



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

mit den folgenden Seiten halten Sie unsere neue, lehrstuhlige Zeitschrift „Ergonomie - aktuell“ in den Händen. Auf der einen Seite soll sie eine gemeinsame Plattform bieten, Forschungsaktivitäten und Interessantes aus unserem Arbeitsumfeld schnell und kostengünstig zu verbreiten, auf der anderen soll unser Lehrstuhl und seine Arbeit öffentlichkeitswirksam nach außen dargestellt werden.

In dieser ersten Ausgabe ist mein Lehrstuhl, seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie die vielfältigen Aufgaben und Aktivitäten, in übersichtlicher Form dargestellt. Hauptthemen der folgenden Ausgaben sollen die Vorstellung der einzelnen Projektteams und deren Forschungsaktivitäten sein. Um einen typischen Wiedererkennungswert zu gewährleisten, ist geplant, das Layout und die inhaltlichen Themenkomplexe möglichst beizubehalten.

„Ergonomie - aktuell“ soll sich zukünftig auch an Ihren Interessen orientieren. Infolgedessen verstehen wir die Zeitschrift, die zweimal jährlich erscheinen soll, auch als Instrument, mit Ihnen in einen Dialog über Themen der Ergonomie zu treten. Bitte nutzen Sie die Gelegenheit uns Ihre Vorstellungen, Ihre konstruktive Kritik und Ihre Wünsche, möglichst häufig (per Fax oder e-mail) mitzuteilen.

Nun viel Spaß beim Lesen,

Prof. Dr. Heiner Bubb
Ordinarius

„Ergonomie: Gestern – Heute – Morgen“

Heinzpeter Rühmann und Heinz Schmidtke

Der Terminus „Ergonomie“ wurde erstmals 1857 von dem polnischen Wissenschaftler W. Jastrzebowksi verwendet, ohne dass dieser Begriff jedoch Verbreitung fand. Erst 1949 wurde in England eine „Ergonomics Research Society“ gegründet, der in den Folgejahren Gesellschaften gleichen Namens in Frankreich, Holland und Italien

Institutionelle Aspekte folgten. In den USA wurde die „Human Factors Society“ gegründet, obwohl man dort neben dem Terminus „Human Factors“ auch den des „Human Engineering“ verwendete. In Deutschland sammelten sich die Wissenschaftler aus den Bereichen Arbeitsphysiologie, Arbeitspsychologie, Arbeitstechnologie, Arbeitspädagogik und

Betriebssoziologie in der 1953 neu gegründeten wissenschaftlichen Gesellschaft, der man im Hinblick auf die Vorsilben „Arbeit“ der Teildisziplinen den Namen „Gesellschaft für Arbeitswissenschaft“ gab. Während die Gesellschaften in England, Holland und den USA die vornehmlich von Psychologen – angewandte und experimentelle Psychologen – getragen wurden, spielten in Frankreich und Deutschland in den Anfangsjahren Ingenieure und Arbeitsphysiologen eine vordergründige Rolle. Die Kollegen in England, USA und Holland konzentrierten ihre Aktivitäten auf die Auslegung der Mensch-Maschine-Schnittstelle, wohl auch deshalb, weil sie von den jeweiligen militärischen Stellen wesentliche Forschungsförderung erhielten.

In Deutschland war eine solche Förderung die Ausnahme. Hier rückten – wohl auch unter dem Einfluss von Gewerkschaften und unserer jüngeren Geschichte – sozialwissenschaftliche Fragestellungen mehr und mehr in den Vordergrund. Diese Tendenz kulminierte in den siebziger und achtziger Jahren in einem groß angelegten Forschungsprogramm zur „Humanisierung des Arbeitslebens“ des Bundesministeriums für Forschung, in dem viele hundert Millionen DM darauf verwendet wurden, jungen Soziologen zu zeigen, wie eine Fabrik von innen aussieht. Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeiten waren eher bescheiden und haben keine nennenswerten Spuren hinterlassen.

Die relative Dominanz der Sozialwissenschaftler in der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft und auf den jährlichen Kongressen hat Prof. Schmidtke Anfang der achtziger Jahre bewogen, seinen Lehrstuhl als ersten in Deutschland in „Lehrstuhl und Institut für Ergonomie“ umzubenennen, um damit darzulegen, dass wir den ingenieurwissenschaftlichen Sektor der Arbeitswissenschaft in den Mittelpunkt unserer Forschung stellen. Einige Jahre später wurde auch an der Universität Dortmund ein Lehrstuhl für Ergonomie gegründet, den bis jetzt Prof. Laurig innehat.

Alle übrigen Technischen Universitäten haben Lehrstühle für Arbeitswissenschaft, die z.T. je nach Historie mit Betriebswirtschaft, Betriebsorganisation, Didaktik oder Land- und Forstwirtschaft verknüpft sind (z.B. in Wien, Kaiserslautern, Karlsruhe, Hamburg, Hannover). Die landwirtschaftliche und die forstwirtschaftliche Arbeitswissenschaft haben eine lange Tradition in Deutschland: Prof. Preuschen war Direktor des Max-Planck-Instituts für Landtechnik in Bad Kreuznach, und Prof. Hilf hatte den Lehrstuhl für forstliche Arbeitswissenschaft in Hamburg inne. In Bad Kreuznach wurde z.B. beachtliche Forschung über die Auswirkungen mechanischer Ganzkörperbewegungen auf den Menschen bei Arbeiten mit Ackerschleppern durchgeführt und die Arbeitsgruppe um Prof. Hilf in Hamburg hat sich um die Erforschung der Auswirkungen von Schwingungen auf das Hand-Arm-System durch Kettensägen bei Waldarbeiten verdient gemacht.

Die größten Auswirkungen auf die Ergonomie und Arbeitswissenschaft in Deutschland hatte jedoch das „Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie“ in Dortmund. Die Abteilung von Prof. Lehmann schuf entscheidende Grundlagen der Analyse und Bewertung energetischer Prozesse im Organismus und lieferte zugleich wesentliche Informationen über die Auswirkungen von Lärm und Klima auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit. In der Abteilung von Prof. Müller

wurde vorwiegend Kreislaufphysiologie betrieben und die heute vertretenen Grenzwerte über die zulässige Herzschlagfrequenz bei dynamischer Muskelarbeit geschaffen. Die Abteilung von Prof. Graf und seit 1955 von Prof. Schmidke befasste sich mit Ermüdungsfor- schung, Sinnesleistungen und mit der Gestaltung von Arbeits- und Betriebsmitteln. In den sechziger Jahren wurde das Max-Planck- Institut für Arbeitsphysiologie in ein „Institut für Systemphysiologie“ umgewandelt und hat seit dem seinen Ruf als wissenschaftliche Hochburg verloren. Das Land Nordrhein-Westfalen wollte sich mit dieser Entscheidung der Max-Planck-Gesellschaft nicht abfinden und gründete als Nachfolgeinstitut das „Institut für Arbeitsphysiologie“ an der Universität Dortmund mit Abteilungen für Sinnesphysiologie, Ergonomie, Arbeitspsychologie, Umwelphysiologie und Toxikologie. Ergonomie in der in München vertretenen Sicht wird nur noch in Darmstadt, Dortmund und z.T. in Dresden und Karlsruhe betrieben.

Welchen Fragen hat sich die Ergonomie gestern zugewandt? Die Beschäftigung mit den Möglichkeiten und Grenzen menschlichen

Inhaltliche Aspekte Leistungsvermögens begann – sieht man von den ersten preußischen Arbeitsschutzgesetzen von 1839 und 1853 einmal ab – in den Jahren des 1. Weltkrieges, als die Notwendigkeit bestand, für neuartige militärische Funktionen (z.B. Piloten, Funker, Kraftfahrer) geeignete Soldaten zu finden. In dieser Zeit entwickelte sich aus der Psychologie eine als „Psychotechnik“ bezeichnete Disziplin, die bald an einigen deutschen Technischen Hochschulen heimisch wurde. Angesiedelt waren die Psychotechniker überwiegend an den Lehrstühlen für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik.

Ein weiterer Teilbereich könnte als „Arbeitstechnologie“ bezeichnet werden. Dieser Bereich hat seine Wurzeln in dem 1924 gegründeten „Reichsausschuss für Arbeitsstudien“ - REFA -. Die ersten REFA- Bücher über Methodik der Arbeitszeitermittlung, über Arbeitsbewer- tung und Arbeitsgestaltung fanden weiteste Verbreitung in der Wirt- schaft, wohl auch deshalb, weil in den Leitungsgremien des REFA neben Fachleuten Vertreter der Arbeitgeber und der Gewerkschaften zusammen saßen.

