, Umgebungsfaktoren, Arbeitsaufgaben und Softwaregestaltung.
- ➔ Die Einzelmodule enthalten Daten zu definierten Arbeitsplatztypen sowie solche über Körpermaße, Körperkräfte und Bewegungsumfänge.
- ➔ Schließlich bietet ein weiteres Modul drei unterschiedliche Verfahren zur Belastungs- und Beanspruchungsanalyse an.
- ➔ Als Ergänzung zur Datensammlung enthält das EDS Checklisten sowohl für Arbeitsplatz- als auch für Produkttypen.
- ➔ Abgerundet wird das EDS mit einer Sammlung von Definitionen zu ergonomischen Begriffen, einer Literaturzusammenstellung und einer Suchfunktion, über welche die vorhandenen Datenblätter schnell gefunden werden können.

### Modul "Ergonomische Prüfung und Bewertung"

Ein wesentliches Modul stellt die Rechner gestützte ergonomische Prüfung dar, in die - soweit erforderlich - alle im EDS enthaltenen Daten einbezogen werden können. Dieses Modul eignet sich für die Durchführung ergonomischer Prüfungen an Produkten, Arbeitsplätzen, Umgebungsfaktoren und der Auslegung von Arbeitsaufgaben. Es ermöglicht dem Benutzer, sich aus dem Datenreservoir des EDS für einen gegebenen Prüfauftrag ein Prüfprotokoll mit Soll-Vorgaben zu erstellen, dort die Ist-Feststellungen einzutragen und danach einen Prüfbericht auch mit graphischer Ergebnisdarstellung auszudrucken. In der Abb. 2 ist das Menü des Prüf- und Bewertungsmoduls dargestellt. Für die Protokollerstellung sind diejenigen Schaltflächen anzuklicken, mit denen für den Prüfauftrag relevante Daten aufgerufen werden.

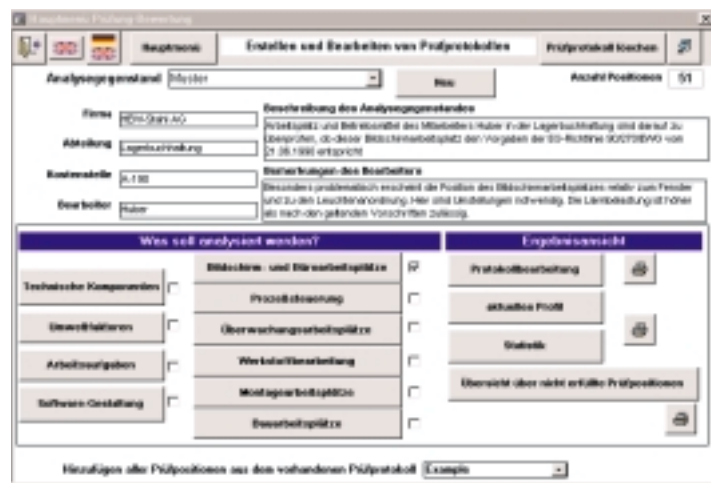


Abb. 2: Menüfenster des Prüf- und Bewertungsmoduls

Die Daten werden dann automatisch in das Prüfprotokoll übernommen. Zugleich wird ein Hinweis sichtbar, ob die einzelne Prüfposition bedeutsam ist für:

- ➔ Gesundheit,
- ➔ Sicherheit,
- ➔ Leistung,
- ➔ Funktionsfähigkeit (technische Zuverlässigkeit) oder
- ➔ Komfort.

Des Weiteren hat der Benutzer die Möglichkeit, die Nichterfüllung einer Prüfposition mittels einer dreistufigen Skala zu gewichten. Ist der Prüf- und Bewertungsvorgang beendet, so kann eine Zusammenstellung aller nicht erfüllten Positionen ebenso abgerufen werden, wie auch eine grafische und statistische Darstellung des Befundes.

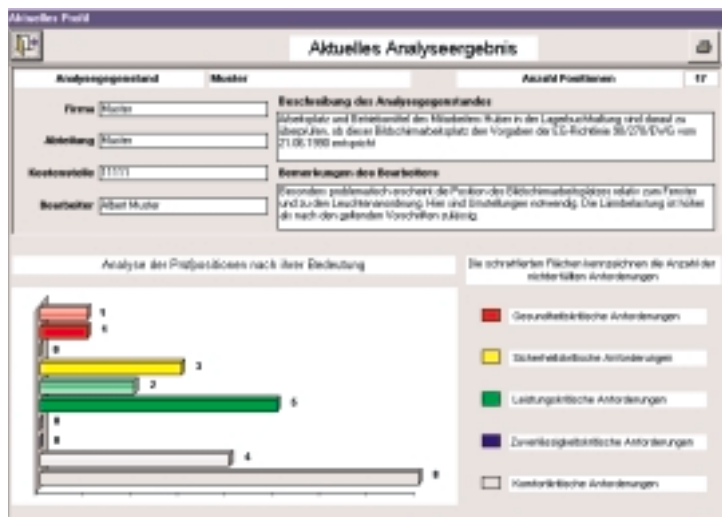


Abb. 3: Fenster mit einer grafischen Darstellung des Befundes

### Checklisten für Arbeitsanalysen und Produktanalysen

Die ergonomische Prüfung mit dem Basis und Beratungsmodule erfordert z.T. moderne Messinstrumente und kann viel Zeit in Anspruch nehmen. Für die schnelle Orientierung und qualitative Betrachtung des Arbeitsplatzes oder Produktes kann das Modul "Checklisten" herangezogen werden. Die Checklisten für Arbeitsanalysen beziehen sich auf Bildschirmarbeit, Prozesssteuerung, Überwachung, Werkstoffbearbeitung, Montagearbeit und Bauarbeit. Checklisten für Produkte sind gegliedert in solche für Kraftfahrzeuge, Omnibusse, Lastkraftwagen, Erdbaumaschinen und Software. Dieses Modul ermöglicht es dem Benutzer, sich aus dem Reservoir von 522 bzw. 518 Fragen die für einen gegebenen Prüfauftrag zutreffenden auszuwählen.

Eine DEMO-Version von WIN EDS 2000 befindet sich im Internet unter: <http://www.ergonomie.tum.de/~fraczek/homepage.html>

Autoren: Prof. Dr. H. Schmidtke / Dr.-Ing. I. Jastrzebska-Fraczek

- Jastrzebska-Fraczek, I.; Schmidtke, H.: EDS - Ein ergonomisches Datenbanksystem mit Rechner gestütztem Prüfverfahren. - In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft: 46 (18NF) 1992, Nr. 1, S. 41-50
- Jastrzebska-Fraczek, I.; Schmidtke, H.: 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, 1993, p. 617-618
- Jastrzebska-Fraczek, I.; Schmidtke, H.: WIN EDS - an ergonomic database system, CybErg Conference 1996
- Jastrzebska-Fraczek, I.; mit Schmidtke, H.: Rechnergestützte Bereitstellung ergonomischer Daten für die Gestaltung technischer Systeme am Beispiel des Ergonomischen-Datenbanksystems (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
- Jastrzebska-Fraczek, I.; mit Schmidtke, H.: 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 2000
- Jastrzebska-Fraczek, I.; mit Schmidtke, H.: Test and Evaluation of Work Places and Products with WIN-EDS 2000 (a first bilingual database system of ergonomics). Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000 Congress 6-689

## Ereigniserfassung mit dem Programm EVEO

Bernd Linsenmaier Tel.: 089-28915409

Das Ereigniserfassungsprogramm EVEO soll bei der Unfallberichterstattung helfen, Unfallereignisse in der von dem Ereignisanalyseprogramm CAHR (Sträter, 1997) verwendeten Struktur abzulegen. Die Ereigniserfassung in EVEO basiert auf der für CAHR entwickelten Methode. Dabei wird ein Gesamt ereignis in eine Abfolge von Unterereignissen aufgespalten und in einem Personen-/Ereignisablauf-Diagramm dargestellt. Jedes Unterereignis stellt eine möglichst vollständig beschriebene Arbeitssituation in Form eines Mensch-Maschine-Systems dar.

Zur Ereigniseingabe stehen in EVEO zwei zentrale Fenster zur Verfügung: das Übersichtsfenster und das Dateneingabefenster. Im Übersichtsfenster wird das Gesamt ereignis in Unterereignisse aufgeteilt. Jedem Unterereignis kann eine Hauptperson oder Personengruppe zugeordnet werden. Falls keine Person im Spiel war, kann das Unterereignis auch als reines Systemereignis deklariert werden. Diese Zuordnung findet sich wieder auf der horizontalen Achse in der grafischen Ereignisdarstellung. Die vertikale Anordnung in der Darstellung orientiert sich an der zeitlichen Abfolge der

Unterereignisse. Zusätzlich wird jedes Unterereignis durch Einordnung in eine Kategorie gekennzeichnet. Diese Kategorien lauten beispielsweise "vorgelagertes Ereignis", "Fehlerereignis" oder "Gegenmaßnahme".

Durch Doppelklick auf ein Unterereignis gelangt man zum Dateneingabefenster, siehe Abb. 1. Dort befindet sich rechts oben ein symbolisiertes Mensch-Maschine-System als Navigationshilfe. Per Mausklick auf eine der Komponenten öffnen sich die jeweiligen Eingabemasken. Dort kann der Benutzer nun Informationen über die ausgewählte Komponente ablegen. Entsprechend der Darstellung in CAHR werden zu jeder Komponente des Mensch-Maschine-Systems Sätze gebildet, die aus den Satzgliedern 'Objekt', 'Aktion', 'Fehler' und 'beitragende Umstände' bestehen. Jedes Satzglied setzt sich aus zwei Beschreibungsteilen zusammen. Der erste Teil ist ein Begriff aus einer vorgegebenen Auswahl, um eine einheitliche Grundbeschreibung zu gewährleisten. Der zweite Teil dient der näheren Beschreibung und kann vom Benutzer mit freiem Text gefüllt werden. Hinzu kommt ein Vermerk, wie sicher die Angaben eingeschätzt werden. In der linken Hälfte des Dateneingabefensters werden alle eingegebenen Sätze in Form einer Baumstruktur mit wählbarer Detailtiefe dargestellt.

Das Programm EVEO ist in Visual Basic 6 geschrieben und als Testversion fertig. Momentan laufende Versuche sollen zeigen, wie ähnlich ein einzelnes Ereignis von mehreren Per-

sonen beschrieben wird und ob die Beschreibungen unterschiedlich komplexer Ereignisse einheitlich auswertbar sind. Danach werden mit EVEO zunächst Ereignisse aus der Luftfahrt erfasst und zur Auswertung mit CAHR bereitgestellt. Später sollen, nach Bereitstellung entsprechender Begriffssammlungen, Ereignisse aus den unterschiedlichsten Arbeitsumgebungen zusammengetragen werden, die wiederum in das Projekt einer allgemeinen interdisziplinären Datenbank (☞ Projekt AIDA, Sträter) einfließen sollen.

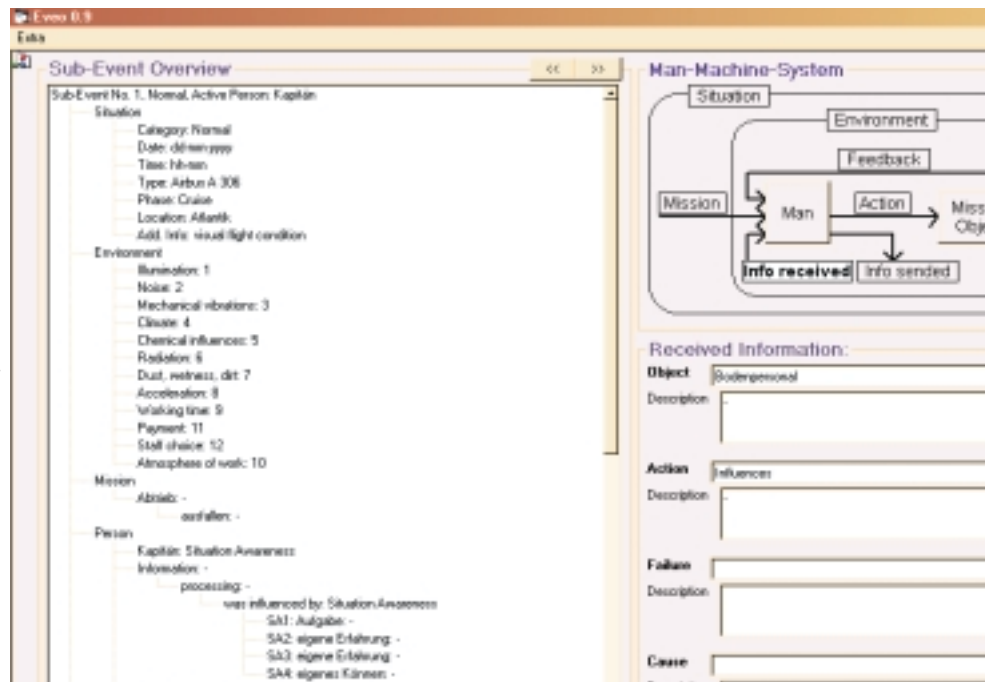


Abb.1: Dateneingabefenster

## Beurteilung der menschlichen Zuverlässigkeit mit CAHR

Oliver Sträter Tel.: 089-28915409

### Was ist CAHR?

CAHR bedeutet "Connectionism Assessment of Human Reliability" (Konnektionistische Beurteilung der menschlichen Zuverlässigkeit).

