

# Zeitschrift für Arbeitswissenschaft

43. (15. NF) Jahrgang 1989



Verlag Dr. Otto Schmidt KG · Köln

## I. Aufsätze

- Aschersleben / Gstalter / Kaiser / Strube / Zang-Scheucher: Prototyping als Verfahren zur Software-Entwicklung, 42
- Bonitz / Hedden / Grzech-Sukalo / Nachreiner: Zur Klassifikation und Analyse unterschiedlicher Schichtsysteme und ihrer psychosozialen Effekte, 34
- Bubb: Ein Beitrag zur ergonomischen Gestaltung der Kücheneinrichtung, 152
- Bullinger / Traut: Gestaltung der Mensch-Arbeitsmittel-Schnittstelle am Antriebssystem des Greifreifenrollstuhls, 176
- Eilers / Nachreiner / Böning: Zur subjektiven Skalierung psychischer Beanspruchung - Teil 1, 217
- Frese: Gütekriterien und Operationalisierung von sozialer Unterstützung am Arbeitsplatz, 112
- Fürstenberg: Leistungsbereitschaft - eine Herausforderung an die Arbeitswissenschaft, 193
- Haffner: Arbeitswirtschaft - Aufgabenfeld für Arbeitsingenieure, 207
- Haas / Petry / Schühlein: Untersuchungen zur Verringerung berufsbedingter Gesundheitsrisiken im Fahrdienst des öffentlichen Personennahverkehrs, 241
- Hedden / Bonitz / Grzech-Sukalo / Nachreiner: Zur Klassifikation und Analyse unterschiedlicher Schichtsysteme und ihrer psychosozialen Effekte, 73
- Hilla: Dokumentation und technologiegestützte Informationsverarbeitung in der Arbeitsmedizin, 168
- Holzhausen / Kleine: Optimale Arbeitsmittelgestaltung unter Berücksichtigung dynamischer Vorgänge, 23
- Krüger: Probleme der betriebswirtschaftlichen Ergebnis- und Effizienzmessung der Unfallverhütung, 6
- Kylian / Klimmer / Schmidt / Marschall / Bubser / Brandenburg / Rutenfranz: Veränderungen von Belastung und Beanspruchung durch die Einführung neuer Technologien bei der Automobilfertigung, 163
- Luczak / Schwier: Gestaltungsansätze zur Bordorganisation für ein „Schiff der Zukunft“, 48
- Luttmann / Jäger / Laurig: Elektromyographische Untersuchungen an Kassensarbeitsplätzen mit Scannern, 234
- Mitschke-Collande / Schnauber / Schweres: Wege arbeitswissenschaftlicher Weiterbildung, 55
- Moser / Donat / Schuler / Funke: Gütekriterien von Arbeitsanalyseverfahren, 65
- Müller / Ernst / Strasser: Ein Normierungsverfahren der elektromyographischen Aktivität zur Beurteilung einseitig dynamischer Muskelbeanspruchung, 129
- Nünninghoff / Nesper-Klumpp / Hettinger: Die Pulsfrequenz bei dynamisch-muskulärer Arbeit unter Einsatz verschieden großer Muskelmassen, 90
- Peters: Beanspruchung bei Muskelarbeit und Hitze, 79
- Resch: Zur Analyse von geistigen Arbeitstätigkeiten in Büro und Verwaltung, 197
- Rommelmann / Hettinger: Leistungsfähigkeit und Trainingsgewohnheiten bei Teilnehmern sogenannter Lauftreffs, 136
- Rohmert / Wakula: Zur Anthropometrie höhenverstellbarer Zahntechnikerarbeitstische, 158
- Schaefer / Schmidtko: Beziehungen zwischen isometrischen und dynamischen Maximalkräften des Menschen, 86
- Scherff: Ergonomischer Einsatz von Sprache als Teil der Mensch-Maschine-Schnittstelle zur Programmierung von CNC-Robotern für das Schweißen, 224
- Schmidt / Schweflinghaus / Kiesswetter / Rutenfranz: Untersuchungen zur reliablen und validen Erfassung von Merkmalen der Handlungskontrolle, 1
- Schweflinghaus: Erfahrungen mit Fragebogen zur Erhebung von Befindlichkeitsstörungen bei Schichtarbeitern, 212
- Seeber / Kiesswetter / Rutenfranz: Beeinträchtigungen des Befindens in einem Bürogebäude, 147
- Slesina / von Ferber: Das integrierte Belastungs-Beanspruchungs-Konzept, 16
- Sonntag / Benedix / Heun: Kognitive Anforderungen bei Anlagenführer- und Instandhaltungstätigkeiten, 26
- Stoffert / Timme: Körperhaltungen bei Handarbeiten am Boden: Bücken, Hocken, Knien, 96
- Tränkle: Cursor-Positionierung mit der Maus - Überlegungen und Ergebnisse zur benutzerfreundlichen Gestaltung, 141
- Wasen, van / Nesper-Klumpp / Hettinger: Psychische Belastung und Beanspruchung bei Arbeitstätigkeiten am Bildschirm, 106
- Witzgall / Wöcherl: Qualifizierung in der mittelbetrieblichen Fertigung - Grundprobleme und ein neues Lösungskonzept, 203

## II. Berichte und Nachrichten

- Umwelt-Überwachung durch Datenbank „Schadstoff-Kataster“, 15
- Was kosten unterlassene Arbeitsschutz- und Humanisierungsmaßnahmen?, 15
- EG startet Aktionsprogramm, 22
- EG-Richtlinie zur gegenseitigen Anerkennung von Hochschuldiplomen, 47
- Persönliches, 61
- Veranstaltungen, 62
14. Deutsche Industrial Engineering-Fachtagung, 24. und 25. November 1988, Darmstadt, 72
- Die neue Berufskrankheitenverordnung, 89
- Expertenbefragung zur Fabrik von morgen, 95
- Neue Ausbildungen im neuen REFA-Informatik-Center, 95
- Europäische Normen, 111
- Asbest wird in die höchste Gefährdungsgruppe gestuft, 111
- Zur Eröffnung des 35. Kongresses der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, 125
- Starker Zustrom in die Hochschulen, 125
- Ehrenmitgliedschaft der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft für Professor Dr. Gerhardt Preuschen, 126
- Dankesworte von Professor Dr. Gerhardt Preuschen, 126
- Veranstaltungen, 127
- Technologie-Management in Abhängigkeit von der Betriebsgröße im Tischler-/Schreiner-Handwerk, 135
- Aktionsprogramm für Sicherheit, Arbeitshygiene und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, 135
- Die Rolle der industriellen Zulieferung im Tischlerhandwerk, 140
- Arbeitsunfähigkeitstage und deren Kosten, 140
- Teilautomatisierung macht Arbeit unter Tage leichter, 140
- REFA-Organisationsform 1989, 146
- Hilfe für die Hochschulen, 151
- COMETT-II-Programm verabschiedet, 157
- Computer-Investitions-Programm wird auf Dauer fortgesetzt, 157
- Bund und Länder einigten sich auf ein Sonderprogramm für die Hochschulen, 167
- Umweltinformationssystem soll die Lebensqualität in Städten verbessern - Stadtökosystemforschung wird verstärkt gefördert, 175
- BMFT-Programm „Arbeit und Technik“, 175
- Arbeitgeber-Bundesvereinigung Dr. Fritz-Heinz Himmelreich ab 1. Oktober 1989 neuer Hauptgeschäftsführer, 189
- Studentenzahlen weiterhin auf hohem Niveau, 189
- Veranstaltungen, 190
- Richtigstellung, 196
- Bundesregierung plant Sonderprogramm zur Sicherung des wissenschaftlichen Nachwuchses, 196
- Konzept-Sicherheitsforschung „Vermeiden“ vor „Reparieren“, 196
- Neues Programm Fertigungstechnik 1988-1992 zur Einführung von CIM, 206
- Bund und Länder einigten sich über den 19. Hochschulrahmenplan, 211
- Die Fabrik der Zukunft ist auf intelligente Sensorsysteme angewiesen, 223
- Künstliche Intelligenz, 240
- Arbeitskosten - starkes Gefälle, 240
- Haushalt des BMFT für 1990 vorgelegt, 247
- Dr. Peter Bohn als A + A-Präsident bestätigt - Arbeitsschutz und -medizin im Oktober 1991 in Düsseldorf, 253
- Aktuelles REFA-Weiterbildungsangebot 1990/91, 253
- MAK-Werte-Liste 1988 erschienen, 253
- Unabhängige Beratung für die Bildungspolitik unverzichtbar, 254
- Wo geforscht werden soll: über den Stand der EG-Wissenschaft, 254
- Roboter senkt Unfallrisiko und sichert den Handlungsspielraum des Menschen, 254
- Sicherheitsanforderungen wurden übernommen, 254
- Neue Techniken im Büro, 254
- EUREKA-Projekt JESSI zur Entwicklung der nächsten Halbleiter-Generation, 255
- Kooperation in der Informatik, 255
- Veranstaltungen, 255

### III. Register

#### A

- AET, Arbeitsanalyseverfahren, Büro, Verwaltung, 197  
AIDA, Arbeitsanalyse, 200  
ARDIS, Arbeitsmedizinisches Dokumentations- und Informationssystem, 169  
Abfragesystematik, standardisierte, Arbeitsmedizin, 172  
Abgrenzung, Arbeiterbegriff, Angestelltenbegriff, 198  
Ablage, Arbeitsmedizin, Datenanalyse, 169  
Ablauforganisation, Umstrukturierung, Umsetzung, organisatorische, 206  
Abrechnungswesen, Krankenkassen, Datenverarbeitung, 168  
Abruf, Arbeitsmedizin, Datenanalyse, 169  
Absichtskontrolle, Motivation, Ausführungskontrolle, 1 ff.  
Absichtsrealisierung, Motivation, 1  
Aerob-anaerobe Schwelle, Fahrradergometer, 136, f.  
Akkordsysteme, Arbeitsmotivation, 194  
Aktionsprogramm, Arbeitsanalyse, 202  
Aktivität, elektromyographische, 129 ff.  
–, gruppenbezogene, Schichtarbeit, 35  
Akzelerationssystem, Cursorpositionierung, Maus, 144  
Alkoholeinwirkung, Signalentdeckungsleistung, 218 f.  
–, Überwachungsaufgaben, 219 ff.  
Allergien, Schichtarbeiter, 214 f.  
Alpträume, Schichtarbeit, 213 ff.  
Alter, Laufgeschwindigkeit, Sport, 138  
Altersklassen, Sport, Leistungsfähigkeit, 139  
Altersvorgang, Verlangsamung, Sport, 136  
Ambulanz, betriebsärztliche, 168 ff.  
– dokumentation, Arbeitsmedizin, 173  
– journal, 168  
Analoge Eingabeeinheiten, 141  
Analyse, Arbeitstätigkeiten, geistige, 197 ff.  
–, Schichtsysteme, unterschiedliche, 34 ff., 73 ff.  
–, Stichprobe, Tabelle, Arbeitsanalyse, 28  
Anamnese, Arbeitsmedizin, 169  
Anbauküche, Küchenergonomie, 152  
Anforderungen, intellektuelle, Arbeitsanalyse, 33  
–, kognitive, Anlagenführer, 26 ff.  
– –, Fehlerdiagnose, Beseitigung, 30  
– –, informationstheoretisches Modell, Ermittlung, 27  
Anforderungsanalyseinstrumente, 65  
–, Verschiebungen, Fertigungskonzepte, 26  
–, Wechsel, Schiff der Zukunft, 51  
Angelerntenarbeit, Industriebetriebe, mittlere, 203  
Angestellte, Arbeiter, Definitionsprobleme, 198  
–, Arbeiter, Sozialstruktur, Wandel, 197 ff.  
–, Zunahme, zahlenmäßige, 197 ff.  
Angestelltenbegriff, Arbeiterbegriff, Abgrenzung, 198  
Anlagenführer, Anforderungen, kognitive, 26 ff.  
–, Aufgabenstruktur, 26  
–, Automobilfertigung, 166  
–, CNC-Technik, Arbeitsanalyse, 31  
–, Instandhaltungsarbeiten, 26 ff.  
–, Stichprobenauswahl, 28  
Anlagenlayout, Arbeitsraum, Programmierer, 231  
Anpassung, Rollstuhl, 176 ff.  
Anspannung, Leistungsfähigkeit, Tageszeit, 220  
Anthropometrie, Zahntechnikerarbeitsstische, 158 ff.  
Anthropometrische Erkenntnisse, Ergonomie, 23 f.  
Anthropotechnik, Forschungsinstitut Wachtberg, 23  
Antriebsminderung, Formaldehyd, 149  
Antriebsrad, Greifreifen, Durchmesserverhältnis, Rollstuhl, 181  
– durchmesser, Rollstuhl, 180  
Antriebssystem, Greifreifenrollstuhl, 176 ff.  
Antriebswiderstand, Greifreifenrollstuhl, 176  
Appetitlosigkeit, Schichtarbeit, 213 ff.  
Arbeit, dynamisch, muskuläre, 90 ff.  
–, körperlich, geistig, Mischungsverhältnis, 198  
–, monotone, Belastung, 107  
Arbeiter, Abnahme zahlenmäßige, 197 ff.  
–, Angestellte, Definitionsprobleme, 198  
– –, Sozialstruktur, Wandel, 197 ff.  
Arbeiterbegriff, Angestelltenbegriff, Abgrenzung, 198  
Arbeitsablauf, Technologien, neue, 164  
Arbeitsablaufstudie, Automobilfertigung, 164  
–, Automobilmontage, Technologien, neue, 163 ff.  
Arbeitsanalyse, 65 ff., 197 ff., 226, 228, 201  
–, Büro, Verwaltung, 197 ff.  
–, CNC-Roboter-Programmierung, 228  
–, Handlungsmöglichkeit, Handlungsfeld, 199  
–, Sacharbeitertätigkeit, 201  
Arbeitsanalyseverfahren, 65 ff., 197 ff., 226  
–, AET, Büro, Verwaltung, 197  
–, FAA, Büro, Verwaltung, 197  
–, RHIA, Industrieroboter, 226  
Arbeitsanamnese, Arbeitsmedizin, 169  
Arbeitsanforderungen, Schiff der Zukunft, 48  
Arbeitsaufgabe, Arbeitsanalyse, 202  
–, Haushalt, Ergonomie, 152  
–, Mensch, Schnittstelle, 207  
Arbeitsauftrag, Technologien, neue, 163  
Arbeitsbeanspruchungen, Erkrankungsformen, 17  
Arbeitsbedingte Erkrankungen, 16 ff.  
Arbeitsbedingungen, Belastungsfaktoren, 108  
–, Haushalt, Küche, 152 ff.  
Arbeitsbelastungen, chronische Erkrankungen, 17  
–, psychosoziale, 16  
Arbeitsdauer, maximale, Rollstuhl, 177  
Arbeitselemente, Körperhaltung, 100  
–, statische, 100  
Arbeitsenergieumsatz, Ergometer, 92  
–, Rollstuhlbenutzer, 181 ff.  
Arbeitsflächenebene, Küche, Ergonomie, 153  
Arbeitsgangorientiertes Lernen, Organisationsentwicklung, 205  
Arbeitsgeschwindigkeiten, Maximalkräfte, 86 ff.  
Arbeitsgestaltung, Ermüdung, Pausenregelung, Scannerkassen, 234 ff.  
–, gesundheitsgerechte, 16 ff.  
– –, Soziologie, 16 ff.  
Arbeitshaltung, Erfassungsmethode, 98  
Arbeitshandeln, Regulationshindernis, Roboterprogrammierung, 226  
Arbeitshöhe, Bodennähe, 97  
–, individuelle, Kücheneinrichtung, 152 ff.  
–, optimale, Küche, Ergonomie, 154  
Arbeitshumanisierung, 55 ff., 203 ff., 224 ff.  
Arbeitsingenieur, Aufgabenfeld, 207 ff.  
–, Einsatzmöglichkeiten, Anforderungsbild, 210  
–, Weiterbildungsbausteine, 210  
Arbeitsinhalte, Verminderung, Belastungsfaktoren, 107  
Arbeitskonflikte, Arbeitsmotivation, 193  
Arbeitskultur, Leistung, 193 f.  
Arbeitsleben, Humanisierung, 203, 224 ff.  
–, Arbeitsmedizin, 16, 168 ff., 241  
–, arbeitsbedingte Erkrankungen, 16 ff.  
–, Arbeitsbedingungen, 16 f.  
–, öffentliche Verkehrsbetriebe, 241  
Arbeitsmedizinisches Dokumentations-, Informationssystem, 168 ff.  
Arbeitsminderung, Formaldehyd, 149  
Arbeitsmittel, Gestaltung, ergonomische, 23 ff.  
–, Umgang, Belastungen, 23 ff.  
Arbeitsmittelgestaltung, 23 ff., 176 ff.  
–, Rollstuhl, 176 ff.  
–, optimale, 23 ff.  
Arbeitsmotivation, Arbeitskonflikte, 193  
–, arbeitssoziologische Forschung, 193  
–, Entwicklungsländer, 193  
–, intrinsische, Schiff der Zukunft, 50  
–, komplexe, Leistungsmotivation, 193 f.  
–, Leistungsbereitschaft, Leistungsnormen, 195  
–, Leistungsklima, 193  
–, Orientierungsmuster, gesellschaftliche, 194  
–, Rationalisierung, Spezialisierung, 194  
–, Selbstentfaltungswerte, 194  
–, Selbstverwirklichungschancen, 194  
–, Unternehmenskultur, 193  
Arbeitsnahe Ruhebedingungen, 132  
Arbeitsorganisation, Formen, Entwicklung, 207 ff.  
–, Personennahverkehr, 241 ff.  
–, Technologien, neue, 164, 209  
Arbeitsorganisatorische Umsetzung, Qualifizierung, Module, 205  
Arbeitspersonen, Schiff der Zukunft, 48 ff.  
Arbeitsphysiologie, Rollstuhl, 176 ff.  
–, Scannerkassen, 234 ff.  
Arbeitsphysiologische Bewertung, Technologien, neue, 163  
Arbeitsplatte, Zahntechniker, 158  
Arbeitsplatz, Kurztrainingsprogramme, Sport, 136  
–, Technologien, neue, 164  
–, Unterstützung, soziale, 112 ff.  
Arbeitsplatzbedingungen, Arbeitsanalyse, 65 ff.

