

Enzyklopädie der Psychologie

Ingenieurpsychologie

Wirtschafts-, Organisations- und Arbeitspsychologie

2



Hogrefe · Verlag für Psychologie
Göttingen · Bern · Toronto · Seattle

Enzyklopädie der Psychologie

ENZYKLOPÄDIE DER PSYCHOLOGIE

In Verbindung mit der
Deutschen Gesellschaft für Psychologie

herausgegeben von

Prof. Dr. Niels Birbaumer, Tübingen
Prof. Dr. Dieter Frey, München
Prof. Dr. Julius Kuhl, Osnabrück
Prof. Dr. Wolfgang Schneider, Würzburg
Prof. Dr. Ralf Schwarzer, Berlin

Themenbereich D
Praxisgebiete

Serie III

Wirtschafts-, Organisations- und Arbeitspsychologie

Band 2

Ingenieurpsychologie



Hogrefe • Verlag für Psychologie
Göttingen • Bern • Toronto • Seattle

Ingenieurpsychologie

herausgegeben von

Prof. Dr. Bernhard Zimolong, Bochum
und
Prof. Dr. Udo Konradt, Kiel



Hogrefe • Verlag für Psychologie
Göttingen • Bern • Toronto • Seattle

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

© 2006 Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG
Göttingen · Bern · Wien · Toronto · Seattle · Oxford · Prag
Rohnsweg 25, 37085 Göttingen

<http://www.hogrefe.de>

Aktuelle Informationen · Weitere Titel zum Thema · Ergänzende Materialien



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Satz: Grafik-Design Fischer, Weimar
Druck und Bindung: AZ Druck und Datentechnik, Kempten
Auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt
Printed in Germany

ISBN-10: 3-8017-1508-6
ISBN-13: 978-3-8017-1508-3

*Dem Begründer der deutschsprachigen Ingenieurpsychologie,
Friedhart Klix, gewidmet*

Autorenverzeichnis

Prof. Dr. Wolfram Boucsein

Bergische Universität Wuppertal
Lehrstuhl für Physiologische
Psychologie im Grundlagen-
und Anwendungsbereich
Max-Horkheimer-Str. 20
Gebäude Z
42097 Wuppertal
E-Mail: boucsein@uni-wuppertal.de

Dr.-Ing. Peter Brödner

Baumeisterstr. 48
76137 Karlsruhe
E-Mail: peter.broedner@t-online.de

Prof. Dr. Heiner Bubb

Technische Universität München
Lehrstuhl für Ergonomie
Boltzmannstr. 15
85747 Garching
E-Mail: bubb@tum.de

Dr. Markus Buch

Universität Kassel
Institut für Arbeitswissenschaft
Heinrich-Plett-Str. 40
34132 Kassel
E-Mail: buch@ifa.uni-kassel.de

Prof. Dr. André Büssing[†]

Technische Universität München
Lehrstuhl für Psychologie
Lothstrasse 17
80335 München

Dipl.-Psych. Beate Buß

Technische Universität Berlin
Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft
und Produktergonomie
Fasanenstr. 1/1
10623 Berlin
E-Mail: beate.buss@awb.tu-berlin.de

Dr.-Ing. Dipl.-Psych. Barbara Deml

Technische Universität München
Lehrstuhl für Steuerungs- und
Regelungstechnik
Theresienstr. 90
80290 München
E-Mail: barbara.deml@tum.de

Dr. Wolfgang Dzida

AiS-Institut für Autonome intelligente
Systeme
Fraunhofer Gesellschaft
53754 St. Augustin
E-Mail: wolfgang@dzida.de

Dr. Christian Ehrlich

Lehrstuhl für Industriebetriebslehre
und Arbeitswissenschaft
Technische Universität Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße
Geb. 42/310
67663 Kaiserslautern
E-Mail: cehrich@wiwi.uni-kl.de

Prof. Dr. Gabriele Elke

Ruhr-Universität Bochum
Lehrstuhl für Arbeits-
und Organisationspsychologie
Universitätsstr. 150
44780 Bochum
E-Mail: ge@auo.psy.rub.de

Dr.-Ing. Hans-Gerhard Giesa

Technische Universität Berlin
Institut für Psychologie
und Arbeitswissenschaften
Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme
Jebensstr. 1
10623 Berlin
E-Mail: giesa@mms.tu-berlin.de

Prof. Dr. Berthold Färber

Universität der Bundeswehr
Institut für Arbeitswissenschaft, Fakultät
Luft- und Raumfahrttechnik (LRT)
Werner-Heisenberg-Weg 39
85577 Neubiberg bei München
E-Mail:
berthold.farber@unibw-muenchen.de

Dr.-Ing. Matthias Göbel

Technische Universität Berlin
Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft
und Produktergonomie
Fasanenstr. 1/1
10623 Berlin
E-Mail:
matthias.goebel@awb.tu-berlin.de

Prof. Dr. Ekkehart Frieling

Universität Kassel
Institut für Arbeitswissenschaft
Heinrich-Plett-Str. 40
34132 Kassel
E-Mail: frieling@ifa.uni-kassel.de

Prof. Dr. Winfried Hacker

Technische Universität Dresden
Fachrichtung Psychologie
Arbeitsgruppe „Wissen – Denken –
Handeln“
01062 Dresden
E-Mail:
hacker@psychologie.tu-dresden.de

Prof. Dr. med. Wolfgang Friesdorf

Technische Universität Berlin
Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft
und Produktergonomie
Fasanenstr. 1/1
10623 Berlin
E-Mail:
wolfgang.friesdorf@awb.tu-berlin.de

*Prof. Dr. Kai-Christoph
Hamborg*

Universität Osnabrück
Arbeits- und Organisationspsychologie
Seminarstr. 20
49069 Osnabrück
E-Mail: khamborg@uni-osnabrueck.de

PD Dr. Günther Gediga

Westfälische Wilhelm-Universität
Münster
Fachbereich 7 – Psychologie
Psychologisches Institut IV
Fliegerstr. 21
48149 Münster
E-Mail: gediga@uni-muenster.de

Prof. Dr. Michael Herczeg

Universität zu Lübeck
Institut für Multimediale
und Interaktive Systeme
Ratzeburger Allee 160
23538 Lübeck
E-Mail: herczeg@imis.uni-luebeck.de

Prof. Dr. Guido Hertel

Universität Würzburg
LS Psychologie II, Arbeits- Betriebs-
und Organisationspsychologie
Röntgenring 10
97070 Würzburg
E-Mail:
hertel@psychologie.uni-wuerzburg.de

Prof. Dr. Herbert Heuer

Institut für Arbeitsphysiologie
an der Universität Dortmund
Ardeystraße 67
44139 Dortmund
E-Mail: heuer@ifado.de

Prof. em. Dr. Carl Graf Hoyos

Anwänden 5
82067 Ebenhausen
E-Mail: Hoyos@wi.tu-muenchen.de

Prof. Dr.- Ing. Gunnar Johannsen

Fachgebiet Systemtechnik
und Mensch-Maschine-Systeme
Universität Kassel
Mönchebergstraße 7
34125 Kassel
E-Mail: g.johannsen@uni-kassel.de

Prof. Dr. Werner Kannheiser

Ludwigs-Maximilians-Universität
München
Department Psychologie
Organisations- und Wirtschafts-
psychologie
Leopoldstr. 13
80802 München
E-Mail: kannheis@psy.uni-muenchen.de

Prof. Dr. Udo Konradt

Institut für Psychologie an der
Universität Kiel
Olshausenstr. 40
24098 Kiel
E-Mail: konradt@psychologie.uni-kiel.de

Prof. Dr. Rainer H. Kluwe

Helmut-Schmidt-Universität
Universität der Bundeswehr
Institut für Kognitionsforschung
Holstenhofweg 85
22043 Hamburg
E-Mail: Rainer.Kluwe@hsu-hh.de

Prof. Dr. Andreas Kruse

Institut für Gerontologie der Universität
Heidelberg
Bergheimer Str. 20
69115 Heidelberg
E-Mail:
andreas.kruse@urz.uni-heidelberg.de

*Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Dieter
Leimenstoll*

Technische Universität Kaiserslautern
Institut für Technologie und Arbeit
Gottlieb-Daimler-Straße Raum 42/332
67663 Kaiserslautern
E-Mail: dieter.leimenstoll@ita-kl.de

Prof. em. Dr.-Ing. Holger Luczak

Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH
Aachen
Bergdriesch 27
52062 Aachen
E-Mail: h.luczak@iaw.rwth-aachen.de

Prof. Dr. Dietrich Manzey

Technische Universität Berlin
 Institut für Psychologie und Arbeits-
 wissenschaft
 Fachgebiet Arbeits- und Organisations-
 psychologie
 Marchstr. 12, Sekr. F7
 10587 Berlin
 E-Mail: dietrich.manzey@tu-berlin.de

Dr.-Ing. Thomas Müller

Büro für arbeitswissenschaftliche
 Leistungen
 Grunewaldstr. 42
 12165 Berlin
 E-Mail: mueller@bfal.de

Prof. Dr. Lutz Packebusch

Institut für Arbeitssystemgestaltung
 und Personalmanagement (IAP)
 an der Hochschule Niederrhein
 Webschulstr. 33
 41065 Mönchengladbach
 E-Mail:
 lutz.packebusch@hs-niederrhein.de

Prof. Dr. Peter Richter

Institut für Arbeits-, Organisations-
 und Sozialpsychologie
 Technische Universität Dresden
 01062 Dresden
 E-Mail: peri@psychomail.tu-dresden.de

Prof. Dr. Bruno Rüttinger

TU Darmstadt
 Institut für Psychologie
 Alexanderstr. 10
 64283 Darmstadt
 E-Mail:
 ruettinger@psychologie.tu-darmstadt.de

Prof. Dr. Pierre Sachse

Professur für Allgemeine Psychologie
 Institut für Psychologie
 Leopold-Franzens-Universität Innsbruck
 Innrain 52
 A-6020 Innsbruck
 E-Mail: Pierre.Sachse@uibk.ac.at

Prof. Dr. Jürgen Sauer

Departement für Psychologie
 Universität Fribourg
 Rue de Faucigny 2
 CH-1700 Fribourg
 E-Mail: juergen.sauer@unifr.ch

Dr.-Ing. Ludger Schmidt

Forschungsinstitut für Kommunikation,
 Informationsverarbeitung und Ergonomie
 Forschungsgesellschaft für Angewandte
 Naturwissenschaften e. V. (FGAN)
 Neuenahrer Straße 20
 53343 Wachtberg
 E-Mail: l.schmidt@fgan.de

Prof. Dr. Wolfgang Scholl

Professur für Organisations- und Sozial-
 psychologie
 Humboldt-Universität zu Berlin
 Rudower Chaussee 18
 12489 Berlin
 E-Mail: schollwo@rz.hu-berlin.de

Prof. Dr. Norbert Semmer

Institut für Psychologie Universität Bern
 Lehrstuhl für Arbeits-
 und Organisationspsychologie
 Muesmattstr. 45
 CH-3000 Bern 9
 E-Mail: norbert.semmer@psy.unibe.ch

Dr. Oliver Sträter

Eurocontrol
 Human Factors & Manpower
 Rue de la Fuseé 96
 B-1130 Bruxelles
 E-Mail:
 Oliver.STRAETER@eurocontrol.int

Prof. Dr. Hartmut Wandke

Institut für Psychologie
 Humboldt-Universität
 Oranienburger Str. 18
 10178 Berlin
 E-Mail:
 hartmut.wandke@rz.hu-berlin.de

Prof. Dr. Klaus-Peter Timpe

Technische Universität Berlin
 Institut für Psychologie und Arbeits-
 wissenschaften
 Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme
 Jebensstr. 1
 10623 Berlin
 E-Mail: Timpe@mms.tu-berlin.de

Dr. Heike Ziemeck

Ruhr-Universität Bochum
 Lehrstuhl für Arbeits-
 und Organisationspsychologie
 Universitätsstr. 150
 44780 Bochum
 E-Mail: hz@auo.psy.rub.de

Prof. Dr. Rüdiger Trimpop

Friedrich-Schiller-Universität Jena
 Arbeits-, Betriebs- und Organisations-
 psychologie
 Humboldtstraße 27
 07743 Jena
 E-Mail: Ruediger.Trimpop@uni-jena.de

Prof. Dr. Bernhard Zimolong

Ruhr Universität Bochum
 Lehrstuhl Arbeits-
 und Organisationspsychologie
 Universitätsstr. 150
 44780 Bochum
 E-Mail: Bernhard.Zimolong@rub.de

Prof. Dr. Franziska Tschan

Université de Neuchâtel
 Groupe de psychologie appliquée 106
 Fbg de l'Hôpital
 CH-2000 Neuchâtel
 E-Mail: Franziska.tschan@seco.unine.ch

Prof. Dr. Klaus J. Zink

Lehrstuhl für Industriebetriebslehre
 und Arbeitswissenschaft
 Technische Universität Kaiserslautern
 Gottlieb-Daimler-Str.
 Gebäude 42/316
 67663 Kaiserslautern
 E-Mail: kjzink@wiwi.uni-kl.de

Vorwort

Im Vorwort zur Ingenieurpsychologie (IP) in der Reihe der Enzyklopädie der Psychologie stellten die damaligen Herausgeber Carl Graf Hoyos und Bernhard Zimolong fest: „In der Bundesrepublik Deutschland gibt es keine etablierte Ingenieurpsychologie“. Daran hat sich auch nach 15 Jahren seit dem Erscheinen der Enzyklopädie nichts geändert. Als Disziplin, d. h. als akademisches Prüfungsfach, ist die IP in der Arbeits- und Organisationspsychologie aufgegangen und im Wissenskanon und den Prüfungsaktivitäten der Arbeitswissenschaft verankert. Orientiert man sich allerdings an den vielfältigen nationalen und internationalen ingenieurpsychologischen Entwicklungen, Forschungsaktivitäten, wissenschaftlichen Kongressen und Publikationen, dann ist die wachsende Fülle an Aktivitäten in den Anwendungsbereichen der Produkt-, Verfahrens- und Systementwicklungen für die Bereiche Arbeit, Haushalt, Bildung und Freizeit beeindruckend. Darüber geben die 29 Kapitel des Bandes Auskunft.