Entscheidende Impulse für die Entwicklung unserer Disziplin gingen neben den Psychotechnikern und Arbeitstechnologen von der „Arbeitsphysiologie“ aus und hier insbesondere von dem 1913 in Berlin gegründeten „Kaiser-Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie“, welches 1929 nach Dortmund verlegt wurde und nach dem 2. Welt- krieg als „Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie“ bis etwa 1966 existierte.

Gemeinsames Ziel der hinter diesen genannten Disziplinen stehenden Forscherpersönlichkeiten war es, die Grenzen der vom Men- schen ausführbaren Arbeit zu finden, d.h. diejenigen Grenzen, bis zu denen ein geeigneter und eingeübter Mensch Leistungen ohne Gesundheitsschäden zu erbringen vermag. Besondere Bedeutung erlangte diese Forschung in den Jahren des 2. Weltkrieges, als bestimmt werden musste, welche Nahrungsmittel den körperlich schwer arbeitenden Menschen in der Industrie zuzubilligen waren. Derartige Festlegungen waren nur auf der Basis der genauen Kenntnis über den Energieumsatz bei muskulärer Arbeit möglich. Hier haben die Arbeiten des Max-Planck-Institutes bahnbrechende Grundlagen geliefert.

Während bis ca. 1945 die Forschung primär an den Grenzen der Ausführbarkeit von Muskelarbeit orientiert war, zeigten die Folgejahre eine breitere Differenzierung. So traten mehr und mehr Untersuchungen über den Einfluss von Umweltfaktoren (insbesondere Lärm, Klima, mechanische Schwingungen) auf Befinden, Leistung und Gesundheit in den Vordergrund. Die Ergebnisse dieser Forschungen fanden ihren Niederschlag in Arbeitsschutzgesetzen, Verordnungen, Richtlinien und Normen und wurden damit aus dem „Elfenbeinturm“

der Wissenschaft transferiert und Gegenstand einer allgemeinen Regulation der Arbeitstätigkeit. So wird u.a. im Betriebsverfassungs- gesetz, in der Arbeitsstättenverordnung, der Gefahrstoffverordnung und im Arbeitssicherheitsgesetz ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse über die Gestaltung von Arbeitsplatz, Arbeitsmitteln und Arbeitsumwelt in der industriellen Praxis strikt zu berücksichtigen sind.

Mit diesen Festlegungen trat zugleich ein qualitativer Wandel der Forschungsziele in Erscheinung. Es ging nicht mehr vordergründig um die Frage, was der menschliche Organismus überhaupt zu leisten vermag, sondern welche Leistung auf Dauer als erträglich zu bezeichnen ist. Mit dem Paradigma der *Erträglichkeit* wurde der Schutz der Gesundheit in den Vordergrund gestellt. Pausenregelungen sowohl bei muskulärer als auch bei mentaler Belastung und die Bereitstellung von Körperschutzmitteln (Gehörschutzmittel, Sicher- heitsschuhe, Schutzhelme usw.) sind Beispiele für diese neuere Zielsetzung.

Nun sind durch den Wandel der Arbeitsbedingungen in der Wirtschaft unter dem Einfluss der Automatisierung die meisten nur schwer aus- führbaren und wenig erträglichen Arbeiten entfallen, wenngleich es solche noch immer in den Hinterhöfen der Fabriken gibt. Das wachsende Anspruchsniveau der Menschen hat auch vor ihrer Arbeit nicht Halt gemacht. Mehr und mehr wird in der Arbeitswelt die Frage aufgeworfen, ob eine Tätigkeit nach Art und Inhalt für den heutigen Menschen noch zumutbar ist. Mit der Diskussion des Begriffes der *Zumutbarkeit* befinden wir uns in der *Gegenwart*. Mit den am hiesigen Lehrstuhl durchgeföhrten Arbeiten über die 3D-Mensch-Modellie- rung stehen wir inmitten dieses Problemfeldes. Hierbei geht es ja beispielsweise nicht vordergründig um die Frage, ob ein Mensch in ein Kraftfahrzeug passt, sondern darum, ob die Bedingungen im Fahrzeug für einen großen Anteil potenzieller Benutzer komfortabel sind. Komfort bei der Benutzung technischer Einrichtungen ist eine Forderung des Käufers und zugleich ein entscheidendes Werbeargu- ment geworden.

Nun ist es eine menschliche Eigenschaft, dass seine Wünsche sehr viel schneller wachsen als seine Möglichkeiten der Wunschbefriedi- gung. Diese Feststellung gilt auch für die Arbeitswelt. Es genügt heu- te offenbar nicht mehr, dass eine Arbeit ausführbar, erträglich und zumutbar ist. Sie soll zugleich einen Beitrag zu seiner geistigen Ent- faltung liefern. Die Forderung nach *Persönlichkeitsförderlichkeit* wird die Arbeitsgestalter und damit auch die Ergonomen in Zukunft mehr und mehr beschäftigen. Sicher wird es Tätigkeiten geben, wo durch Einführung des Rotationsprinzips sowohl ein größerer Überblick über die Gesamtaufgabe als auch eine Erweiterung des eigenen geistigen Horizontes durch Lernen möglich ist. Ob allerdings auch jeder Ein- zelne dies als Gewinn betrachtet, darf nach den Ergebnissen der Forschungsprogramme über die Einführung teilautonomer Gruppen- arbeit bezweifelt werden. Sozialutopisten übersehen gerne, dass es in jeder Population einen nicht unerheblichen Anteil an Menschen gibt, die – z.T. auf Grund ihrer begrenzten intellektuellen Ausstattung – keine besonderen Vorlieben für neuartige Aufgaben haben und sie übersehen auch, dass es nun einmal Arbeiten gibt, die wenig zur gei- stigen Bildung beitragen können. Würde man z.B. die inhaltlich wenig attraktive Arbeit der Müllabfuhr weitgehend automatisieren, so wür- den zugleich ein Anteil der dort beschäftigten Personen genauso auf die Lohnliste der Bundesanstalt für Arbeit befördert, wie das mit den schwer arbeitenden Schweißern im Karosseriebau geschehen ist, deren Schweißzangen durch Schweißroboter ersetzt wurden.

Was sind die zentralen Fragen der Ergonomie *morgen*? Sicher werden die Problemfelder des Komforts und der Persönlich- keitsförderlichkeit noch eine gewisse Zeit virulent sein. Der Beitrag des Komforts zur *Systemwirksamkeit* technischer Einrichtungen ist sicher

Ergonomie in der Zukunft

noch nicht abschließend zu beurteilen. Zugleich wird die weitere Verbreitung der Informationstechnik neue Fragen aufwerfen. Schon heute sind wir unsicher, ob die Anreicherung unserer Fahrzeuge mit immer mehr Elektronik und Displays der Fahrsicherheit zuträglich ist. Aus dieser Sicht kommt der Entwicklung und Weiterentwicklung von Assistenzsystemen große Bedeutung zu.

Auch manche Probleme der Softwareergonomie harren noch ihrer Lösung. Benutzerfreundlichkeit ist zwar ein verbreitetes Werbeargument, bei zahlreichen Anwendungsprogrammen sieht die Wirklichkeit jedoch ganz anders aus. Geradezu miserabel sind viele Bedienungsanleitungen, selbst wenn sie nicht aus anderen Sprachen übersetzt wurden. Auch hier könnte die Ergonomie einen Beitrag zur Förderung der Benutzerfreundlichkeit liefern. Probleme der Analyse und Messung mentaler Beanspruchung sind bis heute noch nicht gelöst und stellen für intelligente Ergonomen der Zukunft eine echte Herausforderung dar. Gleches gilt für das gesamte Problemfeld der menschlichen Zuverlässigkeit, von der wir bei fortschreitender Automatisierung noch mehr abhängig sein werden als bisher. Orientierungs- und Navigationshilfen in einer virtuellen Umwelt werden sicher künftig stärker gefragt sein als die heute noch mancherorts gepflegte „Knöpfchenergonomie“. Schließlich werden wir mit fortschreitender Automatisierung in der Industrie und im Verkehr immer mehr Arbeitsplätze bekommen, an denen lediglich das korrekte Funktionieren der Automatik ohne nennenswerte eigene Handlungsmöglichkeiten zu überwachen ist. Die Frage, wie sich der Mensch in einer solchen inhaltlich entleerten, aber um so verantwortlicheren Tätigkeit auf Dauer zurechtfindet, ist noch weitgehend offen.