Arbeitsplatzbelastung, Hitze, 79 ff.  
 Arbeitsplatzbeschwerden, Schichtarbeit, 214  
 Arbeitsplatzkosten, Unfallkosten, 8  
 Arbeitsplatzmehrkosten, Unfallkosten, 14  
 Arbeitsproduktivität, Arbeitsschutz, 13  
 Arbeitsprozeß, Durchdringung, intellektuelle, 33  
 Arbeitsprozeßnähe, 203 ff.  
 Arbeitspulsfrequenz, Muskularbeit, Hitze, 79 ff.  
 – , Schnellfahrtest, Rollstuhl, 180  
 Arbeitsraum, Anlagenlayout, Programmierer, 231  
 Arbeitsrichtung, Küche, Ergonomie, 153  
 Arbeitsschutz, Arbeitsproduktivität, 12 ff.  
 – , Bundesanstalt, 24  
 Arbeitsschutzsystem, 12  
 Arbeitssicherheit, Industrieroboter, 226  
 – , Technologien, neue, 164  
 Arbeitssicherheitsgesetze, 168  
 Arbeitssituation, subjektive Erschließung, Schiff der Zukunft, 48  
 Arbeitssoziologische Forschung, Arbeitsmotivation, 193  
 Arbeitsstressoren, soziale, 113 ff.  
 Arbeitsstunde, ungestörte, Kosten, 13  
 Arbeitssystem, ganzheitliche, Gestaltung, 208  
 – , Mensch-Rollstuhl, 176 ff.  
 Arbeitstätigkeit, Bildschirm, 106 ff.  
 – , geistige, Analyse, 197, 200 f.  
 – – , Handlungsregulation, 199  
 – – , körperliche, Abgrenzung, 199  
 – , planende, Regulationserfordernisse, 201 f.  
 Arbeitsteilung, Großserienfertigung, Arbeitsanalyse, 32  
 Arbeitsstellung, Bodenarbeit, 99  
 Arbeitstempo, hohes, Belastungsfaktoren, 108  
 Arbeitsumsatz, Muskelaktivität, Hitze, 79 ff.  
 Arbeitsumwelt, soziale, Erkrankungen, 16  
 Arbeitswelt, Automatisierung, 106  
 Arbeitswirtschaft, 207 ff.  
 – , Aufgabenstellung, 207 ff.  
 – , Automatisierung, Arbeitsingenieur, 207 ff.  
 – , industrielle, sozio-technische Systeme, 207  
 – , Planungsfelder, 207 ff.  
 – , Vorgehensweise, Systemgestaltung, 208  
 Arbeitswissenschaft, arbeitsbedingte Erkrankungen, 16 ff.  
 – , Aufbaustudium, 55  
 – , Grundlagenforschung, 58  
 – , Herausforderung, Leistungsbereitschaft, 193 ff.  
 – , integrativ, organisierende, 55 ff.  
 – , interdisziplinär orientierte, 55 ff.  
 – , Körperhaltungen, 97  
 – , Kontaktstudium, kurzfristiges, 55  
 – , soziale Dimension, 193  
 – , Weiterbildung, 55 ff.  
 Arbeitszeitregelung, Schichtarbeit, 41, 73  
 Arbeitszufriedenheit, Arbeitsanalyse, 67  
 – , Pilot, Schiff der Zukunft, 48  
 – , Schichtarbeit, 36, 48  
 – , Schiff der Zukunft, 48, 53  
 Armarbeit, Ermüdung, 90  
 Armbereich, EA, 134  
 Armbeugemuskulatur, Maximalkräfte, 86 ff.  
 Armhöhe, Bodenarbeit, 98  
 Armkurbelergometer, 90  
 Armmuskulatur, Ergometer, 93  
 Aschenbahn, Belastungsart, Laufstrecke, Sport, 137  
 Atemluft, Formaldehyd, 147  
 Atmungsorgane, Erkrankungen, Personennahverkehr, Fahrer, 245  
 Aufbauorganisation, Umstrukturierung, Umsetzung, organisatorische, 206  
 Aufbaustudium, längerfristiges, Arbeitswissenschaft, 55  
 Aufbewahren, Rollstuhl, 176  
 Aufgabenanalytische Ansätze, Arbeitsanalyse, 27  
 Aufgabenbeschreibung, Arbeitsanalyseverfahren, 65 f.  
 Aufgabenstellung, Arbeitswirtschaft, 207 ff.  
 Aufgabenstruktur, Anlagenführer, 26  
 Ausdauer, Leistungsfähigkeit, Ergometer, 93  
 – , Leistungsfähigkeit, Sport, 137  
 Ausführen, Planen, Handlungsregulationstheorie, 200  
 Ausführungskontrolle, Absichtskontrolle, Motivation, 1 ff.  
 Automatisierung, Arbeitswelt, 106  
 – , Arbeitswirtschaft, Arbeitsingenieur, 207 ff.  
 – , Auswirkungen, Flachbaugruppenproduktion, 209  
 – , Technologien, neue, 163 f.  
 Automatisierungskonzepte, Schiff der Zukunft, 53  
 Automatisierungstechnik, Störungsdiagnose, Fehleranalyse, 31  
 Automobilfertigung, Veränderung, 163 ff.  
 Automobilindustrie, 26, 163 ff.  
 – , Anforderungsanalyse, 26  
 Automobilmontage, Technologien, neue, 163 ff.  
 Autonomie, Selbständigkeit, Arbeitsmotivation, 194  
 Autonomieerhaltende Funktion, Belastungs-Beanspruchungskonzept, 17

## B

Bahnschweißen, Robotereinsatz, 225  
 Basisdokumentation, Vorsorgeuntersuchung, 170  
 Bauzeichnerin, Arbeitsaufgabe, Arbeitsanalyse, 201  
 Beanspruchung, Muskeln, Hitze, 79 ff.  
 – , psychische, Tageszeit, 220 f.  
 – , psychische, subjektive, Skalierung, 217 ff.  
 Beanspruchungsermittlung, Zahntechniker, 159  
 Beanspruchungsparameter, Sport, 137  
 Beanspruchungsreaktion, belastungsspezifische, 109  
 – , Tätigkeitsspezifische, 109  
 Beeinträchtigungsfreiheit, Schichtarbeit, 34 ff.  
 Befindlichkeitsstörungen, Schichtarbeit, 212 ff.  
 – – , Fragebögen, 212 ff.  
 – , Fahrer, Personennahverkehr, 241 ff.  
 – , soziale Unterstützung, Arbeitsplatz, 116  
 Befragung, Benutzer, Software-Ergonomie, 45  
 Beinarbeit, Ermüdung, 90  
 Beinhaltung, Bodenarbeit, 98  
 Beinreckermuskulatur, Maximalkräfte, 89  
 Belastbarkeit, emotionale, Seeleute, 52  
 Belastung, Beanspruchung, Scannerkassen, 234 ff.  
 – , kombinierte, Muskularbeit, Hitze, 79 ff.  
 – , konzentrische, Maximalkräfte, 87 f.  
 – , Technologien, neue, 164 f.  
 Belastungen, dynamische, Hand-Arm-System, 23 ff.  
 – , körperliche, Erkrankungen, 16  
 – , psychosoziale, Wirkungsweisen, 17  
 – , statische, Hand-Arm-System, 23 ff.  
 Belastungsabschnitte, Varianzanalyse, Muskularbeit, Hitze, 81  
 Belastungsart, Ergometrie, Sport, 137  
 Belastungsermittlung, Arbeitsanalyse, 27  
 Belastungsfaktoren, Entstehungsbedingungen, 108  
 Belastungsparameter, Ausprägungsstufen, Muskularbeit, Hitze, 81  
 Belastungsschwerpunkte, Tätigkeitstypen, 108  
 Belastungsspezifische Beanspruchungsreaktionen, 109  
 Belastungsstrukturen, Technologien, neue, 163  
 Belastungs-Beanspruchungskonzept, integriertes, 16 ff.  
 – , Folgenanalyse, 18  
 – , Zahntechniker, 159  
 Belastungs-Beanspruchungsschwerpunkte, Bildschirmarbeit, 106 ff.  
 Belastungs-Beschwerden-Zusammenhang, psychosozialer, 18  
 Belastungs-Krankheitenanalyse, psychosoziale Beeinträchtigungen, 18  
 Benutzerbeteiligung, Software-ergonomie, 42 ff., 44  
 Benutzerfreundlichkeit, Software-Ergonomie, 42  
 Benutzer-Prototyp-Interaktion, Software-Ergonomie, 45  
 Beobachtung, Datenerhebung, Software-Ergonomie, 45  
 Beobachtungsverfahren, Arbeitsanalyse, 65  
 Berufskrankheiten, Körperhaltungen, 104  
 Besatzung, Reduzierung, Schiff der Zukunft, 48  
 Besatzungsstärke, Reduzierung, Schiff der Zukunft, 54  
 Beschwerden, Körperhaltungen, 104  
 – , gesundheitliche, Bürogebäude, 147 ff.  
 – , nervöse, Schichtarbeit, 212  
 Besorgtheit, Motivationsforschung, 3  
 Bestimmbarkeit, Sicherheitsleistung, Unfallverhütung, 6  
 Bestrahlungsstärke, Arbeitspulsfrequenz, Hitze, 82  
 Betriebsärztliche Ambulanz, 168 ff.  
 Betriebsarzt, Gesundheitszirkel, 19  
 Betriebsleiter, Gesundheitszirkel, 19  
 Betriebsrat, Gesundheitszirkel, 19  
 Betriebsunfallkosten, 7  
 Betriebswirtschaftliche Effizienzmessung, Unfallverhütung, 6 ff.  
 Betriebswirtschaftslehre, Sicherheit, 11  
 Beugbereich, Maximalkräfte, Muskularbeit, 88  
 Beugen, Definition, 98  
 – , Körperhaltung, 98  
 Beugewinkel, Oberarm, Unterarm, 23 ff.  
 Beurteilung, unreliable, Identifikation, Arbeitsanalyse, 67  
 Beurteilungsparameter, Sport, 137  
 Bewegungsanalyse, Bewegungsgrößen, 23 ff.  
 – , Halbleiterkameras, 24  
 – , Klebepistolen, 25