**Das Datenbanksystem CAHR ist ein Werkzeug zur Analyse und Bewertung von Betriebsstörungen, die durch Personalhandlungen oder organisatorische Faktoren zustande kommen.** Es wurde unter MICROSOFT ACCESS implementiert. Zur Analyse steht eine generische Wissensbasis zur Verfügung, die sich durch eingegebene Ereignisse selbstständig erweitert. Die Wissensbasis enthält Angaben für die Beschreibung des Systemzustandes, der Aufgaben sowie der Fehlermöglichkeiten und Einflussfaktoren (Bild 1).

In der Ereignisanalyse werden alle relevanten Informationen des Ereignisses und des Systemzustands systematisch erfragt. Es besteht die Möglichkeit, beliebige Informationen zu einem Ereignis in der Datenbank abzulegen (z.B. Textbeiträge, Fotos, Video- oder Tonaufzeichnungen).

Anschließend kann eine Analyse des Ereignisses auf der Grundlage der gesammelten Information durchgeführt werden. Dieser Teil der "Ereignisanalyse" wird derzeit mit dem System EVEO weiterentwickelt (siehe dazu "Ereigniserfassung mit dem Programm EVEO" S. 3 ).

### Ereignisauswertung

Der konnektionistische Ansatz lässt qualitative und quantitative Analysen der Daten in einem einheitlichen Modell zu. Hierdurch wird es

möglich, sowohl Informationen für die Bewertung der menschlichen Zuverlässigkeit als auch für die Optimierung des technischen Systems in einer einheitlichen Datenbasis zur Verfügung zu stellen.

Eine typische Anfrage an die gesammelten Daten wäre z.B.: "Wie viele Verwechslungsfehler an Ventilen durch Schicht- oder Wartenpersonal wurden beobachtet, welche Einflussfaktoren wurden beobachtet und welche Vorkehrungen gegen eine Wiederholung wurden eingeleitet?"

### Anwendungen von CAHR

Ursprünglich wurde das Verfahren zur Analyse von Ereignissen in Kernkraftwerken angewendet:

Die erste Studie wurde 1994 zu 165 Vorkommnissen in Siedewasser-Reaktoren, die zweite Studie, 1998, zu 55 Vorkommnissen in Druckwasser-Reaktoren durchgeführt.

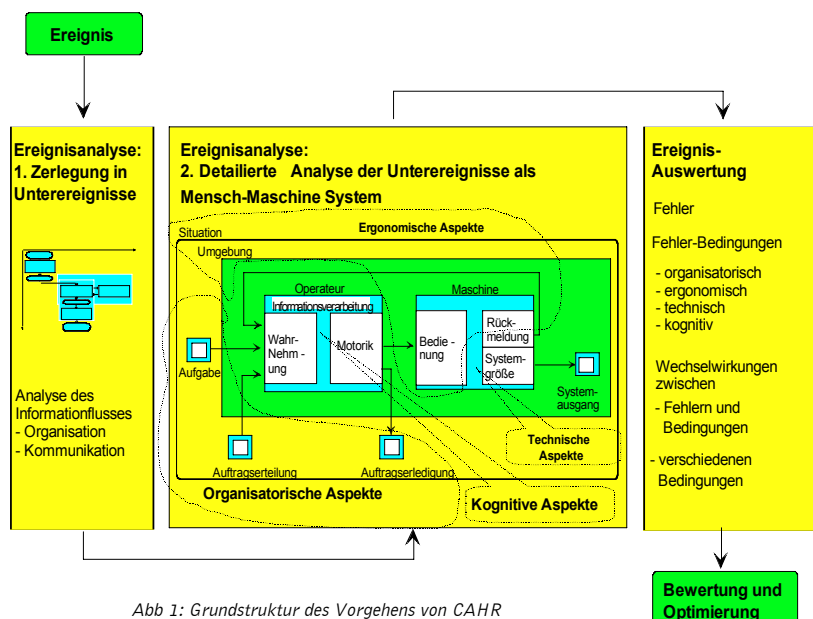


Abb 1: Grundstruktur des Vorgehens von CAHR



In einer dritten Studie 2000 wurden Ereignisse hinsichtlich des Kommunikationsverhaltens untersucht. Die Ergebnisse fanden bisher Anwendung bei der Weiterentwicklung von Methoden für die Bewertung menschlicher Zuverlässigkeit (HRA Methoden):

- Der Bewertung kognitiver Aspekte bei Sicherheitsanalysen von Kernkraftwerken
- Der Weiterentwicklung von Methoden zur Analyse und Bewertung menschlicher Fehler, insbesondere sogenannter "Errors of Commission"

Derzeit entwickeln wir es für die folgenden Bereiche weiter:

- Vorhersage kognitiver Fehler bei Luftfahrtunfällen (EVEO)
- Vorhersage von Verhalten in Entscheidungssituationen (in der Prozesstechnik und dem Automobilbereich)

## Zusammenfassung

Das Verfahren geht dabei einen neuen Weg bei der Analyse und Bewertung der Rolle des Menschen in technischen Systemen. Die zugrundeliegende Philosophie des Verfahrens beinhaltet:

- Analysefokus ist das Arbeitssystem, nicht der Mensch. Versagen oder Schuld des Menschen sind nicht Gegenstand der Analyse
- Menschliche Fehler resultieren aus der Wechselwirkung einer Vielzahl von situativen und kausalen Faktoren im Arbeitssystem, dem sogenannten Kontext
- Das Verfahren gibt eine feste Struktur aber keine feste Taxonomie vor (offenes Verfahren) und ist damit auf beliebige Ereignisse und Technikbereiche übertragbar
- Deutliche Trennung zwischen beobachtetem Verhalten, Fehlerklassifikation und Ursachenzuordnung (auftrittsorientierte, Ursachen orientierte Klassifikation)

## Die Weiterentwicklung des Blickerfassungssystems JANUS

Manfred Schweigert Tel.: 089-28915408

Am Lehrstuhl für Ergonomie wurde 1994 mit dem Aufbau von JANUS, einem System zur Blickregistrierung, begonnen und seitdem für zahlreiche Untersuchungen, meist zur Analyse des Blickverhaltens von Autofahrern, benutzt.

Das Prinzip von JANUS ist relativ einfach. Mit einer am Helm montierten Farbkamera wird ein Großteil des Gesichtsfeldes des Probanden aufgezeichnet. Eine s/w-Kamera registriert die Augenbewegungen des rechten Auges. Die beiden Bildinformationen werden getrennt auf Hi8 Videobändern aufgezeichnet und mittels Blitzsignal zeitlich synchronisiert. Die Augenbildinformation wird bezüglich Größe und Lage an die Gesichtsfeldinformation mit einer 3-Punkt-Kalibrierung angepasst. Dies erfolgt am PC mit Hilfe spezieller Softwarepakete (Abb. 1).

Bei der ursprünglichen Version von JANUS wurde das "Augenvideo" dem Gesichtsfeldvideo überlagert und auf diese Art und Weise ein sogenannter Blickfilm hergestellt. Aufgrund der linearen Überlagerung, sind bei größeren Blickwinkeln Winkelfehler des Sehstrahls bis zu ca. 4° zu verzeichnen. Nachdem die meisten Blicke jedoch eher im zentralen Gesichtsfeld zu verzeichnen sind, hält sich dieser Fehler mit ca. 1°-2° in Grenzen. Nacht- als auch Fahrversuche konnten nicht zur vollen Zufriedenheit durchgeführt werden, da die Pupille unter diesen Bedingungen zu groß ist, und vom Auswerter nicht mehr sicher die Lage des Pupillenmittelpunkts und somit der Blickrichtung abgeschätzt werden kann.

Einbußen des Blickfilms hinsichtlich der Bildqualität, die sich aufgrund der Überlagerung der beiden Videobänder ergeben, als auch die eingeschränkte Tauglichkeit des Systems bei Umgebungsbedingungen mit geringer Helligkeit, zeigen den Forschungsbedarf auf.

1996 wurde im Rahmen einer Diplomarbeit das Softwaremodul JANUS II erstellt, mit dessen Hilfe eine automatische Detektion der Pupille mit Hilfe digitaler Bildverarbeitung möglich wurde. Die erstellten Algorithmen erkennen

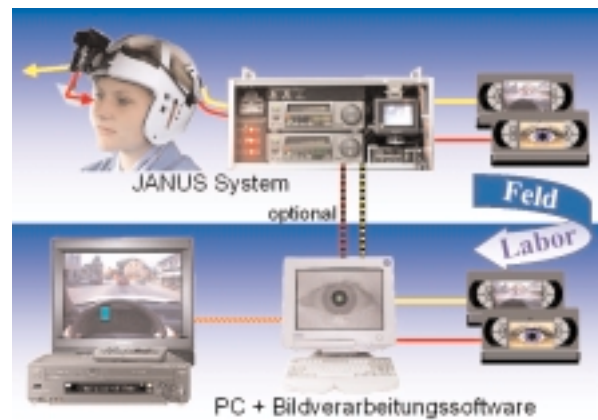


Abb. 1: Blickfilmerstellung mit JANUS

die Pupille aufgrund ihrer charakteristischen Form, der Größe und des Kontrastes. Die Rechner waren jedoch zu der Zeit noch nicht so leistungsfähig, dass der Algorithmus in annehmbaren Zeiten hätte abgearbeitet werden können. Im Laufe des letzten Jahres wurde ein moderner Rechner angeschafft und die Arbeiten an JANUS II wieder aufgenommen und auch vollendet.

Den größten Unterschied zu der ursprünglichen Version von JANUS sieht man bei der Erstellung des Blickfilms. Die Blickrichtung wird nicht mehr durch die Überlagerung des Augenbildes selbst angezeigt, sondern durch einen kleinen rechteckigen Indikator, der den berechneten Pupillenmittelpunkt darstellt (Abb. 2). Blickfilme können aufgrund der getrennt aufgezeichneten Videobänder wie bisher offline nach dem Versuch oder bereits während des Versuchs im online-Modus erstellt werden. Untersuchungen im Fahrsimulator als auch Nachtversuche sind nun möglich. Das Bild weist außerdem keine Qualitätseinbußen mehr auf und die Blickrichtung wird noch genauer angezeigt. Nachdem die Überlagerung nicht mehr fest linear, sondern frei programmierbar ist, kann der Linearisierungsfehler und auch der Fehler durch die Objektivverzerrung kompensiert werden.

Bei geeigneter Kalibrierung sind nun im gesamten Gesichtsfeld Genauigkeiten um 1° zu erreichen. Die Koordinaten der Blickrichtung relativ zur Kopfstellung werden auf Festplatte protokolliert und stehen weiterführenden Analysen zur Verfügung. Zukünftige Arbeiten werden die Kopplung dieser



Abb. 2: Blickfilm mit JANUS (li.) und JANUS II (re.)

Koordinaten mit Kopfpositionskoordinaten zum Inhalt haben, um somit Sehstrahlen im Raum bestimmen zu können.

Der große Vorteil von JANUS II im Vergleich zu anderen Systemen liegt in der äußerst zuverlässigen und gegenüber Störeffekten relativ unempfindlichen Aufzeichnung der Blickdaten. Das mobile System ist schnell und mit nur geringem Aufwand in vielen Versuchsumgebungen vom Labor bis zum Feldversuch und echten Arbeitsumgebungen einsetzbar.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass JANUS II um ein weiteres wichtiges Feature ergänzt wurde, das nicht nur eine Erweiterung des Einsatzgebietes mit sich bringt, sondern zudem Zeit bei der Erstellung von Blickfilmen spart, eine höhere Genauigkeit aufweist, als auch einen wichtigen Schritt in Richtung automatisierter Auswertung darstellt.

## Ergonomische Gestaltung von Web-Seiten

Ryoko Fukuda Tel.: 089-28915416s

### Hintergrund

In den letzten 10 Jahren hat sich das World Wide Web (www) sehr schnell verbreitet. Heutzutage benutzen viele das www als eine riesige, nützliche Informationsquelle. Ob man bei der Informationsflut die gewünschte Information problemlos finden kann, ist besonders abhängig von der Gestaltung der Web-Seiten.

Für eine gute Gestaltung von Web-Seiten wurden bereits verschiedene Richtlinien vorgeschlagen. Diese basieren in der Regel auf Erfahrungen und Meinungen von Benutzern bzw. Web-Designern. Allerdings werden diese Richtlinien bei der Gestaltung der Web-Seiten nur teilweise berücksichtigt. Außerdem ist nicht immer sichergestellt, in wie weit diese Richtlinien ergonomisch sinnvoll sind. Um dies zu bestimmen, wird nicht nur eine subjektive sondern auch eine objektive Bewertung der Informationsaufnahme bzw. -verarbeitung bei der Nutzung des www benötigt.