Ergonomie ist in Deutschland ein wichtiges Werbeargument geworden, sowohl bei Industriegütern als auch bei solchen des täglichen Bedarfs. Dies ist sicher auch ein Verdienst der Münchner Ergonomen. Aber solche Verdienste haben nur eine sehr kurze Halbwertszeit. Wir verfolgen daher seit Jahren das Ziel, aktuelle ergonomische Fragestellungen zu beantworten, die mit dem raschen technologischen Wandel verknüpft sind und der Öffentlichkeit die Ergebnisse unserer Forschung in einer für sie geeigneten Form zu präsentieren. Nur so können wir den von uns erarbeiteten Ruf erhalten und festigen.

AKTUELLES



Der Emeritus unseres Lehrstuhls, Prof. Dr. rer. nat. Heinz Schmidtke feierte am 6. August seinen 75. Geburtstag. Am 8. August lud er den gesamten Lehrstuhl und ehemalige Mitglieder des Lehrstuhls aus seiner eigenen aktiven Zeit zu einer stimmungsvollen und kulinarisch sehr gelungenen Feier ein. Erst spät am

Abend trennten sich die Gäste, die gerne die Gelegenheit wahrnahmen, viele gemeinsame Erinnerungen anlässlich dieses Festes auszutauschen. Bei der Feier konnte ihm Prof. Bubb, amtierender Lehrstuhlinhaber, den Economic Development Award der International Economic Association (IEA) für herausragende Leistungen bei der Entwicklung des ergonomischen Wissens und für die internationale Verbreitung desselben überreichen. Stellvertretend für ihn hatte Prof. Bubb die Auszeichnung auf dem Internationalen Kongress der IEA in San Diego entgegengenommen. Dieser äußerst angesehene Preis stellt für Prof. Schmidtke eine große Anerkennung seines Lebenswerkes dar.

Nach der kriegsbedingten Militärzeit hat Prof. Schmidtke in nur 8 Semestern sein Studium 1949 mit der Dissertation zum Thema "Flimverschmelzungsfrequenz und psychische Ermüdung" beendet. Im Anschluss leitete er das Physiklabor in einem Werk der chemischen Industrie, bevor er nach einer einjährigen Gastprofessur an der University of California in Berkley 1957 Abteilungsleiter am Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie in Dortmund wurde. 1960 habilitierte er sich an der

Universität Kiel ("Die Ermüdung") und übernahm 1962 das neu gegründete Institut für Arbeitsphysiologie und Arbeitspädagogik. Er bewies seinen wissenschaftlichen Weitblick, indem er bereits nach wenigen Jahren dieses Institut entsprechend dem von ihm gesetzten Forschungsschwerpunkt in "Institut für Ergonomie" umbenannte. In zahlreichen Veröffentlichungen und besonders in seinen Hauptwerken "Ergonomie" bzw. "Lehrbuch der Ergonomie" und "Handbuch der Ergonomie" etablierte er seine Sicht dieses Wissenschaftszweiges, die dadurch bei manchem Kenner den Beinamen "Münchener Ergonomie" erhielt. Sie kennzeichnet das Streben durch Kenntnis der Eigenschaften und Fähigkeiten des Menschen, die ggf. durch Experimente erst erworben werden muss, Regeln für die Gestaltung von

Economic Development Award der International Economic Association (IEA) an Prof. Dr. rer. nat. Heinz Schmidtke

Arbeitsmitteln und der Arbeitsumgebung zu formulieren, die zu einer menschengerechten Gestaltung der Technik führen.

Diese Regeln hat er nicht nur in den oben genannten Werken veröffentlicht, sondern sogar ein Ergonomisches Datenbank System (EDS) auf der Basis moderner Informationstechnologie entwickelt, welches auch dem "ergonomischen Laien" erlaubt, gesicherte ergonomische Erkenntnisse in reale Arbeitsgestaltung umzusetzen. Die Schmidtke'sche Sicht der Ergonomie ist auch heute noch Leitbild der Forschungsrichtung des Lehrstuhls.

H. Bubb

Veröffentlichungen des Lehrstuhls:

Diebschlag, W.; Diebschlag, B.:
Hausstauballergien, 2. erweit. Aufl. mit 190 S., 38 Abb., 17 Tab. im Text + 19 Tab. im Anhang, H. Utz Verlag, München 2000. ISBN 3-89675-931-0, DM 24,80.

Kusch, W., Heimerer, L.

Moderne Konzepte beruflicher Qualifizierungen: Doppelqualifizierungen, dargestellt am bayerischen Modellversuch "Duale Berufsausbildung und Fachhochschulreife" (DBFH). In: Berufsbildung - Kontinuität und Wandel; Bundesinstitut für Berufsbildung, Bonn, 2000; ISBN 3-88555-679-0

AKTUELLES

Ein neues Lehrstuhlprojekt:
Aufbau eines Kompetenznetzwerks auf
dem Gebiet der ergonomischen und
geometrieorientierten Arbeitsplatzge-
staltung.



ECN-ErgoCompNet

Ziel des ECN-Projekts ist der Aufbau eines Netzwerks von Kompetenzträgern und Experten sowie der Aufbau von Partnerschaften zwischen Anwendern, Forschungspartnern, Dienstleistern und Systemanbietern auf dem Gebiet der ergonomischen und geometrieorientierten Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung. Dazu soll eine Informations-, Kommunikations-, Schulungs- und Serviceplattform zur Vermittlung und Bereitstellung von Wissen und Know-how aufgebaut werden. Mit der Umsetzung des Projekts wird ein Fortschritt in der Ausbildungssituation auf dem Gebiet der Ergonomie und der Arbeitswissenschaft sowie eine verstärkte Berücksichtigung des Faktors Mensch in Bereichen der Produktgestaltung und in Produktionsgestaltungsprozessen erwartet.

Neben dem Lehrstuhl für Ergonomie der TU-München gehören dem Projektverbund das Institut für Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Darmstadt, die Tecnomatix-AnySIM Simulationssysteme GmbH in Aschheim-Dornach und die TECMATH AG in Kaiserslautern an.

Ansprechpartner sind u.a.:
Dr. Werner Kusch, Tel. (089)289 15412
und
Dr. Herbert Rausch, Tel. (089)289 15394.

Veröffentlichungen des Lehrstuhls:

Jastrzebska-Fraczek, I.; mit Bubb, H.:
Systemergonomische 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

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 Tools in Product and Workplace Design, S.214-229. Verlag ERGON GmbH. Stuttgart 2000

Neues Versuchsfahrzeug am Lehrstuhl für Ergonomie

Manfred Schweigert

Auf Grund der langjährigen, produktiven und äußerst positiven Zusammenarbeit der BMW Group mit dem Lehrstuhl für Ergonomie, wurde den Ergonomen um Prof. H. Bubb ein neues Fahrzeug zu Forschungszwecken überlassen.



**BMW-
Partner des Lehrstuhls**

Bei einem HUD werden Informationen verschiedenster Art in die Windschutzscheibe eingespiegelt. Der Fahrer kann dabei die Information u.a. schneller und sicherer als vom Armaturenbrett ablesen.

Die Schlüssel des BMW 328i touring wurden am 25.7.2000 offiziell durch Hr. Frank (Abteilung EW) überreicht.

Mit dem BMW soll u.a. das Blickverhalten von Autofahrern weiter erforscht werden. Dazu dient das am Lehrstuhl entwickelte Blickerfassungssystem JANUS, mit dem die Blickzuwendung des Fahrers mit zwei an einem Helm befestigten Videokameras aufgezeichnet wird. Mit Hilfe einer Auswertungssoftware wird dann ermittelt, welche Objekte wie lange angeblickt werden. Wie die aktuelle Diskussion um das Telefonieren am Steuer zeigt, birgt das Verhalten des Fahrers, insbesondere sein Informationsaufnahmeverhalten noch Forschungsbedarf.

Weiterhin sollen neue Anzeige- und Bedienkonzepte in das Fahrzeug implementiert und realitätsnah im Straßenverkehr erprobt werden.

Zu diesen neuartigen Anzeigetechnologien ist z.B. das Head-Up-Display (HUD) zu zählen.

Ein Beispiel für eine sinnvolle, im HUD dargestellte Information ist die Visualisierung des Sicherheitsabstandes zu vorausfahrenden Fahrzeugen. Es ist zu klären, wie die technische Realisierung diverser HUD-Varianten möglichst ein-



fach und kosten-
günstig zu errei-
chen ist, aber auch welche und wie vie-
le Informationen gezeigt werden
sollen, um eine Überlastung des Auto-
fahrers zu vermeiden.