Bewegungsapparat, Krankheiten, Personennahverkehr, Fahrer, 246  
 –, Personennahverkehr, Fahrer, 241 ff.  
 Bewegungsgrößen, Aufzeichnung, 24  
 –, Bewegungsanalysen, 23 ff.  
 –, Messung, Verfahren, 24  
 Bewegungsmessungen, Versuchsaufbau, 24  
 Bewegungsprofil, Motortrainer, 87  
 Bewegungsraum, Benutzer, Spracheingabe, Programmierung, 230  
 Bewegungsregistrierung, Elektromyographie, Scannerkassen, 234 ff.  
 Bewegungsvorgänge, Klebepistole, 25  
 Bewertungsmethoden, Software, 42 ff.  
 Bildschirmarbeit, Literaturrecherche, 106 ff.  
 Bildschirmarbeitsplatz, 106 ff.  
 Bildschirmorientierte Systeme, Maus-Eingabe, 141 ff.  
 Biographiefragebögen, Luft- und Raumfahrt, 48  
 Biomechanische Bedingungen, Rollstuhl, 180  
 – Übertragungsverhältnisse, Muskelkontraktion, EA, 129 ff.  
 Blutalkoholkonzentration, Signalentdeckungsleistung, 218 f.  
 Bodenmannschaft, Kranführer, Konzentrationsprobleme, 20  
 Bodennähe, Handarbeiten, Gartenbau, 96 ff.  
 Bordorganisation, Schiff der Zukunft, 48  
 Bremsen, Greifreifenrollstuhl, 176 f.  
 Bremskräfte, 177  
 Bremstest, Rollstuhlbenutzer, 179  
 Bücken, 96 ff.  
 –, Definition, 98  
 –, geschlechtsspezifische Eignung, 102  
 –, subjektive Bewertung, 102  
 Bürogebäude, Beschwerden, gesundheitliche, 147 ff.  
 Bürotätigkeiten, Klassifikation, 200  
 Bürotechnik, Ergonomie, 42  
 Bundesanstalt, Arbeitsschutz, 24  
 Bus-, Straßenbahn-, U-Bahnfahrer, Gesundheitsrisiko, 241 ff.

## C

CAD-Systeme, Programmierung, 228  
 –, Arbeitsanalyse, VERA, 201  
 Cardiales Risiko, Lauftraining, 136  
 CNC-Roboter, Hüttenanlagebau, 225  
 –, Spracheingabe, 224 ff.  
 Chemie, Raumluft, Formaldehyd, 147 ff.  
 Chronische Erkrankungen, Herz-Kreislauf, Magen-Darm, psychosoziale Gründe, 17  
 Chronisch-degenerative Erkrankungen, arbeitsbedingte, 16 ff.  
 –, funktionelle Erkrankungen, arbeitsbedingte, 16 ff.  
 Computer, Eingabegerät, Maus, 141 ff.  
 Computer-Mensch, Interaktion, Ergonomie, 42  
 Computereinsatz, Arbeitsanalyse, 201  
 Computertechnologie, Umsetzung, 108  
 Containerschiff, Schiff der Zukunft, 48  
 Control, Display Verhältnis, Mensch-Computer-Interaktion, 141 ff.  
 Curriculare Ausrichtung, Arbeitsanalyse, 32  
 Curriculumentwicklung, Arbeitswissenschaft, 55 ff.  
 Cursorpositionierung, Maus, 141 ff.

## D

Darstellungsfunktion, Belastungs-Beanspruchungskonzept, 17  
 Datenauswertung, Arbeitsmedizin, 171  
 Dateneingabe, Bildschirmarbeit, 106 ff.  
 –, Nutzungsintensität, 107  
 Datenerfassung, Arbeitsmedizin, 169  
 Datenerhebung, Beobachtung, Software-Ergonomie, 45  
 Datenmaterial, Motivationsforschung, 3  
 Datenverarbeitung, Scannerkassen, 234 ff.  
 Dauerleistungsgrenzbereich, Ergometer, 91  
 Dauerleistungsgrenzwert, Muskelmassen, 90  
 Daumenbetätigung, Klebepistole, 25  
 Definitionsprobleme, Arbeiter, Angestellter, 198  
 Deltamuskel, elektromyographische Aktivität, 133 f.  
 Denken, Handeln, Motivationsforschung, 2  
 –, lautes, Systemevaluation, Software-Ergonomie, 45  
 Denkprozesse, Planungsprozesse, Handlungsfeld, Arbeitsanalyse, 200  
 Dentallabors, Zahntechnikerarbeitsische, 158 ff.  
 Depressionen, Schichtarbeit, 213 ff.  
 Design, interaktives, Software-Ergonomie, 42  
 Desynchronisation, soziale, Schichtarbeit, 73 ff.  
 Diagnostik, psychologische, Arbeitsanalyse, 65  
 Dialog, Datenausgabe, Bildschirmausgabe, 106

Differentielle Effekte, Schichtsystem, 34 ff.  
 –, Konsistenz, Arbeitsanalyseverfahren, 68  
 Diskriminante, konvergente, Validität, Motivationsforschung, 3  
 Display, Control-Verhältnis, Mensch-Computer-Interaktion, 141 ff.  
 Disposition, Neigung, Motivation, 1  
 Dokumentation, Arbeitsmedizin, Datenanalyse, 169  
 Dominanzstreben, Pilot, Schiff der Zukunft, 49  
 Dorsalextension, 23  
 Dreischichtsysteme, 35, 74 f.  
 Druckbelastungen, Körperhaltungen, 104  
 Drucklähmung, Nerven, Körperhaltungen, 105  
 Druckschmerzen, Innenhand, Greifreifenrollstuhl, 177  
 Durchfall, Schichtarbeit, 213 ff.  
 Durchmesser, Antriebsrad, Greifreifen, Rollstuhl, 181  
 Dynamisch-muskuläre Arbeit, 90 ff.  
 Dynamische Arbeit, Herzschlagfrequenz, 101  
 –, Belastungen, Ermittlung von, 23 ff.  
 – –, Hand-Arm-System, 23 ff.  
 –, Maximalkraft, 86 ff.  
 –, Muskelarbeit, Hitze, 79 ff.  
 –, Muskelbeanspruchung, Normierungsverfahren, EA, 129 ff.  
 –, Vorgänge, Berücksichtigung, Arbeitsmittelgestaltung, 23 ff.

## E

EA, elektromyographische Aktivität, 129 ff.  
 EA-Kraft-Kennlinien, 129 ff.  
 EDV-Kenntnisse, CNC-Roboter-Programmierung, 228  
 EMG-Befunde, Körperhaltung, 100  
 Effekte, psychosoziale, Schichtarbeit, 34 ff., 73 ff.  
 Effektivtemperatur, Pulsfrequenz, Muskelarbeit, Hitze, 84  
 Effizienz, Ergebnismessung, Unfallverhütung, 6 ff.  
 Effizienzindikator, Arbeitsschutzsystem, 13  
 Effizienzüberwachung, Arbeitsproduktivität, 13  
 Einbauküche, Küchenergonomie, 152  
 Einfluß, mangelnder, Arbeit, Belastungsfaktor, 108  
 Eingabeeinheit, analoge, Computer, 141  
 –, Maus, Mensch-Computer-Interaktion, 141 ff.  
 Eingebemedien, Mensch-Computer-Interaktion, 141 ff.  
 Eingriffszeiten, Automobilfertigung, 165  
 Einsatzmöglichkeiten, Arbeitsingenieur, Anforderungsbild, 210  
 Einschätzung, subjektive, Überwachungsaufgaben, Tageszeiten, verschiedene, 222  
 Einschlafstörungen, Schichtarbeit, 213 ff.  
 Einzelige Küche, Ergonomie, 153  
 Einzelfallebene, Datenfluß, Arbeitsmedizin, 172  
 Eisen-, Stahlindustrie, Muskelarbeit, Hitze, 79 ff.  
 Elektretmikrofon, Sprachprogrammierung, 232  
 Elektrische Spannungswerte, EA, 129  
 Elektrodenapplikation, EA, 129  
 Elektrodengeometrie, EA, 129  
 Elektrode, Haut, Übergangswiderstand, EA, 129  
 Elektromyogramm, Ruheaktivität, 129  
 –, Scannerkassen, 234  
 Elektromyographie, Bewegungsregistrierung, Scannerkassen, 234 ff.  
 Elektromyographische Aktivität, 129 ff.  
 Eliminationsphase, Alkoholwirkung, Beanspruchung, psychische, 218 f.  
 Ellenbogen-, Knie-, Schultergelenke, Körperhaltungen, 105  
 Emotionale Belastbarkeit, Seeleute, 52  
 – Erfahrung, Motivation, 1  
 – Beziehung, Partnerschaft, Schichtarbeit, 35 f., 39, 75  
 Emotionen, Kognitionen, Motivation, 2  
 Empirische Messungen, Software-Ergonomie, 42  
 Energiebedarfserhöhung, Körperhaltung, 100  
 Energieverbrauch, Körperstellungen, 99  
 Engagement, politisches, Schichtarbeit, 35  
 Engpaßfaktor, Unfall, 13  
 Entscheidungsspielraum, Arbeitsanalyseverfahren, 69  
 Entstehungsbedingungen, Belastungsfaktoren, 108  
 Entwicklungsländer, Arbeitsmotivation, 193  
 Entwicklungsrückstände, Industriebetriebe, mittlere, 203 ff.  
 Entwicklungs-, Qualifizierungssysteme, Industriebetriebe, mittlere, 203  
 Entwurfskonzept, iteratives, Software-Ergonomie, 43  
 Epidemiologische Analysen, Arbeitsmedizin, 168 ff.  
 Erbrechen, Schichtarbeit, 213 ff.  
 Erfassung, Arbeitsmedizin, Datenanalyse, 169  
 –, valide, reliable, Merkmale, Untersuchung, 1 ff.  
 Erfassungsmethode, Arbeitshaltungen, 98  
 Erfolgserfahrung, Motivation, 1  
 Ergebnis-, Effizienzmessung, Unfallverhütung, 6 ff.  
 Ergometer, Laboruntersuchung, Muskelarbeit, Hitze, 83

Ergometerleistung, Muskelmassen, 92  
 Ergometrie, Belastungsart, Sport, 137  
 Ergonomie, 16 f., 23 ff., 42 ff., 90 ff., 106 ff., 152 ff., 176 ff., 224 ff., 241  
 – , anthropometrische Erkenntnisse, 23 ff.  
 – , Arbeitsbedingungen, 16 f.  
 – , Benutzerbeteiligung, Software, 42 f.  
 – , Defizit, Personennahverkehr, 241 ff.  
 – , Gestaltung, Arbeitsmittel, 23 ff.  
 – – , Klebepistolen, 23 ff.  
 – , Greifreifenrollstuhl, 176 ff.  
 – , Kücheneinrichtung, 152 ff.  
 – , Küche, 152 ff.  
 – , Maus, Eingabegerät, Computer, 141 ff.  
 – , Mensch-Computer-Interaktion, 42  
 – , Prototyping, 42 ff.  
 – , Spracheingabe, 224  
 Erholungspulssumme, Ergometer, 91  
 – zeitermittlung, Körperhaltung, 98  
 Erholzeiten, Automobilfertigung, 165  
 Erkältung, Schichtarbeiter, 214 f.  
 Erkennungssicherheit, Sprachprogrammierung, 232  
 Erkrankungen, arbeitsbedingte, 16 ff.  
 – , Personennahverkehr, Fahrer, 241 ff.  
 – , psychosoziale, Auswirkungen auf Herz-Kreislauf-, Magen-Darm-System, 17  
 Erkrankungsformen, Beanspruchungen, 17  
 Erlebenswirkung, Muskelarbeit, Hitze, 84  
 Erlebenszustände, Handlungskontrolle, 1  
 – , merkmaltypische, Motivationsforschung, 2  
 Erlebnisinhalte, Motivation, 1  
 Ermittlung, dynamische Belastungen, 23 ff.  
 Ermüdung, Arbeitsgestaltung, Pausenregelung, Scannerkassen, 234 ff.  
 – , Schichtarbeit, 213 ff.  
 Ermüdungsanstieg, Dauerleistungsgrenze, 90  
 Ernährungs-, Stoffwechselstörungen, Personennahverkehr, Fahrer, 244  
 Erregbarkeit, Formaldehyd, 149  
 Erschließung, subjektive, Arbeitssituation, Schiff der Zukunft, 48  
 Erwerbsgartenbau, Körperhaltungen, 97  
 Erwerbswirtschaft, monetäre, Arbeitsmotivation, 193  
 Erziehungseinflüsse, Leistungsbereitschaft, 193  
 – ziele, Arbeitsmotivation, 193  
 Europa, Industrierobotereinsatz, Entwicklung, 224  
 Evaluation, Prototypen, Software-Ergonomie, 42  
 Evolutionäres Prototyping, Software-Ergonomie, 43  
 Exekutivarbeiten, monotone, Büro, Verwaltung, 198  
 Expertenbefragung, Arbeitsanalyseverfahren, 65  
 – sgespräch, Software-Ergonomie, 42 ff.  
 – sliste, Software-Ergonomie, 43  
 Extradfunktionale Qualitäten, Arbeitsanalyse, 27  
 – Versions-Introversionsskala, Motivationsforschung, 3  
 Exzentrische Muskelarbeit, 86 ff.