### Versuchsmethode

Hier werden die Navigation und die Informationseingabe bei einer Suche nach Informationen im www untersucht und geklärt, welche Schwierigkeiten damit verbunden sind. Die objektive Bewertung der menschlichen Informationsaufnahme und -verarbeitung wird durch die Analyse des Blickverhaltens und den Äußerungen der Versuchspersonen durchgeführt. Das Blickverhalten ist der wesentliche messbare Indikator, mit dem man die menschliche visuelle Informationsaufnahme objektiv bewerten kann. Da die überwiegenden Informationen im www visuell gestaltet werden, ist die Blickmessung eine sinnvolle Bewertungsmethode. Mit dem Blickfassungssystem "Free View" (Takei, Co. Ltd.) wurde das Blickverhalten ohne Messbrille, d.h. ohne Belastung, registriert. Außerdem helfen die Äußerungen der Versuchspersonen zu verstehen, was sie währenddessen gedacht haben. Diese Daten werden mit der Gestaltung bzw. dem Informationsfluss der Web-Seiten verglichen. Der Unterschied beschreibt die Verschiedenheit einerseits zwischen der Erwartung der Benutzer und der Absicht des Web-Designers und hilft andererseits bei der Analyse der Schwierigkeiten während des Gebrauchs.



Abb.1 Blickmessung mit "Free View"

Die subjektive Bewertung liefert ebenso nützliche Informationen.

Die "Benutzungsfreundlichkeit" ist auch abhängig von der Empfindung der Nutzer. Um diese zu erfassen wird nach der Aufgabenerfüllung jede Web-Site von den Versuchspersonen nach verschiedenen Kriterien bewertet. Die Versuchspersonen wurden auch mit Hilfe einer Videokonfrontation nach ihrem kognitiven Erleben in der Versuchssituation befragt. Durch die Kombination subjektiver und objektiver Maße, sind die ergonomischen Probleme besser festzustellen.

### Ergebnisse

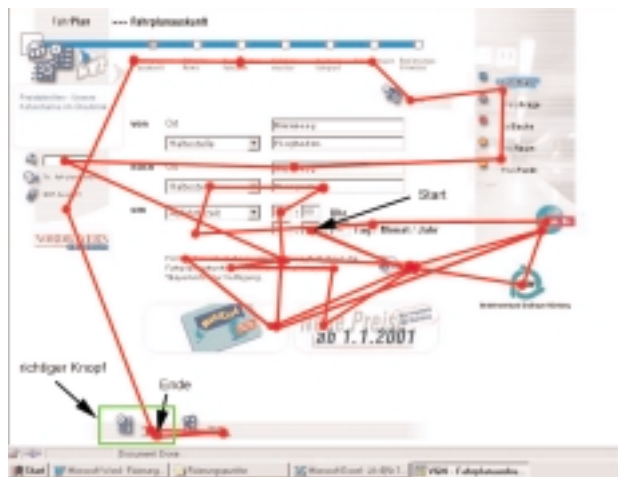
Mit diesem Versuch soll festgestellt werden, womit Benutzer beim Lesen von Web-Seiten Schwierigkeiten haben. Durch die Strukturanalyse der Web-Seiten, wurden einige mögliche schwierige Punkte festgestellt. Bei der Analyse wird der Schwerpunkt darauf gelegt, inwieweit diese Punkte wirklich zu Schwierigkeiten führen. Das Blickverhalten wird bei den Fehlerfällen mit den „richtigen“ Fällen verglichen. Hat man nicht den optimalen Weg genommen oder einen Fehler gemacht, d.h., man ist anders vorgegangen als es der Web-Designer gedacht hat, wird durch die Blickanalyse festgestellt, welche Informationen in welcher Reihenfolge aufgenommen wurden. Umgekehrt ist es auch eine wichtige Information, welche Bildschirm-Elemente dabei nicht bemerkt wurden. So wird klar, welche Elemente die Informationssuche stören (können) und welche noch auffälliger sein sollten. Aufgrund dieser Analyse kann auch ein typisches inneres

Modell der Benutzer bei der Informationssuche erstellt werden.

Wie gut die objektive und subjektive Bewertung übereinstimmen, ist eine nützliche Information für die weitere Entwicklung der Bewertungsmethode. Damit kann man prüfen, wie weit man mit der objektiven Bewertungsmethode die "Benutzungsfreundlichkeit" messen kann.

Aufgrund der Versuchsergebnisse werden einige Ideen zu einer guten Gestaltung von Web-Seiten vorgeschlagen. Damit soll geklärt werden, welche der jetzigen, gültigen Richtlinien sinnvoll erscheinen.

Abb.2  
Blickbewegung bei der Abfrage einer Strecken-  
Verbindung mit öffentlichen Verkehrsmitteln



## Softwareprogramm zur Auswertung ergonomischer Daten

Robert Rassl Tel.: 089-28915400

Versuche mit Menschen sind ein wesentlicher Bestandteil der ergonomischen Forschung. Die hier anfallenden und in der Regel umfangreichen Datenmengen sind dabei für die Wissenschaftler Fluch und Segen zugleich: Fluch, weil diese Datenmengen Arbeit bedeuten, Segen, weil es den Wissensdurst der Forscher befriedigt.

Zur Auswertung von Versuchsdaten stehen auf dem Markt unterschiedliche Programme zur Verfügung, die allerdings für Ergonomien bisweilen nur eingeschränkt tauglich sind. Denn bei ergonomischen Untersuchungen werden häufig Videoaufzeichnungen verwendet, die nur mit großer Mühe ausgewertet werden können.

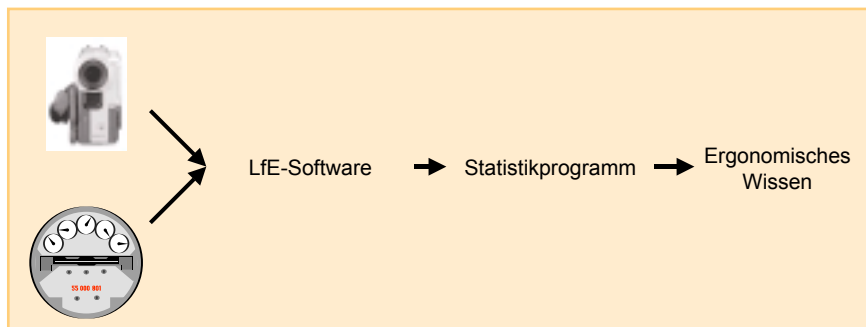


Abb. 1 Prinzipschaubild des Programms zur  
Auswertung ergonomischer Daten

Deshalb wird am Lehrstuhl für Ergonomie ein Softwareprogramm zur Auswertung ergonomischer Daten entwickelt. Hiermit können gleichzeitig Videodaten und Messdaten nach beliebigen Kriterien klassifiziert und für die statistische Auswertung aufbereitet werden. Bei der Entwicklung dieses Programms fließen dabei die neuesten Erkenntnisse aus den Bereichen der Softwareergonomie und dem Objekt orientierten Softwareengineering ein.

## System ergonomisches Analysewerkzeug SEA-Tool

I. Jastrzebska-Fraczek Tel.: 089-28915396

### System ergonomische Bewertung von Mensch-Maschine-Schnittstellen

Mit zunehmend komplexer werdender Technik und insbesondere bedingt durch die Möglichkeiten des Rechnereinsatzes werden Bedienvorgänge für den Nutzer oft immer undurchschaubarer. Möglichkeiten einer Bedienvereinfachung werden offensichtlich nicht konsequent genutzt. Dies liegt u.a. daran, dass der Ingenieur und Systemgestalter in seiner Ausbildung auf diese neuen Aufgaben nicht hinreichend vorbereitet wird. Mit dem Software-Paket SEA-Tool wird der Entwickler eines Systems durch die Visualisierung möglicher ergonomischer Lösungsvorschläge unterstützt.

### Lösungskonzept "Systemergonomie"

Im Rahmen der Systemergonomie werden seit längerer Zeit Regeln zusammengestellt, die eine Optimierung des Informationsflusses zwischen Mensch und Maschine gewährleisten sollen (näheres hierzu Bubb, 1993). Sie schließen die

Regeln der Softwareergonomie und der kognitiven Ergonomie ein und eignen sich besonders für bedientechnische Analysen und zur Optimierung von Systemen. (Abb. 1).

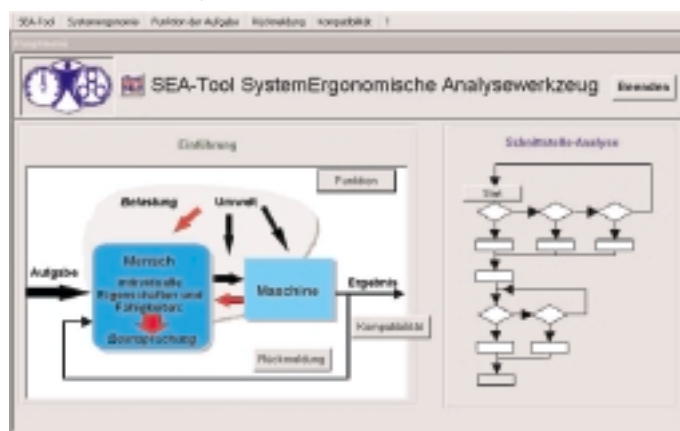


Abb. 1: Hauptmenü SEA-Tool

Ein wesentliches Ordnungsschema für die Analyse der Aufgabe unter diesem besonderen Zielaspekt ist die triviale Erkenntnis, dass jede Tätigkeit in Raum und Zeit zu erfolgen hat. Im Hinblick auf das innere Bild, das sich der Operateur



von seiner Aufgabe macht, hat sich die Metapher einer (Fuss-) Wanderung durch eine mehr oder weniger bekannte oder unbekannte Gegend bewährt (Abb.2). Hierdurch lässt sich die sog. Funktion als Bestandteil der Aufgabe analysieren: sie ist einerseits charakterisiert durch die *zeitliche Ordnung der Aufgabe*, die **Bedienung** genannt wird und andererseits durch die *räumliche Ordnung*, die als **Dimensionalität** bezeichnet wird.



Abb. 2: Die System ergonomische Metapher

Die Bedienung selbst kann wieder danach unterschieden werden, ob von den sachlichen Gegebenheiten eine strenge Reihenfolge einzelner Aufgabenabschnitte notwendig ist ("sequentielle Bedienung") oder ob mehrere Aufgaben zugleich zur Bearbeitung anstehen und die Reihenfolge der Bearbeitung dem Belieben des Operators überlassen ist ("simultane Bedienung").

Die beiden Hauptaspekte "Aufgabeninhalt" und "Aufgaben- auslegung" charakterisieren die sog. "Funktion".

Die Qualität ihrer Realisierung lässt sich in der Frage bündeln: "Was will der Operateur mit der Nutzung des Systems bezwecken und inwieweit kommt ihm dabei das System entgegen?"

Mit dieser Frage ist eine der drei wichtigen System ergonomischen Grundmaximen angesprochen (Abb. 3). Die beiden anderen beziehen sich auf die Forderung nach **optimaler Rückmeldung** und nach der sog. **Kompatibilität**.

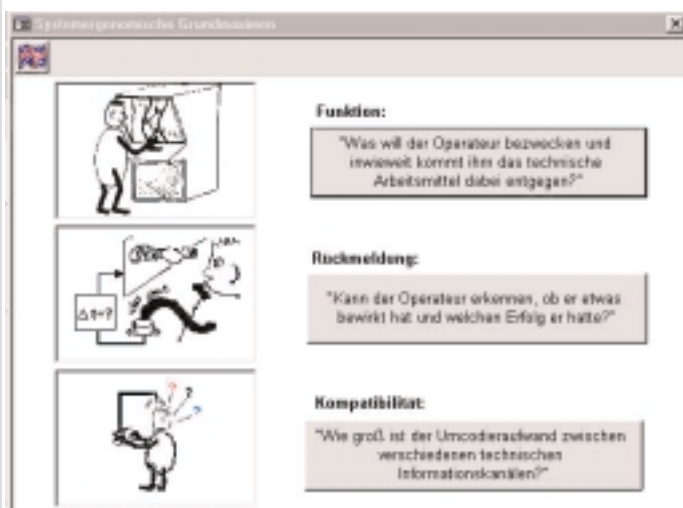


Abb. 3: Die drei System ergonomischen Grundmaximen

Diese drei System ergonomischen Grundmaximen stehen dem SEA-Tool-Benutzer ständig zur Verfügung. In der Abb. 4 wird die Kompatibilität erklärt. Die interaktiven Schaltflächen stellen mehrere Beispiele aus der Praxis dar (Abb. 5).

Abb. 6 Analyse der Funktion, Rückmeldung und Kompatibilität (System ergonomische Analyse)

Kompatibilität beschreibt die Leichtigkeit, mit der ein Operateur Informationen zwischen verschiedenen Informationskanälen umcodieren kann. Dabei hat es zwischen der primären und der sekundären Kompatibilität zu unterscheiden.