Der Lehrstuhl und seine Mitarbeiter

Lehrstuhl-Leitung



Ordinarius:

Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Heiner Bubb

Telefon: (089) 289-15387, E-Mail: bubb@lfe.mw.tum.de



Extraordinarius:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Heinz Peter Rühmann

Telefon: (089) 289-15390, E-Mail: ruehmann@lfe.mw.tum.de



em. Univ.-Prof. Dr. rer.nat. habil. Heinz Schmidtke

Telefon: (089) 289-15393, E-Mail: schmidtke@lfe.mw.tum.de

Der Bereich Umwelthergonomie beschäftigt sich mit der Analyse, Bewertung und Gestaltung der physikalischen Umgebungs faktoren am Arbeitsplatz (z.B. Beleuchtung, Lärm, Klima). Die Arbeitsplatzgestaltung bemüht sich um eine an der Variationsbreite menschlicher Körpermaße orientierten Gestaltung des räumlichen Umfeldes des arbeitenden Menschen sowie um eine zweckmäßige Anordnung der Arbeitsmittel am Arbeitsplatz. Dies gilt für Arbeitsplätze in Industrie und Verwaltung genau so wie für den Arbeitsplatz des Fahrers in einem Kraftfahrzeug.

In beiden Bereichen rücken Fragen des Komforts immer mehr in den Vordergrund (z.B. Klimabehaglichkeit, "komfortables" Sehen am Bildschirmarbeitsplatz). In einem aktuellen Forschungsprojekt wird der Sitzkomfort in Kraftfahrzeugsitzen untersucht, wobei eine Komfortprognose auf der Basis gemessener Daten (Körperhaltung, Sitzdruckverteilung) angestrebt wird.

Gruppe Umwelthergonomie / Arbeitsplatzgestaltung



Dr.-Ing. Karl-Werner Müller

Telefon: (089) 289-15397, E-Mail: mueller@lfe.mw.tum.de



Dr.-Ing. Herbert Rausch

Telefon: (089) 289-15394, E-Mail: rausch@lfe.mw.tum.de



Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Heinz Peter Rühmann

Telefon: (089) 289-15390, E-Mail: ruehmann@lfe.mw.tum.de



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

Telefon: (089) 289-15395, E-Mail: schaefer@lfe.mw.tum.de



Dr.-Ing. Jörn Zülch

Telefon: (089) 289-15326, E-Mail: zuelch@lfe.mw.tum.de

Gruppe Anthropometrie und Menschmodellierung



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

Telefon: (089) 289-15395, E-Mail: schaefer@lfe.mw.tum.de



Dipl.-Phys. Thomas Seitz

Telefon: (089) 289-15413, E-Mail: seitz@lfe.mw.tum.de



Dipl.-Ing. (univ.) Jörg Hudelmaier

Telefon: (089) 289-15414, E-Mail: hudelmaier@lfe.mw.tum.de



Dipl.-Ing. (univ.) Jürgen Hartung

Telefon: (089) 289-15401, E-Mail: hartung@lfe.mw.tum.de

Die Gruppe Anthropometrie und Menschmodellierung beschäftigt sich hauptsächlich mit der Frage, wie man menschliche Eigenschaften, seien es einfache Körpermaße oder komplexe Bewegungsstrategien, verallgemeinern und simulieren kann. In unserer Gruppe bestehen vier Forschungsschwerpunkte.

Wir beschäftigen uns mit der Entwicklung von Messverfahren zur menschlichen Haltungs- und Bewegungsmessung, der Untersuchung des Umlaufverhaltens des Fahrers im Kraftfahrzeug, der Untersuchung des Sitzens im Hinblick auf Komfortprognosen, sowie der Untersuchung innerer Momente menschlicher Gelenke.

Der Lehrstuhl und seine Mitarbeiter

Gruppe Beratung / Qualifizierung



Dr. phil. Werner Kusch
Telefon: (089) 289-15412, E-Mail: kusch@lfe.mw.tum.de



Dr.-Ing. Herbert Rausch
Telefon: (089) 289-15394, E-Mail: rausch@lfe.mw.tum.de

Mit der Beratung und Qualifizierung werden ergonomische Erkenntnisse problem- und adressatengerecht angeboten und vermittelt (siehe ECN-Projekt Seite 4). Mit dem **multimedialen Softwareprogramm DiDa** können Arbeitsblätter oder Lerneinheiten zu beliebigen Inhalten erstellt werden.

Systemergonomie umfasst die menschengerechte Gestaltung des Informationsflusses zwischen Mensch und Maschine. Dies trägt zum einen dazu bei, dass technische Geräte komfortabler zu bedienen und einfacher zu erlernen sind; zum anderen dazu, dass weniger menschliche Fehler auftreten. Letzteres ist insbesondere in sogenannten risikorelevanten Industrien, zunehmend aber auch in Produktionsbetrieben oder im Transportwesen von Bedeutung.

Wichtig ist, z.B. die Wahrnehmung von kritischen Situationen zu unterstützen. Wir haben dies u.a. mit einem sogenannten Head-Up Display im Kraftfahrzeug untersucht. Es zeigt dem Fahrer anschaulich an, ob er den richtigen Sicherheitsabstand zu vorausfahrenden Fahrzeugen einhält. Auch auf der Handlungsseite können mit dem sogenannten Aktiven Stellteil selbst komplizierteste dynamische Bedienvorgänge intuitiv vom Menschen gesteuert werden, so als hielte er die Maschine in seiner Hand.

Je komplizierter und umfangreicher die Funktionen eines Systems sind, desto mehr müssen kognitive Aspekte in die Gestaltung mit einbezogen werden. Neben softwareergonomischen Untersuchungen im Labor "Menschliche Zuverlässigkeit" und unserem Fahrsimulator untersuchen wir hier Ereignisse in der Prozessindustrie wie auch im Luftfahrtbereich hinsichtlich der Ursachen für menschliche Fehler und möglichen Vermeidungsstrategien. Ein besonderes Problem stellen hier die sogenannten kognitiven Fehler dar, d.h. Störungen, die in das technische System durch menschliche Handlungen hineingetragen werden.

Gruppe Systemergonomie (informationstechn. Menschmodellierung)



Dr.-Ing. (pl) Iwona Jastrzebska-Fraczek
Telefon: (089) 289-15396, E-Mail: fraczek@lfe.mw.tum.de



Ryoko Fukuda Ph.D., Gastwissenschaftlerin
Telefon: (089) 289-15416, E-Mail: fukuda@lfe.mw.tum.de



Dipl.-Phys. Rainer Marsteller
Telefon: (089) 289-15408, E-Mail: marsteller@lfe.mw.tum.de



Dipl.-Ing. (univ.) Robert Rassl
Telefon: (089) 289-15400, E-Mail: rassl@lfe.mw.tum.de



Dr.-Ing. Herbert Rausch
Telefon: (089) 289-15394, E-Mail: rausch@lfe.mw.tum.de



Dipl.-Ing. (univ.) Manfred Schweigert
Telefon: (089) 289-15408, E-Mail: schweigert@lfe.mw.tum.de



Dr. phil. Oliver Straeter
Telefon: (089) 289-15409, E-Mail: straeter@lfe.mw.tum.de

Interessierten Besuchern oder Gruppen zeigen wir gerne die Versuchseinrichtungen des Lehrstuhls. Empfehlenswert ist eine Terminabsprache über unser Sekretariat, Tel.: 089-289 15388. Informationsmaterial und Bescheibungen der Forschungseinrichtungen sind ebenfalls auf Wunsch erhältlich.

Sie wollen die Lehrstuhl-Zeitung abonnieren?

Wir informieren Sie gerne durch e-mail über die weiteren Ausgaben mit einem Themenverzeichnis der Beiträge. Übermitteln Sie uns dazu Ihre e-mail-Adresse, Ihren Namen und Ihre Postanschrift. Geben Sie uns bitte an, ob Sie die nächsten Ausgaben als PDF-Datei

selbst von unserer Webseite downloaden wollen (www.ergonomie.tum.de) oder die Lehrstuhl-Zeitung in gedruckter Form zugesandt bekommen möchten.