## F

FAA, Arbeitsanalyseverfahren, Büro, Verwaltung, 197 f.  
 Facharbeiterbelastung, Roboterprogrammierung, 226  
 Fachpersonal, Instandsetzung, Arbeitsanalyse, 32  
 Fähigkeitserfordernisse, Arbeitsanalyseverfahren, 65 f.  
 Fahrdienstuntauglichkeit, Personennahverkehr, 241  
 Fahren, Rollstuhl, 176  
 Fahrer, Kaltwalzer, Stationsschlosser, Magen-Darm-Erkrankungen, 19  
 – , Personennahverkehr, Befindlichkeitsstörungen, 241 ff.  
 Fahrerloses Transportsystem, 163  
 Fahrradergometer, 90, 136 f.  
 – , aerob-anaerobe Schwelle, 136 f.  
 – , Lactatkonzentration, 136 f.  
 – , Lauftraining, Vergleich, 136 ff.  
 – , Leistungsfähigkeit, 136  
 – , Pulsfrequenz, 136 f.  
 Fahrtst, Rollstuhlbenutzer, 179  
 Faltbarkeit, Rollstuhl, 176 ff.  
 Fehler, Zeiten, Software-Ergonomie, 45  
 Fehleranalyse, Zeichnen, Rechnen, Schreiben, 31  
 – , Behebungsstrategien, CNC-Roboter-Programmierung, 228  
 – , Beseitigung, Fehlerdiagnose, Anlagenführer, 26 ff.  
 Fehlerdiagnose, Anlagenführer, Instandhaltungsarbeiten, 26  
 – , Beseitigung, kognitive Anforderungen, 30  
 – , Fehlerbeseitigung, Anlagenführer, 26 ff.  
 Feinarbeit, Küche, Ergonomie, 155  
 Feinstsensumotorische Tätigkeit, Zahntechniker, 159  
 Feldabhängigkeit, Arbeitsanalyse, 67

Feldanalyse, Muskelarbeit, Hitze, 79 ff.  
 Feldstudie, Scannerkassen, 234 ff.  
 Felduntersuchungen, Muskelarbeit, Klima, 79 ff.  
 Feldversuch, Lauftraining, 136  
 Fertigmontage, Automobilindustrie, 165  
 Fertigung, mittelbetriebliche, Qualifizierung, 203 ff.  
 Fertigungskonzepte, Anforderungsverschiebungen, 26  
 Fettschicht, subcutane, EA, 129  
 Fingerbeuger, elektromyographische Aktivität, 133  
 Fitnessverbesserung, Sportmotivation, 137  
 Fixkostencharakter, Unfalltage, 7  
 Flachbaugruppenproduktion, Automatisierung, Auswirkungen, 209  
 Flämmereien, Muskelarbeit, Hitze, 80  
 Flexibilisierung, Personaleinsatz, Abläufe, organisatorische, 205  
 Flexibilität, Produktion, Arbeitswirtschaft, 208  
 Fließbandfertigung, Henry Ford, 163  
 Flugzeugführer, Belastbarkeit, emotionale, 52  
 Flugzeugingenieure, Belastbarkeit, emotionale, 52  
 Formaldehyd, Raumluft, Bürogebäude, 147 ff.  
 Forschungsinstitut Wartberg, Anthropotechnik, 23  
 Fourier-Transformation, Schichtarbeit, 73  
 Fragebogen, Motivationsforschung, 2  
 – , Psychotoxizität, 147 ff.  
 – , Schichtarbeit, Befindlichkeitsstörungen, 212 ff.  
 Freizeitgestaltung, Schichtarbeit, 35  
 – , Zufriedenheit, Schichtarbeit, 37, 75 f.  
 Frequenzanalyse, elektromyographische Aktivität, 129  
 Fünf-Ebenen-Modell, Regulationserfordernisse, Arbeitsanalyse, 200  
 Funktionsanalytische Ansätze, Arbeitsanalyse, 27  
 Funktionsstruktur, Schiff der Zukunft, 48

## G

Gärtner, Körperhaltungen, 96 ff.  
 Gärtnerbefragung, Körperhaltungen, 102  
 Ganzheitliche Gestaltung, Arbeitssysteme, 208  
 Ganzheitlichkeit, Verlust, Arbeit, 107  
 Gebäude, Raumluft, Formaldehyd, 147 ff.  
 Gedächtnisbeeinträchtigung, Formaldehyd, 149  
 Gedächtnisschwäche, Schichtarbeit, 213 ff.  
 Gefährdungsermittlung, Arbeitsanalyse, 27  
 Geistige Arbeitstätigkeiten, Handlungsregulation, 200  
 Geldverdienst, Arbeitsmotivation, 193  
 Gelenkschmerzen, Hand-Arm-System, Greifreifenrollstuhl, 177  
 Gelenkstellung, Kraftkopplung, EA, 130  
 – , statische, Klebepistolen, 24  
 Gemeinkosten, Unfallkosten, 8  
 Gerätearbeit, Küche, Ergonomie, 155  
 Gesamtkosten, Unfallreduzierung, 6 ff.  
 Geschlechtsspezifische Eignung, -bücken, 102  
 Geschlechtsverkehr, Probleme, Schichtarbeit, 213 ff.  
 Geschwindigkeitsmittelwert, Rollstuhl, 181  
 Gesetzgebung, Körperhaltungen, 104  
 Gespanntheit, innere, Motivationsforschung, 3  
 Gestaltung, benutzerfreundliche, Mauseingabe, Computer, 141 ff.  
 – , ergonomische, Arbeitsmittel, 23 ff.  
 Gestaltungsansätze, Schiff der Zukunft, 48 ff.  
 Gestaltungsempfehlungen, ergonomische, Arbeitsanalyse, 27  
 Gesundheit, Formaldehyd, 147 ff.  
 – , Schichtarbeit, 212 ff.  
 Gesundheitliche Beschwerden, Bürogebäude, 147 ff.  
 Gesundheitsaspekte, Sport, 137  
 Gesundheitsgerechte Arbeitsgestaltung, 16 ff.  
 Gesundheitsmonitoring, Arbeitsmedizin, 168 ff.  
 Gesundheitsrisiken, Bus-, Straßenbahn-, U-Bahnfahrer, 241 ff.  
 – , Fahrdienst, Personennahverkehr, 241 ff.  
 – , psychosoziale, 16  
 Gesundheitsschäden, Körperhaltungen, 100  
 – , Sport, 136  
 Gesundheitsstörung, Arbeitsmedizin, 169  
 – , Fahrer, Personennahverkehr, 241 ff.  
 Gesundheitsstudie Nahverkehr, 241  
 Gesundheitszirkel, 16 ff.  
 – , Mitglieder, 19  
 Gesundheitszustand, Schichtarbeit, 212 ff.  
 Getriebeübersetzung, Greifreifenrollstuhl, 176  
 Gewichtsreduzierung, Sportmotivation, 137  
 Gewinnverluste, Unfallkosten, 14  
 Gewöhnungseffekte, Gesundheitszustand, Schichtarbeit, 214  
 Gießbetriebe, Muskelarbeit, Hitze, 80  
 Gliederschmerzen, Schichtarbeit, 213 ff.

GOMS Methodology, Systemanalyse, 231  
 Greifreifen, Antriebsrad, Durchmesser Verhältnis, Rollstuhl, 181  
 Greifreifeindurchmesser, Rollstuhl, 180  
 Greifreifenlage, Rollstuhl, 178  
 Greifreifenrollstuhl, Antriebssystem, 176 ff.  
 Greifreifenumfangsgeschwindigkeit, Rollstuhl, 181 f.  
 Griffachse, Bodennähe, 97  
 Großserienfertigung, Anforderungsanalyse, 26  
 – , Arbeitsteilung, Arbeitsanalyse, 32  
 Grundlagenforschung, Arbeitswissenschaft, Studium, 58  
 Grundrißgestaltung, Küchenergonomie, 152 ff.  
 Gruppenebene, Datenfluß, Arbeitsmedizin, 172  
 Gruppenkonsens, soziale Unterstützung, 119  
 Gruppensitzung, Motivationsforschung, 2  
 Gruppensolidarität, Leistungsbereitschaft, 193  
 Gütekriterien, Arbeitsanalyseverfahren, 65 ff.

## H

Halbleiterkameras, Bewegungsmessung, 24  
 Halbmikromethode, Lactat, Sport, 137  
 Haltedauer, Gestaltungsmaßnahmen, 23  
 Haltefunktionen, Muskelgruppen, EA, 132  
 Haltevorgänge, Klebepistolen, 25  
 Haltsarbeit, statische, Gartenbau, 96 ff.  
 Handarbeiten, Körperhaltungen, Bücken, Knien, Hocken, 96 ff.  
 Handbetätigung, Klebepistole, 25  
 Handeln, Denken, Motivationsforschung, 2  
 Handergometer, 90  
 Handgelenkbewegung, Scannerkassen, 236  
 Hand-, Kopfarbeit, Trennung, 197 ff.  
 Hand-Arm-System, Arbeitsmittelgestaltung, 23 ff.  
 – , Greifreifenrollstuhl, 177  
 Hand-Greifreifen-Schnittstelle, Rollstuhl, 176 ff.  
 Handgriffrealisierung, Schweißroboterprogrammierung, 229  
 Handlung, intensionsgeleitet, 1  
 Handlungsabsichten, Motivation, 1  
 Handlungsfeld, Handlungsmöglichkeit, Arbeitsanalyse, 199  
 Handlungsfreiräume, Schiff der Zukunft, 53  
 Handlungskontrolle, Erfassung, Merkmale, reliable, valide, 1 ff.  
 Handlungsorientierung, Motivationsforschung, 2  
 – , Zielorientierung, Arbeitsanalyse, 205  
 Handlungs-, Kontrollspielraum, geringer, Belastungsfaktor, 109  
 Handlungsplanung, Kopfarbeit, Angestellte, Arbeiter, 198  
 Handlungsregulation, Arbeitstätigkeiten, geistige, 199  
 – , Roboter-Programmiersystem, Funktionsstörung, 228  
 Handlungsregulationstheorie, 199, 226  
 – , Planen, Ausführen, 200  
 Handmuskulatur, Ergometer, 93  
 Handschweißarbeitsplatz, Arbeitsanalyse, 231  
 Handseite, Greifreifenrollstuhl, 176  
 Handstrecke, Scannerkassen, 236  
 Haushalt, Küchengestaltung, Ergonomie, 152 ff.  
 Haushaltsarbeit, Ergonomie, 152 ff.  
 Haushaltsführung, Schichtarbeit, 35 f.  
 Haut, Elektrode, Übergangswiderstand, EA, 12  
 – , Wärmebeanspruchung, Bremsen, Rollstuhl, 177  
 Hauterkrankungen, Arbeitsmedizin, 173  
 HEINER, Tisch-, Sitzhöhe, Zahntechniker, 162  
 Herstellung, Software, Ergonomie, 42  
 Herzschlagfrequenz, Automobilfertigung, 164  
 – , Automobilmontage, Technologien, neue, 163 ff.  
 – , dynamische Arbeit, 102  
 – , Erhöhung, Körperhaltung, 100  
 – , Zahntechniker, 160  
 Herz-Kreislauf, Beanspruchung, Scannerkassen, 234  
 – , Erkrankungen, Fitness, 136  
 – , Kranfahrer, 19  
 – , Parameter, Beanspruchung, 90  
 – , System, Fahrradergometer, 136 ff.  
 – , Hitze, Muskelarbeit, 80  
 – , Personennahverkehr, 241 ff.  
 – , psychosoziale Erkrankungen, 17  
 Hitze, Muskelarbeit, 79  
 Hitze-arbeitsplätze, 80  
 Hochofen, Muskelaktivität, Hitze, 80  
 Hochschränke, Küche, Ergonomie, 154  
 Hocken, 96 ff.  
 Höhenverstellbarer Tisch, Zahntechniker, 158 ff.  
 Horizontale Umsetztätigkeiten, EA, 130  
 Hubfrequenz, Rollstuhl, 178

Hubkräfte, Schulter, Oberarm, 132  
 Hubtätigkeiten, EA, 133  
 Hüllkurve, elektromyographische Aktivität, 129  
 Hüttenanlagebau, Industrierobotereinsatz, 225  
 Humanisierung der Arbeit, 55 ff., 193 ff., 203  
 Husten, Schichtarbeiter, 214 f.  
 Hygienefaktor, Verdienstniveau, Arbeitsmotivation, 193

## I

Identifikation, unreliabler Beurteiler, Arbeitsanalyse, 67  
 Inaktivität, Streß, psychomentaler, 136  
 – , physische, beruflich bedingt, 136 f.  
 Industriebetriebe, mittlere, Entwicklungsrückstand, 203 ff.  
 – , Innovation, 203  
 – , Organisationsentwicklung, 203 ff.  
 Industriemechaniker, Anforderungsermittlung, 26  
 Industrieroboter, Einsatz, 224 f.  
 – , Europa, Entwicklung, 224  
 – , Hüttenanlagebau, 225  
 – , Teach-in-Programmierung, 225 f.  
 – , Wettbewerbsfähigkeit, 225  
 Informationsaufnahme, Arbeitsanalyse, 28  
 Informationsfluß, Arbeitsmedizin, Datenanalyse, 169  
 – , Bildschirmarbeit, 107  
 Informationsgesellschaft, Arbeitsmedizin, 168 ff.  
 Informationstechnik, Ergonomie, 42  
 Informationstechnologien, 168 ff.  
 Informationstheoretisches Modell, kognitive Anforderungen, Ermittlung, 27  
 Informationsverarbeitung, Arbeitsmedizin, 168 ff.  
 Informatorische Belastung, hohe, 108  
 Ingenieur, Automatisierung, Arbeitswirtschaft, 207 ff.  
 Innenhandbereich, Beanspruchung, Greifreifenrollstuhl, 177  
 Innenraumluft, Schadstoffe, Formaldehyd, 147 ff.  
 Innovation, Industriebetriebe, mittlere, 203  
 Instandhaltung, Fachpersonal, Arbeitsanalyse, 32  
 Instandhaltungsarbeiten, Anlagenführer, 28  
 Instandhaltungspersonal, Arbeitsanalyse, 26  
 Integrative Funktion, Belastungs-Beanspruchungskonzept, 17  
 Integratives Motivationsmodell, 1 ff.  
 Intellektuelle Anforderungen, Arbeitsanalyse, 33  
 Intelligenztests, Arbeitsanalyseverfahren, 66  
 Interaktion, Benutzer-Prototyp, Software-Ergonomie, 45  
 – , Mensch-Computer, Ergonomie, 42, 141 ff.  
 – , soziale, Arbeitsanalyse, 67  
 Interaktives Design, Software-Ergonomie, 42 ff.  
 Interindividuelle, intermuskuläre Vergleiche, EA, 129 ff.  
 Interkorrelationen, Skalen, sozialer Unterstützung, 117  
 – , Subskalen, Denken, Handeln, Motivation, 3  
 Intermuskuläre, interindividuelle Vergleiche, EA, 129 ff.  
 Interview, Expertengespräch, Software-Ergonomie, 43  
 Intrinsische Arbeitsmotivation, Schiff der Zukunft, 50  
 Introversions-Extraversionsskala, Motivationsforschung, 3  
 Isolation, Schichtarbeit, 35 f., 108  
 – , soziale, Belastungsfaktor, 108  
 Isometrie, Maximalkraft, 86 ff.  
 – , maximale Kontraktion, EA, 129  
 Items, Arbeitsanalyseverfahren, 28  
 – , Motivationsforschung, 2  
 – , soziale Unterstützung, 115