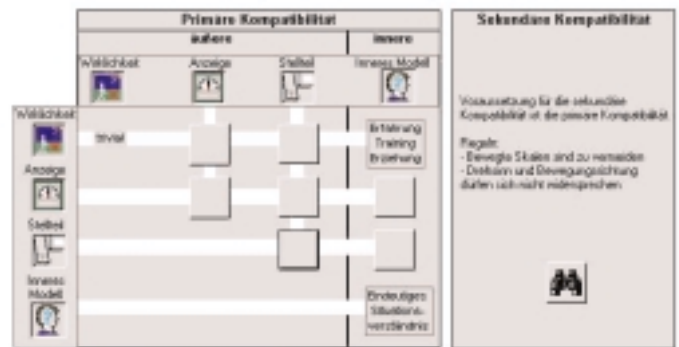


Abb. 4: Analyse der Kompatibilität



Abb. 5: Sekundäre Kompatibilität

Bei der User-Unterstützung in SEA-Tool sind auch schlechte (Abb. 5) den guten Lösungen gegenübergestellt, damit Gestaltungsfehler schon in der Entwurfsphase vermieden werden können.

SEA-Tool kann für zwei unterschiedliche Zwecke benutzt werden:

- Man kann es als *Design-Unterstützung* nutzen. Dann wird das Ergebnis dazu herangezogen, auf der Basis einer System ergonomischen Analyse einen neuen Designvorschlag zu erarbeiten. Die wesentlichen Bestandteile des Vorgehens sind die Erstellung des bedientechnischen Konzeptes, eine sich daran anschließende System ergonomische Analyse der Einzeltätigkeiten und die sich daraus ergebende System ergonomische Empfehlung.
- Man kann es aber auch als *Bewertungssystem* für konkrete Systemlösungen nutzen. In diesem Fall wird eine Aufgabenanalyse durchgeführt, deren Ergebnis den bedientechnischen Ist-Ablauf repräsentiert. Anhand dieser Basis kann nun für jede Teilaufgabe analysiert werden, inwieweit sie System ergonomische Forderungen erfüllt. Der Vergleich der Istlösung mit der Ideallösung erlaubt nun eine Bewertung.





Abb. 6 zeigt ein Beispiel der Analyse eines einzelnen Handlungsschrittes mit SEA-Tool. In Abb.7 sind dazu entsprechende Beispiele aus der Praxis dargestellt in Verbindung mit allgemeinen System ergonomischen Empfehlungen.



Abb. 7: Sammlung von realen Lösungen aus der Datenbank

### Konzept

Wie es für jedes Werkzeug gilt, das quasi als Maßstab für das Erreichen bestimmter Forderungen entwickelt wurde, ist auch für SEA-Tool zu reklamieren, dass es sowohl für die Gestaltung eines neuen, bisher noch nicht existierenden Systems herangezogen werden kann als auch zur Bewertung eines bereits bestehenden. In letzterem Fall wird sozusagen gemessen, inwieweit die durch das Gestaltungswerkzeug gegebenen idealen Forderungen erfüllt werden. In SEA-Tool muss sich der Nutzer gleich zu Anfang entscheiden (Abb. 8), ob er etwas Neues gestalten will ("Design-Unterstützung") oder ob er die Bewertung einer vorhandenen Ausführung durchführen will.



Abb. 8: Start einer System ergonomischen Analyse

Unabhängig davon stellt sich ihm das übrige Geschehen in gleicher Weise dar. Zunächst wird er durch ein System von Fragen geführt, die einerseits so allgemein gehalten sind, dass sie auf beliebige Anwendungsfälle passen, die andererseits dem Nutzer aus der Kenntnis des Anwendungsfalles heraus so spezifische Antworten abverlangen, dass eine automatisch eindeutige System ergonomische Kategorisierung nach dem in Abb. 9 angedeuteten Schema möglich ist. Wie weiter unten noch näher ausgeführt, liegt die eigentliche Entwicklungsproblematik von SEA-Tool in der Formulierung dieser Fragen. Es ist zu erwarten, dass durch Rückmeldungen der Nutzer und die damit einflussenden Erfahrungen die Formulierung dieser Fragen immer mehr präzisiert werden kann.

In der Regel kann eine Arbeitsaufgabe in elementare, nicht mehr weiter zerlegbare Teilschritte gegliedert werden. Diese Elementarschritte werden im Rahmen der System ergonomischen Analyse als Handlungsschritte bezeichnet. Nach dem Eintragen der notwendigen Informationen werden die einzelnen Handlungsschritte aufgezählt und ihre Reihenfolge festgelegt (Abb.10). Dabei symbolisieren die Rauten Entscheidungen, die "im Benutzer stattfinden", die Rechtecke stehen

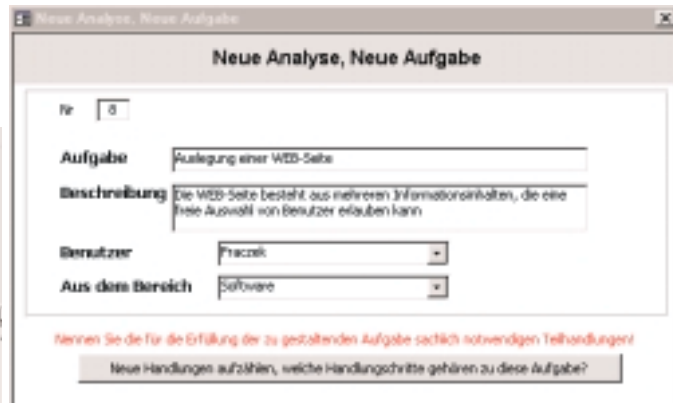


Abb. 9: Beschreibung der Aufgabe

für Interaktionen zwischen Mensch und Maschine. Die beiden Aktionen im oberen Bildabschnitt legen nahe, durch eine Automatisierung zu einem Handlungsschritt vereinigt zu werden. Aus der System ergonomischen Kategorisierung ist nun die Ableitung eines allgemeinen Lösungsvorschlages möglich. Dieser kann vom Prinzip her nur abstrakt gehalten sein. Er erfordert also eine praxisorientierte Erläuterung. Dieser dienen die folgenden Branchen spezifischen Lösungsvorschläge. Damit dafür praxisrelevante Beispiele präsentiert werden, muss der Nutzer zuvor den ihn interessierenden Anwendungsbereich eingeben (z.B. "Fahrzeugführung von Luft-, Wasser- oder Landfahrzeugen", "Konsolengestaltung in Leitständen", "Gestaltung von Büro- und Haushaltsgeräten", "Gestaltung von Gebäudetechnik", "Software" usw.). Nun wird dem Nutzer aus dem jeweiligen Anwendungsgebiet eine zur System ergonomischen Kategorisierung passende ergonomisch optimierte Lösung gezeigt (siehe Abb.7).

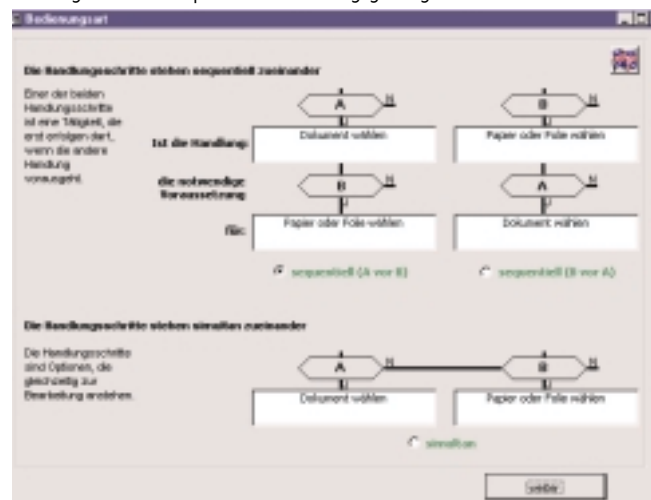


Abb. 10: Festlegung der Struktur einer sequentiellen oder simultanen Handlungsfolge.

Diese stellt selbstverständlich noch nicht die endgültige Lösung dar. Dies ist weder Absicht noch möglich, da das Werkzeug SEA-Tool nicht über eine kreative Eigenintelligenz verfügt. Die entsprechende kreative Leistung wird also dem Nutzer abverlangt. Es besteht aber die Möglichkeit, die gefundene Lösung als nutzerspezifischen Anteil der Datenbank einzugeben und so allmählich die Datenbank anwenderspezifisch zu vergrößern. Die folgenden Fragen des Systems (im Sinne der Abb. 6 "System ergonomische Analyse") befassen sich nun mit jedem Handlungskästchen. Es wird jeweils erfragt, ob die Handlung ein-, zwei-, drei- ... oder sechsdimensional ist, welcher örtliche und zeitliche Rahmen hinsichtlich des Handlungsschrittes aus sachlichen Gründen gegeben ist. Es werden Randbedingungen für eine Empfehlung hinsicht-

lich der Darstellungsart (Folge- oder Kompensationsaufgabe) erfragt. In ähnlicher Weise werden Randbedingungen erfragt, die eine Empfehlung für die notwendigen und optimalen Rückmeldungen ermöglichen. Das gleiche gilt für die Fragen der Kompatibilität. Für den Fall, dass das System als Bewertungssystem genutzt wird, muss bei jeder der erwähnten Fragestellungen nun noch erfragt werden, in welcher Weise das System tatsächlich realisiert ist. Nur so ist die Differenz zum System ergonomischen Ideal feststellbar. Hier spielt die Anzahl notwendiger Handlungsschritte die wichtige Rolle, die zur Erfüllung des Aufgabenzieles führt. Sachliche Gründe ergeben sich allein aus der Abfolgelogik: So kann beispielsweise bei der Herstellung von belegten Brötchen die sachlich notwendige Reihenfolge "Brötchen schneiden", "Butter auftragen", "mit Wust belegen", "mit Oberteil abdecken" nicht abgeändert werden. Bei der Aufstellung der Spielfiguren eines Schachspiels ergibt sich jedoch keinerlei sachlich notwendige Reihenfolge, wenn sich diese ggf. auch aus Aufwand ökonomischen Gründen empfiehlt. Die bei manchen realisierten technischen Lösungen beobachtbaren Handlungsschritte stehen manchmal im Widerspruch zu den Notwendigkeiten. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist noch nicht klar, in welcher Weise die vielen Differenzen zu einer das Bewertungsergebnis widerspiegelnden Zahl kombiniert werden sollen. Es spielen hier bislang noch nicht zufriedenstellend geklärte Fragen der Gewichtung, in der die Einzelwertungen zueinander stehen, eine besondere Rolle.

### Ausblick

Obwohl schon die vorliegende Version in der Lage ist, den Benutzer effektiv bei einer System ergonomischen Analyse zu unterstützen, gibt es viele Ansatzpunkte, um das Programm noch zu erweitern. Zum einen kann der Funktionsumfang vergrößert werden, zum anderen die zugrunde liegende Datenbank. Neben einem Stichwortverzeichnis und Literaturhinweisen könnte auch eine Art Einführungstour realisiert werden. Diese könnte neben mehreren kommentierten Musteranalysen, die der Benutzer im Dialog mit dem Rechner durchführt, auch virtuelle Versuchsaufbauten beinhalten (Abb.11).

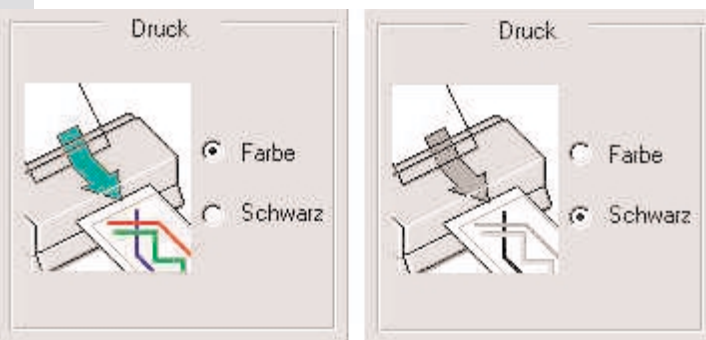


Abb. 11: Virtuelles Ausprobieren bringt viel Verständnis mit.

So könnten z.B. nach einem simulierten Knopfdruck verschiedene Rückmeldearten und die Wichtigkeit des Zeitfensters zwischen Aktion und Rückmeldung vorgestellt werden. Nachdem zunehmend sogenannte Multimedia-Rechner zum Bürostandard werden, sollten die technischen Voraussetzungen im Anwenderkreis auch für komplexere Demonstrationen ausreichen. Schliesslich sollten die Punkte Rückmeldung und Kompatibilität noch stärker betont werden. Hier sollte ein Weg gefunden werden, die Empfehlungen dem Problem stärker anzupassen. Auch die Datenbank lässt sich noch erweitern.

Ohne Modifikationen am bestehenden Programm lassen sich

weitere Beispiele samt Kommentaren eingeben, die dem Benutzerkreis dann als Hilfestellung dienen können. Man könnte auch durch ein Überarbeiten der Lösungsvorschläge diese auf bestimmte Anwendungsbereiche, z.B. Anlagenbau-, Haushaltsgeräte oder Fahrzeugbau hin ausrichten. Der einzelne Anwender könnte dann sein Arbeitsgebiet auswählen und im Bericht konkrete Hinweise aus der Praxis erhalten. Um den Benutzerkreis zu vergrössern, ist zur Zeit auch eine Übersetzung des Programms ins Englische in Vorbereitung.