Kontakt: Werner Zopf, Tel.: 089-15391
e-mail: zopf@lfe.mw.tum.de

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. Werner Kusch
Druck: Humbach &
Nemazal, Pfaffenhofen
ISSN: beantragt

Der Lehrstuhl und seine Mitarbeiter

Gruppe Arbeitsmedizin / Arbeitsschutz



apl. Prof. Dr. med. Dr.-Ing. habil. Wilfried Diebschlag
Telefon: (089) 289-15411, E-Mail: diebschlag@lfe.mw.tum.de



apl.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Peter Schaefer
Telefon: (089) 289-15395, E-Mail: schaefer@lfe.mw.tum.de



Dr.-Ing. Jörn Zülch
Telefon: (089) 289-15326, E-Mail: zuelch@lfe.mw.tum.de

Definition von Richtlinien und Normen zur Produktentwicklung für ergonomische Büroarbeitsplätze, Erarbeitung von ISO- und CEN-Normen für ergonomische Anforderungen an Bildschirmgeräte, die bei Büroarbeitsplätzen eingesetzt werden. Dazu gehören auch die notwendigen Messverfahren sowohl für Bildschirme in herkömmlicher Röhrentechnik als auch in neuer TFT-, LCD- und Plasma-Technik. Ferner sind wir dabei, wenn es um die Erarbeitung von Qualitätsstandards zur Schaffung eines Gütesiegels für „gesunde Immobilien“ (Gebäude, Inventar) geht, sowie zur Bestimmung von Grenzwerten körperlicher Kräfte und Körperhaltung.

Wir sind zuständig für Verwaltung, Organisation und Finanzen, sowie für die visuelle Darstellung des Lehrstuhls nach aussen, die optische Aufbereitung von Vorlesungsfolien, wissenschaftlichen Themenpostern und sonstigen Printmedien.

Administration



Elfriede Graupensberger, Buchhaltung
Telefon: (089) 289-15303, E-Mail: graupensberger@lfe.mw.tum.de



Christina Kwapil, Sekretariat
Telefon: (089) 289-15388, E-Mail: kwapil@lfe.mw.tum.de



Christel Willamowski-Orzol, Sekretariat
Telefon: (089) 289-15405, E-Mail: orzol@lfe.mw.tum.de



Werner Zopf, Grafik-Designer
Telefon: (089) 289-15391, E-Mail: zopf@lfe.mw.tum.de

Feinmechanisches Labor



Michael Arzberger, Mechanikermeister
Telefon: (089) 289-15429, E-Mail: arzberger@lfe.mw.tum.de



Gerhard Bumke, Elektrotechniker
Telefon: (089) 289-15399, E-Mail: bumke@lfe.mw.tum.de



Heribert Hart, Schlossermeister
Telefon: (089) 289-15429, E-Mail: hart@lfe.mw.tum.de



Norbert Knoll, Fachlehrer
Telefon: (089) 289-15403, E-Mail: knoll@lfe.mw.tum.de



Christian Zacherl, Elektroniker
Telefon: (089) 289-15407, E-Mail: zacherl@lfe.mw.tum.de

Wir kümmern uns um die Ausbildung CNC-Drehen und Fräsen, bearbeiten alle herkömmlichen Werkstoffe wie Metall, Holz, Kunststoff; warten und betreuen die institutseigenen Versuchseinrichtungen, entwickeln und bauen Sondervorrichtungen, versehen diese mit selbstentwickelten oder angepassten elektronischen Steuerungen und Bauteilen.

Persönliches

Sein großes Bedauern hat Prof. Bubb zu dem Weggang seiner Sekretärin, Frau **Sandra Zacher**, zum 31. Mai 2000, ausgedrückt. Frau Zacher wechselte innerhalb der TU in das Hochschulreferat 4 - Wissens- und Methodentransfer TUM-WMF. Wir wünschen ihr für Ihre weitere berufliche Laufbahn, sowie für ihre private Zukunft weiterhin alles Gute.



Mit Wirkung zum 1. April 2000 wurde Herr **Dr. Werner Kusch** vom Bayerischen Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung in München, wo er als Referent für Metalltechnik mehrere Jahre tätig war, an den Lehrstuhl zurückversetzt. Als "Ehemaliger" soll er in den kommenden zwei Jahren die Betreuung des neuen - vom bmb+f geförderten - Verbundprojekts mit dem Thema "Aufbau und Gestaltung eines Ergonomie-Kompetenz-Netzwerks" übernehmen (s.a. unter "ECN-Projekt"). Wir wünschen ihm für seinen Neuanfang alles Gute.

Seit dem 16.04.2000 ist Herr **Michael Arzberger** als Werkstattmeister in unserer feinmechanischen Werkstatt tätig. Nach seiner Ausbildung zum Industriemechaniker bei der Firma MTU-München und mehreren Jahren Gesellentätigkeit, legte er 1998 seine Meisterprüfung ab. Seine Aufgaben liegen hauptsächlich in der Erstellung und Wartung verschiedenster Versuchseinrichtungen.

Wir wünschen ihm für sein Wirken alles Gute und freuen uns auf eine gute Zusammenarbeit.



Seit Dezember 1999 ist Herr **Werner Zopf** als Grafik-Designer am Lehrstuhl tätig. Als ausgebildeter Schauwerbegestalter hat er 1976 die Diplomprüfung zum Betriebsführer im Fachbereich Farbe abgelegt. Durch vielfältige Tätigkeiten in Agenturen, Industrie und Handwerk, sowie langjährige Selbstständigkeit erwarb er sich breite Erfahrung im Bereich der visuellen Kommunikation. Er ist zuständig für das optische Erscheinungsbild am Lehrstuhl. Wir wünschen ihm für diese Aufgabe viel Erfolg.

Ab Oktober 2000 ist Frau **Christina Kwapil** als Sekretärin am Lehrstuhl tätig. Sie wird Herrn Prof. Bubb in seinem umfangreichen Aufgabengebiet hilfreich unterstützen. Wir wünschen ihr für diese Aufgabe viel Freude und Erfolg.



Veranstaltungen

Vom 12. bis 13. Oktober 2000 findet am Standort Garching der TU-München die **Herbstkonferenz der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.** unter dem Thema: „**Ergonomie und Verkehrssicherheit**“ statt, die vom Lehrstuhl für Ergonomie veranstaltet wird. Informationen erhalten Sie auf unseren Internet-Seiten unter www.ergonomie.tum.de.



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

Kontakt: Manfred Schweigert, Tel.: 089-289 15408,
mail: schweigert@ife.mw.tum.de • www.ergonomie.tum.de/seminar

In diesem Jahr fand vom 29.07- 4.08 der **XIV. Kongress der IEA** (International Ergonomics Association) in **San Diego** (USA) statt. Dieser Kongress bietet seit Jahren eine breite Übersicht zur Forschung im Bereich Ergonomie an. Unser Lehrstuhl für Ergonomie, TU München war durch mehrere wissenschaftliche Mitarbeiter (in alphabetischer Reihenfolge) dort vertreten: Prof. H. Bubb, Dr. R. Fukuda, Dipl.-Ing. J. Hartung, Dr.-Ing. I. Jastrzebska-Fraczek, Dipl.-Ing. B. Linsenmaier, Prof. P. Schaefer und Dr. O. Sträter. Die Vorträge und Posterpräsentationen waren sehr erfolgreich. Unsere CD-ROM, welche sowohl Informationen über den Lehrstuhl für Ergonomie und unsere Forschungsaktivitäten als auch die Demo-Präsentation des Ergonomischen Datenbank-Systems WIN-EDS 2000 und Cahr beinhaltet, wurde sehr positiv von den Kongressteilnehmern bewertet (besonders der neue Präsident der IEA - Prof. W. Karwowski hat uns gelobt).



Angesichts der Ergonomischen Datenbank gehen sogar Fachleute auf die Knie.

Das enge Nebeneinander und Miteinander verschiedener Wissenschaftszweige gestattet, ja erfordert es heutzutage, dass man sich mehr noch als bisher mit den sich überlappenden Randgebieten der Nachbardisziplinen beschäftigt. Aus ergonomischer Sicht betrifft dies vor allem die Arbeitswissenschaften,

Hausstaub- und Milbenallergien

B. und W. Diebschlag

aber auch relevante Teilgebiete der praktischen Arbeitsmedizin, Hygiene, Allergologie u.v.a.

Allergiker stellen zunehmend ein ernstes Problem insofern dar, weil sie mit zeitweise oder dauernd eingeschränkter physischer Leistungsfähigkeit im beruflichen Arbeitsgeschehen (und privaten Leben) besonders beachtet werden müssen. Die Ursachen für Sensibilisierung und Auslösung der typischen Allergie-Symptomatik sind vielfältiger Art und liegen, neben genetischer Prädisposition, nicht nur in toxisch-allergischen Belastungen an Arbeitsplätzen, sondern auch im privaten häuslichen Bereich. Letzteres ist umso bedeutsamer, als hierzulande der arbeitende Mensch üblicherweise nur etwa 20 % der Jahresstunden am Arbeitsplatz verbringt und somit in 80 % der Zeit für Gesundheit und Sicherheit Eigenverantwortung trägt. Von dieser großen Zeitspanne entfallen im Mittel 2.950 h/a für den zur Regeneration vorgesehenen Aufenthalt im Bett.