Hinsichtlich der gestaltungsorientierten Zielsetzungen der Ingenieurpsychologie im deutschsprachigen Raum, wie sie im bisherigen Band formuliert wurden, gab es ebenfalls Fortschritte zu verzeichnen:

- Die Psychologie macht in einer von Technik geprägten Gesellschaft ihre Fähigkeit und Bereitschaft deutlich, diese Gesellschaft und den Umgang mit der Technik menschengerecht zu gestalten.
- Die Psychologie stellt Gestaltungswissen zur Verfügung; sie analysiert und entwickelt zusammen mit Ingenieuren und Informatikern technische Systeme. Allerdings ist diese Zusammenarbeit weiterhin eher als die Ausnahme zu betrachten.
- Die Psychologie beginnt sich stärker als früher – neben der dominanten Funktion der Analyse und Evaluation – als Gestaltungswissenschaft zu profilieren.

Rückblickend betrachtet konnte die Bedeutung der Psychologie als Gestaltungswissenschaft ausgebaut werden. Neben der allgemein akzeptierten Kompetenz auf dem Feld der humanen Gestaltung von Arbeit rückte der Aspekt der leistungseffizienten und gebrauchstauglichen Gestaltung verstärkt in den Vordergrund. Dazu trägt auch die Tendenz nach verbesserten Bedingungen der Arbeit in Hinblick auf Sicherheit, Gesundheit und Wohlbefinden bei, die sich in den geänderten gesetzlichen Auflage, Richtlinien und Normen niederschlägt.

Seit dem Erscheinen der Ingenieurpsychologie haben sich Aufgaben, Gestaltungsfelder und Kooperationspartner als Folge der wirtschaftlichen und technischen Entwicklung nachhaltig verändert. Jahrzehntelange stabile und beschäftigungsintensive Branchen in den Industrienationen verlieren an Bedeutung oder verlagern ihre Arbeitsplätze in andere Regionen der Welt. Weltumspannende Informations- und Kommunikationsnetze und logistische Systeme erlauben den Industrien überall dort zu produzieren oder Dienstleistungen anzubieten, wo sich billigere Arbeitskräfte rekrutieren lassen oder sich strategische Vorteile auf den Absatzmärkten ergeben. Auf dem heimischen Arbeitsmarkt erzwingen Globalisierung und Wettbewerbsdruck dadurch Veränderungen von Tätigkeiten, Beschäftigungsformen und Arbeitszeiten. Unübersehbar ist der Rückgang von einfachen produktionsorientierten und dienstleistungsorientierten Tätigkeiten. Zweistellige Zuwachsraten verzeichnen hingegen wissensbasierte Dienstleistungen wie Forschung und Entwicklung, Beratung, Organisation und Management, auch das Betreuen, Beraten und Lehren in privaten und öffentlichen Ausbildungs- und Weiterbildungseinrichtungen. Die Etablierung neuer Disziplinen, wie die des „Service-Engineerings“, kann als Antwort auf diese Veränderungen verstanden werden.

Die technische Entwicklung und die erweiterten Anwendungsmöglichkeiten von Maschinen und Computern haben vormals getrennte Entwicklungsrichtungen in der Arbeitswissenschaft und Informatik zusammengeführt. Arbeit und Freizeitaktivitäten sind durch den Umgang mit interaktiven eingebetteten Systemen geprägt. Computertechnik am Arbeitsplatz, Systeme der Unterhaltungselektronik, Mobiltelefone sowie mit Computertechnik ausgerüstete Haushaltgeräte können als typische interaktive Systeme angesehen werden, bei denen sowohl Bedien- als auch Benutzungsprozesse eine Rolle spielen. Das Internet mit seinen Möglichkeiten der globalen Vernetzung bleibt nicht mehr auf den Arbeitsbereich beschränkt, sondern durchdringt auch den Freizeitbereich und hebt damit die Trennung zwischen beiden Bereichen auf.

Durch den Einsatz der neuen weltumspannenden Informations- und Kommunikationstechnologien lässt sich Arbeit in bisher unerreichter Weise flexibilisieren: Die zeitliche und räumliche Entkoppelung ermöglicht die Individualisierung der Arbeit, aber auch eine größere Flexibilität in der Zusammenarbeit mit anderen. Die Auswirkungen der demografischen Entwicklung in den meisten Industrienationen auf die Arbeitsgestaltung, den Konsum und die sozialen Sicherungssysteme zeichnen sich zwar schon seit Jahren deutlich ab, sie beginnen aber erst jetzt die Entwicklungen und Gestaltungslösungen zu bestimmen.

Die Ingenieurpsychologie unterscheidet sich von anderen Bereichen der Angewandten Psychologie durch ihren Gestaltungsbezug. Für die Ingenieurpsychologie ist die Analyse kein Selbstzweck, sondern sie steht immer in unmittelba-

rem Bezug zur Planung, Gestaltung und Veränderung von Aufgaben, Produkten und soziotechnischen Systemen. Sie verändert Arbeitsbedingungen ohne die personenbezogenen Anpassungen zu vernachlässigen. Herangezogen werden psychologische Erkenntnisse aus den Grundlagenfächern, Theorien und Verfahren der angewandten Psychologie, aber auch Modelle und Vorgehensweisen zur Lösung praktischer Gestaltungsprobleme aus den Nachbardisziplinen. Als Beispiele können die Ergonomie, insbesondere die Softwareergonomie, die Informatik, die Medizin und die Organisationswissenschaften gelten. Normative Gestaltungsansätze wie in der Arbeitspsychologie spielen demgegenüber eine geringere Rolle.

Vor diesem Hintergrund haben sich die Herausgeber zu einer vollständigen Überarbeitung und einer anderen Schwerpunktsetzung des neuen Bandes entschieden. Der Band gliedert sich in acht Abschnitte:

1. Einführung
2. Psychologische Grundlagen
3. Grundlagen der Systemgestaltung
4. Verfahren für die Analyse, Planung und Gestaltung
5. Analyse und Gestaltung interaktiver Systeme
6. Qualität, Zuverlässigkeit und Gesundheit
7. Ausgewählte Anwendungsfelder
8. Ausblick

Nach einer Einführung werden im zweiten Abschnitt die psychologischen Grundlagen der Informationsaufnahme und -verarbeitung in drei Kapiteln behandelt. Im dritten Abschnitt folgen die Grundlagen der Systemgestaltung mit vier Beiträgen. Neu hinzugekommen sind die Kapitel über die Gruppenarbeit in Organisationen, die Organisationsgestaltung und die Dienstleistungen zwischen Unternehmen. Das ist der psychologische Beitrag zum Service Engineering. Der vierte Abschnitt behandelt die Verfahren für die Analyse, Planung und Gestaltung von Arbeit, Produkten und Systemen. Vier der fünf Beiträge wurden neu aufgenommen: die psychophysiologischen Methoden, die Aufgabenanalyse und die Arbeits- und Tätigkeitsanalysen. Das Kapitel über die alter(n)sgerechte Arbeitsgestaltung ist als Signal für den Beginn einer wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit den Konsequenzen der demografischen Entwicklung für die altersgerechte Arbeitsgestaltung gedacht. Für die Analyse und Gestaltung computergestützter, interaktiver Systeme wurde der fünfte Abschnitt mit drei neuen Kapiteln versehen. Im sechsten Abschnitt behandeln drei Kapitel die Qualität, Zuverlässigkeit sowie Sicherheit und Gesundheit. Zwei der drei Themen (Qualität, Sicherheit und Gesundheit) wurden neu aufgenommen. Der siebte Abschnitt mit neun Kapiteln zeigt exemplarisch in ausgewählten Anwendungsfeldern die Nutzung psychologischen Wissens für die Analyse,

Planung und Gestaltung von Systemen. Neue Anwendungsfelder sind insbesondere die Unterstützungsmöglichkeiten für Konstrukteure, die Telemanipulation und virtuelle Realität und die Gestaltung klinischer Arbeitssysteme. Im letzten Abschnitt wird vom vormaligen Herausgeber Graf Hoyos ein Resümee und der „Blick nach vorn“ gewagt.

Insgesamt umfasst der Band „Ingenieurpsychologie“ damit 29 Kapitel, an denen sich 51 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus unterschiedlichen Disziplinen beteiligt haben: aus der Psychologie, den Ingenieurwissenschaften, der Informatik, den Sozialwissenschaften und den Medizinwissenschaften. Damit liegt ein wahrhaft interdisziplinäres Werk vor. Gegenüber der ersten Auflage sind 10 Kapitel thematisch übernommen und inhaltlich gänzlich überarbeitet worden, 19 Kapitel sind neu hinzugekommen.

Nicht alle Gebiete konnten abgedeckt werden, dazu zählen u. a. der Einfluss von Normung und Standardisierung sowie der Einfluss kultureller Unterschiede auf die Entwicklung von Produkten und Systemen, auch die psychologischen Modelle zur Verursachung von Fehlern und die Verfahren zur Bestimmung von Fehler und Zuverlässigkeit in technischen Systemen sind entfallen bzw. nur in Ausschnitten enthalten.

Zur Sicherstellung eines international üblichen wissenschaftlichen Qualitätsstandard wurden alle Kapitel einem gründlichen Peer-review Verfahren unterzogen, an dem sich jeweils ein anonymer Gutachter und die beiden Herausgeber beteiligten. Das führte in Einzelfällen zu mehrfachen Überarbeitungsschleifen, leider auch zu Ablehnungen von Kapiteln. Die eigentliche Bewährungsprobe bleibt dem Urteil unserer Leser und Leserinnen überlassen, d. h. dem Grad der Akzeptanz und des Nutzens für Wissenschaft und Praxis.

Wir möchten an dieser Stelle allen herzlichen Dank sagen, die ihren Beitrag für das Gelingen des Bandes geleistet haben. An erster Stelle stehen die Autorinnen und Autoren, die mit ihrer wissenschaftlichen Kompetenz, aber auch Bereitschaft, einen anwendungsorientierten Beitrag zu leisten, das gestaltungsorientierte Konzept der Ingenieurpsychologie umgesetzt haben. Weiter sei besonders unseren beiden Sekretariaten, Frau Lazer, Herrn Lienenkamp, Frau cand. phil. Iris Martensen und Frau Florean für die redaktionelle Arbeit gedankt. Und nicht zuletzt möchten wir die fruchtbare Zusammenarbeit der beiden Herausgeber hervorheben. Ohne eine intensive Kooperation und Verbindung unterschiedlicher Perspektiven ließe sich ein so breites Gestaltungsfeld wie das der Ingenieurpsychologie nicht mehr nutzbringend aufbereiten und darstellen.