### Literatur

- Bernotat, R.: Anthropotechnische Gestaltung eines Lenkungssystems für Unterwasserfahrzeuge, Lehrgangreihe Flugtechnik, Lehrgang 0F9.01 Anthropotechnik der Carl-Cranz-Gesellschaft, 1978
- Bubb, H.: Menschliche Zuverlässigkeit - Ergonomische Forderungen und Methoden der Bewertung, Entwurf zur VDI 4006, München 1997
- Bubb, H.: System ergonomische Gestaltung; In: Schmidtke, H. (Hrsg.), Ergonomie, C. Hanser Verlag, München 1993, 3. Auflage
- Bubb, H., Jastrzebska-Fraczek I.: System ergonomische Bewertung von Mensch-Maschine-Schnittstellen. In: Timpe, K.P.; Willumeit, H.P.; Kolrep, H. (Hrsg.). Bewertung von Mensch-Maschine-Systemen, S.151-160. VDI Verlag Düsseldorf 2000
- Döring, B.: System ergonomics as a basic approach to man-machine-system design. In Schmidtke, H. (Hrsg.): Ergonomics data for equipment design. Plenum Press, New York, London, 1982
- Herczeg, M.: Software-Ergonomie: Grundlagen der Mensch-Computer-Kommunikation, Addison-Wesley, Bonn 1994
- Hoyos, C. Graf: Arbeitspsychologie, Urban Taschenbücher, Band 186, Verlag Kohlhammer, Stuttgart, 1974
- Jastrzebska-Fraczek, I., Schmidtke, H.: Test and Evaluation of Work Places and Products with WIN-EDS 2000 (a first bilingual database system of ergonomics). Proceeding of the IEA 2000/HFES 2000 Congress 6-689
- Jastrzebska-Fraczek, I.; Schmidtke, H.: EDS - Ein ergonomisches Datenbanksystem mit Rechner gestütztem Prüfverfahren. - In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft: 46 (18NF) 1992, Nr. 1, S. 41-50.
- Spanner, B.: Einfluss der Kompatibilität von Stellteilen auf die menschliche Zuverlässigkeit, Fortschrittsberichte VDI Reihe 17 Nr. 89, VDI-Verlag, Düsseldorf 1993
- Wagner, U.: Entwicklung eines Programms zur Unterstützung bei System ergonomischen Analysen, TUM, Semesterarbeit 1998
- Wagner, W.: Entwicklung eines Software-Werkzeugs für die System ergonomische Analyse von Design-Konzepten in der Automobilindustrie (SEA-Tool) TUM, Diplomarbeit 1999
- Wang, A.: Entwicklung einer Software zur System ergonomischen Analyse und Gestaltung, TUM, Diplomarbeit 1998

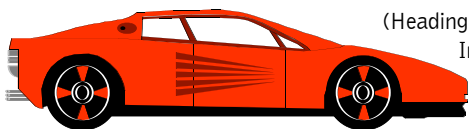
## Warum Kognitive Simulation in der Ergonomie?

In der Prozessindustrie haben längst Computer gestützte Systeme in den Leitwarten und auch in den örtlichen Schaltanlagen Einzug gefunden. Dementsprechend ist hier, wie auch bereits in anderen ergonomisch relevanten Bereichen (z.B. Internet, Bürosoftware), eine zunehmende Bedeutung der Softwareergonomie zu verzeichnen.



Die flexiblen Möglichkeiten der Informationsdarstellung verändern die ergonomisch relevanten Aspekte menschlicher Informationsverarbeitung. Im Vergleich zu konventionellen Systemen (z.B. einer konventionellen Prozessleitwarte), in denen kognitive Prozesse wie Suchen und Erkennen vorherrschen, ist es in Computer gestützten Systemen wesentlich wichtiger, sich zu erinnern und zu wissen, in welchen Menüpunkten oder Bildschirmformularen sich die relevante Information befindet. Software ergonomisch ungünstig gestaltete Systeme kennzeichnen sich dadurch, dass die menschliche Verarbeitungskapazität bereits durch die Gestaltung des Systems ausgeschöpft wird und für die eigentlich relevante Aufgabe, für die das System eingesetzt wird, kaum Reserven bleiben. (siehe auch: SEA-TOOLS. 7)

In Fahrzeugen gewinnen die Aspekte der kognitiven Ergonomie für die Bedienbarkeit von Stellteilen oder die Erkennbarkeit von Anzeigen immer mehr an Bedeutung, da neben den primären Bedienelementen (wie Lenkrad, Gas-/Bremspedal und Schalt-hebel) immer mehr sekundäre Bedienelemente in das Fahrzeug gelangen. Beispielfhaft zu nennen sind hier das schon zum Standard gehörende Radio, aber auch Navigationssysteme oder Fahrerassistenzsysteme wie ACC (Adaptive Cruise Control) und in Zukunft voraussichtlich HC (Heading Control).



Insgesamt ist dadurch eine zunehmende Anzahl von teilweise völlig unterschiedlichen Betätigungselementen zu verzeichnen. Dies schließt eine Zunahme unterschiedlicher Bedienphilosophien ein (z.B. Menüstrukturen versus Hotkeys).

Diese Entwicklung hat eine Zunahme der Komplexität der Aufgaben des Fahrers zur Folge, und das ergonomische Zusammenspiel der einzelnen Bedienelemente (Kompatibilität) wird für die Fahrerakzeptanz, die Fahrsicherheit und den Fahrkomfort immer wichtiger. Insgesamt ist so von einer verstärkten Bean-

spruchung des Menschen im mentalen und ergonomischen Bereich auszugehen.

In allen Technikbereichen (Prozessindustrie, Transportwesen, Medizinbereich) kommen viele der Folgen schweren Ereignisse oder schweren Störfälle dadurch zustande, dass menschliches Verhalten und menschliche Entscheidungen nicht situationsadäquat sind.



Zur Vermeidung solcher Ereignisse ist die Vorhersage und Modellierung des menschlichen Verhaltens erforderlich, um hierüber eine an den Eigenschaften des Menschen orientierte Gestaltung des technischen Systems zu erreichen.

## Ziel

Im Forschungsvorhaben wird eine Methode zur Vorhersage und Bewertung menschlicher Verhaltensweisen entwickelt. Wesentlich wird dabei zwischen organisatorischen Randbedingungen und Eigenschaften der Kognition unterschieden, die allein oder in Kombination miteinander zu solchen Fehlern führen können. Der Schwerpunkt der Forschungsarbeit liegt auf der Modellierung der kognitiven Aspekte. Hierzu werden Invarianzen im kognitiven Verhalten (sogenannte Wirkungsmechanismen) aus tatsächlich aufgetretenen Ereignissen heraus identifiziert und strukturiert. Danach sollen diese in Untersuchungen und Experimenten belegt werden.

Auf der Grundlage dieser Untersuchungen wird dann ein Bewertungsverfahren für solche Arten von Fehlern entwickelt.

## Cognitive Simulation - CoSi

Das allgemeine kognitive Simulationsprogramm CoSi soll den Aufbau und die Eigenschaften des menschlichen Gedächtnisses (Gedächtnisspanne, Gedächtnisinhalte) und der menschlichen Informationsverarbeitungsprozesse so abbilden, dass eine Vorhersage über die zu erwartenden kognitiven Vorgänge, die mentale Belastung und das daraus resultierende Verhalten möglich wird.

## Cognitive Simulation in RAMSIS

Zur anthropometrischen Modellierung des Menschen in CAD Umgebungen erlauben Softwarewerkzeuge (wie z.B. RAMSIS) die ergonomische Analyse des Fahrzeuginnenraums hinsichtlich anthropometrischer Maße unterschiedlicher Menschen sowie hinsichtlich Haltung, Kraftaufwendung, Bewegung, Bewegungsfreiheit und Komfortempfinden eines Menschen.

Ergonomische Aspekte, die auf kognitive Eigenschaften des Menschen in seiner Informationsverarbeitung zurückzuführen sind, können derzeit mit solchen Werkzeugen nicht analysiert werden. CoSi soll mit dem CAD Werkzeug RAMSIS verbunden werden, um auch solche Fragestellungen mit RAMSIS bearbeiten zu können.

## Fahrerassistenzsysteme FAS

Rainer Marsteller    Tel.: 089-28915388

### Hintergrund

Obwohl Fahrerassistenzsysteme (FAS) als Komfortsysteme angeboten werden, ist auch das Sicherheitspotenzial von Assistenzsystemen zu diskutieren. So könnte das FAS in Situationen, in denen eindeutig Sicherheitsaspekte im Vordergrund stehen in einen sicherheitsgerichteten Modus wechseln. Beispielsweise kann bei kleinen Kurvenradien auf Glatteis von einem an die Individualität des Fahrers angepassten Unterstützungsmodus auf einen vom Fahrer distanziierten, sicheren Systemeingriff umgeschaltet werden. Dabei können die FAS-Aktionen sehr verschiedene Dialogformen umfassen: Überwachung im Hintergrund, Unterstützung oder Warnung des Fahrers sowie korrigierende bzw. eingreifende Assistenz. In diesem Zusammenhang werden am Lehrstuhl für Ergonomie im Rahmen eines staatlich geförderten Projekts in Zusammenarbeit mit der BMW AG, der BOSCH GmbH, sowie fünf Instituten aus den Bereichen Fahrzeugtechnik und Psychologie, Fahrerassistenzsysteme optimiert. Die Projektbezeichnung "S.A.N.T.O.S." ist die Kurzbezeichnung für "Situationsangepasste Nutzer Typ zentrierte Optimierung von Fahrerassistenzsystemen". Darin äußert sich bereits der Zweck des Projekts: die derzeit bereits verfügbaren sowie in der Entwicklung befindlichen Assistenzsysteme in Kraftfahrzeugen sollen entsprechend den physikalischen Umständen sowie der Fahrerintention angepasst werden. Die dabei durchgeführten Versuche konzentrierten sich auf ein Spurhalteunterstützungssystem, welches sowohl im Simulator (als Spurführungssystem (SF) bezeichnet und hier nicht weiter dargestellt) - als auch in Langzeitfeldversuchen (als Heading Control (HC) bezeichnet) evaluiert wurde.

### Versuchsmethode

In Anlehnung an Langzeitversuche, die bisher bei der Bosch GmbH (Weinberger 2001), sowie bei der BMW AG (Nirschl, Kopf 1997) durchgeführt wurden, wurde ein im Rahmen der zur Verfügung stehenden Demonstratorzeiten ein Versuchsplan mit 4 Sitzungen pro Versuchsperson erstellt. Die Probanden fuhren im wöchentlichen Abstand mit dem HC- Testfahrzeug, die gesamte Versuchsdauer pro Person betrug dabei 12 Stunden.

Das HC-System sowie die gesamte notwendige Messeinrichtung ist in einem BMW 540iA installiert (siehe Abb. 1).



Abb.1: Das Versuchsfahrzeug, ein BMW 540iA, sowie die eingebauten Heading Control Kameras.

Die Mensch-Maschine-Schnittstelle ist in einer Anzeige neben dem Tacho realisiert. Sie signalisiert dem Fahrer den jeweiligen Betriebszustand des HC. Abbildung 2 zeigt die verschiedenen möglichen Modi:

1. HC aktiv, jedoch kein Systemeingriff
2. HC temporär deaktiviert z.B. durch Blinkeraktivität
3. HC- Eingriff



Abb. 2: Anzeige der Betriebsbereitschaft im Display

### Ergebnisse

Interessiert hat bei den Testfahrten primär die Gewöhnung der Probanden an das Systemverhalten, sowie die Einschätzung bezüglich der Verkehrssicherheit.

Anfangs erforderte es etwas mehr Aufmerksamkeit, mit einem System zu fahren, welches in die Lenkung des Fahrzeugs eingreift.

Der Gewöhnungseffekt setzt aber ziemlich bald ein, so dass sich bei der dritten Autobahnfahrt (AB 3) keiner der Probanden mehr zusätzlich auf das System konzentrieren musste. Die Antworten konzentrieren sich hier ausschließlich auf Werte von 1 bis 3 auf einer Skala von 1- 6 (siehe Abbildung 3).

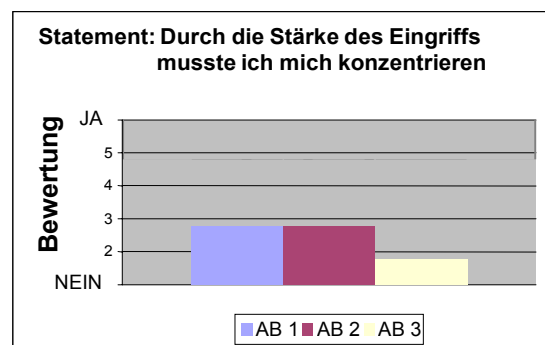


Abb. 3: Ist mehr Konzentration erforderlich?

Trägt man die Einzelantworten auf das Statement: "HC hat meine Fahrsicherheit erhöht" über der jeweiligen Fahrt in ein Diagramm ein, so erhält man Abbildung 4.