Allerdings kann die dafür vorgesehene Liegestatt durch ihre immanente Eigenschaften und/oder allergologische, hygienische, physiologische, textile und andere Defizite einen erholsamen Schlaf stark negativ beeinflussen. Weitgehend unbekannt in der Bevölkerung ist diesbezüglich die Hausstaub- und Milbenthematik, insbesondere in Schlafräumen, hinsichtlich allergischer Sensibilisierung und Auslösung allergischer Symptome mit nachfolgender Leistungsminderung.

Die zum Stamm der Gliederfüßer zählende Klasse der Spinnentiere weist in einer der Unterklassen über 30.000

Milbenarten aus, von denen etwa 50 Milbenfamilien in Vorräumen und im häuslichen Lebensraum ein allergisches Potenzial bedeuten. Die verschiedenen Stämme der Hausstaubmilben (HM) machen etwa 80 % der Milben im

Wohnbereich aus. Die Sensibilisierungshäufigkeit gegen HM bei bereits anderweitig allergieerkrankten Personen liegt hierzulande bei 58 %.

Milben sind zumeist Allesfresser, wobei die wesentlichen Nahrungsquellen der HM menschliche Hautschuppen und darauf oft angesiedelte Pilzarten sind, wie sie in größerem Umfang (50.000 - 5.000.000) in Betten vorkommen, wenn diese nicht regelmäßig einer an sich üblichen Hygiene zugeführt werden. Allgemeine Wohnraumsauberkeit im Gegensatz zu Wohnungseinlichkeit im dermatologischen Sinne können aufgrund allergologischer Unkenntnis sehr wohl differieren und eine mehr medizinisch ausgerichtete Hygiene im Haushalt, insbesondere im Bettbereich der Kinder- und Elternschlafzimmer, erfordern. Durch die mehrstündige Belastung des Schläfers mit Milbenallergenen reduziert sich die nächtliche Erholung aufgrund übermäßiger Beanspruchung des Immunsystems und ist so mitbeteiligt am allergischen Asthma und dem damit einhergehenden »Chronic Fatigue Syndrome« (Chronische Abgeschlagenheit). Allergologische Präventivmaßnahmen, die im Privatbereich beginnen, sind ein wesentlicher Beitrag, die bisher steigende Allergiehäufigkeit bei Erwachsenen und Kindern zu senken und damit auch Krankenkosten und Arbeitsausfalltage einzusparen.



Elektronenmikroskop-Aufnahme einer Milbenfamilie beim Vertilgen einer Hautschuppe. Natürliche Größe: 0,1 - 0,5 mm

Diebschlag, W.; Diebschlag, B.:
Hausstauballergien, 2. erweit. Aufl. mit 190 S., 38 Abb., 17 Tab. im Text + 19 Tab. im Anhang, H. Utz Verlag, München 2000. ISBN 3-89675-931-0, DM 24,80.

Abstract

This study aims to measure screen quality of three Video display terminals (VDUs) using a subjective method. The test procedure resembled the method described in ISO-9241-3 annex-C (visual performance and comfort test). Fourteen participants were asked to perform a visual search task on all three displays and to subjectively rate the visual comfort level with each. The displays used in the experiment were a CRT benchmark display, an old CRT-display and a new LCD-display.

Subjective Evaluation of Screen-Quality of Three VDUs Following The Methodology Described in ISO 9241-3 annex-C

Sonja Hermann, Oliver Sträter, Jörn Zülch

For the statistical treatment of results the Wilcoxon test was chosen over the suggested less well known Barnard-U-Test. The results from the data analysis showed no significant difference in the visual search task between displays. However, questionnaire results indicated that the LCD display was seen as most comfortable.

Results might be explained by shortcomings of the ISO 9241-3 methodology. Those shortcomings are discussed and suggestions and recommendations for improvement are given.

Keywords: Subjective, screen quality, ISO 9241-3

1. Introduction

In 1992 the International standard ISO 9241-3 was introduced for quantitative evaluation of displays which evolved from the German Standards for Displays DIN 66 234. A display is only compliant with the standard when certain characteristics such as character contrast, character sharpness and other defined physical parameters are met. The "Visual Performance And Comfort Test", described in Annex C of ISO 9241-3, is an addition to the standard for new display technologies (e.g. LCD screen) where compliance cannot be tested through physical measures alone. A display only reaches conformity with the standard if certain requirements described in ISO 9241-3 (character contrast, character sharpness and other defined physical parameters) are met. Therefore, the International Standard ISO 9241-3 Annex C is concerned with the subjective evaluation of screen quality of new displays such as flat panel displays, electroluminescent-, field emission or liquid crystal displays, for which conventional physical parameters described in ISO 9241-3 cannot be applied.

The test is designed to reflect the user's perception of display quality, thereby creating a measure that reliably represents visual comfort experienced by the user.

1.1. Background/ Problem

Various characteristics define visual comfort. At the performance level, it must be a reliable measure and represent the user's notion of perception. Further, visual comfort should facilitate the development of concrete associations between screen quality and user performance by reliably and accurately assessing performance measures.

Visual comfort has been defined (Roufs and Boschman 1997) as: The ease with which the information can be read from the screen" ... largely determined by perceptual quality, which is defined as "the degree of excellence of the image that is determined by sharpness, brightness and contrast" (Roufs and Boschman, 1992). Other factors which attribute to the subjective perception of screen quality are "character sharpness", which is dependent on brightness (Krueger, 1989) and luminance contrast.

These studies indicate that low luminance contrast and viewing distance had an intensifying effect on complaints of visual fatigue following characteristic Visual Display Terminal (VDT) tasks. Subjective ratings confirmed these findings, suggesting that comfort increases rapidly with contrast and font size, however, that either extreme was perceived as uncomfortable.

Boschman's ISO Standard 9241-3 addendum was proposed as an alternative, user-centred approach for testing screen quality of display technologies. Beyond the physical parameters specified in ISO 9241-3, emphasis was put on the user with target measures including performance speed and subjective ratings of visual comfort.

Preliminary work conducted by Boschman and Roufs support the method, propounding that the measures in the addendum are sufficiently sensitive to discriminate between different displays (Boschman and Roufs, 1993, Roufs and Boschman, 1997).

2. Objective

The aim of this study is to examine the usability of ISO 9241-3 Annex C "visual performance and comfort test" to detect quality differences of a CRT screen, referred to as the reference display and a display technology which can not be tested with the physical parameters used in ISO 9241, for this purpose an LCD screen was chosen.

Additionally, the monitor quality of an old CRT monitor was assessed by the participants against the reference display as an extra validation tool. The proposed research plan therefore compares the monitor qualities of three monitors, an old CRT Monitor visibly poor in perceptual quality, a new CRT monitor known to be within the ISO 9241-3 standards and an LCD monitor. According to the ISO 9241-3 Annex-C "visual performance and comfort test" "performance is achieved when both the search velocity for the test display is not significantly longer and the perceived quality of the test display is not significantly lower than that of the benchmark display".

It would be expected that performance measure "reading time" and the subjective measure "judgement of screen quality" show a significant difference between CRT monitors of different quality where the CRT monitor of lower quality is expected to show an increase in reading times compared to the reference screen (CRT new with visibly better quality). If no performance or quality differences are yielded in this comparison then it is doubtful, that the proposed measures are adequate to distinguish between sharp and blurred character sets as represented by the new CRT and old CRT respectively. If only differences are detected by comparing different display technologies, it suggests that not display quality but merely the difference in display technology is detected.

The research seeks to test whether the monitors differ with regards to reading speed and subjective ratings of visual comfort.

The primary hypothesis is that the measure of reading times will yield significant differences between the old CRT monitor and the new CRT monitor, but will not differ significantly between CRT new and LCD monitor. Subjective ratings were previously found to be an adequate measure of determining differences in display quality (Chi and Lin 1998, Roufs and Boschman 1992, Jaschinski-Kruza 1988, Boschman 1991)

3. Method

3.1. Subjects

9 male and 5 female subjects with an age range from 18 to 54 (mean age 30,6 years) took part in the study. All 14 subjects had satisfactory visual acuity if necessary corrected in both near and far conditions. 12 out of 14 subjects used a computer regularly. 9 of them had used a computer for more than 3 years. 6 out of 14 used their computer less than 3 hours a day while the others used it up to two-hour or more than 3 hours a day.