## J

JDS, Job Diagnostic Survey, 48  
 Job analysis, Arbeitsanalyse, 65 ff.  
 Job Diagnostic Survey, Schiff der Zukunft, 48 ff.  
 Joystick, Cursorpositionierung, 141  
 Jugendschutzgesetz, Körperhaltungen, 104

## K

Kalorienverbrauch, Körperhaltungen, 100  
 Kaltwalzer, Fahrer, Stationsschlosser, Magen-Darm-Erkrankungen, 19  
 Kameras, Selspot, Bewegungsmessungen, 24  
 Kapazitätsauslastung, Unfallkosten, 10  
 Karosserierohbau, Automobilfertigung, 165  
 Kassenarbeitsplätze, EA-Kraft-Kennlinien, 130  
 – , Scanner, Untersuchungen, elektromyographische, 234 ff.  
 Kassiererinnen, Scannerkassen, Elektromyographie, 235

Kenntnisse, Arbeitsanalyse, 28  
 Kennwerte, soziale Unterstützung, 115  
 Kinder, Beziehung, Pflichtarbeit, 35 f., 39, 74 f.  
 Kippgefahr, Rollstuhl, 180  
 Klassifikation, Büro-, Verwaltungs-, Planungstätigkeiten, 200  
 – , Schichtsysteme, 34 ff., 73 ff.  
 Klebepistole, Daumenbetätigung, 25  
 – , ergonomische Gestaltung, 23 ff.  
 – , Handbetätigung, 25  
 – , Typen, 25  
 Kleinstküche, Ergonomie, 152  
 Klima, warmes, Muskelarbeit, 79 ff.  
 Klimabelastung, Temperatur, 80  
 Knie-, Ellen-, Schultergelenke, Körperhaltungen, 104  
 Knien, 96 ff.  
 – , Definition, 98  
 Körperbehinderte, Rollstuhl, 176 ff.  
 Körperbewegungen, Körperhaltungen, 97 ff.  
 Körpergelenke, Bodennähe, Arbeit, 97  
 Körperhaltung  
 – , Berufskrankheiten, 104  
 – , Beschwerden, 104  
 – , Bücken, Knien, Hocken, 96 ff.  
 – , EA, 130  
 – , gebeugte, 100  
 – , Gesetzgebung, 104  
 – , Gesundheitsschäden, 100  
 – , Küchenarbeit, 153  
 – , Mutterschutzgesetz, 104  
 – , Rangfolge, 98  
 – , Zahntechniker, 158 ff.  
 Körperhaltungsarbeit, Bodennähe, 97  
 – , Gartenbau, 96 ff.  
 Körperhaltungsbeurteilungen, Männer, Frauen, 103  
 Körperkräfte, Meßmethodik, 129  
 Körperkraftmessung, EA, 129  
 Kognitionen, Emotionen, Motivation, 2  
 Kognitive Anforderungen, Anlagenführer, 26 ff.  
 – , Ermittlung, informationstheoretisches Modell, 27  
 – , Fehlerdiagnose, 30  
 – , Qualifikationsanforderungen, 27  
 Kombinierte Belastung, Muskelarbeit, Hitze, 79 ff.  
 Kommunikation, mündliche, Fehleranalyse, 31  
 – , multimodale, monomodale, 231  
 Kommunikationsketten, soziale, Gesundheitsbeschwerden, 147  
 Komplexe Leistungsmotivation, 193 f.  
 Konsistenz, differentielle, Arbeitsanalyseverfahren, 69  
 – , transpersonale, Arbeitsanalyseverfahren, 68  
 Konstrukt, nomologisches, soziale Unterstützung, Arbeitsplatz, 116  
 Konstrukteurin, CAD, Arbeitsanalyse, 201  
 Konstruktionsparameter, Greifreifenrollstuhl, 176 ff.  
 Konstruktvalidität, Arbeitsanalyseverfahren, 70  
 Kontaktstudium, kurzfristiges, Arbeitswissenschaft, 55  
 Kontraktion, isometrische, maximale, EA, 129  
 Kontrolle, Motivation, 1  
 Konvergente, diskriminante, Validität, Motivationsforschung, 3  
 Konzentrationsbeeinträchtigung, Formaldehyd, 149  
 Konzentrationschwäche, Schichtarbeit, 212, 213 ff.  
 – , Aufmerksamkeitsanforderung, hohe, Belastung, 109  
 Konzentrische Belastung, Maximalkräfte, 87 f.  
 – , Muskelarbeit, 86 ff.  
 Kopfarbeit, Handarbeit, Trennung, 197 ff.  
 – , Handlungsplanung, Arbeiter, Angestellte, 198  
 Kopfbügelmikrofon, Sprachprogrammierung, 232  
 Kopfschmerzen, Kranfahrer, Konzentration, 29  
 – , Schichtarbeit, 213 ff.  
 Koronare Herzerkrankungen, Streß, 17  
 Kosten, Unfallvariable, 14  
 Kostenbegriff, Unfallkosten, 6 ff.  
 Kostenbekämpfung, Unfallkosten, 9  
 Kostenrechnung, Unfallkosten, 9  
 Kostensenkung, Unfallverhütung, 8  
 Kostenträger, Unfallkosten, 7  
 Kraftangriffspunkte, verschiedene, EA, 132  
 Kraftarbeit, Küche, Ergonomie, 155  
 Krafthub, Rollstuhlbenutzung, 177  
 Krafthublänge, Rollstuhl, 178  
 Krafthubverlängerung, Rollstuhl, 180  
 Kraftkopplung, Gelenkstellung, 130  
 Kraftmeßeinrichtung, dreidimensionale, EA, 130  
 Kraftvektoren, räumliche, EA, 131  
 Kraftverbrauch, Körperhaltung, 99  
 Kranfahrer, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, 19  
 – , Konzentration, Kopfschmerzen, 19  
 – , Bodenmannschaft, Konzentrationsprobleme, 20  
 Krankabingestaltung, Änderungsvorschläge, 21  
 Krankenhausorganisation, Datenverarbeitung, 168  
 Krankenkassen, Abrechnungswesen, Datenverarbeitung, 168  
 Kreislaufbeanspruchung, Rollstuhlbenutzer, 177  
 Kriteriumsvalidität, Arbeitsanalyseverfahren, 68  
 Küche, einzeilig, Ergonomie, 153  
 – , ergonomische, 152 ff.  
 – , Unfallgefahr, 153  
 Küchenarbeit, Ergonomie, 153  
 Kücheneinrichtung, Ergonomie, 152 ff.  
 Kurbelrollstuhl, Greifreifenrollstuhl, 176  
 Kurztrainingsprogramme, Sport, Arbeitsplatz, 136

**L**  
 Laboruntersuchung, Ergometer, Muskelarbeit, Hitze, 83  
 Laborversuche, elektromyographische Aktivität, 130  
 Lackiererei, Gesundheitsbeschwerden, Arbeitsmedizin, 170  
 Lactat, Halbmikromethode, Sport, 137  
 Lactatkonzentration, Fahrradergometer, 136  
 Lärm, Muskelarbeit, 80  
 Lärmpegel, Regulationserfordernis, Denkprozeß, 228  
 Lage-, Handlungsorientierung, Kontrolle, Motivation, 1 ff.  
 Lageorientierung, Motivationsforschung, 2  
 Laufgeschwindigkeit, Sport, Alter, 138  
 Laufstrecke, Belastungsart, Sport, 137  
 Lauftraining, Fahrradergometer, Vergleich, 136 ff.  
 – , cardiales Risiko, 136 f.  
 Lauftreffs, 136 ff.  
 Lebensrhythmus, Schichtarbeit, 73 ff.  
 Leerhub, Rollstuhlbenutzer, 177  
 Legitimation, Leistungsansprüche, 194  
 Lehrangebot, Struktur, Arbeitswissenschaft, 57  
 Leistung, Arbeitskultur, 193 f.  
 – , sportliche, Altersklassen, 139  
 Leistungsanreize, Motivation, 193  
 Leistungsansprüche, Legitimation, 194  
 – , Leistungsnormen, Arbeitsmotivation, 195  
 Leistungsaufwand, Nachtversuche, Beanspruchungen, psychische, 221  
 Leistungsbereitschaft, 193 ff.  
 – , Erlernbarkeit, 193  
 – , Erziehungseinflüsse, 193  
 – , Gruppensolidarität, 193  
 – , Herausforderung, Arbeitswissenschaft, 193  
 – , Wertesystem, 193  
 Leistungsbewertung, 193 ff.  
 Leistungsdenken, Rationalisierung, 194  
 Leistungsfähigkeit, Anspannung, Tageszeit, 220  
 – , physisch, Laufreffteilnehmer, 136  
 Leistungsklima, Arbeitsmotivation, 193  
 Leistungskonkurrenz, individualistische, Arbeitsmotivation, 193  
 Leistungskontrollmöglichkeiten, Belastungsfaktor, 108  
 Leistungsminderungen, Unfallkosten, 14  
 – , Unfallrate, 11  
 Leistungsmotivation, komplexe, 193 f.  
 – , Rationalisierung, Spezialisierung, 194  
 – , Störfaktor, 194  
 – , Wertewandel, 193 ff.  
 Leistungsnormen, Leistungsansprüche, Arbeitsmotivation, 195  
 Leistungsstreben, Pilot, Schiff der Zukunft, 49  
 Leistungsvoraussetzungen, Schiff der Zukunft, 48 ff.  
 Leistungszusammenhänge, Motivation, 193 ff.  
 Leistungszweck, Transparenz, Arbeitsmotivation, 195  
 Leitregelkriterien, Zahntechniker, Arbeitssystem, 159  
 Lenkung, Greifreifenrollstuhl, 177  
 Lernen, arbeitsgangorientiertes, Organisationsentwicklung, 205  
 – , regelorientiertes, Methodenkompetenz, Qualifizierung, 205  
 – , tätigkeitsorientiertes, Qualifizierung, 205  
 Lichtgriffel, Cursor-Positionierung, 141  
 Liegen, Energieumsatz, Energieverbrauch, 99  
 Literaturanalyse, Software-Ergonomie, 42 ff.  
 Literaturrecherche, Bildschirmarbeit, 106  
 Log-files, Rechnerprotokolle, Software-Ergonomie, 45  
 Lohnkosten, Unfallkosten, 8  
 Lokale Muskelarbeit, Beurteilung, 129 ff.  
 Luft, Formaldehyd, 147  
 Luftnot, Schichtarbeit, 213 ff.  
 Lungenfunktionsprüfung, Formaldehyd, 150