Bochum/Kiel, im Mai 2005

Bernhard Zimolong und Udo Konradt

Inhaltsverzeichnis

Teil I: Einführung

1. Kapitel: Gegenstand und Entwicklung der Ingenieurpsychologie Von Bernhard Zimolong

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Der Wissenschaftsbereich | 3 |
| 1.1 | Gegenstand und Funktion | 4 |
| 1.2 | IP als Disziplin | 7 |
| 1.3 | Arbeitswissenschaft und Ergonomie | 8 |
| 2 | Entwicklung der IP | 10 |
| 2.1 | Die Anfänge | 10 |
| 2.2 | Entwicklung im deutschen Sprachraum | 12 |
| 3 | Wissenschaftliche Grundlagen der IP | 14 |
| 3.1 | Grundlagen- und Gestaltungswissen | 14 |
| 3.2 | Modellvorstellungen | 18 |
| 4 | Gestaltungsfelder und weitere Entwicklung | 20 |
| 4.1 | Interaktive Systeme | 20 |
| 4.2 | Kognitive Arbeitsgestaltung | 22 |
| 4.3 | Künftige Entwicklungen | 25 |
| | Literatur | 27 |

Teil II: Psychologische Grundlagen

2. Kapitel: Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung Von Rainer H. Kluwe

| | | |
|---|----------------------------|----|
| 1 | Einleitung | 35 |
| 2 | Situation Awareness | 35 |
| 3 | Wahrnehmung | 37 |
| 4 | Sensorische Speicher | 39 |

| | | |
|------|---|----|
| 5 | Langzeitgedächtnis | 40 |
| 5.1 | Wissensformen | 41 |
| 5.2 | Wissensformen und Prozesssteuerung | 41 |
| 5.3 | Mentale Modelle | 43 |
| 5.4 | Mentale Modelle und Automation | 44 |
| 6 | Arbeitsgedächtnis | 45 |
| 7 | Aufmerksamkeit | 48 |
| 7.1 | Vigilanz | 48 |
| 7.2 | Selektive Aufmerksamkeit | 49 |
| 7.3 | Geteilte Aufmerksamkeit | 50 |
| 7.4 | Steuerung der Aufmerksamkeit und der Informationsverarbeitung ... | 51 |
| 8 | Urteilen und Entscheiden | 53 |
| 8.1 | Einfache Entscheidungen | 53 |
| 8.2 | Komplexe Entscheidungen | 54 |
| 9 | Ebenen der Informationsverarbeitung und Prozesssteuerung | 58 |
| 9.1 | Ebenen der Informationsverarbeitung | 58 |
| 9.2 | Störungsdiagnose | 59 |
| 10 | Informationsverarbeitung und Fehler | 60 |
| 10.1 | Situation Awareness und Fehler | 61 |
| 10.2 | Die Rolle von Automation | 64 |
| 11 | Informationsaufnahme und -verarbeitung unter Belastung | 65 |
| | Literatur | 67 |

3. Kapitel: Arbeitsbewegungen und motorische Fertigkeiten Von Herbert Heuer

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Aufgabenstellung, Freiheitsgrade und organismische Randbedingungen .. | 72 |
| 1.1 | Freiheitsgrade und organismische Randbedingungen | 74 |
| 1.2 | Fehler und organismische Randbedingungen | 78 |
| 1.3 | Kinematische Invarianzen | 83 |
| 1.4 | Die Anpassung von Bewegungen an die Außenwelt | 85 |
| 2 | Bewegungen mit Werkzeugtransformationen | 86 |
| 2.1 | Kinematische Transformationen | 87 |
| 2.2 | Dynamische Transformationen | 90 |
| 2.3 | Kontextabhängige Nutzung innerer Modelle von Transformationen | 92 |
| 3 | Einige Prinzipien des Erwerbs motorischer Fertigkeiten | 93 |
| 3.1 | Übungsverteilung und mentale Übung | 95 |
| 3.2 | Übungsvariabilität | 96 |

| | |
|--|----|
| 3.3 Rückmeldungen und Kenntnis des Resultats | 96 |
| 3.4 Simulatoren | 98 |
| Literatur | 99 |

4. Kapitel: Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten Von Winfried Hacker und Peter Richter

| | |
|---|-----|
| 1 Einordnung | 105 |
| 2 Ursprünge des Konzeptes | 106 |
| 3 Tätigkeit und Handlung als zentrale Komponenten von Arbeitsprozessen | 107 |
| 4 Handlung als psychologische Einheit von Tätigkeiten Tätigkeit – Handlung – Operation | 109 |
| 5 Rahmenbedingungen der psychischen Tätigkeits-/ Handlungsregulation als Angebote bzw. Hindernisse | 110 |
| 6 Sequenziell-hierarchische Tätigkeits-/Handlungsregulation | 111 |
| 7 „Ebenen“ (Modi) der Handlungsregulation | 114 |
| 8 Tätigkeitsleitende (Gedächtnis-)Repräsentationen als regulierende Invarianten | 116 |
| 9 Ziele als Regulationsinstanz von Arbeitstätigkeiten | 117 |
| 10 Zielentwicklung und -verfolgung bei innovativen Arbeitstätigkeiten mit offenem Ziel | 118 |
| 11 Regulation „innovierenden Handelns“ | 121 |
| 12 Regulation interaktiver, „dialogischer“ Arbeitstätigkeiten | 123 |
| 13 Vollständige Arbeitstätigkeiten als normatives Gestaltungskonzept | 124 |
| 14 Handlungspsychologische Bewertung von Arbeitstätigkeiten | 128 |
| 15 Zur Rolle des Tätigkeitsentwurfs beim Entwickeln technischer Systeme: Duales Entwerfen | 130 |
| 16 Erweitertes Verständnis von Arbeitstätigkeiten und deren Gestaltung | 131 |
| 17 Ausblick | 132 |
| Literatur | 133 |

Teil III: Grundlagen der Systemgestaltung

5. Kapitel: Grundlagen der Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen

Von Heiner Bubb und Oliver Sträter

| | | |
|-------|--|-----|
| 1 | Gegenstand ergonomischer Forschung | 143 |
| 1.1 | Was ist Arbeit? | 143 |
| 1.2 | Informationsfluss | 146 |
| 1.3 | Teilgebiete der Ergonomie | 148 |
| 1.4 | Entwicklungstendenzen in der Ergonomie | 151 |
| 1.4.1 | Ansatz: Modellierung des Menschen | 151 |
| 1.4.2 | Objektivierung von Handhabbarkeit und Komfort | 151 |
| 1.4.3 | Vorgehensweise bei der ergonomischen Gestaltung | 154 |
| 2 | Modellierung der Mensch-Maschine-Interaktion | 155 |
| 2.1 | Systemtechnische Grundlagen | 155 |
| 2.1.1 | Grundbegriffe der Systemergonomie | 155 |
| 2.1.2 | Regelungstechnische Methoden | 157 |
| 2.2 | Informationstechnisches Modell des Menschen | 160 |
| 2.2.1 | Eigenschaften der Informationsverarbeitung des Menschen ... | 160 |
| 2.2.2 | Regelungstechnische Modellierung des Menschen | 162 |
| 2.2.3 | Modellierung menschlicher Entscheidungen | 164 |
| 3 | Systemergonomische Aspekte kognitionsergonomischer Gestaltung | 166 |
| 3.1 | Kognitive Aspekte der Einbindung des Menschen in das Gesamtsystem | 168 |
| 3.2 | Kognitive Aspekte der Repräsentationsebene | 171 |
| 3.3 | Kognitive Aspekte der Dialogebene | 172 |
| 4 | Zusammenfassung und Ausblick | 175 |
| | Literatur | 177 |

6. Kapitel: Grundlagen der Gruppenarbeit in Organisationen

Von Guido Hertel und Wolfgang Scholl

| | | |
|-----|--|-----|
| 1 | Einleitung | 181 |
| 1.1 | Definitionen | 182 |
| 1.2 | Arten von Arbeitsgruppen | 182 |
| 1.3 | Lebenszyklusmodell der Gruppenarbeit | 184 |
| 2 | Aufbau und Konfiguration | 185 |
| 2.1 | Arbeitsauftrag | 185 |
| 2.2 | Dauer und Umfang der Zusammenarbeit | 186 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 2.3 | Führung und Autonomie | 186 |
| 2.4 | Aufgabengestaltung | 188 |
| 2.5 | Räumliche Verteilung | 189 |
| 2.6 | Auswahl der Mitglieder | 189 |
| 2.7 | Entlohnungssysteme | 191 |
| 3 | Initiierung und Start | 191 |
| 3.1 | Kick-off-Veranstaltung | 192 |
| 3.2 | Zielvereinbarungen | 192 |
| 3.3 | Entwicklung von Regeln | 193 |
| 3.4 | Schulung und Training | 193 |
| 4 | Regulation und Leistung | 194 |
| 4.1 | Formierung und Entwicklung von Gruppen | 194 |
| 4.2 | Gruppenstruktur | 195 |
| 4.3 | Normen, Regeln und Sanktionen | 196 |
| 4.4 | Motivation und Kooperation in Gruppen | 197 |
| 4.5 | Affektive Prozesse und Identifikation | 199 |
| 4.6 | Externe Ressourcen und politische Unterstützung | 200 |
| 4.7 | Controlling und Feedback | 201 |
| 4.8 | Optimierung der Informationsverarbeitung in Gruppen | 203 |
| 4.9 | Konfliktmanagement in Gruppen | 205 |
| 5 | Evaluation, Optimierung und Korrektur | 206 |
| 5.1 | Evaluation von Gruppenarbeit | 206 |
| 5.2 | Personal- und Teamentwicklung | 207 |
| 6 | Beendigung | 207 |
| 7 | Fazit | 208 |
| | Literatur | 208 |

7. Kapitel: Grundlagen der Organisationsgestaltung

Von Klaus J. Zink und Christian Ehrlich

| | | |
|-------|---|-----|
| 1 | Problemstellung | 217 |
| 2 | Theoretische Grundlagen der Organisationsgestaltung | 218 |
| 2.1 | „Betriebswirtschaftliche“ Konzepte | 218 |
| 2.1.1 | Klassische Organisationstheorien | 218 |
| 2.1.2 | Moderne Organisationstheorien | 220 |
| 2.2 | Sozialwissenschaftliche Konzepte | 223 |
| 2.3 | Ingenieurwissenschaftliche/praxeologische Ansätze | 224 |
| 2.4 | Integrative Konzepte | 224 |
| 2.5 | Relevanz der Organisationstheorien für praktische Gestaltungsempfehlungen | 225 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 3 | Gestaltungsbereiche der Organisation und grundlegende Instrumente | 226 |
| 3.1 | Aufbauorganisation | 226 |
| 3.2 | Ablauforganisation | 227 |
| 3.3 | Kerninstrumente der Organisationsgestaltung | 227 |
| 4 | Traditionelle Organisationsmodelle | 230 |
| 4.1 | Funktionale Organisationsformen | 230 |
| 4.2 | Divisionale Organisationsformen | 231 |
| 4.3 | Matrixorganisation | 232 |
| 4.4 | Sekundärorganisation | 232 |
| 5 | Neuausrichtung der Organisationsmodelle | 233 |
| 5.1 | Segmentierungsstrategien und Prozessorientierung | 233 |
| 5.2 | Integrationsstrategien und Kooperationsmodelle | 234 |
| 6 | Exkurs: Organisationsgestaltung und Technik | 238 |
| 7 | Organisationsentwicklung und lernende Organisation | 240 |
| 8 | Zusammenfassende Bewertung | 241 |
| | Literatur | 242 |

8. Kapitel: Dienstleistungen im Business-to-Business Geschäft Von Gabriele Elke und Heike Ziemeck

| | | |
|-------|--|-----|
| 1 | Der Dienstleistungsmarkt | 249 |
| 1.1 | Wirtschaftliche Bedeutung von Dienstleistungen | 249 |
| 1.2 | Dienstleistungen im industriellen Sektor | 250 |
| 1.3 | Vom Industrieunternehmen zum Dienstleister | 251 |
| 2 | Charakterisierung von Dienstleistungen | 252 |
| 2.1 | Dienstleistungsmerkmale | 253 |
| 2.2 | Kundenbezogene Erfolgsfaktoren | 253 |
| 2.3 | Psychologie der Dienstleistungen | 256 |
| 2.3.1 | Interaktion und Kommunikation | 256 |
| 2.3.2 | Vertrauen | 258 |
| 2.3.3 | Qualitätswahrnehmung und -beurteilung | 258 |
| 3 | Entwicklung und Management industrieller Dienstleistungen | 261 |
| 3.1 | Kunden- und Mitarbeiterorientierung | 261 |
| 3.2 | Service Engineering | 262 |
| 3.3 | Herausforderungen des Dienstleistungsmanagements und das GAP-Modell | 264 |
| 3.4 | Dienstleistungskultur | 265 |
| 3.5 | Organisationale Voraussetzungen einer Dienstleistungskultur | 267 |
| 3.6 | Human Resource Management | 268 |

| | |
|--|-----|
| 3.6.1 Personale Führung | 268 |
| 3.6.2 Einsatz von Personalsystemen | 270 |
| 3.6.3 Arbeitsgestaltung | 271 |
| 4 Zusammenfassung und Ausblick | 272 |
| Literatur | 274 |