3.2. Experimental Conditions

3.2.1. Equipment

Three different monitors were used to display the test condition (pseudo text). (See table 1)

Displays used	Screen technology	Model	diagonal/ year of built / hours used	pixel resolution	refresh rate
Benchmark-display (Reference) ("CRT-new")	Cathode Ray Tube (CRT) SONY Trinitron	ELSA Econo 17H96	17" / 1996 / approx. 200 hrs.	728 x1024	80 Hz
Test- display 1 (LCD)	LCD-TFT- Flat panel	ACER F15	15" / 1999 / approx. 50 hrs.	728 x1024	0 Hz
Test- display 2 ("CRT-old")	CRT SONY Trinitron	SONY CPD 1404E	14" / 1990 / approx.. 10,000 hrs.	SVGA 600 x 800	60 Hz

Table 1: Display features

The pseudo text was displayed as black characters on white background (positive polarity presentation).

The experimental design and testing was carried out according to the testprocedure described in ISO 9241-3 although a third monitor was used in the evaluation procedure for validation purposes. The participants viewed the monitor at a distance of 500 mm and a line of sight angle ranging between 10 - 30 ° below horizontal. Under those conditions test participants viewed the pseudo text (upper case letter size 2,3 mm, lower case letter size = 2,1 mm) with a viewing angle of Alpha = 15,8 minutes of arc. This creates a visual acuity demand (V) of $V = 1/\alpha$ = 0,06 which was kept constant for each monitor condition.

The diffuse illumination E_{diff} at the centre of the display was adjusted according to ISO 9241-3 (1992) to a value where $E_{diff} = 250 [lx] + 250 \cos A [lx]$. A is the angle formed by the intersection of the plane tangent to the centre of the horizontal plane. In the experimental set-up A = 75° with a monitor inclination of 15° equals a diffuse illumination $E_{diff} = 315$ lux. No specular reflections were present on the screen surface. The monitor was concealed with regards to brand or display type to rule out possible bias subjects may have regarding appearance.

In accordance with the procedure described in the ISO Standard 9241-3 annex C a pre-set contrast and brightness was chosen. Using the formula $K = L_z / L_u$ for positive polarity displays Character contrast was determined for all three displays with a photometer (see table 2).

Display type	Character contrast (L_z/L_u)
Benchmark (CRT new)	1 : 8
Testdisplay 2 (CRT old)	1 : 8
Testdisplay 1 (LCD TFT)	1 : 50

Table 2 character contrast for measuring reading time

If necessary, slight variations were made to ensure the same contrast ratio. Due to the backlighting of the LCD screen a contrast ration of 1: 8 was unable to be achieved. A contrast ratio of 1:50 was chosen, which was comparable with the settings of the CRT displays. Due to different display technology (pixel generation) it was not possible to create the same high luminance contrast with the CRT display than with the LCD TFT display ("switched filters" and backlighting of the LCD display).

Before each experimental condition luminance ratios of the displays and room illumination was measured and adjusted accordingly if it deviated from 315 lx using a lux meter.

3.2.2. Environmental Conditions

If deviant from the reference value, room illumination was adjusted using additional dimmable lighting. A height adjustable chin rest was used to guarantee a constant viewing distance. To counteract influences of other variables the experimental set-up was consistent within and between subjects.

3.3. Stimuli: Pseudo Texts

A pseudo text is a string of letters, which are randomly chosen and are

spaced like words, although they do not make sense. Displayed pseudo texts were obtained from the IPO home page ><http://iris19.ipb.tue.nl:8010/cgi-bin/pedit.cgi><, using the pedit pseudo text generator remotely over the Internet. Texts randomly chosen and presented to the subjects in powerpoint presentation mode. Subjects used the n key on the keyboard to switch to the next text. Character height for upper case and lower case letters was 2.3 mm and 2.0 mm with a font size of 11 pt respectively. Characters displayed on the old CRT appeared to be smaller and therefore were adjusted to yield the same character height as displayed on the CRT new and LCD screen (see fig. 1 for pseudo text example).

3.4. Procedure

Prior to the experiment each subject was asked to complete a questionnaire regarding his/her computer experience. Before the experiment each subject was given 10 pseudo texts for practice purposes and to rule out training effects. The experiment consisted of a visual search task, which was performed on all three monitors CRT old, CRT new and LCD. 20 pseudo texts were displayed for each monitor. Participants were required to detect all 12 target letters A in a block of pseudo text. Breaks in-between subsequent pseudo texts were restricted to 60-sec. max. Breaks during the change of monitors were restricted to 20 min during which the subjects were absent. ISO 9241-3 Annex C uses reading velocity as the objective measure. Reading velocity is defined as the constant number N (number of letters + spaces within each pseudo text) / reading time. However, the nature of pseudo texts influence the search strategy, therefore, it was decided to use reading time instead of reading velocity (see 5.1).

After each trial, participants were required to judge the respective display with respect to visual comfort. At the end, subjects were asked to give any additional comments.

4. Results

4.1. Data Processing

Two types of measures were statistically analysed. The first one is the objective measure of reading time, the second is the subjective judgement of visual comfort. Reading time was measured in seconds while visual comfort was judged on a nine point rating scale. Mean reading times were recorded for each subject in Excel 7.0 and subsequently transferred into SPSS version 8.0 for further statistical analysis.

4.2. Statistical Data Analysis

The ISO Standard leaves the choice of statistical test, although it suggests the use of Barnard's U-test. It describes a sequential test procedure where the number of subjects is increased until non-significance is reached (test display is compliant). The advantage of this method is that it only requires a small sample size (in some cases even 10-12 subjects might be sufficient). However, the main concern is the practicability of the procedure. The sample needs to reflect the distribution of the whole population in terms of distribution according to the measuring traits and in terms of a balanced order of test subjects. Any systematic variation in the sequence may therefore cause serious problems with this procedure (e.g. if for instance the test was not significant after the 8th test subject but became significant with the 9th.) It seems that such effects cannot be ruled out in practice when using human subjects. The order of test subjects is very likely to be influenced by confounding factors, e.g. friends try to have adjacent test-times, working people usually have no time during the daytime, performance varies over time of the day, etc...

To rule out such effects, a non-parametric testing was used for both data sets. Non-parametric tests are less sensitive to violations against normality. They are also called distribution free tests. However these tests require statistically sound numbers of participants to increase their power. For this purpose, the Wilcoxon matched pairs signed-ranks test is used. The Wilcoxon test first

```
WhNdzo zltpVY 1CCAe kDw he t3
TkW3rm8U ya BpE O2B L8y A5 She
PQtb 90DV1RCDG 1H pSM yEqZz 6F
jyA3 sATQesa ANUU VLH OuIp2JBE
vbR 11Y5rVr SA9mr DmPETLV 2uO2
7phnFd2oyT 83ee zKo8h KyiTJgAL
vXMu 6Kugm 3ElkxsOWhCK1FTMA T6
LUGF5 ad HsICt H0jkHV ssAq U8Q
8dW rmtfGqh HCsnGdyIMQEsT fo
ol XVw6 2VogMF06 PH uJD3c DXj8
yW 5LN 6Bv0 fGPhdZ Cn x9gUiAh3
fyFOauaxj Uek bkQz 2uZa MnNCN
4t HT30FuMUSo pqlguUh8tRbKL1Tn
EZ 33Q 6w fvVR 7B gyz N55 5Ami
7T5k 6bc2 ZH1 fJmDO GwJ9 ECKYm
Xob3m t9 SU ZR el 31Fg 1wc j4w
nToPDF RCUb nyMHS rMIOoizFL8dx
a2Z SD AK5R1 Q8jii wBeeA L2Rz0
```

Fig.1 example of pseudo text

computes the difference between the two values in each row, and analyses only the list of differences. The Wilcoxon test does not assume that those differences are sampled from a Gaussian distribution. To adjust for the small sample size, the Monte Carlo significant estimate was used.

4.3. Objective Measures

No significant difference in the distribution of scores in reading time was found when comparing new CRT - old CRT ($Z = -0,035$, $p > 0.05$) and new CRT and LCD monitor ($Z = -1,224$, $p > 0.05$) with each other. Fig. 2 shows that there was very little difference between the 25th and 75th percentile of CRT old and CRT new whereas the 75th percentile of the LCD reading times is lower and the 25th percentile is higher when compared with the CRT monitors though 50% of the values are within the range of the CRT displays. The noticeable difference is that the range is smaller, hence there is smaller inter-subject variation. It seems that the picture produced by the LCD monitor exhibited more stable conditions than the CRT monitors under the experimental

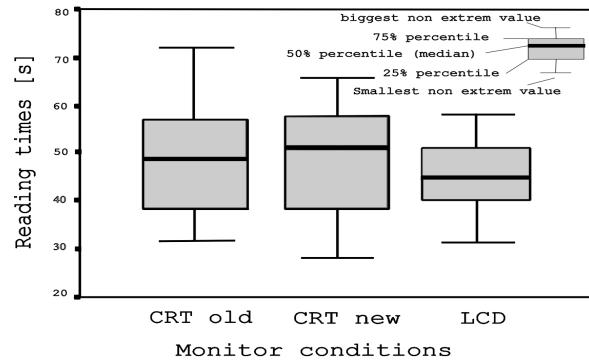


Fig.2 Reading time [s] dependant on monitor conditions

conditions.