## M

Magenbeschwerden, Schichtarbeit, 213 ff.  
Magen-Darm-Erkrankungen, Fahrer, Kaltwalzer, Stationsschlosser, 19  
–, Personennahverkehr, Fahrer, 241 ff.  
Magen-Darm-Kanal, Schichtarbeit, 212  
Magen-Darm-Trakt, psychosoziale Erkrankungen, 17  
Mannschaft, Schiff, Persönlichkeitsstruktur, 53  
Manövrierfähigkeit, Greifreifenrollstuhl, 177  
Maschinenmehrkosten, Unfallkosten, 14  
Maschinenstillstandszeiten, Unfallkosten, 13  
Master-Slave-Verfahren, Roboter-Programmierung, 228  
Maus, Cursor-Positionierung, 141  
–, Eingabeeinheit, Mensch-Computer-Interaktion, 141 ff.  
–, Positionierungsfehler, 143  
–, Positionierungsgenauigkeit, 143  
–, Positionierungszeit, 143  
–, Weglänge, Zielgröße, 145  
Mauswege, Cursor, Computer, 144  
Maximalbelastungen, Hand-Arm-System, 23 ff.  
Maximale isometrische Kontraktion, EA, 129  
Maximalkraft, dynamische, 86 ff.  
–, Muskelbeanspruchung, EA, 129 ff.  
Maximalkrafttest, Rollstuhlfahrer, 178  
Maximalwert, exzentrischer, Maximalkräfte, 88  
Mechanik, Greifreifenrollstuhl, 181  
Medizinsoziologische Beiträge, Erkrankungen, arbeitsbedingte, 16  
MEISTER, Einsatzperspektiven, Organisationsentwicklung, 206  
–, Modulares Entwicklungs-, Qualifizierungssystem, betriebliche Fertigung, 204  
Meniskusschäden, Körperhaltung, 105  
Mensch, Schnittstelle, Arbeitsaufgabe, 207  
Mensch-Arbeitsmittel-Schnittstelle, Greifreifenrollstuhl, 176 ff.  
Mensch-Computer, Interaktion, 141 ff.  
–, Ergonomie, 42  
Mensch-Maschine-Schnittstelle, Spracheingabe, 224  
–, multimodale, Sprache, 230 f.  
Mensch-Rollstuhl-System, 176 ff.  
Menschliches Versagen, Schiff der Zukunft, 48  
Menüstruktur, Schweißroboterprogrammierung, 229  
Merkmale, valide, reliable, Erfassung, Untersuchung, 1 ff.  
Meßgenauigkeit, Arbeitsanalyseverfahren, 65 ff.  
Meßinstrumente, soziale Unterstützung, Arbeitsplatz, 114  
Meßmethodik, Körperkräfte, 129  
Messung, Bewegungsgrößen, Verfahren, 24  
–, empirische, Software-Ergonomie, 42  
–, isometrische, Motortrainer, 87  
Meßverfahren, Belastungen, dynamische, 23 ff.  
–, psychosoziale Erkrankungen, 17  
Methodenkompetenz, Lernen, regelorientiertes, Qualifizierung, 205  
Methodenkontamination, soziale Unterstützung, 119  
Mischungsverhältnis, Arbeit, körperlich, geistig, 198  
Mißerfolgserfahrung, Motivation, 1  
Mitarbeiter, Fertigung, Organisationsentwicklung, 203 ff.  
Mittelbetriebliche Fertigung, Qualifizierung, 203 ff.  
Mittlererfertigung, Anforderungsanalyse, 26  
Mittlere Industriebetriebe, Organisationsentwicklung, 203 ff.  
Modell, informationstheoretisches, Anforderungen, kognitive, Ermittlung, 27  
Module, Umsetzung, organisatorische, 205  
–, qualifikatorische, Industriebetriebe, mittlere, 205  
Momentenkurve, dynamische, Maximalkräfte, 87  
–, exzentrische, Maximalkräfte, 88  
Monetäre Erwerbswirtschaft, Arbeitsmotivation, 193  
Monotone Arbeit, Belastung, 107  
Montage, Gesundheitsbeschwerden, Arbeitsmedizin, 170  
Motivation, 1 ff., 48 ff., 193 ff.  
–, Absichtskontrolle, Ausführungskontrolle, 1 ff.  
–, Kontrolle, 1  
–, Leistungsanreize, 193  
–, Persönlichkeitsmerkmale, Schiff der Zukunft, 48 ff.  
–, Pilot, Schiff der Zukunft, 49  
–, Traditionen, kulturelle, 193  
Motivationsermittlungsmodell, 1  
Motivationsforschung, 1 ff.  
–, Verfahrensentwicklung, 2  
Motivationsmodell, 1  
–, integratives, 1 ff.  
Motivationstheorien, Leistungsbereitschaft, 194  
Motortrainer, Maximalkräfte, 87  
Mouse-to-Pixle-Ratio, 142  
Müdigkeit, Schichtarbeit, 212  
Multimodale Mensch-Maschine-Schnittstelle, Sprache, 230 f.

Muskelableitungen, EA-Kraft-Kennlinien, 131  
Muskelarbeit, dynamische, Hitze, 79 ff.  
–, exzentrische, 86 ff.  
–, Hitze, Stahlindustrie, 79 ff.  
–, konzentrische, 86 ff.  
–, Rollstuhl, 176 ff.  
Muskelbeanspruchung, Rollstuhlbenutzer, 177  
–, elektromyographische Aktivität, 129 ff.  
–, lokale, EA, 129 ff.  
–, Scannerkassen, 234  
Muskelbeteiligung, Klebepistolen, 25  
Muskelermüdung, Scannerkassen, 234  
Muskelgewichte, Ergometer, 92  
Muskelkontraktion, Normierung, EA, 129 ff.  
Muskelmassen, verschiedene, 90 ff.  
Muskuläre, dynamische Arbeit, 90 ff.  
Mutterschutzgesetz, Körperhaltungen, 104  
MVC-Werte, 130

## N

Nachtarbeit, Schichtarbeit, Befindlichkeitsstörungen, 212 ff.  
–, Schichtsystem, 34  
Nachtversuche, Beanspruchung, psychische, 220  
Nahrungszubereitung, Küche, Ergonomie, 152 ff.  
Nahsprechungsmikrofon, Sprachprogrammierung, 232  
Naturerlebnis, Sportmotivation, 137  
Neigung, dispositionelle, Motivation, 1  
Nerven, Drucklähmung, Körperhaltungen, 105  
Nervöse Beschwerden, Schichtarbeit, 212  
Nervosität, Schichtarbeit, 213 ff.  
NET, Normaleffektivtemperatur, 80  
Netz, nomologisches, soziale Unterstützung, Arbeitsplatz, 116 f.  
Neue Technologien, Spracheingabe, 224 ff.  
–, psychische Belastung, 106  
Neulernprozesse, Umsetzung, organisatorische, 205  
Neurologische Symptome, Formaldehyd, 149  
New Building Syndrome, 147 ff.  
Nomologisches Konstrukt, soziale Unterstützung, Arbeitsplatz, 116  
Normalarbeitszeit, Schichtsysteme, 34 ff.  
Normaleffektivtemperatur, NET, 80  
Normierung, EA, 129 ff.  
–, Muskelkontraktion, EA, 129 ff.  
Normierungsverfahren, elektromyographische Aktivität, 129 ff.  
–, –, Muskelbeanspruchung, 129 ff.

## O

Oberarm, Heben, Bewegen, Scannerkassen, 236  
–, Schulter, Hubkräfte, 132  
–, Unterarm, Beugewinkel, Maximalkräfte, 87  
Oberflächenelektromyographie, 134  
Oberkörper, Winkel, Bodenarbeiten, 97  
Öffentliche Verkehrsbetriebe, Arbeitsmedizin, 241  
Ofenmaurer, Muskelarbeit, Hitze, 80  
Offiziersanwärter, Persönlichkeitsstruktur, 53  
Operationalisierung, Anforderungsanalyse, 28  
–, Gütekriterien, soziale Unterstützung, 112 ff.  
Optimierung, Arbeitsprozeß, Umsetzung, organisatorische, 205  
Organisationsentwicklung, Einsatzperspektiven, MEISTER, 206  
–, Industriebetriebe, mittlere, 203 ff.  
–, Lernen, arbeitsgangorientiertes, 205  
–, Mitarbeiter, Fertigung, 203 ff.  
Organisationsgestaltung, Schiff der Zukunft, 48  
Orientierungsmuster, gesellschaftliche, Arbeitsmotivation, 194  
Orthopäden, Körperhaltungen, 96 ff.  
Orthopädenbefragung, Körperhaltungen, 102  
Owas-Methode, 96 ff.

## P

Palmarreflexion, 23  
Paralleltestreliabilität, Arbeitsanalyseverfahren, 67  
Parcourtest, Rollstuhlbenutzer, 179  
Partnerschaftkoordination, Schichtarbeit, 35 f., 39 f.  
Pausenregelung, Ermüdung, Arbeitsgestaltung, Scannerkassen, 234 ff.  
Peripherie, prototypische, Bestandteile, Arbeitsplatz, 68  
Persönlichkeitsprofil, Offiziersanwärter, 53  
Personalnebenkosten, Unfallkosten, 9

Kenntnisse, Arbeitsanalyse, 28  
 Kennwerte, soziale Unterstützung, 115  
 Kinder, Beziehung, Pflichtarbeit, 35 f., 39, 74 f.  
 Kippgefahr, Rollstuhl, 180  
 Klassifikation, Büro-, Verwaltungs-, Planungstätigkeiten, 200  
 –, Schichtsysteme, 34 ff., 73 ff.  
 Klebepistole, Daumenbetätigung, 25  
 –, ergonomische Gestaltung, 23 ff.  
 –, Handbetätigung, 25  
 –, Typen, 25  
 Kleinstküche, Ergonomie, 152  
 Klima, warmes, Muskelarbeit, 79 ff.  
 Klimabelastung, Temperatur, 80  
 Knie-, Ellen-, Schultergelenke, Körperhaltungen, 104  
 Knien, 96 ff.  
 –, Definition, 98  
 Körperbehinderte, Rollstuhl, 176 ff.  
 Körperbewegungen, Körperhaltungen, 97 ff.  
 Körpergelenke, Bodennähe, Arbeit, 97  
 Körperhaltung  
 –, Berufskrankheiten, 104  
 –, Beschwerden, 104  
 –, Bücken, Knien, Hocken, 96 ff.  
 –, EA, 130  
 –, gebeugte, 100  
 –, Gesetzgebung, 104  
 –, Gesundheitsschäden, 100  
 –, Küchenarbeit, 153  
 –, Mutterschutzgesetz, 104  
 –, Rangfolge, 98  
 –, Zahntechniker, 158 ff.  
 Körperhaltungsarbeit, Bodennähe, 97  
 –, Gartenbau, 96 ff.  
 Körperhaltungsbeurteilungen, Männer, Frauen, 103  
 Körperkräfte, Meßmethodik, 129  
 Körperkraftmessung, EA, 129  
 Kognitionen, Emotionen, Motivation, 2  
 Kognitive Anforderungen, Anlagenführer, 26 ff.  
 – –, Ermittlung, informationstheoretisches Modell, 27  
 – –, Fehlerdiagnose, 30  
 –, Qualifikationsanforderungen, 27  
 Kombinierte Belastung, Muskelarbeit, Hitze, 79 ff.  
 Kommunikation, mündliche, Fehleranalyse, 31  
 –, multimodale, monomodale, 231  
 Kommunikationsketten, soziale, Gesundheitsbeschwerden, 147  
 Komplexe Leistungsmotivation, 193 f.  
 Konsistenz, differentielle, Arbeitsanalyseverfahren, 69  
 –, transpersonale, Arbeitsanalyseverfahren, 68  
 Konstrukt, nomologisches, soziale Unterstützung, Arbeitsplatz, 116  
 Konstrukteurin, CAD, Arbeitsanalyse, 201  
 Konstruktionsparameter, Greifreifenrollstuhl, 176 ff.  
 Konstruktvalidität, Arbeitsanalyseverfahren, 70  
 Kontaktstudium, kurzfristiges, Arbeitswissenschaft, 55  
 Kontraktion, isometrische, maximale, EA, 129  
 Kontrolle, Motivation, 1  
 Konvergente, diskriminante, Validität, Motivationsforschung, 3  
 Konzentrationsbeeinträchtigung, Formaldehyd, 149  
 Konzentrationsschwäche, Schichtarbeit, 212, 213 ff.  
 –, Aufmerksamkeitsanforderung, hohe, Belastung, 109  
 Konzentrische Belastung, Maximalkräfte, 87 f.  
 –, Muskelarbeit, 86 ff.  
 Kopfarbeit, Handarbeit, Trennung, 197 ff.  
 –, Handlungsplanung, Arbeiter, Angestellte, 198  
 Kopfbügelmikrofon, Sprachprogrammierung, 232  
 Kopfschmerzen, Kranfahrer, Konzentration, 29  
 –, Schichtarbeit, 213 ff.  
 Koronare Herzerkrankungen, Streß, 17  
 Kosten, Unfallvariable, 14  
 Kostenbegriff, Unfallkosten, 6 ff.  
 Kostenbekämpfung, Unfallkosten, 9  
 Kostenrechnung, Unfallkosten, 9  
 Kostensenkung, Unfallverhütung, 8  
 Kostenträger, Unfallkosten, 7  
 Kraftangriffspunkte, verschiedene, EA, 132  
 Kraftarbeit, Küche, Ergonomie, 155  
 Krafthub, Rollstuhlbenutzung, 177  
 Krafthublänge, Rollstuhl, 178  
 Krafthubverlängerung, Rollstuhl, 180  
 Kraftkopplung, Gelenkstellung, 130  
 Kraftmeßeinrichtung, dreidimensionale, EA, 130  
 Kraftvektoren, räumliche, EA, 131

Kraftverbrauch, Körperhaltung, 99  
 Kranfahrer, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, 19  
 –, Konzentration, Kopfschmerzen, 19  
 –, Bodenmannschaft, Konzentrationsprobleme, 20  
 Krankabinengestaltung, Änderungsvorschläge, 21  
 Krankenhausorganisation, Datenverarbeitung, 168  
 Krankenkassen, Abrechnungswesen, Datenverarbeitung, 168  
 Kreislaufbeanspruchung, Rollstuhlbenutzer, 177  
 Kriteriumsvalidität, Arbeitsanalyseverfahren, 68  
 Küche, einzeilig, Ergonomie, 153  
 –, ergonomische, 152 ff.  
 –, Unfallgefahr, 153  
 Küchenarbeit, Ergonomie, 153  
 Kücheneinrichtung, Ergonomie, 152 ff.  
 Kurbelrollstuhl, Greifreifenrollstuhl, 176  
 Kurztrainingsprogramme, Sport, Arbeitsplatz, 136