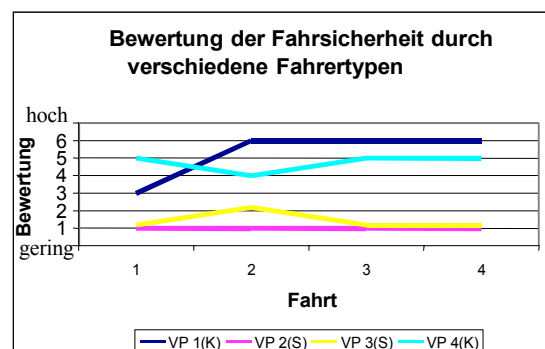


Abb. 4: Fahrsicherheitsbewertung durch verschiedene Fahrertypen



Zusammen mit dem ermittelten Fahrerprofil der Probanden erkennt man einige deutliche Abhängigkeiten. Zum einen geben sportliche Fahrer (im Diagramm mit 's' bezeichnet) konsequent über alle vier Fahrten an, dass das HC ihre Fahrsicherheit nicht erhöht hat.

Komfort orientierte Fahrer (mit 'k' bezeichnet) indes urteilen, HC erhöhe ihre persönliche Fahrsicherheit. Interessant ist dabei auch das Alter. Aus den Aussagen der Fahrer lässt sich die Tendenz erkennen, dass sich ältere, Komfort orientierte Fahrer eher vom System leiten und unterstützen lassen, als junge, sportliche Fahrertypen.

## Literatur

- Assmann, E.: Untersuchung über den Einfluss einer Bremsweganzeige auf das Fahrverhalten. Dissertation. Technische Universität München, 1985
- Bolte, U.: Das aktive Stellteil- ein ergonomisches Bedienkonzept. Fortschrittsberichte VDI Reihe 17 Nr. 75. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1991
- Bortz, J.: Statistik für Sozialwissenschaftler. 3. Auflage. Berlin: Springer Verlag 1984
- Geiss, D.: Untersuchung der Spurhaltung bei der Kraftfahrzeugführung. Diplomarbeit. Technische Universität München 1996
- Nirschl, Kopf.: Untersuchung des Zusammenwirkens zwischen dem Fahrer und einem ACC-System in Grenzsituationen. VDI Berichte 1317, 1997
- Reichart, G.: Menschliche Zuverlässigkeit beim Führen von Kraftfahrzeugen - Möglichkeiten der Analyse und Bewertung. Dissertation. Technische Universität München 2000
- Weinberger, M.: Evaluation von Adaptive Cruise Control Systemen- Dissertation, Technische Universität München 2001

## Informatorische Menschmodellierung am Beispiel der aktiven Handsteuerung „Spinne“

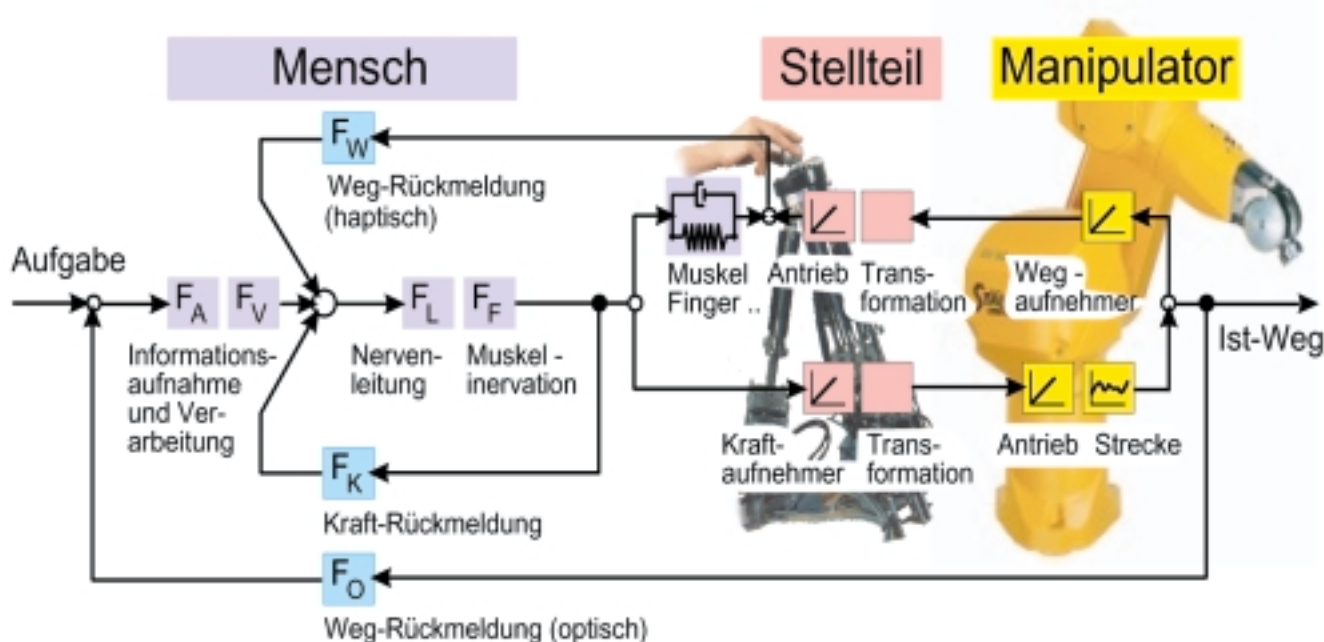
Herbert Rausch Tel.: 089-28915394

Wenn Menschen Maschinen, z. B. Kräne, Industrieroboter oder Bagger, von Hand bedienen, beeinflusst die Schnittstelle zwischen dem Bediener und der Maschine erheblich die Sicherheit, die erreichbare Leistung und die resultierende Beanspruchung des Menschen. Die Art und die Auslegung der Stellteile, z. B. Hebel, Pedale, und die Anzeigen und Sichtverhältnisse werden oft nur nach traditionellen Mustern bzw. intuitiv konstruiert und ggf. in Versuchen erprobt. In vielen Fällen wird eine umfassende Versuchsreihe hinsichtlich der Bediensicherheit, der erreichbaren Leistung und der benötigten (An-)Lernzeiten aus Kostengründen verworfen. Mit einer hinreichend genauen Modellierung des Informationsflusses zwischen Mensch und Maschine kann die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle schon in der Entwurfsphase qualitativ und quantitativ ohne großen finanziellen Aufwand gefahrlos und objektiv beurteilt sowie optimiert werden.

## Problemstellung

Das informationstechnische Modell muss dabei neben der regelungstechnischen Beschreibung der Maschine und der Aufgabe auch die mentalen und physiologischen Eigenschaften des Menschen mit ausreichender Genauigkeit nachbilden, um Aussagen z. B. über die Beherrschbarkeit des Systems (Stabilitätsproblem) und die mentale Belastung (zulässige Totzeiten) zu ermöglichen. Mit dem Modell kann dann der Einfluss einzelner technischer Komponenten und Auslegungsparameter (z. B. unterschiedliche Stellteile, Kennlinien, Rückmeldearten und -formen) vorhergesagt und diese quantitativ verglichen werden.

Bild 1: Regelungstechnisches Modell einer Manipulatorsteuerung mit "Aktivem Stellteil"



## Lösungsansatz am Beispiel eines "Aktiven Stellteils"

Um z. B. einen Industrieroboter mit sechs Freiheitsgraden von Hand steuern zu können, muss der Bediener in drei Raumrichtungen und die drei entsprechenden Rotationen Kräfte und Drehmomente über Stellteile vorgeben. Als Rückmeldung sieht er die Bewegung der "Roboterhand" im Raum, hört ggf. das Anlaufen der Motoren oder den Anschlag bei Kollisionen und korrigiert danach seine Eingaben. Der Mensch schließt mit seiner Hand, System ergonomisch betrachtet, einen Regelkreis aus zwei Steuerketten. Ein "Aktives" Stellteil, wie es der Prototyp "Spinne" am LfE darstellt, liefert zusätzlich eine haptische Rückmeldung über den Fahrweg und die Kräfte an der "Roboterhand", indem es maßstäblich wie der Roboter verfährt. Der Bediener empfindet dies in etwa so, als ob er die "Roboterhand" unmittelbar in seinen Händen hält. Regelungstechnisch läßt sich dieses System entsprechend dem Bild 1 vereinfacht darstellen.

## Diskussion

Ohne hier in Details exakter Modellierungen konkreter Maschinen und Aufgabenstellungen einzugehen, kann man bereits einige grundlegende Erkenntnisse feststellen, z. B.:

- 1. Die Art der Rückmeldung** (Vergleich der optischen und der haptischen Rückmeldung).  
Der optische Rückmeldungskanal hat etwa doppelt so lange Totzeiten (Reaktionszeiten) im Vergleich zum haptischen Kanal. D. h., wenn der Bediener die Bewegung der Roboterhand nicht nur sieht sondern auch spürt, kann er doppelt so schnell reagieren. Er arbeitet mit haptischer Rückmeldung entweder entspannter oder er kann mehr leisten.
- 2. Die maximal erreichbare Güte des Systems** wird durch die Fähigkeiten des Menschen und die Erfordernisse der Arbeitsaufgabe begrenzt. Kosten intensive konstruktive Maßnahmen, wie z. B. extreme Bauteilgenauigkeiten, Hochleistungsrechner und Datenübertragungen oder hochgenaue Messaufnehmer, werden z. B. nur innerhalb der von Menschen handhabbaren Bereichen benötigt. Schon in der vereinfachten Modellierung sind Über- bzw. Unterdimensionierungen klar erkennbar.
- 3. Der Lernaufwand und der Übungsgrad** wird erkennbar. Berücksichtigt man bei der Modellierung des Menschen auch innere Handlungsmuster, so können automatisierte Handlungsabläufe, z. B. hochgeübte Tätigkeiten, in einem Handlungsschritt zusammengefasst werden. Beim "Aktiven Stellteil" entspricht das Bewegen der Hand im Raum einer solchen von Kindheit an hochgeübten Tätigkeit und benötigt daher z. B. deutlich weniger Zeit(aufwand) als das ungeübte Bedienen mehrerer Hebel für einzelne Bewegungsrichtungen.

## V Versuchsergebnisse

Umfangreiche Untersuchungen des System ergonomischen Ansatzes und der Modellierung mit einem Manipulator und mit einem LKW-Ladekran bestätigen weitgehend die gewonnenen Erkenntnisse. Auffallend ist auch, dass z. B. die technischen Komponenten deutlich geringer mechanisch beansprucht werden, wenn die Bediener ein "Aktives Stellteil" benutzen.

## Literatur

- Rausch, H.: Konzept einer Manipulatorensteuerung mit Hilfe eines Aktiven Bedienelementes. In: Fortgeschrittene Anzeigesysteme für Flug-, Fahrzeug- und Prozeßführung, Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e.V., 34. Fachausschußsitzung, München, 24. und 25. September 1991. Hrsg.: Gärtner, K.-P. Bonn: DGLR, 1991, S.99-107 (DGLR - Bericht 92 - 02)
- Rausch, H.: Model of a manipulator control with an universal active control element. 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, 1993, p. 445-448
- Gillet, G.: Auswirkungen des Übertragungsmaßstabes auf die Bedienerleistung bei Teleoperation mit einem Aktiven Stellteil. Z. Arb. Wiss 51 (23NF) 1997/3, S. 131-6
- Gillet, G. und Rausch, H.: Performance Shaping Factors in Teleoperation Using a Six-Axis Active Hand Controller. In: Human Factors and Ergonomics Society Europe Chapter Annual Conference 1997, Bochum, Germany, 6.-7. November 1997;
- Gillet, G.: Ergonomische Optimierung eines Aktiven Stellteils. München, Utz-Verlag Wissenschaft, 1999

## Die multimediale Lernhilfe „DIDA“

Herbert Rausch   Tel.: 089-28915394

## Was ist "Dida"?

Das Programm "Dida" ist ein Autorenprogramm, mit dem fast beliebige Lerninhalte systematisch, anschaulich und verständlich aufbereitet werden können.