Teil IV: Verfahren für die Analyse, Planung und Gestaltung

9. Kapitel: Methoden für die Planung, Gestaltung und Evaluation von Mensch-Maschine-Systemen Von Werner Kannheiser

| | |
|--|-----|
| 1 Ziele ingenieurpsychologischer Methoden | 283 |
| 2 Grundlagenorientierte Methoden | 286 |
| 3 Integrierende Technikgestaltungskonzepte | 288 |
| 3.1 Zeitliche Phasenmodelle | 288 |
| 3.2 Strukturierung ingenieurpsychologischer Vorgehensweisen durch Analyseebenen | 291 |
| 4 Projektspezifische Einzelverfahren | 292 |
| 4.1 Datenerhebungstechniken | 293 |
| 4.1.1 Beobachtungsverfahren | 293 |
| 4.1.2 Befragungsmethoden | 295 |
| 4.1.3 Analyse von Verhaltensergebnissen | 297 |
| 4.1.4 Arbeits- und Aufgabenanalysen | 297 |
| 4.2 Zur Frage der Gütekriterien ingenieurpsychologischer Methoden | 298 |
| 4.3 Datendarstellungstechniken | 298 |
| 4.3.1 Darstellung von Verläufen und Prozessen | 299 |
| 4.3.2 Zeitverlaufsstudien | 302 |
| 4.3.3 Netzwerkdarstellungen | 303 |
| 4.4 Simulationsverfahren | 304 |
| 4.4.1 Ziele dieser Verfahrensgruppe | 304 |
| 4.4.2 Symbolische Simulationen | 305 |
| 4.4.3 Simulatoren | 306 |
| 4.4.4 Prototyping | 307 |
| 4.5 Bewertung des Nutzerverhaltens und der Systemanforderungen | 308 |
| 4.5.1 Beurteilung des Nutzerverhaltens unter Zuverlässigkeits- aspekten | 308 |
| 4.5.2 Beurteilung der Aufgaben- und Systembedingungen | 311 |
| 5 Abschließende Bemerkungen | 311 |
| Literatur | 311 |

10. Kapitel: Psychophysiologische Methoden in der Ingenieurpsychologie

Von Wolfram Boucsein

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | Die Rolle der Psychophysiologie in der Ingenieurpsychologie | 317 |
| 2 | Psychophysiologische Messmethoden | 319 |
| | 2.1 Zentrales Nervensystem | 320 |
| | 2.2 Kardiovaskuläres und respiratorisches System | 320 |
| | 2.3 Biosignale der Haut | 322 |
| | 2.4 Somatomotorisches System | 323 |
| | 2.5 Körpertemperatur | 323 |
| | 2.6 Endokrines System | 324 |
| 3 | Modellierung psychophysiologischer Systeme | 324 |
| 4 | Typische Anwendungsgebiete psychophysiologischer Methoden | 331 |
| | 4.1 Gestaltung traditioneller Arbeitsplätze | 331 |
| | 4.1.1 Mechanisierte Arbeit | 332 |
| | 4.1.2 Computergestützte Arbeit | 334 |
| | 4.2 Gestaltung automatisierter Arbeitsplätze | 337 |
| | 4.2.1 Überwachungstätigkeiten | 337 |
| | 4.2.2 Adaptive Automatisierung | 338 |
| | 4.3 Gestaltung zeitlicher Rahmenbedingungen | 339 |
| | 4.3.1 Pausenzeiten | 339 |
| | 4.3.2 Arbeit zu ungewöhnlichen Zeiten | 340 |
| | 4.3.3 Überlange Arbeitszeiten | 342 |
| | 4.4 Gestaltung von Produkten | 344 |
| 5 | Zusammenfassung und Ausblick | 345 |
| | Literatur | 352 |

11. Kapitel: Aufgabenanalyse

Von Udo Konradt, Norbert Semmer und Franziska Tschan

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | Einleitung | 359 |
| 2 | Grundlagen der Aufgabenanalyse | 359 |
| | 2.1 Historische Entwicklung der Aufgabenanalyse | 359 |
| | 2.2 Disziplinäre Zugänge zum Aufgabenbegriff | 360 |
| | 2.3 Aufgabenanalyse als Ergebnis und Prozess | 362 |
| | 2.4 Merkmale von Aufgabenanalysen | 363 |
| 3 | Konzeptionelle Hintergründe der Aufgabenanalyse | 364 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 4 | Verfahren der Aufgabenanalyse | 370 |
| 4.1 | Erhebungsmethoden | 371 |
| 4.2 | Strukturell-vergleichende Verfahren der Aufgabenanalyse | 373 |
| 4.3 | Inhaltlich-aufgabenspezifische Verfahren | 374 |
| 4.4 | Modellierungsverfahren | 375 |
| 4.5 | Methodische Probleme und Probleme der Durchführung | 377 |
| 5 | Praxisfelder und Anwendungsbereiche | 379 |
| 6 | Neuere methodische Entwicklungen und konzeptionelle Erweiterungen .. | 380 |
| | Literatur | 382 |

12. Kapitel: Arbeits- und Tätigkeitsanalysen

Von Markus Buch und Ekkehart Frieling

| | | |
|-------|--|-----|
| 1 | Historische Entwicklung | 393 |
| 2 | Begriffsdefinition und Klassifikationsmöglichkeiten | 394 |
| 2.1 | Begriffsdefinition | 394 |
| 2.2 | Klassifikationsmöglichkeiten | 395 |
| 2.2.1 | Zielsetzung/intendierte Anwendung | 395 |
| 2.2.2 | Einsatzfeld/Anwendungsbereich | 397 |
| 2.2.3 | Theoretische Fundierung | 398 |
| 2.2.4 | Erhebungsgegenstand und Erhebungsmethodik | 399 |
| 3 | Ausgewählte Instrumente und Ansätze | 403 |
| 3.1 | Occupational Information Network | 403 |
| 3.2 | Teiltätigkeitslisten | 408 |
| 4 | Einbindung der Arbeitsanalyse in den Arbeitsgestaltungsprozess | 412 |
| 5 | Veränderte Einsatzbedingungen und ihre Implikationen | 413 |
| | Literatur | 417 |

13. Kapitel: Alter(n)sgerechte Arbeitsgestaltung

Von Andreas Kruse und Lutz Packebusch

| | | |
|-----|--|-----|
| 1 | Einleitung | 425 |
| 2 | Wissenschaftliche Befundlage | 429 |
| 2.1 | Zum Verständnis von Alter in unserer Gesellschaft | 429 |
| 2.2 | Multidimensionalität und Multidirektionalität von Altersprozessen | 430 |
| 2.3 | Kognitive Interventionsforschung | 431 |
| 2.4 | Leistungspotenziale und Leistungsgrenzen älterer Arbeitnehmer | 434 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 2.5 | Gesundheit und Leistungsfähigkeit | 436 |
| 2.5.1 | Fehlzeiten | 438 |
| 2.5.2 | Betriebliche Gesundheitsförderung | 440 |
| 2.6 | Weiterbildungsbeteiligung und ungenutztes Beschäftigungspotenzial | 441 |
| 3 | Praxisprojekte zur altersgerechten Arbeitsgestaltung | 444 |
| 3.1 | Strategien altersgerechter Arbeitsgestaltung | 444 |
| 3.2 | Ansätze einer altersgerechten Arbeitsgestaltung im Handwerk | 445 |
| 4 | Fazit | 447 |
| | Literatur | 449 |

Teil V: Analyse und Gestaltung interaktiver Systeme

14. Kapitel: Software-Ergonomie: Gestalten und Bewerten interaktiver Systeme

Von Wolfgang Dzida und Hartmut Wandke

| | | |
|-------|---|-----|
| 1 | Interdisziplinäre Wurzeln | 462 |
| 1.1 | Qualitätsmodell Usability (Gebrauchstauglichkeit) | 464 |
| 1.2 | Begriffssysteme | 467 |
| 1.2.1 | Funktionsteilung, Aufgabengestaltung und Interaktionsproblem | 467 |
| 1.2.2 | Usability im Nutzungskontext | 469 |
| 1.2.3 | Ebenen der Gestaltung und Bewertung | 470 |
| 2 | Bewerten und Testen | 472 |
| 2.1 | Systematik von Bewertungsmethoden | 472 |
| 2.1.1 | Beobachtung und Labortest | 473 |
| 2.1.2 | Produktinspektion | 473 |
| 2.1.3 | Benutzerbefragungen | 475 |
| 2.1.4 | Exploratives Prototyping und Modellierung | 476 |
| 2.2 | Qualitätsbewertung (Evaluierung) | 476 |
| 2.3 | Nutzungsqualität | 477 |
| 2.4 | Qualitätssicherung | 479 |
| 3 | Richtlinien, Gesetze und Normen | 479 |
| 3.1 | EG-Richtlinie und Bildschirmarbeitsverordnung | 479 |
| 3.2 | Usability-Normen | 480 |
| 3.3 | Style Guides und Gestaltungsrichtlinien | 482 |
| 4 | Software-Ergonomie und Web-Usability | 482 |
| 5 | Ausblick | 485 |
| | Literatur | 486 |

15. Kapitel: Methoden und Modelle für die Gestaltung gebrauchstauglicher Software

Von Kai-Christoph Hamborg und Günther Gediga

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | Einleitung | 495 |
| 2 | Ansätze zur Gestaltung gebrauchstauglicher Software | 496 |
| 3 | Analyse der Anforderungen | 499 |
| | 3.1 Methoden der Nutzeranalyse | 499 |
| | 3.2 Methoden der Arbeits- und Aufgabenanalyse | 500 |
| | 3.3 Methoden der Bedarfsanalyse | 502 |
| 4 | Iterative Systementwicklung | 503 |
| | 4.1 Einsatz von Prototypen als Gestaltungsmethodik: Das Prototyping ... | 503 |
| | 4.2 Beteiligung | 505 |
| 5 | Evaluation | 507 |
| | 5.1 Evaluationsziele | 507 |
| | 5.2 Evaluationskriterien | 507 |
| | 5.3 Methoden der Software-Evaluation | 509 |
| | 5.3.1 Deskriptive Evaluationsmethoden | 509 |
| | 5.3.1.1 Verhaltensbasierte Evaluationsmethoden | 509 |
| | 5.3.1.2 Befragungsbasierte Evaluationsmethoden | 511 |
| | 5.3.1.3 Benutzbarkeitstests | 512 |
| | 5.3.2 Prädiktive Evaluationsmethoden | 512 |
| | 5.3.2.1 Walkthrough-Methoden | 513 |
| | 5.3.2.2 Experteninspektionen und Heuristische Evaluation ... | 514 |
| | 5.3.2.3 Gruppendiskussion/-gespräch | 514 |
| | 5.3.2.4 Formale Methoden und automatisierte Evaluation ... | 515 |
| | 5.4 Vergleich von Software-Evaluations-Methoden | 515 |
| 6 | Von der Analyse zur Gestaltung | 516 |
| 7 | Nutzenaspekte | 518 |
| 8 | Ausblick | 520 |
| | Literatur | 521 |

16. Kapitel: Analyse und Gestaltung multimedialer interaktiver Systeme

Von Michael Herczeg

| | | |
|---|--|-----|
| 1 | Einleitung und Begriffe | 531 |
| | 1.1 Rollen und Anwendungsfelder multimedialer interaktiver Systeme ... | 532 |
| | 1.2 Interaktivität und Multimedialität | 533 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 1.3 | Kommunikation und Interaktion | 534 |
| 1.4 | Technische Medienkonvergenz | 535 |
| 1.5 | Physische und psychische Medienkonvergenz | 535 |
| 2 | Mentale Architekturen | 537 |
| 2.1 | Mentale Modelle | 537 |
| 2.2 | Semiotische Systeme | 538 |
| 2.3 | Sprache und Kommunikation | 540 |
| 2.4 | Raum und Handlung | 542 |
| 3 | Systemarchitekturen | 546 |
| 3.1 | Systemarchitekturen für kommunikative Systeme | 547 |
| 3.2 | Systemarchitekturen für handlungsorientierte Systeme | 549 |
| 4 | Medienentwicklung | 550 |
| 4.1 | Systems-Engineering | 551 |
| 4.2 | Cognitive-Engineering | 552 |
| 4.3 | Software- und Usability-Engineering | 553 |
| 4.4 | Medien-Engineering | 554 |
| 5 | Begrenzungen multimedialer interaktiver Systeme | 556 |
| | Literatur | 557 |