## L

Laboruntersuchung, Ergometer, Muskelarbeit, Hitze, 83  
 Laborversuche, elektromyographische Aktivität, 130  
 Lackiererei, Gesundheitsbeschwerden, Arbeitsmedizin, 170  
 Lactat, Halbmikromethode, Sport, 137  
 Lactatkonzentration, Fahrradergometer, 136  
 Lärm, Muskelarbeit, 80  
 Lärmpegel, Regulationserfordernis, Denkprozeß, 228  
 Lage-, Handlungsorientierung, Kontrolle, Motivation, 1 ff.  
 Lageorientierung, Motivationsforschung, 2  
 Laufgeschwindigkeit, Sport, Alter, 138  
 Laufstrecke, Belastungsart, Sport, 137  
 Lauftraining, Fahrradergometer, Vergleich, 136 ff.  
 –, cardiales Risiko, 136 f.  
 Lauftreffs, 136 ff.  
 Lebensrhythmus, Schichtarbeit, 73 ff.  
 Leerhub, Rollstuhlbenutzer, 177  
 Legitimation, Leistungsansprüche, 194  
 Lehrangebot, Struktur, Arbeitswissenschaft, 57  
 Leistung, Arbeitskultur, 193 f.  
 –, sportliche, Altersklassen, 139  
 Leistungsanreize, Motivation, 193  
 Leistungsansprüche, Legitimation, 194  
 –, Leistungsnormen, Arbeitsmotivation, 195  
 Leistungsaufwand, Nachtversuche, Beanspruchungen, psychische, 221  
 Leistungsbereitschaft, 193 ff.  
 –, Erlernbarkeit, 193  
 –, Erziehungseinflüsse, 193  
 –, Gruppensolidarität, 193  
 –, Herausforderung, Arbeitswissenschaft, 193  
 –, Wertsystem, 193  
 Leistungsbewertung, 193 ff.  
 Leistungsdenken, Rationalisierung, 194  
 Leistungsfähigkeit, Anspannung, Tageszeit, 220  
 –, physisch, Laufteilnehmer, 136  
 Leistungsklima, Arbeitsmotivation, 193  
 Leistungskonkurrenz, individualistische, Arbeitsmotivation, 193  
 Leistungskontrollmöglichkeiten, Belastungsfaktor, 108  
 Leistungsminderungen, Unfallkosten, 14  
 –, Unfallrate, 11  
 Leistungsmotivation, komplexe, 193 f.  
 –, Rationalisierung, Spezialisierung, 194  
 –, Störfaktor, 194  
 –, Wertewandel, 193 ff.  
 Leistungsnormen, Leistungsansprüche, Arbeitsmotivation, 195  
 Leistungsstreben, Pilot, Schiff der Zukunft, 49  
 Leistungsvoraussetzungen, Schiff der Zukunft, 48 ff.  
 Leistungszusammenhänge, Motivation, 193 ff.  
 Leistungszweck, Transparenz, Arbeitsmotivation, 195  
 Leitregelkriterien, Zahntechniker, Arbeitssystem, 159  
 Lenkung, Greifreifenrollstuhl, 177  
 Lernen, arbeitsgangorientiertes, Organisationsentwicklung, 205  
 –, regelorientiertes, Methodenkompetenz, Qualifizierung, 205  
 –, tätigkeitsorientiertes, Qualifizierung, 205  
 Lichtgriffel, Cursor-Positionierung, 141  
 Liegen, Energieumsatz, Energieverbrauch, 99  
 Literaturanalyse, Software-Ergonomie, 42 ff.  
 Literaturrecherche, Bildschirmarbeit, 106  
 Log-files, Rechnerprotokolle, Software-Ergonomie, 45  
 Lohnkosten, Unfallkosten, 8  
 Lokale Muskelarbeit, Beurteilung, 129 ff.  
 Luft, Formaldehyd, 147  
 Luftnot, Schichtarbeit, 213 ff.  
 Lungenfunktionsprüfung, Formaldehyd, 150

## M

Magenbeschwerden, Schichtarbeit, 213 ff.  
Magen-Darm-Erkrankungen, Fahrer, Kaltwalzer, Stationsschlosser, 19  
–, Personennahverkehr, Fahrer, 241 ff.  
Magen-Darm-Kanal, Schichtarbeit, 212  
Magen-Darm-Trakt, psychosoziale Erkrankungen, 17  
Mannschaft, Schiff, Persönlichkeitsstruktur, 53  
Manövrierfähigkeit, Greifreifenrollstuhl, 177  
Maschinenmehrkosten, Unfallkosten, 14  
Maschinenstillstandszeiten, Unfallkosten, 13  
Master-Slave-Verfahren, Roboter-Programmierung, 228  
Maus, Cursor-Positionierung, 141  
–, Eingabeeinheit, Mensch-Computer-Interaktion, 141 ff.  
–, Positionierungsfehler, 143  
–, Positionierungsgenauigkeit, 143  
–, Positionierungszeit, 143  
–, Weglänge, Zielgröße, 145  
Mauswege, Cursor, Computer, 144  
Maximalbelastungen, Hand-Arm-System, 23 ff.  
Maximale isometrische Kontraktion, EA, 129  
Maximalkraft, dynamische, 86 ff.  
–, Muskelbeanspruchung, EA, 129 ff.  
Maximalkrafttest, Rollstuhlfahrer, 178  
Maximalwert, exzentrischer, Maximalkräfte, 88  
Mechanik, Greifreifenrollstuhl, 181  
Medizinsoziologische Beiträge, Erkrankungen, arbeitsbedingte, 16  
MEISTER, Einsatzperspektiven, Organisationsentwicklung, 206  
–, Modulares Entwicklungs-, Qualifizierungssystem, betriebliche Fertigung, 204  
Meniskusschäden, Körperhaltung, 105  
Mensch, Schnittstelle, Arbeitsaufgabe, 207  
Mensch-Arbeitsmittel-Schnittstelle, Greifreifenrollstuhl, 176 ff.  
Mensch-Computer, Interaktion, 141 ff.  
–, Ergonomie, 42  
Mensch-Maschine-Schnittstelle, Spracheingabe, 224  
–, multimodale, Sprache, 230 f.  
Mensch-Rollstuhl-System, 176 ff.  
Menschliches Versagen, Schiff der Zukunft, 48  
Menüstruktur, Schweißroboterprogrammierung, 229  
Merkmale, valide, reliable, Erfassung, Untersuchung, 1 ff.  
Meßgenauigkeit, Arbeitsanalyseverfahren, 65 ff.  
Meßinstrumente, soziale Unterstützung, Arbeitsplatz, 114  
Meßmethodik, Körperkräfte, 129  
Messung, Bewegungsgrößen, Verfahren, 24  
–, empirische, Software-Ergonomie, 42  
–, isometrische, Motortrainer, 87  
Meßverfahren, Belastungen, dynamische, 23 ff.  
–, psychosoziale Erkrankungen, 17  
Methodenkompetenz, Lernen, regelorientiertes, Qualifizierung, 205  
Methodenkontamination, soziale Unterstützung, 119  
Mischungsverhältnis, Arbeit, körperlich, geistig, 198  
Mißerfolgserfahrung, Motivation, 1  
Mitarbeiter, Fertigung, Organisationsentwicklung, 203 ff.  
Mittelbetriebliche Fertigung, Qualifizierung, 203 ff.  
Mittlerienfertigung, Anforderungsanalyse, 26  
Mittlere Industriebetriebe, Organisationsentwicklung, 203 ff.  
Modell, informationstheoretisches, Anforderungen, kognitive, Ermittlung, 27  
Module, Umsetzung, organisatorische, 205  
–, qualifikatorische, Industriebetriebe, mittlere, 205  
Momentenkurve, dynamische, Maximalkräfte, 87  
–, exzentrische, Maximalkräfte, 88  
Monetäre Erwerbswirtschaft, Arbeitsmotivation, 193  
Monotone Arbeit, Belastung, 107  
Montage, Gesundheitsbeschwerden, Arbeitsmedizin, 170  
Motivation, 1 ff., 48 ff., 193 ff.  
–, Absichtskontrolle, Ausführungskontrolle, 1 ff.  
–, Kontrolle, 1  
–, Leistungsanreize, 193  
–, Persönlichkeitsmerkmale, Schiff der Zukunft, 48 ff.  
–, Pilot, Schiff der Zukunft, 49  
–, Traditionen, kulturelle, 193  
Motivationsermittlungsmodell, 1  
Motivationsforschung, 1 ff.  
–, Verfahrensentwicklung, 2  
Motivationsmodell, 1  
–, integratives, 1 ff.  
Motivationstheorien, Leistungsbereitschaft, 194  
Motortrainer, Maximalkräfte, 87  
Mouse-to-Pixle-Ratio, 142  
Müdigkeit, Schichtarbeit, 212  
Multimodale Mensch-Maschine-Schnittstelle, Sprache, 230 f.

Muskelableitungen, EA-Kraft-Kennlinien, 131  
Muskelarbeit, dynamische, Hitze, 79 ff.  
–, exzentrische, 86 ff.  
–, Hitze, Stahlindustrie, 79 ff.  
–, konzentrische, 86 ff.  
–, Rollstuhl, 176 ff.  
Muskelbeanspruchung, Rollstuhlbenutzer, 177  
–, elektromyographische Aktivität, 129 ff.  
–, lokale, EA, 129 ff.  
–, Scannerkassen, 234  
Muskelbeteiligung, Klebepistolen, 25  
Muskelermüdung, Scannerkassen, 234  
Muskelgewichte, Ergometer, 92  
Muskelkontraktion, Normierung, EA, 129 ff.  
Muskelmassen, verschiedene, 90 ff.  
Muskuläre, dynamische Arbeit, 90 ff.  
Mutterschutzgesetz, Körperhaltungen, 104  
MVC-Werte, 130

## N

Nachtarbeit, Schichtarbeit, Befindlichkeitsstörungen, 212 ff.  
–, Schichtsystem, 34  
Nachtversuche, Beanspruchung, psychische, 220  
Nahrungszubereitung, Küche, Ergonomie, 152 ff.  
Nahsprechungsmikrofon, Sprachprogrammierung, 232  
Naturerlebnis, Sportmotivation, 137  
Neigung, dispositionelle, Motivation, 1  
Nerven, Drucklähmung, Körperhaltungen, 105  
Nervöse Beschwerden, Schichtarbeit, 212  
Nervosität, Schichtarbeit, 213 ff.  
NET, Normaleffektivtemperatur, 80  
Netz, nomologisches, soziale Unterstützung, Arbeitsplatz, 116 f.  
Neue Technologien, Spracheingabe, 224 ff.  
–, psychische Belastung, 106  
Neulernprozesse, Umsetzung, organisatorische, 205  
Neurologische Symptome, Formaldehyd, 149  
New Building Syndrome, 147 ff.  
Nomologisches Konstrukt, soziale Unterstützung, Arbeitsplatz, 116  
Normalarbeitszeit, Schichtsysteme, 34 ff.  
Normaleffektivtemperatur, NET, 80  
Normierung, EA, 129 ff.  
–, Muskelkontraktion, EA, 129 ff.  
Normierungsverfahren, elektromyographische Aktivität, 129 ff.  
–, –, Muskelbeanspruchung, 129 ff.

## O

Oberarm, Heben, Bewegen, Scannerkassen, 236  
–, Schulter, Hubkräfte, 132  
–, Unterarm, Beugewinkel, Maximalkräfte, 87  
Oberflächenelektromyographie, 134  
Oberkörper, Winkel, Bodenarbeiten, 97  
Öffentliche Verkehrsbetriebe, Arbeitsmedizin, 241  
Ofenmaurer, Muskelarbeit, Hitze, 80  
Offiziersanwärter, Persönlichkeitsstruktur, 53  
Operationalisierung, Anforderungsanalyse, 28  
–, Gütekriterien, soziale Unterstützung, 112 ff.  
Optimierung, Arbeitsprozeß, Umsetzung, organisatorische, 205  
Organisationsentwicklung, Einsatzperspektiven, MEISTER, 206  
–, Industriebetriebe, mittlere, 203 ff.  
–, Lernen, arbeitsgangorientiertes, 205  
–, Mitarbeiter, Fertigung, 203 ff.  
Organisationsgestaltung, Schiff der Zukunft, 48  
Orientierungsmuster, gesellschaftliche, Arbeitsmotivation, 194  
Orthopäden, Körperhaltungen, 96 ff.  
Orthopädenbefragung, Körperhaltungen, 102  
Owas-Methode, 96 ff.

## P

Palmarreflexion, 23  
Paralleltestreliabilität, Arbeitsanalyseverfahren, 67  
Parcourtest, Rollstuhlbenutzer, 179  
Partnerschaftkoordination, Schichtarbeit, 35 f., 39 f.  
Pausenregelung, Ermüdung, Arbeitsgestaltung, Scannerkassen, 234 ff.  
Periphere, prototypische, Bestandteile, Arbeitsplatz, 68  
Persönlichkeitsprofil, Offiziersanwärter, 53  
Personalnebenkosten, Unfallkosten, 9