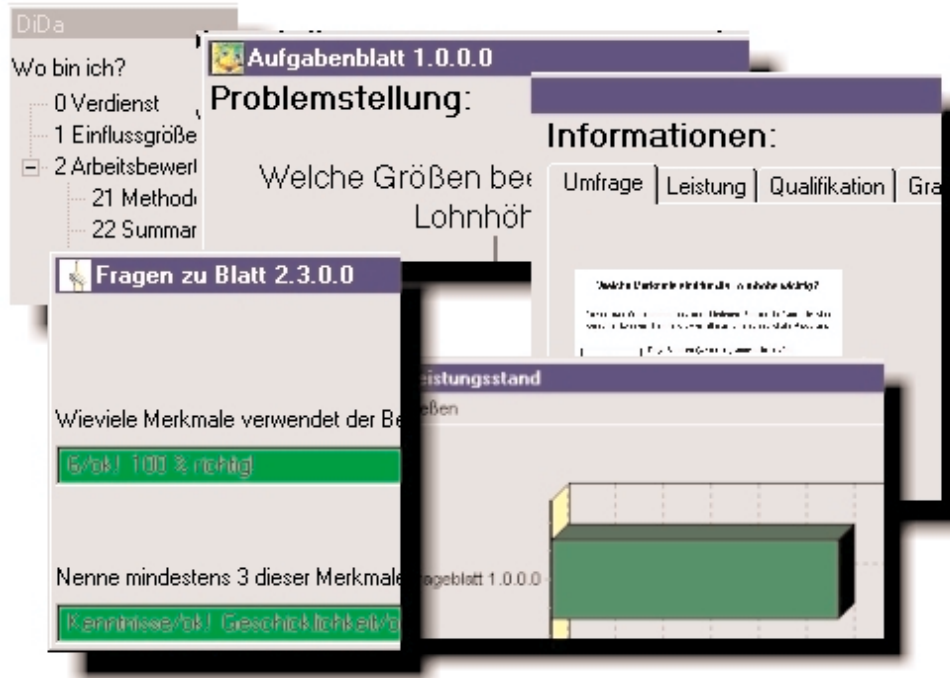
Der Autor, z.B. ein Dozent oder Lehrer, verwendet "Dida", um Lerneinheiten für individuelle Einzelarbeit vorzubereiten. Dies entspricht am ehesten der Vorbereitung von Arbeitsblättern.

## Lerneinheiten erstellen

Dazu gliedert er zunächst den Lerninhalt, ausgehend von einer übergeordneten Problemstellung, in Teilprobleme und diese möglicherweise wieder in Unterprobleme usw. Dadurch wird die hierarchische Struktur des Lerninhaltes deutlich erkennbar. Dies unterstützt wesentlich das systematische Lernen, vor allem, wenn die Inhalte mit bekannten Wissensstrukturen der Schüler verknüpft werden. Die Formulierung von Problemen (Aufgaben, Fragestellungen) fördert selbstständiges und effektives Lernen (Problem lösen des Lernen).

Im zweiten Schritt erstellt oder sammelt der Autor Informationsmaterial in Form von Dateien, die z.B. Videosequenzen, Texte, HTML-Dokumente oder Audioinformationen enthalten und ordnet diese den einzelnen Problemstellungen zu. Zu jedem Teilproblem sollte mindestens eine Informationsdatei vorliegen, um dem Lernenden die Problemlösung zu ermöglichen. Gegebenenfalls können Kontrollfragen und Musterlösungen formuliert werden, damit die Schüler (oder der Lehrer) ihren Lernerfolg überprüfen können. Diese Rückmeldung unterstützt die Motivation durch Erfolgsergebnisse, wenn der Schwierigkeitsgrad angemessen gewählt wurde.

Für die eigentliche Programmierung werden lediglich in eine Textdatei Kennzahlen vor die ausformulierten Problemstellungen, z.B. P1, P12, P13, geschrieben und die dazugehörigen Informationsdateinamen angegeben. Ähnlich ist mit den Kontrollfragen und deren Musterlösung zu verfahren. Die Nutzer der fertigen Lerneinheit erhalten letztendlich Dida.exe, die Textdatei mit den Angaben und die Infodateien in einem gesonderten Verzeichnis.



### Lernen mit DIDA

Der Schüler oder Nutzer startet Dida.exe und sieht nach einer Einleitung das Aufgabenblatt mit der übergeordneten Problemstellung. Das zweigeteilte Aufgabenblatt enthält auf der linken Seite die Problemstellung und die entsprechenden Unterprobleme. Auf der rechten Seite erscheinen Karteiblätter mit kurzen Inhaltsangaben der Informationsdateien. Wird eine dieser Karten aktiviert, startet die mit der Informationsdatei verbundene Anwendung, also z.B. ein HTML-Fenster oder der Medienspieler, in einem separaten Fenster. Auf der linken Seite des Bildschirms ist das Steuerungsfenster fest verankert. Dort befinden sich einige Tasten, mit denen der Ablauf beeinflusst und Informationen abgefragt werden können. Die weiteren Aufgabenblätter, z.B. mit untergeordneten Fragestellungen, werden durch anklicken des Textes oder im Steuerungsfenster aufgerufen. Will der Lernende die Kontrollfragen beantworten, kann er im Steuerungsfenster die entsprechende Taste (Antworten) drücken. Das sich daraufhin öffnende Fragefenster des aktuellen Aufgabenblattes enthält die Kontrollfragen und entsprechende Eingabefelder. Auf Tastendruck (Auswerten) vergleicht "Dida" die Eingaben des Nutzers mit den Musterlösungen und meldet den Prozentsatz der richtigen Lösungen. Die Programmoberfläche ist so ausgelegt, dass mit Windows vertraute Benutzer ohne zusätzlichen Lernaufwand alle Funktionen intuitiv bedienen können. Alle vertrauten Fenstersteuerungen und Shortcuts u. ä. sind wie gewohnt funktionsfähig. Weitere Windows-Programme können gleichzeitig und unabhängig von "Dida" verwendet werden.

### Diskussion

Die konsequente, Problem orientierte Gliederung liefert zusammen mit der übersichtlichen Darstellung die notwendige Orientierung für selbstständiges Lernen. Der Lernende kann frei über die Reihenfolge, die Intensität und Dauer einzelner Lernschritt entscheiden oder sich an die vorgegebene Reihenfolge halten. Er erfährt jederzeit Rückmeldungen über seinen aktuellen Leistungsstand. Die Form der Informationen entspricht dem Nachschlagen oder Recherchieren in Bibliotheken, im Internet oder Datenbanken, allerdings noch ohne integrierte Suchfunktion. Der Umfang und der Schwierigkeitsgrad kann vom Autor bewusst gestaltet werden. Für den Autor solcher multimedialer Arbeitsblätter reduziert sich der Programmieraufwand auf wenige Angaben, d.h. er muss lediglich die Gliederung der Problemstellungen, die Fragen und Antworten, kurze Inhaltsangaben der Infodateien, die Namen der Infodateien und Angaben zur Einleitung mit Codezahlen versehen und eine einfache Formatierung einer Textdatei beachten.

Dadurch hat er Zeit, sich auf das Wesentliche, die Formulierung der Problemstellungen und die Gestaltung der Informationsdateien zu konzentrieren. Im Vergleich zu Arbeitsblättern wird die Vielfalt multimedialer Darbietungen nutzbar. Bei der Programmpflege können sowohl einzelnen Informationsdateien problemlos ausgetauscht oder modifiziert als auch die Gliederung einfach mit einem Texteditor ergänzt oder korrigiert werden ohne die Programmdatei verändern zu müssen. Mit Ausnahme sehr großer Informationsdateien lassen sich die Änderungen mit geringsten Speicheranforderungen meist mit einer einzigen Diskette durchführen.

### Ausblick

Die meist im Rahmen von Studienarbeiten bisher erstellten Programme wurden mit Studenten und Schülern erfolgreich erprobt und sollen in nächster Zeit systematisch evaluiert werden. Im Internet (<http://www.ergonomie.tum.de>) ist das Programm für jedermann verfügbar. Die Erfahrungen werden gesammelt und für die Weiterentwicklung genutzt. Die nächsten Schritte konzentrieren sich noch konsequenter auf ergonomische Benutzeroberflächen und eine Programmierhilfe. Inhaltlich soll das Programm durch einen Multiple-Choice-Fragemodul ergänzt werden.

## Entwicklung eines ergonomisch optimierten Stuhles für den Einsatz in der Schule

H. Bubb



Die generellen Anforderungen an einen ergonomisch optimierten Stuhl resultieren aus anatomischen und physiologischen Bedingungen des Menschen. Unser Organismus ist für Bewegung und wechselnde Belastung ausgelegt.

Das bedeutet, dass einseitige Belastung und langdauernde gleichförmige Körperhaltung ungesund sind und auf Dauer zu Schmerzen und Erkrankung führen. Auch im Alltag der Schule spielt und spielte schon immer das - insbesondere ruhige - Sitzen eine vorrangige Rolle.

Die Ergebnisse der Forschung in der Ergonomie und die Erfahrungen auf diesem Gebiet lassen sich auf folgende Formel verdichten: starre Sitzhaltung ist zu vermeiden, statt dessen muss das Gestühl dynamisches Sitzen erlauben und unterstützen. Im Detail muss der Sitz eine physiologisch günstige Körperhaltung unterstützen, d.h. insbesondere durch entsprechende Lehn- und Sitzflächengestaltung ist dem Nachhineinkippen des Beckens vorzubeugen, welches die unerwünschte kyphotische, C-förmige Wirbelsäulenhaltung hervorruft. Sitz und Lehne selbst sollten schalenförmig sein, um so den Flächendruck an den Berührstellen des Körpers zu minimieren. Das Material sollte guten Wärme- und Feuchtigkeitstransport gewährleisten, um günstige mikroklimatische Bedingungen zu schaffen. Nachdem Menschen sehr grosse Variabilität in den Körperabmessungen zeigen, muss der Sitz diesen individuellen Bedingungen angepasst werden können.



In Zusammenarbeit des Berufsschulzentrums Schwandorf mit dem Lehrstuhl für Ergonomie der TUM wurde zunächst eine Auswahl von Stühlen für den Gebrauch im Schulalltag vorgenommen. Wichtige Kriterien waren dabei die oben erwähnten ergonomischen Gesichtspunkte, aber auch die Erfüllbarkeit von Forderungen aus dem Schulalltag, wie Widerstandsfähigkeit gegen rauen Einsatz, so wenig mechanisch verstellbare Teile wie möglich, unterschiedliche Einsetzbarkeit und weitere derartige eher nicht spezifisch ergonomisch orientierte Notwendigkeiten. Der von der Firma ASS angebotene Stuhl erfüllte die zuletzt genannten Forderungen in vorbildlicher Weise. Eine sehr einfache und damit robuste Mechanik erlaubte zudem ein "dynamisches Sitzen" in vorderer und hinterer Sitzhaltung. Diese Mechanik sieht eine drehbare Lagerung der elastischen schalenförmig gebogenen Sitzschale auf dem vierbeinigen Untergestell vor, die durch Gummipuffer abgestützt ist, wobei die erwähnten Sitzhaltungen durch einfache natürliche Verlagerung des Körperschwerpunkts zustande kommen. Aus ergonomischer Sicht war an dieser Anordnung nur die Lage des Drehpunkts zu verbessern: Indem dieser nun so weit wie möglich nach vorne rückte, wurde für die hintere Sitzhaltung erreicht, dass die Füße nicht den Bodenkontakt verlieren und zugleich eine Absenkung des Körperschwerpunkts erfolgt. Die elastische Sitz-Lehnenschale sorgt zudem für die erwünschte Vergrößerung der Winkels zwischen Oberschenkel und Torso. Durch Höhersetzung des hinteren Gummipuffers wurde für die vordere Sitzhaltung eine leicht negative Sitzflächenneigung erzielt. Dies hat in Kombination mit dem Tisch, an dem der Stuhl steht, den Vorteil, dass auch in dieser Körperhaltung sich das Becken leichter aufrichten kann und so für die erwünschte Lordose (S-förmige Wirbelsäulenhaltung) gesorgt wird. Mit diesen Massnahmen wurde also ein Stuhl geschaffen, der



dynamisches Sitzen unterstützt, der aber auch so robust ist, dass er dem rauen Schulbetrieb standhält.

Alles in allem darf aber nicht unerwähnt bleiben, dass eine ergonomische Optimierung des Stuhles allein nicht ausreicht. Ergonomische Verbesserung kann immer nur mit Blick auf die mit dem System zu erfüllende Aufgabe erreicht werden. Im vorliegenden Fall ist die Gestaltung des zum Stuhl gehörigen Tisches mit einzubeziehen. So zeigt beispielsweise eine Untersuchung von Dr. Breithecker (Bundesarbeitsgemeinschaft für Haltungs- und Bewegungsförderung e.V., Wiesbaden), dass durch anklippbare Schreibflächen dem bereits erwähnten Abkippen des Beckens in der vorderen Sitzhaltung sowie der ungesunden Rundrückenhaltung, verursacht durch die sog. "Nick-Haltung" des Kopfes, wirkungsvoll vorgebeugt werden kann. Durch eine negativ geneigte Sitzfläche würde dieser Effekt noch verstärkt werden. Dieses Beispiel zeigt, dass die Zukunft der ergonomischen Arbeitsgestaltung sowohl im Büro- als auch im Schulbereich nicht in der Optimierung einzelner Komponenten liegen kann, sondern nur in der Gestaltung des gesamten Arbeitssystems. Diese Aussage gilt ebenso für aufwändige High-End-Produkte wie für einfachere Low-Cost-Lösungen, wie im vorliegenden Fall.



Am 30.04.2001 schliesslich wurde in München die endgültige Version des ergonomisch optimierten Schülerstuhls gefunden.