Teil VI: Qualität, Zuverlässigkeit und Gesundheit

17. Kapitel: Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement Von Klaus J. Zink und Dieter Leimenstoll

| | | |
|-----|--|-----|
| 1 | Entwicklung des Qualitätswesens | 566 |
| 1.1 | Qualitätsbegriffe | 566 |
| 1.2 | Qualitätskontrolle | 567 |
| 1.3 | Qualitätssicherung | 568 |
| 1.4 | Qualitätsmanagement | 569 |
| 1.5 | Total Quality Management (TQM) | 569 |
| 1.6 | (Business) Excellence | 570 |
| 2 | Die Normenreihe DIN EN ISO 9000 ff. | 571 |
| 2.1 | Entstehung | 571 |
| 2.2 | Zertifizierungswelle als Folge des Produkthaftungsgesetzes | 572 |
| 2.3 | DIN EN ISO 9000:2000 | 572 |
| 2.4 | Das Audit und der Zertifizierungsprozess | 575 |
| 2.5 | Kritische Anmerkungen zur Zertifizierung | 575 |
| 3 | Beispielhafte Methoden der Qualitätssicherung und -förderung | 576 |
| 3.1 | Qualitätssicherung durch Statistische Prozessregelung (SPC) | 577 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 3.2 | Qualitätsförderung durch mitarbeiterorientierte Maßnahmen | 579 |
| 3.2.1 | Problemlösungsgruppen | 579 |
| 3.2.2 | Teilautonome Arbeitsgruppen | 580 |
| 4 | Selbstbewertung auf der Grundlage von Excellence Modellen | 582 |
| 5 | Die Einführung umfassender Qualitätskonzepte als Organisations- entwicklungsprozess | 586 |
| 6 | Qualitätsmanagement in ausgewählten nicht-industriellen Bereichen | 588 |
| 6.1 | Soziale Dienstleistungsunternehmen | 588 |
| 6.1.1 | Warum Qualitätsaspekte in sozialen Dienstleistungs- unternehmen an Bedeutung gewinnen | 588 |
| 6.1.2 | Qualität sozialer Dienstleistungen | 589 |
| 6.1.3 | Ansätze eines Qualitätssteuerungssystems in sozialen Einrichtungen | 590 |
| 6.1.4 | Weiterentwicklung zu einem Qualitätsmanagementsystem | 591 |
| 6.1.5 | Qualitätsmanagement im Gesundheitswesen | 591 |
| 6.1.5.1 | Entstehung der Kooperation für Transparenz und Qualität im Krankenhaus (KTQ) | 592 |
| 6.1.5.2 | Das KTQ-Zertifizierungsverfahren | 592 |
| 6.2 | Qualitätsaspekte in der öffentlichen Verwaltung | 593 |
| 6.2.1 | Nationale Initiativen in Form von Qualitätspreisen | 595 |
| 6.2.2 | Die europäische Initiative CAF | 596 |
| 7 | Zusammenfassende Bewertung | 597 |
| | Literatur | 598 |

18. Kapitel: Verlässlichkeit von Mensch-Maschine-Systemen Von Hans-Gerhard Giesa und Klaus-Peter Timpe

| | | |
|-------|--|-----|
| 1 | Problemstellung | 603 |
| 2 | Der Bewertungsgegenstand „Mensch-Maschine-System“ | 604 |
| 3 | Definition der Verlässlichkeit und Abgrenzung des Bewertungs- ansatzes | 606 |
| 4 | Methodologische Einordnung der Bewertung der Verlässlichkeit von Mensch-Maschine-Systemen | 609 |
| 4.1 | Systemlebensphasen und Verlässlichkeitsbewertung | 609 |
| 4.2 | Verlässlichkeitsbewertung von Mensch-Maschine-Systemen als Gesamtsystemvalidierung | 610 |
| 4.3 | Methodische Ansätze zur Bewertung der Verlässlichkeit von Mensch-Maschine-Systemen | 611 |
| 4.3.1 | Modellbasierte Ansätze | 611 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 4.3.2 | Experimentelle Ansätze in Simulatoren | 612 |
| 4.3.3 | Erfahrungsbasierte Ansätze | 612 |
| 5 | Die Bewertungsebenen der Verlässlichkeit von Mensch-Maschine-Systemen und deren Operationalisierung | 613 |
| 5.1 | Verlässlichkeit als Gestaltungsziel von Mensch-Maschine-Systemen und Bewertungsebenen | 613 |
| 5.1.1 | Bewertungsebene „Erreichung des Systemzwecks“ | 614 |
| 5.1.2 | Bewertungsebene „Autorität des Menschen“ | 615 |
| 5.1.2.1 | Ansätze zur Erfassung der Situation Awareness | 617 |
| 5.1.2.2 | Ansätze zur Erfassung der Beanspruchung | 618 |
| 5.1.2.3 | Ansätze zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit | 618 |
| 5.1.3 | Bewertungsebene „Kompetenz des Menschen“ | 619 |
| 5.1.4 | Bewertungsebene „Funktionalität“ | 620 |
| 6 | Rahmenbedingungen für eine hohe Verlässlichkeit | 622 |
| 6.1 | Aufgabengestaltung und Parallel-iterative Systemgestaltung | 622 |
| 6.2 | Organisationales Lernen und Sicherheitskultur | 624 |
| | Literatur | 626 |

19. Kapitel: Gesundheitsmanagement

Von Bernhard Zimolong, Gabriele Elke und Rüdiger Trimpop

| | | |
|-----|--|-----|
| 1 | Perspektivenwechsel im Arbeits- und Gesundheitsschutz | 633 |
| 2 | Betriebliches Gesundheitsmanagement | 635 |
| 2.1 | Konzeptionelle Grundlagen | 635 |
| 2.2 | Empirische Befundlage | 639 |
| 3 | Management, Führung und Gesundheitskultur | 640 |
| 3.1 | Strukturelle und interaktive Führung | 640 |
| 3.2 | Personale Führung und Beteiligung | 641 |
| 3.3 | Gesundheitskultur und Gesundheitsklima | 643 |
| 4 | Management der Gesundheitsrisiken und Ressourcen | 645 |
| 4.1 | Psychische Belastungen und Ressourcen | 645 |
| 4.2 | Strategien der Risikokontrolle und Ressourcenförderung | 649 |
| 4.3 | Leistungsmessung und Leistungsüberprüfung | 650 |
| 5 | Gesundheitsförderung und Prävention | 652 |
| 5.1 | Interventionsarten | 652 |
| 5.2 | Verhaltens- und Stressmanagement | 654 |
| 5.3 | Beteiligung und Einbindung | 658 |
| 6 | Ausblick | 659 |
| | Literatur | 661 |

Teil VII: Ausgewählte Anwendungsfelder

20. Kapitel: Entwurfstätigkeiten und ihre psychologischen Unterstützungsmöglichkeiten

Von Winfried Hacker und Pierre Sachse

| | | |
|-------|--|-----|
| 1 | Entwurfstätigkeiten und Entwurfsdenken | 671 |
| 1.1 | Begriff und Einordnung von Entwurfstätigkeiten in ingenieur- und kognitions-psychologische Konzepte | 671 |
| 1.2 | Optimalstrategien des Entwerfens versus Einzelmerkmale des erfolgreichen Vorgehens beim Entwerfen | 674 |
| 1.3 | Ablauf von Entwurfstätigkeiten – Hybrides Vorgehen: „Opportunistisch mit systematischen Episoden“ | 676 |
| 2 | Unterstützungsbedarf und Unterstützungsmöglichkeiten konstruktiver Entwurfstätigkeiten | 678 |
| 2.1 | Unterstützungsbedarf und seine Systematisierung | 678 |
| 2.2 | Problem- bzw. Aufgabenanalyse – Analyse der Anforderungsstruktur von Entwurfsaufträgen | 681 |
| 2.3 | Unterstützung durch Darstellungshandeln – Skizzieren und Modellieren im Entwurfsprozess | 684 |
| 2.3.1 | Funktionen externer Unterstützungsformen | 685 |
| 2.3.2 | Unterstützungspotenzial des Skizzierens und Modellierens | 687 |
| 2.4 | Unterstützung durch Reflexion – Fragensysteme als Hilfsmittel beim Entwerfen | 688 |
| 2.5 | Entscheidungsunterstützung in konstruktiven Entwurfstätigkeiten ... | 692 |
| 2.6 | Unterstützung bei der Bewertung der Qualität von konstruktiven Lösungen | 693 |
| 2.7 | Unterstützung beim Analysieren, Bewerten und Planen von konstruktiven Entwurfstätigkeiten | 694 |
| 2.8 | Zeitweilig kooperatives Problemfinden und Problemlösen – hybride Kooperationsformen in Entwurfsprozessen | 696 |
| 3 | Ausblick | 699 |
| | Literatur | 701 |

21. Kapitel: Nutzerorientierte Gestaltung von Gebrauchsgütern

Von Jürgen Sauer und Bruno Rüttinger

| | | |
|-----|---|-----|
| 1 | Einleitung | 709 |
| 2 | Analyse und Bewertung von Gebrauchsgütern im Produktentwicklungsprozess | 710 |
| 2.1 | Phasen der Produktentwicklung | 711 |

| | |
|---|-----|
| 2.2 Methoden und Instrumente zur Analyse und Bewertung des Nutzer-Produkt-Systems | 712 |
| 2.3 Durchführung von Bewertungen des Nutzer-Produkt-Systems | 716 |
| 3 Gestaltungskriterien von Gebrauchsgütern | 717 |
| 4 Maßnahmen zur Gestaltung des Nutzer-Produkt-Systems | 720 |
| 5 Stand der Forschung | 722 |
| 5.1 Sicherheit | 723 |
| 5.2 Benutzbarkeit | 724 |
| 5.3 Umweltgerechtigkeit | 727 |
| 5.4 Marktgerechtigkeit | 729 |
| 6 Abschließende Bemerkungen und Ausblick | 730 |
| Literatur | 732 |

22. Kapitel: Fahrzeugführung und Assistenzsysteme Von Gunnar Johannsen

| | |
|---|-----|
| 1 Aufgaben und psychische Prozesse in der Fahrzeugführung | 737 |
| 1.1 Aufgaben der Fahrzeugführung | 737 |
| 1.2 Psychische Prozesse bei der Fahrzeugführung | 741 |
| 2 Spezielle Aufgabensituationen | 743 |
| 2.1 Kraftfahrzeugführung | 743 |
| 2.2 Schienenfahrzeugführung | 745 |
| 2.3 Schiffsführung | 745 |
| 3 Mensch-Fahrzeug-Kommunikation | 746 |
| 3.1 Wahrnehmung und Anzeigen | 746 |
| 3.2 Handlung und Bedieneingaben | 748 |
| 4 Manuelle Fahrzeugregelung | 749 |
| 4.1 Experimentelle Untersuchungen | 749 |
| 4.2 Grundlegende Regler-Mensch-Modelle | 751 |
| 4.3 Fahrer-Modelle | 753 |
| 4.4 Überwachend-eingreifende Regelung als Supervisory Control | 756 |
| 4.5 Bewertung der Modelle des Menschen | 757 |
| 5 Fehlermanagement und Planung | 758 |
| 5.1 Fehlermanagement im Fahrzeug | 759 |
| 5.2 Online-Planungsverhalten des Fahrzeugführers | 760 |
| 6 Unterstützungs-, Assistenz- und Infotainmentsysteme | 761 |
| 6.1 Entscheidungsunterstützungs- und Assistenzsysteme | 761 |
| 6.2 Infotainmentsysteme | 763 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 7 | Fahrerassistenzsysteme | 764 |
| 7.1 | Automatisierung im Straßenverkehr | 764 |
| 7.2 | Realisierte Assistenzsysteme | 767 |
| 8 | Training und Simulatoren | 769 |
| 9 | Schlussbemerkung | 770 |
| | Literatur | 771 |

23. Kapitel: Luft- und Raumfahrt

Von Dietrich Manzey und Thomas Müller

| | | |
|-------|---|-----|
| 1 | Einleitung | 777 |
| 2 | Luftfahrt | 778 |
| 2.1 | Organisation und Arbeitsprozesse in der Luftfahrt | 779 |
| 2.2 | Automatisierung und Anforderungen | 780 |
| 2.3 | Situation Awareness und verwandte Konzepte der Luftfahrt- psychologie | 782 |
| 2.4 | Technisch-organisatorische Entwicklungen mit ingenieur- psychologischer Relevanz | 783 |
| 2.4.1 | Leistungssteigerung der Flugsicherung | 783 |
| 2.4.2 | Free Flight | 785 |
| 2.4.3 | Bord-Boden-Kommunikation und Data-Link | 786 |
| 2.5 | Resümee und Ausblick | 787 |
| 3 | Raumfahrt | 788 |
| 3.1 | Probleme der menschlichen Adaptation an die Weltraum- bedingungen | 790 |
| 3.1.1 | Physiologische Anpassungsprozesse | 790 |
| 3.1.2 | Schlafregulation und zirkadiane Rhythmik | 791 |
| 3.1.3 | Psychologische Adaptation an Langzeitmissionen | 792 |
| 3.2 | Kognitive und psychomotorische Leistungsfähigkeit von Astronauten | 792 |
| 3.2.1 | Befunde neurowissenschaftlicher Untersuchungen | 792 |
| 3.2.2 | Befunde systematischer Leistungsuntersuchungen | 794 |
| 3.3 | Interaktion und Kooperation von Astronauten | 796 |
| 3.4 | Psychologische und ergonomische Maßnahmen | 797 |
| 3.5 | Resümee und Ausblick | 799 |
| | Literatur | 800 |

