

Ingenieurpsychologie

herausgegeben von

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



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

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 Initiiierung 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 Zuverlässigkeitsspekten	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	Körperkerntemperatur	323
2.6	Endokrines System	324
3	Modellierung psychophysiologischer Systeme	324
4	Typische Anwendungsbereiche 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 Organisationsentwicklungsprozess	586
6 Qualitätsmanagement in ausgewählten nicht-industriellen Bereichen	588
6.1 Soziale Dienstleistungsunternehmen	588
6.1.1 Warum Qualitätsaspekte in sozialen Dienstleistungsunternehmen 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 Bewertungsansatzes	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 Erfahrungsbaserte 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 „Ereicherung 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 Unterstützungs möglichkeiten

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 Unterstützungs möglichkeiten 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 Weltraumbedingungen	790
3.1.1	Physiologische Anpassungsprozesse	790
3.1.2	Schlafregulation und zirkadiane Rhythmisik	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 Operateurs	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 Büsing 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	Geräteeргonomie	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