- Der Stuhl lässt ein "Dynamisches Sitzen" zu, das heisst, der Schüler kann sich im Sitzen bewegen, wodurch seine Rückenmuskulatur gefördert wird.
- Durch die flexible Befestigung der Sitzschale kann der Schüler sich seine Sitzhaltung so wählen, wie sie ihm bequem erscheint. Dabei wird der Körper aber immer grossflächig unterstützt.
- Die bewegliche Sitzschale vermeidet beim Schreiben die Bildung eines Rundrückens, so können Fehlhaltungen vermieden werden.
- Mit ihrem hohen Rückenteil entspricht die Sitzschale auch den orthopädischen Anforderungen.

Lediglich die gewünschte Mikroperforation konnte zu diesem Zeitpunkt vom Hersteller noch nicht verwirklicht werden.





Als wissenschaftlicher Mitarbeiter ist seit Mai 2001 Herr **Dipl.-Phys. Florian Fritzsche** am Lehrstuhl beschäftigt. Nach seinem Studium der Physik in Stuttgart und Tübingen wechselte er gleich nach München, um sich in der Arbeitsgruppe Anthropometrie mit der dynamischen Simulation von Menschmodellen zu beschäftigen. Wir begrüßen ihn bei uns sehr herzlich und wünschen ihm persönlich und für seine berufliche Zukunft alles Gute.



Nach Erscheinen unserer ersten Ausgabe erhielten wir Anfang November 2000 für die Print-Ausgabe die **ISSN 1616-7627** zuge-

teilt. Zukünftige Zitate bitten wir immer mit diesem Nachweis zu versehen.

Erfolgreiche Entwicklung am Lehrstuhl - jetzt in Produktion:  
**Leonardo, das ergonomische Genie unter den Hörsaalstühlen**

Leonardo ermöglicht eine vordere aktive Schreib-/ Lesehaltung mit Beckenabstützung, eine hintere, passive Zuhörerhaltung mit vollflächiger Rückenabstützung. Die Perforation des Sitzes sorgt für ein verbessertes Mikroklima.



### Die Seminarreihe am Lehrstuhl für Ergonomie

- das öffentliche und kostenlose Forum für den an ergonomischen Erkenntnissen interessierten Besucher.

**Infos und Termine:** [www.ergonomie.tum.de/seminar](http://www.ergonomie.tum.de/seminar)

**Kontakt:** Manfred Schweigert, Tel.: 089-289 15408,  
mail: [schweigert@lfe.mw.tum.de](mailto:schweigert@lfe.mw.tum.de) • [www.ergonomie.tum.de/seminar](http://www.ergonomie.tum.de/seminar)

Lehrstuhlfahrt nach Nürnberg zum Christkindlesmarkt und Weihnachtsfeier Dezember 2000



## Herbstkonferenz 2001

Kiel

### Herbstkonferenz 2001 der GfA

Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

### Arbeitswissenschaft als Dienstleistung

Fachhochschule Kiel  
Labor für Arbeitswissenschaft  
Prof. Dr.-Ing. Constantin Kinias

am 11. und 12. Oktober 2001 in Kiel

Tagungsbüro Herbstkonferenz 2001

c/o ergoTOP

Auguste-Viktoria-Str. 2

24103 Kiel

Tel.: +49 431 263 85

Fax: +49 431 263 99

eMail: [tagungsbuero@herbstkonferenz.de](mailto:tagungsbuero@herbstkonferenz.de)

Bereits im Vorfeld der Herbstkonferenz wollen wir im Internet unter der Adresse [www.herbstkonferenz.de](http://www.herbstkonferenz.de) und [www.gfa-online.de](http://www.gfa-online.de)

Fragen aufwerfen, Lösungen diskutieren aber auch Erfahrungen austauschen und insgesamt Chancen und Grenzen aufzeigen.

Während der Herbstkonferenz in Kiel werden die Referenten auf die Diskussionsforen eingehen.

<http://www.kiel.de/>

Wir danken unseren Sponsoren und Partnern  
"Design braucht Initiative"

<http://www.design-initiative.de/>

<http://www.design-initiative.de/>

Design-Initiative Nord e.V.

### Impressum :

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

Verantw. i.S.d.P.  
Prof. Dr. Heiner Bubb  
Gestaltung: Werner Zopf  
Redaktion: Dr. Werner Kusch  
Druck: Humbach & Nemazal,  
Pfaffenhofen  
ISSN: 1616-7627

# Ergonomie Slogan Contest

**WANTED:**  
**The very best**  
**Slogan for**  
**Ergonomics**

**Beispiel:**

**„Ergonomie  
 macht Technik  
 menschlich“**

## Warum wir diesen Contest starten?

Ergonomie ist für uns weit mehr, als ein Marketingschlagwort. Wir beschäftigen uns seit Jahrzehnten mit diesem Forschungsgebiet. Hierbei steht immer der Mensch im Mittelpunkt unserer Untersuchungen.

Seine Arbeits- und Lebensumwelt muss unter ergonomischen Gesichtspunkten und unter Berücksichtigung des aktuellen technischen Standes an ihn angepasst sein. Dabei stößt der arbeitende Mensch immer an die Schnittstelle zwischen sich und der „Maschine“. Eine ergonomische Anpassung ist in der Regel überall dort gelungen, wo wir wie selbstverständlich Maschinen, Werkzeuge, Software, Arbeitsplätze und vieles andere optimal benutzen können, ohne bei der Handhabung eingeschränkt oder gesundheitlich belastet bzw. geschädigt zu werden.

Wir wollen deshalb dem Begriff „Ergonomie“ zu einem Slogan verhelfen, der ausdrückt, was „Ergonomie“ für uns bedeutet und das nicht nur im rein wissenschaftlichen Sinn.

**Ergänzen Sie mit Ihrer treffendsten Formulierung!**

**Ergonomie ist, wie wenn . . .**

**Ergonomie hat . . .**

**Ergonomie macht . . .**

**Ergonomie braucht . . .**

**Ergonomie ist . . .**

**Ergonomie kann . . . usw.**

Wir freuen uns auf Ihre zahlreichen Beiträge, Einsendungen, Vorschläge oder Anregungen.

**Der Einsendeschluss ist der: 31. Oktober 2001**

Mit Einsendung Ihrer Beiträge und Vorschläge stimmen Sie zu, dass sämtliche Verwertungsrechte daran uneingeschränkt auf den Lehrstuhl für Ergonomie übergehen.

# Ergonomie vom Feinsten?

## Halten Sie Ausschau nach ergonomischen Lösungen!

Finden Sie die beste ergonomische Problemlösung aus Ihrem Arbeits- oder Lebensumfeld und berichten Sie uns darüber. Wenn Sie uns Ihr(e) Beispiel(e) darstellen, würden Sie bitte auch die folgenden Gedanken mit einbeziehen? Z.B.:

"Was bedeutet für mich Ergonomie?"

"Wo steckt Ergonomie dahinter?"

"Wo komme ich mit Ergonomie in Berührung?"

"Wie spüre ich, dass Ergonomie angewendet wurde?"

Reichen Sie Ihre Beiträge ein und ordnen Sie diese einer der drei angegebenen Kategorien zu:

- 1.) Beispiel einer optimal gelungenen ergonomischen Lösung
- 2.) Negativbeispiel mit optimiertem ergonomischen Lösungsvorschlag
- 3.) Beispiel mit Lösungsansatz für ein ergonomisches Problem, das bisher nicht angesprochen wurde

**Eine Lehrstuhl-Jury wird den besten Beitrag oder Slogan ermitteln. Der oder die Gewinner/In darf sich dann auf ein Preisgeld in Höhe von DM 500,- freuen. In der nächsten Ausgabe der Lehrstuhl-Zeitung „Ergonomie aktuell“ berichten wir ausführlich über die Ergebnisse und den oder die Gewinner/In.**

**Machen Sie mit und gewinnen Sie!**

Senden Sie Ihre Beiträge an:

Lehrstuhl für Ergonomie  
z. Hd. Herrn Dr.-Ing. Herbert Rausch  
Boltzmannstrasse 15  
D-85747 Garching  
e-mail: rausch@ife.mw.tum.de

**500,- DM  
... so wertvoll kann  
Ergonomie sein !**

**Nur wer mitmacht, kann gewinnen!**

**„Simply be  
the best“**



## 1. Öffentliches Fachgespräch „ECN-Ergonomie Kompetenz Netzwerk“

Werner Kusch    Tel.: 089-28915412

Am 31. Mai 2001 fand an der Technischen Universität München in Garching das 1. öffentliche Fachgespräch über das laufende Projekt: ECN - Ergonomie Kompetenz Netzwerk, an dem u. a. auch unser Lehrstuhl beteiligt ist, mit vollem Erfolg statt.

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (bmb+f) geförderte Projekt repräsentiert einen ständig wachsenden Verbund aus Kompetenzträgern, Experten und Anwendern auf dem Gebiet der ergonomischen Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung.



Mehr als 80 Teilnehmer aus Industrie, Handwerk, dem Dienstleistungsgewerbe und der Wissenschaft nutzten die Gelegenheit sich persönlich über den Aufbau, die Organisation, die Leistungsfähigkeit und den Stand der Weiterentwicklung des ECN zu informieren oder mit den Projektpartnern (Tecnomatix Technologies GmbH & Co. KG in Haar bei München, tecmath AG aus Kaiserslautern, Lehrstuhl für Ergonomie der TU München, Institut für Arbeitswissenschaft der TU Darmstadt, Projektträgerschaft Produktion und Fertigungstechnologien am Forschungszentrum Karlsruhe) über Ihre Anforderungen an ein Ergonomie Kompetenz Netzwerk aus der Sicht eines Kunden zu diskutieren. Nicht zuletzt, um von dem Leistungsangebot des ECN profitieren zu können und oder in dem Bewusstsein, dass

- ergonomische Gestaltungsprinzipien sich in zunehmendem Maß zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor entwickeln
- ergonomisch gestaltete Produkte die Attraktivität beim Kunden erhöhen
- eine entsprechend optimierte Produktion zu Produktivitätssteigerungen führen kann, da z. B. allein durch die Verringerung gesundheitlicher Probleme bei Mitarbeitern es zu erheblichen Kosteneinsparungen kommt und, und und...

Deshalb will das ECN Ergonomie Kompetenz Netzwerk ([www.e-c-n.de](http://www.e-c-n.de)) zukünftig eine ständig wachsende Zahl von Dienstleistungsangeboten (Beratung, Problemlösung und Schulungsmaßnahmen) insbesondere für klein- und mittelständische Unternehmen anbieten.



### Programmablauf:

10:00 Uhr **Begrüßung**  
Prof. Dr. Heiner Bubb (Lehrstuhl für Ergonomie, TU München)

- 10:10 Uhr **Ergonomie als strategischer Wettbewerbsfaktor**  
Prof. Dr. Heiner Bubb (Lehrstuhl für Ergonomie, TU München)  
*Potenziale ergonomischer Gestaltung von Produkten und Arbeitsplätzen*
- 10:30 Uhr **Ergonomie rechnet sich**  
Prof. Dr. Kurt Landau (Institut für Arbeitswissenschaft, TU Darmstadt)  
*Wirtschaftlichkeit durch arbeitswissenschaftliche Gestaltungsprinzipien*
- 10:50 Uhr **Das Ergonomie Kompetenz Netzwerk ECN**  
Dr. Jochen Balzulat (tecmath)  
*Ziele, Konzepte und Umsetzung*
- 11:15 Uhr **Systematik und Darstellung des ECN-Dienstleistungsangebots**  
Dr. Rolf Helbig (Institut für Arbeitswissenschaft, TU Darmstadt) und  
Dr. Werner Kusch (Lehrstuhl für Ergonomie, TU München)  
*Fachsystematik, Kompetenzzuordnung, Beratungs- u. Problemlösungsangebote, modulare Schulungsangebote, Möglichkeiten der Kooperation, Dienstleistungsangebote im Internet*
- 12:15 Uhr **Mittagsimbiss und Demonstration von Ergonomiewerkzeugen**  
*Menschmodelle der Produkt- und Produktionsgestaltung, Datenbanksystem, Body Scanning*
- 13:45 Uhr **ECN - Vorgehen bei Beratungsprojekten**  
Dr. Manuel Geyer (Tecnomatix Technologies)  
*Anwendungsbeispiel aus der virtuellen Produktionsgestaltung*
- 14:15 Uhr **Das ECN in der Praxis aus der Sicht eines Kunden**  
Dr. Manuel Geyer (Tecnomatix Technologies)  
*Anwendungsbeispiel aus der virtuellen Produktionsgestaltung*
- 14:45 Uhr **Kaffeepause**
- 15:00 Uhr **Die offene Organisationsstruktur des ECN**  
Dr. Jochen Balzulat (tecmath AG)  
*Assoziierte Partner, Qualitätsstandards, Zertifizierung*
- 15:15 Uhr **Anforderungen an & Perspektiven des ECN**  
Dr. Rainer Trieb, Dr. Herbert Rausch, Dr. Manuel Geyer, Dr. Rolf Helbig  
*Abschlussdiskussion mit Plenum*
- 16:00 Uhr **Ende der Veranstaltung**

Die Zukunft wird zeigen, inwieweit es den ECN-Initiatoren gelingt, das Netzwerk in der Bundesrepublik, in der Europäischen Union und ggf. später auch am Weltmarkt zu etablieren.