24. Kapitel: Prozessführung und -überwachung in komplexen Mensch-Maschine-Systemen

Von Ludger Schmidt und Holger Luczak

| | | |
|-------|---|-----|
| 1 | Technischer Prozess | 807 |
| 1.1 | Klassifizierungen technischer Prozesse | 808 |
| 1.2 | Modellierung technischer Prozesse | 809 |
| 2 | Prozessführung | 810 |
| 2.1 | Steuerung und Regelung | 810 |
| 2.2 | Automatisierung | 812 |
| 2.3 | Arbeitsorganisation | 815 |
| 3 | Verhalten des Operators | 817 |
| 3.1 | Entscheidungsleiter-Modell für die Informationsverarbeitung | 818 |
| 3.2 | Informationsaufnahme | 821 |
| 3.2.1 | Visuelle Suche und Wahrnehmung | 821 |
| 3.2.2 | Alarmgebung und Signalentdeckung | 823 |
| 3.3 | Informationsverarbeitung | 824 |
| 3.3.1 | Aktivierung | 824 |
| 3.3.2 | Beobachtung und Identifizierung eines Alarmzustandes | 825 |
| 3.3.3 | Regelbasierte Ableitung des Handlungsbedarfs | 826 |
| 3.3.4 | Bildung von Zustandsgrößen | 826 |
| 3.3.5 | Wissensbasierte Analyse und Handlungsplanung | 828 |
| 3.4 | Mentale Modelle | 829 |
| 3.5 | Antizipation | 830 |
| 3.6 | Vigilanz, Monotonie und Stress | 832 |
| 4 | Ausblick | 833 |
| | Literatur | 834 |

25. Kapitel: Telemanipulation und virtuelle Realität

Von Barbara Deml und Berthold Färber

| | | |
|-----|--|-----|
| 1 | Einführung und Anwendungsfelder | 839 |
| 1.1 | Montageroboter im Weltraum | 840 |
| 1.2 | Operationsroboter in der Herzchirurgie | 842 |
| 1.3 | Virtuelles Training | 844 |
| 1.4 | Virtuelle Produktentwicklung | 845 |
| 2 | Ein- und Ausgabegeräte | 846 |
| 2.1 | Optische Systeme | 846 |
| 2.2 | Akustische Systeme | 848 |
| 2.3 | Haptische Systeme | 850 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 2.3.1 | Kraftrückmeldende Systeme | 851 |
| 2.3.2 | Taktile Systeme | 852 |
| 3 | Virtuelle Simulation | 854 |
| 4 | Telepräsenz | 856 |
| 5 | Gestaltung der Mensch-System-Schnittstelle | 858 |
| 5.1 | Effektive Schnittstellengestaltung | 858 |
| 5.2 | Effiziente Schnittstellengestaltung | 859 |
| 6 | Forschungsbedarf | 860 |
| | Literatur | 861 |

26. Kapitel: Telekooperation

Von André Büssing und Udo Konradt

| | | |
|-------|---|-----|
| 1 | Einleitung | 871 |
| 2 | Grundlagen der Telekooperation | 872 |
| 2.1 | Telekooperation und verteilte Systeme | 872 |
| 2.2 | Kommunikation | 873 |
| 2.3 | Kooperation und Koordination | 874 |
| 2.4 | Telemedien | 875 |
| 2.5 | Szenarien der Telekooperation | 879 |
| 3 | Modelle der Telekommunikation und Telekooperation | 879 |
| 3.1 | Aufgabenbezogene Modelle | 880 |
| 3.2 | Prozessbezogene Modelle | 881 |
| 3.3 | Ingenieurpsychologische Bewertung | 884 |
| 4 | Telekooperation und ihre Anwendungen | 885 |
| 4.1 | Groupware | 885 |
| 4.1.1 | Klassifikation von Groupware | 885 |
| 4.1.2 | Wirksamkeit des Groupware-Einsatzes | 887 |
| 4.2 | Telearbeit | 889 |
| 4.2.1 | Begriff und Formen der Telearbeit | 890 |
| 4.2.2 | Ressourcen, Wirkungen und Folgen der Telearbeit | 891 |
| 4.2.3 | Bewertung von Telearbeit | 891 |
| 4.3 | Virtuelle Teams | 894 |
| 4.4 | Erweiterte telekooperative Szenarien | 894 |
| 5 | Gestaltung telekooperativer Arbeit | 897 |
| 6 | Zukunft telekooperativer Arbeit | 898 |
| | Literatur | 898 |

27. Kapitel: Gestaltung komplexer klinischer Arbeitssysteme Von Wolfgang Friesdorf, Matthias Göbel und Beate Buß

| | | |
|-------|---|-----|
| 1 | Besonderheiten des klinischen Arbeitssystems | 907 |
| 1.1 | Die Entwicklung des Gesundheitswesens | 907 |
| 1.2 | Spezifika des klinischen Arbeitssystems | 908 |
| 2 | Gestaltungsaspekte des klinischen Arbeitssystems | 910 |
| 2.1 | Die Art der Aufgabenstellung(en) | 910 |
| 2.2 | Die Akteure | 911 |
| 2.2.1 | Qualifikationserfordernisse | 911 |
| 2.2.2 | Belastung und Beanspruchung des klinischen Personals | 912 |
| 2.3 | Die Werkzeuge und Technologien | 914 |
| 2.3.1 | Gerätezusammenstellung am Arbeitsplatz | 914 |
| 2.3.2 | Geräteergonomie | 916 |
| 2.4 | Die Arbeitsumgebungsbedingungen | 918 |
| 2.5 | Die Organisationsstrukturen | 921 |
| 3 | Patientensicherheit im klinischen Arbeitsfeld | 921 |
| 3.1 | Epidemiologie der medizinischen Fehlbehandlung | 922 |
| 3.2 | Die Bedeutung des „menschlichen Fehlers“ | 923 |
| 4 | Analyse- und Gestaltungsmethoden | 924 |
| 4.1 | Quantitative Methoden | 925 |
| 4.2 | Qualitative Methoden der Prozessanalyse | 925 |
| 4.3 | Analysemethoden zur Optimierung der Patientensicherheit | 926 |
| 4.4 | Partizipation im (Re-)Organisationsprozess | 927 |
| 4.5 | Qualifizierung und Team-Training | 928 |
| 5 | Entwicklungsperspektiven des klinischen Arbeitssystems | 929 |
| | Literatur | 931 |

28. Kapitel: Betriebliche Rationalisierungsstrategien und Einsatz technischer Systeme

Von Peter Brödner

| | | |
|-----|---|-----|
| 1 | Einführung: Zur Dynamik von Prozessinnovationen | 943 |
| 2 | Bis 1970: Das Vorherrschen des Taylor-Modells | 946 |
| 3 | 70er Jahre: Experimente mit neuen Arbeitsformen | 952 |
| 3.1 | Beispiel 1: Gruppenarbeit in der Automobilindustrie | 953 |
| 3.2 | Beispiel 2: Facharbeit in einer Fertigungsinsel | 954 |
| 4 | 80er Jahre: Der ungleiche Kampf zweier Linien: CIM versus APS | 956 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 5 | 90er Jahre: Die Dekade der Irrungen und Wirrungen | 961 |
| 5.1 | „Low-road“-Strategie | 964 |
| 5.2 | „High-road“-Strategie | 966 |
| 5.3 | Verbreitung der Rationalisierungsstrategien | 969 |
| 6 | Ausblick: Handlungsbedarf | 974 |
| | Literatur | 976 |

Teil VIII: Ausblick

29. Kapitel: Ausblicke

Von Carl Graf Hoyos

| | | |
|----|--|------|
| 1 | Ausblick – Rückblick | 983 |
| 2 | Perspektiven technischer Entwicklung | 985 |
| 3 | Perspektiven einer Ingenieurpsychologie | 986 |
| 4 | Psychologenausbildung | 987 |
| 5 | Aufgabenverteilung in Mensch-Maschine-Systemen | 988 |
| 6 | Querverbindungen, Nachbardisziplinen | 989 |
| 7 | Interdisziplinäre Zusammenarbeit | 990 |
| 8 | Interkulturelle Aspekte der Systemgestaltung | 991 |
| 9 | Kommunikationsmittel | 991 |
| 10 | Wertgeleitetes Verhalten | 992 |
| | Literatur | 993 |
| | Autorenregister | 995 |
| | Sachregister | 1035 |

Teil I

Einführung

1. Kapitel

Gegenstand und Entwicklung der Ingenieurpsychologie¹

Bernhard Zimolong

1 Der Wissenschaftsbereich

Auch 50 Jahre nach dem Erscheinen des richtungweisenden Beitrags von M. P. Fitts: „Engineering Psychology and Equipment Design“ (1951) gibt der Gegenstand und die Abgrenzung der Ingenieurpsychologie (IP) Anlass zu kontroversen Bestimmungen. Wie Nickerson (1999) ausführt, wurden und werden die Begriffe Engineering Psychology, Ergonomics, Human Factors und Human Factors Engineering mehr oder weniger austauschbar gebraucht. Gibt es auch keine einheitliche Übereinstimmung in der Begrifflichkeit oder hinsichtlich der Grenzen des Gegenstandsbereichs, so scheint sich doch ein gewisser Konsens hinsichtlich der Arbeitsteilung zwischen Engineering Psychology, Human Factors Engineering und Ergonomics oder im deutschsprachigen Bereich zwischen IP, Arbeitswissenschaft und Ergonomie abzuzeichnen. Die IP und andere psychologische Teilwissenschaften leisten die psychologischen Beiträge für die Analyse, den Entwurf und die Evaluation von Mensch-Maschine-Systemen (MMS), während die Ingenieure und Informatiker für die technischen Beiträge verantwortlich sind.

Im weiteren Verlauf der Ausführungen werde ich den wissenschaftlichen Gegenstand der IP und ihre Funktionen im Verhältnis zu den übrigen beteiligten Wissenschaften abgrenzen. Dabei unterscheide ich zwischen der IP als Wissenschaft mit ihrem Kanon an Wissen, Methoden und Verfahren und der IP als

¹ Ich danke den Kollegen Bubb, Hacker und Timpe für ihre gekennzeichneten Beiträge.

Disziplin, d. h. als akademisches Ausbildungsfach. Die Entwicklung der IP als systemorientierte Gestaltungswissenschaft wird anhand ihrer Paradigmen, Modelle und Verfahren und der Anwendungsgebiete vorgestellt. Daran knüpft die Erörterung des Verhältnisses von Grundlagen- und Gestaltungswissenschaft und eine Vertiefung der Paradigmen und Modellvorstellung in der IP an. Abschließend erfolgen eine Darstellung aktueller Gestaltungsbereiche und der Ausblick auf aktuelle Entwicklungen.

1.1 Gegenstand und Funktion

Für Fitts (1958) ist die IP die Anwendung psychologischer – genauer gesagt experimentalpsychologischer – Wissens auf die Planung, Entwicklung und Gestaltung von Aufgaben, die dem Menschen in MMS übertragen werden, auf die Entwicklung und Gestaltung von Gütern sowie die Gestaltung der Interaktion zwischen Mensch und Technik in MMS. Die IP wird von Chapanis (1963) als die psychologische Komponente des Human Factors Engineering bezeichnet. Human Factors ist der amerikanische Begriff für die Arbeitswissenschaft oder den international üblichen Begriff Ergonomics. Hoyos (1990) beschreibt in seinem Beitrag „Menschliches Handeln in technischen Systemen“ die IP als „Anwendung der Psychologie auf die Nutzung, Steuerung und Wartung ingenieurwissenschaftlicher Produkte“ (S. 5). Die Vermittlung psychologischer Wissens für die Entwicklung und Gestaltung erfolgt gewöhnlich durch Ingenieurpsychologen an Vertreter oder mit Vertretern der technischen Disziplinen. Hierbei handelt es sich in der Regel um Ingenieure und Informatiker. Planung, Analyse, Entwurf und Evaluation von sozialen Systemen als Teil des soziotechnischen Systems können auch durch den Ingenieurpsychologen selbst erfolgen. Die IP ist daher eine multidisziplinäre Teilwissenschaft der Psychologie, die von Psychologen, aber auch von Vertretern anderer Disziplinen ausgeübt wird. Die Zielsetzungen der IP überschneiden sich also mit einer Reihe anderer Wissenschaften.