4.4. Subjective Measures

The differences in the distribution of scores of subjectively perceived monitor quality were significant ($Z = -2.214$, $p < 0.05$). Fig. 3 shows the mean and standard deviations of all three monitors. The results show that the old CRT was judged to have the worst quality, the LCD display the best quality and that the new CRT featured somewhere in between. These results are somewhat contradicting and are discussed below.

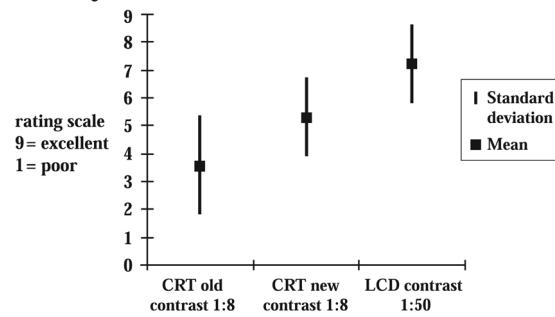


Fig.3 Means and standardsdeviations of subjective rating scores with CRT old, new and LCD

5. Discussion

The results of the analysis showed no significant differences in reading time (objective measure) but significant differences in display quality when visual comfort was assessed subjectively. According to ISO 9241-3 Annex-C conformance is achieved when both reading speed and subjective assessment is not significantly lower with the test display as with the benchmark display. A compliance therefore is not achieved. The hypothesis that display quality can be determined by using the variables of reading time and "subjective judgement of display quality" was not confirmed.

5.1. Confounding Variables To Impact Reading Time

The results showed a consistent decrease in reading time during the whole experiment. This observation might be explained by the substantial body of psychological literature, where reading time is often used as a dependent variable.

5.1.1. Stimulus characteristics

Reaction time seems an adequate indicator for signal quality. It is widely used in perception research to quantify the speed with which a person can respond to a certain stimuli. However, perceptual and cognitive processes impact the quality of this measure. The additive factors technique and the Sternberg paradigm (see Wickens, 1984; Sternberg, 1969) describe factors impacting reading time such as discriminability (i.e. similarity of signal and noise) and signal response compatibility.

ISO 9241-3 chose a constant stimulus to keep these effects constant. However, discriminability of the target "A" varied with context (e.g., "A5", "CAe" etc), thus affecting reading time. High variance always impacts the reliability of the statistical measure. Therefore, the increased variance related to using the ISO methodology, might determine compliance/non compliance with the norm, resulting in a falsely rejected or accepted test display.

5.1.2. Automation of search task

Another confounding variable within the measure of reading time is the tendency of the participants to automate the search task. LaBerge and Samuels (1974) discussed factors related to the automaticity of reading. They claim that "The rate of selecting an appropriate feature is quite slow at first. However after experiencing several discrimination tasks, subjects might develop visual search strategies, which enable them to move through the first stage of perceptual learning at an increasingly rapid rate".

Schneider and Shiffrin (1977) found similar effects. They claimed that stimuli are processed one at a time and referred to that as parallel processing. However, if the target varies from line to line (varied mapping condition) stimuli are processed sequentially. In our case, the target (here the capital letter A) is kept constant from line to line (consistent mapping condition). As a result the subjects adapt rapid parallel processing after some lines instead of the sequential search required by the ISO 9241-3. This behavior was reflected by subjects comments. They developed a search strategy, which enabled them to parallel search for the figural information contained in the letter "A". ISO 9241-3 Annex C therefore describes a consistent mapping condition resulting in rapid parallel processing of the test-material in an automatic or pre-attentive way. This psychological effect leads to failure of the basic assumption underlying the procedure suggested in ISO 9241-3 addendum. Calculating the average search velocity, therefore constitutes an inadequate measure for determining display quality.

In conclusion, the procedure in ISO 9241-3 addendum constitutes a dilemma: The test procedure has to be kept constant to avoid conflicts with the other factors impacting reaction time, but by keeping the conditions constant, the basic assumptions of the procedure are no longer valid.

5.2. Stimulus Quality

Optics defined a minimum character height for comfortable reading. By comparing those requirements with the character size in Boschman's visual search, respective character size (2.3 mm for upper case and 2.0 mm for lower case character) only demands a visual acuity of visus = 0.06. Considering that a visual acuity of visus 1.0 -1.5 would be sufficient for near distance tasks such as VDU work, a visus of 0.06 places very low demands on the visual system. (reducing the visual demand in half from 1.5 to 0.75 this is still about 10 times higher than a visus of 0.06). Only with character size near threshold level the differences in display quality would impact reading speed. This is supported by Miyao et al's. (1989) findings that readability is not influenced by VDT quality when characters are sufficiently large. It can be concluded that the test is not sufficiently sensitive in regards to character quality. Text characteristics and visual requirements impact the speed with which a target letter is recognised. The finding that reading time decreases regardless of monitor type during the course of the experiment may hereby be explained.

6. Conclusion

Psychological studies related to readability issues go somewhat in explaining the observed effects (decreased reading time within and between subjects). Levels of automaticity recognising the search letter and low visual demands placed on the subjects during the test procedure imply that reading time is not an adequate performance measure with regards to display quality. However, the subjective measure reflected the quality differences between displays. In conclusion, therefore, the measure of reading time alone, as it is proposed

in the ISO Standard 9241-3 Annex-C is not appropriate to reflect and compare screen quality of different display technologies. It is hoped that this investigation will further research towards a more holistic approach in the assessment of visual displays.

References:

- Boschman,M.C., Roufs,J.A.J., (1991).Visual Comfort and Performance. In: J.R. Cronoly-Dillon (Gen.Ed.): Vision and Visual Dysfunction, Vol. 15: Roufs, J.A.J.(Ed.): The Man Machine Interface. London: MC Millan Press, Chapter3, pp.24-40
- Boschman, M.C., Roufs, J.A.J., (1993). Visual Comfort and Performance Measures of VDUs Tested in Comparative Multi-Display Experiments. In: Luczak, H., et. al. (Ed.). (1993). Work with Display Units 92, Elsevier Science Publishers B.V., pp.278-282,
- Boschman, M.C., Roufs, J.A.J., (1997). Text Quality Metrics for Visual Display Units: II. An Experimental Survey. Displays 18, pp.45-64
- Chi, C-F., Lin, F-T., (1998). A Comparison of Seven Visual Fatigue Assesment Techniques in Three Data-Acquisition VDT Tasks. Human Factors 40 (4), pp.577-590
- Jaschinski-Kruza, W. (1988). Visual Strain During VDU Work: The Effect of Viewing Distance and Dark Focus. Ergonomics 33, pp. 1449-1465
- Krueger, H., (1989). Visual Function And Monitor Use. In: Vision and Visual Dysfunction. Ed.: Cronly-Dillon, J.R., Vol.1. Visual Optics and Instrumentation. London: Mac Millan Press, pp.55-69
- LaBerge, D., Samuels. S.J., (1974). Toward a Theory of Automatic Information Processing in Reading. Cognitive Psychology 6, pp.293-323
- Miyao, M., et. al., (1988). Effects of VDT Polarities and Presentation speed of Pupil Area. In Design a Better World. Procedings Sydney 2. pp.578-583
- Roufs, J.A.J., Boschman, M.C. (1992). Visual Comfort and Performance Measures of VDUs Tested in a Comparative Multi-Display Experiment - Methodological Aspects. In: Work with Display Units, Abstractbook from WWUD '92 3rd International Scientific Conference on Work with Display Units. Ed. Luczak, H. Papyrus Druck Berlin. D-25-D26
- Schneider, W. & Shiffrin, R. W. (1977). Controlled and automatic human information processing: Decision, search, and attention. Psychological Review, 84. p. 1-66.
- Sternberg, S. (1969). On the Discovery of Processing Stages, some Extensions of Donders' Method. Acta Psychologica. 35. p. 276-315.
- Wickens, C. D. (1984). Engineering Psychology and Human Performance. C. E. Merrill Publishing Com-pany, A Bell & Howell Company. Columbus, Toronto.
- Sonja Hermann
BMW AG
Forschungs und Ingenieurzentrum
Knorrstrasse 147
80788 München
- Oliver Sträter, Jörn Zülich
Lehrstuhl für Ergonomie
Technische Universität München
Boltzmannstrasse 15
85747 Garching