Die Erkenntnisse, Theorien und Methoden der IP kommen einerseits aus den psychologischen Grundlagenfächern bzw. deren Anwendungsrichtungen wie z. B. aus der angewandten kognitiven Psychologie, der angewandten Sozialpsychologie oder der arbeitspsychologischen CSCW-Forschung (Computer Supported Cooperative Work, Büssing & Konradt, i. d. Bd.). Andererseits tragen die Fächer der Angewandten Psychologie (zur Begriffsbestimmung s. Hoyos, Frey & Stahlberg, 1988) und anderer Disziplinen, vor allem Ergonomie, Informatik, Medizin, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften zum Wissensstand bei. Die IP hat aber nicht nur eine *Übertragungsfunktion* (Grether, 1968), sondern sie löst praktische Probleme durch eigene Forschung und leistet Beiträge

zur Theorie- und Verfahrensbildung. Verfahren sind Methoden und daraus abgeleitete Techniken, die zu Technologien zusammengefasst werden (Kannheiser i. d. Bd.; Boucsein i. d. Bd.). Sie werden in der Arbeitswissenschaft auch als Praxeologien bezeichnet. Ebenfalls werden Modelle und Vorgehensweisen zur Lösung praktischer Gestaltungsprobleme selbst entwickelt. Insbesondere das gesicherte Wissen über die allgemeinen menschlichen Leistungspotenziale und -begrenzungen, über die kognitiven Prozesse und über die sozialen Prozesse für die Gestaltung der Interaktion zwischen Menschen sowie zwischen Menschen und technischen Systemen gehören zu den Kernkompetenzen der IP (Kluwe; Heuer; Hacker & Richter, i. d. Bd.).

Die *Gestaltungsfunktion* besteht darin, psychologisches Wissen – über sensorische, perzeptive, motorische und kognitive Eigenschaften und Begrenzungen des Menschen – für die Gestaltung technischer und sozialer Artefakte nutzbar zu machen. Hierbei handelt es sich um materielle Produkte, um Regelungen und Verfahren und um soziotechnische Systeme in der Arbeit, im Haushalt und in der Freizeit. Materielle Gebrauchsgüter im Haushalt kann man ebenfalls als technische Systeme bezeichnen, die von Menschen im Kontext der privaten Nutzung eingesetzt werden. Sie lassen sich von der Gesamtheit der im Haushalt befindlichen Güter dadurch abgrenzen, dass es sich um technische Systeme mit mehreren Elementen handelt, in denen ein prozessorientierter Informationsaustausch stattfindet. Unter diese Definition fallen beispielsweise Geräte wie mobile Telefone, Geschirrspülmaschinen, Fernsehapparate und Wasserkocher. Als Ergebnisse werden Verbesserungen hinsichtlich Handhabbarkeit und Gebrauchstauglichkeit, Zuverlässigkeit, Sicherheit und Komfort sowie hinsichtlich der funktionalen Systemleistungen erwartet (Sauer & Rüttinger, i. d. Bd.). Die verschiedenen Zielsysteme werden unter der Begrifflichkeit der funktionalen Ziele zusammengefasst.

Hinzugefügt sei, dass auch Grundlagenwissen und Forschungsergebnisse über soziale Prozesse für die Gestaltung der Interaktion in MMS benötigt werden. Das Wissen wird von der Sozialpsychologie, insbesondere der angewandten Sozialpsychologie bereitgestellt (Hertel & Scholl, i. d. Bd.). Es umfasst einerseits das Verständnis von Informations- und Kommunikationsprozessen (Interaktion), andererseits auch Fragen der Auswahl, Arbeitsteilung, Steuerungs- und Selbstregulationsprozesse in sozialen Einheiten. Beispielsweise spielen die von Gruppen geteilten mentalen Modelle für die Kommunikation und Selbstregulation von Teams eine bedeutsame Rolle. Die Erkenntnisse werden für die Gestaltung soziotechnischer Systeme vor allem im Arbeitskontext genutzt, in den übrigen Anwendungsbereichen sind sie bislang weniger eingebunden. In dem Maße, in dem sich organisationspsychologisches Wissen über die Gestaltung und das Management von Organisationen als übertragbar und damit als gestal-

tungsrelevant erweist, wird es ebenfalls für die Planung, Entwicklung und Gestaltung soziotechnischer Systeme eingesetzt. Diese Entwicklung ist bei der Einführung der Qualitätssicherung und von Qualitätsmanagementsystemen (Zink & Leimenstoll, i. d. Bd.) oder in der Reorganisation von Industrieunternehmen zum produzierenden Dienstleister zu beobachten. Die Ingenieurwissenschaften haben dafür das Service Engineering als neuen Wissenschaftsbereich und als akademische Disziplin geschaffen. Die zu Grunde liegende Idee ist, Wissen aus dem Bereich der klassischen Produktentwicklung, aber auch aus anderen Disziplinen wie der Wirtschaftsinformatik für die Entwicklung von Dienstleistungen nutzbar zu machen (Bullinger & Scheer 2003; Elke & Ziemack, i. d. Bd.).

Das Gestaltungsverständnis der IP ist einer *Systemperspektive* verpflichtet. Unter einem System versteht man die sinnvolle, einen bestimmten Zweck verfolgende Anordnung von technischen Einheiten, die Anordnung von technischen Einheiten und Menschen, die in einer Wechselbeziehung stehen oder eine Anordnung von Menschen, z. B. eine Arbeitsgruppe. Mit einem System wird eine Systemaufgabe verfolgt, die durch eine bestimmte gewünschte Veränderung von Informationen definiert ist (zum technischen Informationsbegriff vgl. Bubb & Sträter i. d. Bd.). Jedes System lässt sich aus Elementen zusammengesetzt denken, wobei diese Elemente miteinander in einem zielgerichteten Informationsaustausch stehen. Unter diesem Aspekt kann sowohl der Mensch als auch die Maschine als Element eines MMS angesehen werden. Unter dem Begriff „Maschine“ können im weitesten Sinne technische Komponenten verstanden werden, z. B. Fahrzeuge, computergestützte Dialogsysteme (interaktive Systeme), Gebrauchsgüter, Produktionsanlagen oder Leitstände. Sie bestehen aus einer Vielzahl von Elementen, die miteinander in Wechselwirkung stehen und dem prozessorientierten Umsatz von Energien, Stoffen und Signalen dienen. Der Mensch im MMS ist immer abstrakt zu fassen und kann als Einzelperson, Team oder als Organisation verstanden werden.

Timpe und Kolrep (2002) machen den Versuch, den systemtechnischen Ansatz von dem in den Humanwissenschaften gebräuchlichen soziotechnischen Ansatz zu unterscheiden. Charakteristisch für den soziotechnischen Ansatz ist ebenfalls das Systemdenken mit dem Anliegen, den Technologieeinsatz, die Organisation und den Menschen gemeinsam zu optimieren (Ulich, 1989). Beide Zugänge unterscheiden sich allenfalls von ihrer Schwerpunktsetzung und von ihrer Gestaltungsebene: Während sich der systemtechnische Ansatz auf der Mikroebene konkret mit der technischen Gestaltung auseinandersetzt, geht es im soziotechnischen Ansatz auf der Mesoebene um die Gestaltung von Arbeitsprozessen und der Arbeitsorganisation. Insofern kann die soziotechnische Gestaltung als Oberbegriff gefasst werden, in der die systemtechnische und die arbeitsorganisatorische Gestaltung des MMS aufgehoben ist.

1.2 IP als Disziplin

Eine strenge Unterscheidung zwischen Wissenschaft und Disziplin ist kaum üblich, im Gegenteil, von den meisten Autoren werden die beiden Begriffe synonym verwendet. Neuerdings hat Gundlach (2004) wieder auf die Unterschiede aufmerksam gemacht. Während Wissenschaft die Gesamtheit der Erkenntnisse auf einzelnen Gebieten, auch deren systematischer Vermehrung, Darstellung und Begründung bezeichnet, umfasst die Disziplin die Ausbildung (lateinisch *disciplina*, Unterricht und *discipulus*, Schüler). „Angelpunkt der Ausbildung ist die Prüfung, die den Übergang des *discipulus*, des Anfängers oder Laien in den Stand des Fachmannes und Mitglieds einer definierten Gruppe bestimmt.“ (S. 5). Prüfungen setzen ein standardisiertes Lehrangebot des zu prüfenden Stoffes voraus, ebenso wie Lehrpersonal und Regelungen für die Reproduktion des Lehrpersonals. Statt Disziplin ließe sich auch Fach sagen.

Die Ingenieurpsychologie hat sich nur in der ehemaligen DDR als Disziplin etablieren können. Bis zur Wiedervereinigung 1990 war die IP neben der klinischen Psychologie als Prüfungsfach in der DDR eingeführt, danach ging sie im Prüfungsfach Arbeits- und Organisationspsychologie auf. Teilgebiete der IP gehören heute zum Prüfungsfach Arbeits- und Organisationspsychologie, auch wenn ihre Anteile im akademischen Lehrbetrieb sehr unterschiedlich ausgeprägt sind. In der Arbeitswissenschaft hat sie, verglichen mit der Psychologieausbildung, einen höheren Stellenwert.

Die IP ist ebenfalls Teil der Angewandten Psychologie. Sie unterscheidet sich von anderen Bereichen der Angewandten Psychologie durch ihr Systemverständnis und ihren funktionalen Gestaltungsbezug. Für die IP ist die Analyse kein Selbstzweck, sondern sie analysiert und gestaltet immer in unmittelbarem Bezug zur Funktion und Zielsetzung des Systems. Sie verändert die Systembedingungen ohne die personenbezogenen Interventionen zu vernachlässigen. Das grenzt sie von anderen Bereichen wie der Arbeits- oder der Organisationspsychologie ab, die sich stärker mit den individuellen und sozialen Teilsystemen auseinander setzen und dabei von den übergreifenden Funktionen und Zielsystemen des soziotechnischen Systems absehen können.

Als Fazit lässt sich festhalten:

Die IP ist eine multidisziplinäre Teilwissenschaft der Psychologie, die sowohl unter Rückgriff auf die Grundlagenpsychologie als auch auf Teilbereiche der Angewandten Psychologie und anderer Wissenschaftsbereiche durch eigene Theoriebildung und empirische Forschung, Erkenntnisse über Strukturen, Prozesse und Funktionen von MMS und im erweiterten Sinn von soziotechnischen Systemen gewinnt. Sie hat die Funktion, auf der Grundlage wissenschaftlicher Verfahren zu Empfehlungen für die Gestaltung und Evaluation

von Produkten, Verfahren und Systemen zu kommen. Ihr wissenschaftliches Grundverständnis ist der Systemperspektive verpflichtet. Die IP hat eine breite Anwendungsperspektive und reicht über den eigentlichen Arbeitsprozess hinaus in den Haushalts- und Freizeitbereich, Gesundheits- und Ausbildungsbereich hinein.

1.3 Arbeitswissenschaft und Ergonomie²

Die Arbeitswissenschaft ist eine multidisziplinäre Wissenschaft, die ihr Grundwissen aus den Bereichen der Humanwissenschaften, den Ingenieurwissenschaften und den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften bezieht. Sie umfasst die Bereiche Arbeitsmedizin, Arbeits- und Ingenieurpsychologie, Arbeitspädagogik, -technologie und -recht sowie Betriebssoziologie. Jedes dieser Gebiete beschäftigt sich aus seiner Blickrichtung mit der menschlichen Arbeit und stellt damit eine der jeweiligen Aspektwissenschaften dar.

In einer Studie für die Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (GfA) stellten Luczak, Volpert, Raeithel und Schwier (1987) fest, dass die Arbeitswissenschaft (Singular!) alle wissenschaftlichen Teilgebiete beinhaltet, die sich mit dem arbeitenden Menschen befassen. Arbeitswissenschaft ist danach die Systematik der Analyse, Ordnung und Gestaltung der technischen, organisatorischen und sozialen Bedingungen von Arbeitsprozessen mit dem Ziel, dass die arbeitenden Menschen in produktiven und effizienten Arbeitsprozessen

- schädigungslose, ausführbare und beeinträchtigungsfreie Arbeitsbedingungen vorfinden,
- Standards sozialer Angemessenheit nach Arbeitsinhalt, Arbeitsanalyse, Arbeitsumgebung sowie Entlohnung und Kooperation erfüllt sehen,
- Handlungsspielräume entfalten, Fähigkeiten erwerben und in Kooperation mit anderen ihre Persönlichkeit erhalten und entwickeln können (s. auch Luczak & Volpert, 1997).

Seit den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts hat sich aus den Arbeitswissenschaften das Fachgebiet „Ergonomie“ etabliert, das sich nach den Vorstellungen von Murrell (1949, zitiert in Rohmert, 1976) in besonderer Weise mit der Interaktion von Mensch und Maschine befassen sollte. Auf die Notwendigkeit einer solchen Wissenschaft hat übrigens bereits 1857 der Pole Jastrzebowski hingewiesen und schon damals die heute übliche Bezeichnung dafür vorgeschlagen (zitiert in Zinchenko and Munipov, 1989). Über die russischen Anfänge informiert dieselbe Publikation.

2 Beitrag von Prof. Dr.-Ing. H. Bubb

Im Hinblick auf die praktische Anwendbarkeit wird das ergonomische Grundwissen in so genannten Praxeologien zusammengefasst. Die mehr wirtschafts- und sozialwissenschaftlich orientierte Praxeologie ist die Arbeits- und Organisationslehre (international: „Macro Ergonomics“), die Regeln für die Gestaltung der Organisation, von Betriebs- und Arbeitsgruppen bereitstellt; die mehr ingenieurmäßig orientierte ist die Ergonomie (international: „Micro Ergonomics“). Deren Ziel ist es, Regeln für die technische Gestaltung von Arbeitsplätzen und Arbeitsmitteln zu entwickeln. Letztere bezieht sich zunächst in engerem Sinne auf die Interaktion zwischen Mensch und Maschine. In beiden Fällen ist aber der spezielle Fokus der Forschung auf den Menschen und seine Eigenschaften, auf das Verhalten und Erleben in der Situation am Arbeitsplatz ausgerichtet. Die Zielrichtung des arbeitswissenschaftlichen Strebens ist es, die subjektbezogene Last der Arbeit zu reduzieren und zugleich die objektbezogene Leistung bei der Erstellung des Werks zu verbessern.

Die individuelle Leistung des Menschen bei der Ausführung seiner Arbeit wird dabei als durch die äußeren Bedingungen, d. h. die sachlichen Leistungsvoraussetzungen, und durch interne Bedingungen, d. h. die jeweiligen menschlichen Leistungsvoraussetzungen, beeinflusst. Es ist eine Aufgabe des Managements, durch die Gestaltung der äußeren Bedingungen die Voraussetzungen für einen optimalen Leistungseinsatz des Menschen zu schaffen. So wird die Verbindung zwischen den Bereichen Mikro- und Makroergonomie hergestellt. Als sinnvoll hat sich erwiesen, eine Einteilung der Ergonomie auch nach ihren Anwendungsgebieten vorzunehmen. So wird speziell zwischen der Produkt- und der Produktionsergonomie unterschieden:

- *Produktergonomie*: Das vorrangige Ziel ist es, einen möglichst benutzerfreundlichen Gebrauchsgegenstand für eine im Prinzip unbekanntes Kundenschaft anzubieten. Für die Entwicklung solcher Produkte ist es also wichtig, die Variabilität des Menschen sowohl hinsichtlich seiner anthropometrischen als auch hinsichtlich seiner kognitiven Eigenschaften zu kennen und in der Gestaltung zu berücksichtigen.
- *Produktionsergonomie*: Hier geht es darum, menschengerechte Arbeitsplätze in Produktions- und Dienstleistungsbetrieben zu schaffen. Das Ziel ist es, die Belastung des Mitarbeiters zu reduzieren und zugleich die Leistungsabgabe zu optimieren. Im Gegensatz zur Aufgabenstellung der Produktergonomie sind normalerweise die Mitarbeiter bekannt und es kann und muss individuell auf deren Bedürfnisse eingegangen werden. Aller Erfahrung nach ist die Akzeptanz ergonomischer Maßnahmen im Produktionsprozess nur dann gewährleistet, wenn sie mit dem Mitarbeiter kooperativ erarbeitet wird³.

3 Ende des Beitrags von Prof. Dr.-Ing. H. Bubb

Als Fazit der Ausführungen kann festgehalten werden, dass sich die Anwendungsbereiche der IP und der Ergonomie weit gehend überschneiden. Für die ergonomische Produkt- und die ergonomische MMS-Entwicklung trägt die IP in ihrer *Vermittlerfunktion* das gesicherte Wissen über die allgemeinen menschlichen Leistungspotenziale und -Begrenzungen, über die kognitiven Prozesse und über die sozialen Prozesse für die Gestaltung der Interaktion zwischen Menschen, sowie zwischen Menschen und technischen Systemen bei. Ihre *Gestaltungsfunktion* besteht darin, psychologisches Wissen für die ergonomische Gestaltung technischer und sozialer Artefakte in die Analyse, Planung und Entwurf umzusetzen.

2 Entwicklung der IP

2.1 Die Anfänge

Die Anfänge der IP lassen sich im weitesten Sinne im deutschsprachigen Raum auf die Arbeiten der „Psychotechnik“ zurückverfolgen. W. Stern (1871–1938) prägte diesen Begriff, verstand aber darunter nicht primär eine technik-orientierte Anwendung, sondern im weiteren Sinne Menschenbehandlung. Im Gegensatz dazu handelt die Psychodiagnostik von der Menschenkenntnis. Welche Anwendungsgebiete die psychologisch orientierten Forscher zu Beginn des 20. Jahrhunderts bearbeiteten oder sich zum Ziel setzten, hat Münsterberg (1863–1916) mit den beiden umfangreichen Monografien „Psychologie und Wirtschaftsleben“ (1913) und „Grundzüge der Psychotechnik“ (1914) dokumentiert. Er definierte die Psychotechnik sehr breit als die praktische Anwendung der Psychologie im Dienste von Kulturaufgaben. Als direkten Vorläufer der heutigen IP kann man die Objektpsychotechnik sehen. Giese (1927) schlug die Unterteilung der Psychotechnik in eine Subjekt- und Objektpsychotechnik vor. Während die Subjektpsychotechnik die Anpassung des Menschen an das Wirtschaftsleben untersucht, handelt die Objektpsychotechnik von der Anpassung der Arbeitsbedingungen an die Natur des Menschen. Damit ist die Objektpsychotechnik im deutschsprachigen Raum der eigentliche Vorläufer der Ergonomie und auch der Ingenieurpsychologie. Hinsichtlich dieser Unterscheidung ist die IP der Objektpsychotechnik verpflichtet, geht aber über deren Zielsetzung deutlich hinaus.

Im engeren Sinne entwickelte sich das „Human Factors Engineering“ und damit die IP während des Zweiten Weltkriegs. Chapanis (1963, 1986) beschreibt in seiner Retrospektive über die psychologische Forschung in den USA in den letzten hundert Jahren die informationstechnischen Veränderungen in den Anforderungen an das Militärpersonal während des Zweiten Weltkriegs und die sich daraus ergebenden Herausforderungen für die Psychologie. Nicht nur in Flugzeugen, auch in landgebundenen Fahrzeugen und in Schiffen ver-

änderten sich die Anforderungen grundlegend. Eine Flut von Information vom Radar, Sonar, Telefon, Radio und aus Beobachtungen musste – z. B. in Gefechtsleitständen oder auf den Anzeigen der Fahrzeuge – dargestellt, vom Menschen aufgenommen und verarbeitet werden. Daraus wuchs die Anforderung, eine Auswahl zu treffen und die Darbietung der Information in den technischen Systemen so zu gestalten, dass auch Personen ohne intensives Training die Information aufnehmen, verarbeiten und mit den technischen Systemen umsetzen konnte (Stevens, 1946). Ein großer Teil der Arbeit konzentrierte sich auf die Luftfahrt, insbesondere auf die Gestaltung von Anzeigen und Kontrollen im Cockpit und ihre Auswirkungen auf die Zuverlässigkeit und Handlungsfehler von Piloten, die wiederum die Sicherheit der gesamten Besatzung beeinflusste. Insbesondere wurden räumliche Wahrnehmung, Dunkeladaptation, Instrumentenbeleuchtung, psychomotorische Grenzen der Zielverfolgung (tracking) und der Einfluss der Müdigkeit auf die Leistung untersucht. Eine Übersicht der Themen und die weitere Nachkriegsentwicklung sind in Grether (1968) zu finden. Auch aus Großbritannien kamen empirische Untersuchungen über die Leistungen von Piloten in simulierten Cockpits oder von Beobachtern in Radarstationen. Themen waren u. a. der Vigilanz- oder Entdeckungsabfall in monotonen Überwachungssituationen, Pilotenfehler beim Aufnehmen und Verarbeiten von Informationen und die psychomotorischen Eigenschaften und Grenzen beim manuellen Verfolgen von Zielen. Als gemeinsame Grundlage der Untersuchungen zur Informationsverarbeitung entwickelte sich die Metapher vom Menschen als einem Informations- und Kommunikationskanal.

In der Folgezeit führten die wissenschaftlichen Erkenntnisse zu einer Neubewertung des Faktors Mensch in seiner Arbeitsumgebung. Die trotz Personalauswahl und Training aufgetretenen hohen Fehlerraten, Minderleistungen, Unglücke und Verluste zwangen zu der Schlussfolgerung, dass nicht allein der Mensch fehleranfällig ist, sondern auch die Technik je nach Auslegung ihrer Systemkomponenten zur Zuverlässigkeit oder Fehleranfälligkeit des Systems beiträgt. Die Bemühungen um die Gestaltung und Optimierung von MMS, wie der Verbund von Menschen mit ihren Geräten in der Folgezeit genannt wurden, markieren die Geburtsstunde des Human Factors Engineering und ihres Teilgebiets, der IP. Nach Beendigung des Krieges haben sich rasch Themen aus der Wirtschaft und Industrie, die mit ingenieurwissenschaftlichen Planungen, Konstruktionen und Verfahren zusammenhingen, in den Vordergrund des Interesses geschoben. Der überwiegende Teil der britischen Befunde wurde von Donald Broadbent publiziert (u. a. 1958). In den USA war es vor allem Paul Fitts, der den Weg für das neue Gebiet der IP durch seine vielfältigen Publikationen und Seminarvorträge bereitete.

Die Fragen, die sich aus der Gestaltung und Nutzung technischer Systeme ergeben, waren aber nicht nur auf die Eigenschaften und Grenzen der mensch-

lichen Informationsverarbeitung beschränkt. Schließlich galt es den Umgang des Menschen mit technischem Gerät oder allgemeiner mit technischen Systemen zu gestalten, anthropometrische und biomechanische Eigenschaften des Menschen zu berücksichtigen, die menschlichen Gesetzmäßigkeiten der Informationsaufnahme und -verarbeitung zu beachten und Unterstützungssysteme für motorische und kognitive Prozesse zu entwerfen. Aus den Anforderungen erwuchs der Bedarf nach einer umfassenden Anwendungswissenschaft, die heute als Ergonomie oder Human Factors bezeichnet wird. Sie umfasst eine Reihe von Wissenschaften wie die Physiologie, Anthropometrie, Biomechanik, Ingenieurwissenschaften und Psychologie, darunter die IP.

2.2 Entwicklung im deutschen Sprachraum⁴

Die Anfänge der Ingenieurpsychologie fallen im deutschen Sprachraum mit der Veröffentlichung der Übersetzung von Lomows Buch „Mensch und Technik“ (deutsch: „Ingenieurpsychologie“, 1964) zusammen. Die Entwicklung wurde von Friedhart Klix und Klaus-Peter Timpe an der Humboldt-Universität getragen. Das Institut stand unter der Leitung von Klix, der selbst die kognitionspsychologischen system- und informationstheoretischen Aspekte einbrachte.

Die Anfänge der IP sind in dem Tagungsbericht „Ingenieurpsychologie und Volkswirtschaft“ dokumentiert (Klix, Siebenbrodt & Timpe, 1966). Die IP wurde – in Abgrenzung von und Kooperation mit der Arbeitspsychologie – als ein psychologisches Teilgebiet verstanden, das auf Grund der technischen Entwicklungen nach dem Zweiten Weltkrieg die qualitativ neuen Anforderungen an den Menschen speziell für Verkehrs- und Maschinensysteme sowie die Prozessführung zum Gegenstand hatte. Mit Bezug auf die russische IP von Lomow sowie die Arbeiten des Human Factors Engineering aus dem englischsprachigen Raum wurden in diesem Tagungsbericht die seit 1963 in der Sektion Psychologie an der Humboldt-Universität betriebenen ingenieurpsychologischen Entwicklungsarbeiten zum Informationsaustausch in MMS dargelegt. Klix formulierte in seinem Beitrag zur experimentalpsychologischen Grundlegung der Ingenieurpsychologie die praktisch relevanten Probleme der Schnittstellengestaltung bei der Mensch-Maschine-Interaktion. Gegenstand der so verstandenen IP ist die Optimierung des Informationsaustausches und seiner Bedingungen in einem MMS durch Planung, Analyse, Entwurf und Evaluation.

Die IP in der DDR wurde von Beginn an eng mit den Zielsetzungen der Automatisierungstechnik verknüpft (Timpe, 1969) und als vertragsgebundene For-

⁴ Beiträge von Prof. Dr. K.-P. Timpe und Prof. Dr. W. Hacker