Persönlichkeitsmerkmale, Motivation, Schiff der Zukunft, 48 ff.  
 – , habituelle, Motivationsforschung, 2  
 Persönlichkeitsstruktur, Mannschaft, Schiff, 53  
 Persönlichkeitstests, Arbeitsanalyseverfahren, 66  
 Personaleinsatz, Flexibilisierung, Umsetzung, organisatorische, 205  
 Personalmehrkosten, Unfallkosten, 14  
 Personalstruktur, Schiff der Zukunft, 48  
 Person-Umwelt-Interaktion, 79  
 Personen, handlungsorientierte, Motivation, 2  
 – , lageorientierte, Motivation, 2  
 Personenkollektive, Motivationsforschung, 2  
 Personenmerkmale, Betriebszugehörigkeit, Schiff der Zukunft, 51  
 Personennahverkehr, Arbeitsorganisation, 241 ff.  
 – , Ergonomiedefizit, 241 ff.  
 – , Fahrer, 241 ff.  
 Pflanzarbeiten, Körperhaltung, 100  
 Phonetische Strukturierung, Sprachprogrammierung, 232  
 Physiologische Reaktionen, Muskelarbeit, Hitze, 80  
 Physische Belastung, Beanspruchung, 90 ff.  
 Physische Leistungsfähigkeit, Laufstreckenteilnehmer 136  
 Pilot, Persönlichkeitsstruktur, Schiff der Zukunft, 49  
 Pilotanwendung, Informationsverarbeitung, Arbeitsmedizin, 168 ff.  
 Placebo, Alkoholwirkungen, psychische Beanspruchung, 218 f.  
 Planen, Ausführen, Handlungsregulationstheorie, 200  
 Planungsbezogene Handlungs-, Lageorientierung, Motivationsforschung, 2  
 Planungsfelder, Arbeitswirtschaft, 207 ff.  
 Planungsprozesse, Denkprozesse, Handlungsfeld, Arbeitsanalyse, 200  
 Planungstätigkeiten, Klassifikation, 200  
 Politisches Engagement, Schichtarbeit, 35 f., 38  
 Positionierungsfehler, Maus, 143  
 Positionierungsgenauigkeit, Cursor, Maus, 143  
 Positionierungsinstrument, Maus, Computer, 141 ff.  
 Positionierungszeit, Cursor, Maus, 142  
 Prävalenzraten, chronische Krankheiten, 18  
 Prävention, Unfälle, Kosten, 6  
 – , arbeitsbedingter Erkrankungen, 16 ff.  
 Präventiveinrichtungen, Unfallverhütung, Kosten, 6 ff.  
 Präventivmedizin, Datenverarbeitung, 168  
 Praktikabilitäts Gesichtspunkte, Arbeitsanalyse, 66  
 Preiserfassungseinrichtungen, Scanner, 234 ff.  
 Produktion, Einflüsse, Wandel, 208  
 Programmierer, Anlagenlayout, Arbeitsraum, 231  
 Programmiersprachen, Arbeitsmedizin, Datenverarbeitung, 171  
 Programmierung, Roboter, Spracheingabe, 224 ff.  
 – , werkstücknahe, Komponenten, Roboter, 228  
 Projektstudium, Arbeitswissenschaft, 57  
 Pronationswinkel, Hand, 23  
 Prototypen, Evaluation, Software-Ergonomie, 42  
 Prototypikalität, Arbeitsanalyse, 65  
 Prototyping, Informationsverarbeitung, Arbeitsmedizin, 168 ff.  
 – , Software-Entwicklung, 42 ff.  
 – , Software-Ergonomie, 42 ff.  
 Prototypische, periphere Bestandteile, Arbeitsplatz, 68  
 Psychische Beanspruchung, Bildschirmarbeitsplatz, 106 ff.  
 – – , Simultanaufgabe, 220  
 – – , subjektive, Skalierung, 217 ff.  
 – – , Sukzessivaufgabe, 220  
 – – , Tageszeit, 220 f.  
 – – , Validitätsprüfung, 217 ff.  
 Psychische Beschwerden, Reliabilitätsprüfung, 217 ff.  
 Psychische Prozesse, Arbeitsanalyse, 27  
 Psychologische Diagnostik, Arbeitsanalyseverfahren, 65  
 Psychometrische Gütekriterien, Arbeitsanalyseverfahren, 65  
 Psychophysiologische Verfahren, Software-Ergonomie, 45  
 Psychosoziale Arbeitsbelastung, Rationalisierung, 16  
 – , Effekte, Schichtarbeit, 34 ff., 73 ff.  
 – , Erkrankungen, Herz-Kreislauf-System, 17  
 – – , Magen-Darm-System, 17  
 – – , Meßverfahren, 17  
 – , Gesundheitsrisiken, 16 f.  
 – , muskuläre, Arbeitsbelastungen, Zusammenhang, 18  
 Psychotoxizität, Fragebögen, 147 ff.  
 Psychovegetative Gesundheitsstörungen, Personennahverkehr, Fahrer, 241 ff.  
 Psycho-mentaler Streß, Inaktivität, 136  
 Pulsfrequenz, Effektivtemperatur, Muskelarbeit, Hitze, 84  
 – , dynamisch-muskuläre Arbeit, 90 ff.  
 – , Fahrradergometer, 136 f.  
 – , Greifreifenrollstuhlbenutzer, 178  
 – , Wärmestrahlung, Muskelarbeit, 83  
 Punktschweißen, Robotereinsatz, 225

## Q

Qualifikation, Arbeitsingenieur, 207 ff.  
 – , Technologien, neue, 164  
 Qualifikationsanforderungen, Definition, 26  
 Qualifikationsanforderungsanalyse, 26 ff.  
 Qualifikationsanforderungsermittlung, 26 ff.  
 Qualifikationsprofil, Verbreiterung, Schiff der Zukunft, 438  
 Qualifizierung, Umsetzung, organisatorische, Module, 205  
 – , mittelbetriebliche Fertigung, 202 ff.  
 Qualifizierungskonzepte, Industriebetriebe, mittlere, 203  
 Qualifizierungsmodule, Arbeitssystem, Analyse, 205  
 Qualitäten, extrafunktionale, Arbeitsanalyse, 27

## R

Radialabduktion, Hand, 23  
 Rangfolge, Körperhaltungen, 98, 101  
 Rapid prototyping, Software-Ergonomie, 42  
 Ratingskalen, Software-Ergonomie, 45  
 Rationalisierung, 193 ff.  
 – , Industrierobotereinsatz, 225  
 – , Leistungsdenken, 194  
 – , Spezialisierung, Leistungsmotivation, 194  
 – , psychosoziale Arbeitsbelastung, 16  
 Rationalisierungsgesichtspunkte, Bildschirmarbeit, 107  
 Rationalisierungsmaßnahmen, Bildschirmarbeit, 107 f.  
 Raumbedarf, Küchenergonomie, 152  
 Raumluft, Formaldehyd, Bürogebäude, 147 ff.  
 Raumluftmessungen, Formaldehyd, 147  
 Reaktionen, physiologische, Muskelarbeit, Hitze, 80  
 Reaktionsmuster, Schichtarbeit, 73  
 Rechenvorschlag, Unfallkosten, 7  
 Rechnen, Zeichnen, Schreiben, Fehleranalyse, 31  
 Rechnerprotokolle, Software-Ergonomie, 45  
 Reden, Sprechen, Fehleranalyse, 30  
 Reduzierung, Besatzungsstärke, Schiff der Zukunft, 54  
 REFA, Arbeitsanalyse, Büro, Verwaltung, 197 f.  
 – – , mittlere Betriebe, 204  
 – , Systemgestaltung, arbeitswirtschaftliche, 207  
 Referenz-Handlungsfeld, geistige Tätigkeit, 200 f.  
 Reformküche, Küchenergonomie, 152  
 Regressionsanalytische Arbeitspulsfrequenz, Hitze, 82  
 Regulationserfordernis, Arbeitstätigkeiten, planende, 201  
 – , Fünf-Ebenen-Modell, Arbeitsanalyse, 200  
 – , Lärmpegel, Denkprozeß, 228  
 – , VERA, Roboterprogrammierung, 226  
 Regulationshindernis, Arbeitshandeln, Roboterprogrammierung, 226  
 – , Erschwerungen, Unterbrechungen, Roboter, 228  
 Relativurteile, Validität, Berücksichtigung, 218 f.  
 Reliabilität, Arbeitsanalyseverfahren, 65 ff.  
 – , soziale Unterstützung, 112 ff.  
 Reliabilitätsprüfung, Beschwerden, psychische, 217 ff.  
 Reliable, valide Merkmale, Untersuchung, 1 ff.  
 Repetitive Tätigkeiten, Muskelbeanspruchung, 129  
 Retest-Reliabilität, Arbeitsanalyseverfahren, 66  
 – , Motivationsforschung, 2  
 Rheuma, psychosoziale Belastung, 17  
 RHIA, Arbeitsanalyseverfahren, Industrieroboter, 202, 226  
 Rhythmen, soziale, Schichtarbeit, 34 ff.  
 Risikofaktoren, Streß, Gesundheitsrisiken, 17  
 Roboter, s. Industrieroboter  
 Roboter-Programmiersystem, Handlungsregulation, Funktionsstörung, 228  
 Roboterprogrammierung, 224 ff.  
 – , Facharbeiterbelastung, 226  
 – , Konzept, 225  
 Robotersimulation, CNC-Roboter-Programmierung, 228  
 Robotersystem, CNC, Spracheingabe, 224 ff.  
 Rollball, Cursorpositionierung, 141  
 Rollstuhl, 176 ff.  
 Rollstuhlbaulänge, 180  
 Rollstuhlbenutzer, Beanspruchung, 176 ff.  
 Rollstuhlgesamtsystem, 181  
 Rollstuhlgewicht, 180  
 Rollstuhlsimulator, 176 ff.  
 Rollstuhlsport, 180  
 Rotationsdauer, unterschiedliche, Schichtsystem, 34 ff.  
 Rotationsrichtung, unterschiedliche, Schichtsystem, 34 ff.  
 Rückenbereich, EA, 134  
 Rückenbeschwerden, Scannerkassen, 236

Rückenhaltung, Bodenarbeit, 98  
Rückenmuskulatur, EA, 130  
Rückenschmerzen, Schichtarbeit, 213 ff.  
Rückkopplung, akustische, Schweißroboterprogrammierung, 229  
–, Sprachausgabe, Programmierung, 231  
Rückzug, sozialer, Schichtarbeit, 35 f., 38  
Ruheaktivität, Elektromyogramm, 129  
Ruhebedingungen, arbeitsnahe, EA, 132

## S

Sachbearbeiter-Tätigkeit, Arbeitsanalyse, 201  
Sachschäden, Unfallkosten, 14  
Sauerstoffaufnahme, Dauerleistungsgrenze, 90  
Scannerkassen, Elektromyographie, Bewegungsregistrierung, 234 ff.  
–, Feldstudie, 234 ff.  
–, Tastaturkassen, Unterschiede, 237 f.  
Schadstoffaktoren, Beschwerden, gesundheitliche, 147  
Schaltzeiten, Automobilfertigung, 165  
Schichtarbeit, 34 ff., 73 ff., 212 ff.  
–, Befindlichkeitsstörungen, 212 ff.  
–, Einstellung zu, 40  
–, Fragebögen, Befindlichkeitsstörungen, 212 ff.  
–, Gesundheit, 212 ff.  
–, Gesundheitszustand, Gewöhnungseffekte, 214  
–, Konzentrationsschwäche, 212  
–, Krankheitssymptome, 213 ff.  
–, Müdigkeit, 212  
–, psychosoziale Effekte, 34 ff., 73 ff.  
–, Schlafstörungen, 212  
–, Umfeld, soziales, 215  
Schichtarbeitsforschung, 34 ff., 73 ff.  
Schichtbelegschaften, verschiedene, Schichtarbeit, 34  
Schichten, wechselnde, 34  
Schichtplanklassifikation, 35, 75 f.  
Schichtsysteme, unterschiedliche, 34 ff., 73 ff.  
Schichtwechsel, Schichtsysteme, 34 ff.  
Schiff der Zukunft, 48 ff.  
Schiffsbesatzung, Schiff der Zukunft, 48 ff.  
Schiffsunfälle, Unfallstatistik, 48  
Schlafstörungen, Schichtarbeit, 212  
Schleimbeutelentzündungen, Körperhaltungen, 104  
Schnellfahrtest, Rollstuhlbenutzer, 179  
Schnittstelle, Mensch, Arbeitsaufgabe, 207  
Schreiben, Zeichnen, Rechnen, Fehleranalyse, 31  
Schulter, Oberarm, Hubkräfte, 132  
Schulter-, Knie-, Ellenbogengelenke, Körperhaltungen, 105  
Schulter-Arm-Bereich, Elektromyographie, Scannerkassen, 234  
Schulterbereich, EA, 134  
Schultergürtelbereich, Greifrollstuhlbenutzer, 177  
Schulterhaltung, Bodenarbeit, 98  
Schultermuskulatur, Ergometer, 93  
–, Scannerkassen, 236  
Schulungsaufwand, geringer, Ergonomie, 42  
Schweißausbrüche, Schichtarbeit, 213 ff.  
Schweißcomputer, Spracheingabe, 224 ff.  
Schweißkenntnisse, CNC-Roboter-Programmierung, 228  
Schweißroboterprogrammierung, 229  
Schwellenpuls, Sport, 137  
Schwindel, Schichtarbeit, 213 ff.  
Schwingungen, Muskelarbeit, 80  
Seeleute, Schiff der Zukunft, 48 ff.  
Sekundärstatistische Datenerhebung, Muskelarbeit, Hitze, 79 ff.  
Selbständigkeit, Autonomie, Arbeitsmotivation, 194  
–, Pilot, Schiff der Zukunft, 49  
Selbstentfaltungswerte, Arbeitsmotivation, 194  
Selbstverwirklichungschancen, Arbeitsmotivation, 194  
Selektionsbedingungen, Datenverarbeitung, Arbeitsmedizin, 172  
Selspot Kameras, Bewegungsmessungen, 24  
Sensumotorische Anforderungen, Arbeitsanalyse, 27  
Sicherheit, betriebliche, Störquellen, 11  
Sicherheitsleistung, Bestimmbarkeit, Unfallverhütung, 6  
Sicherheitssystem, Unfallverhütung, 11  
Sicherungskosten, Unfallfolgen, Zusammenhang, 12  
–, Unfallkosten, 8  
Signalentdeckungsleistung, Alkoholwirkung, 218 f.  
–, Tageszeit, Beanspruchung, psychische, 220 f.  
Simultanaufgabe, Beanspruchung, psychische, 220  
Simultandiskriminationsaufgabe, Beanspruchung, psychische, 218  
Sinnentleerte, monotone Arbeit, Belastungsfaktor, 109  
Sitzarbeitsplatzsystem, Zahntechniker, 158  
Sitzen, Rollstuhl, 176  
Sitzflächenhöhe, Zahntechniker, 159  
Skalierung, Beanspruchung, psychische, subjektive, 217  
Softwareentwicklung, Ergonomie, 42 ff.  
Software-Bewertungsmethoden, 42 ff.  
Software-Ergonomie, 42 ff.  
Sonderrechnungen, Unfallkosten, 7  
Soziale Aktivität, Schichtarbeit, 35  
–, Arbeitsumwelt, Erkrankungen, 16  
–, Arbeitswissenschaft, 193 ff.  
–, Arbeitszufriedenheit, Schiff der Zukunft, 51  
–, Desynchronisation, Schichtarbeit, 73 ff.  
–, Interaktion, Arbeitsanalyse, 67  
–, Rhythmen, Schichtarbeit, 34 ff.  
–, Stressoren, 117  
–, Unterstützung, Arbeitsplatz, 112 ff.  
– –, Arbeitsplatz, Erfassung, 119  
– –, Kollegen, 116  
– –, Partner, 116  
– –, Vorgesetzte, 116  
Sozialepidemiologische Studie, arbeitsbedingte Erkrankungen, 16 ff.  
Soziales Umfeld, Schichtarbeit, 215  
Sozialstruktur, Wandel, Arbeiter, Angestellte, 197 ff.  
Soziologie, Arbeitsgestaltung, gesundheitsgerechte, 16  
Sozio-psychosomatische, Sichtweise, chronische Erkrankungen, 17  
Sozio-technische Systeme, Arbeitswirtschaft, industrielle, 207  
Spannungswerte, elektrische, EA, 129  
Spanplatten, Formaldehyd, 147 ff.  
Spektralanalyse, Schichtarbeit, 73  
Spezialisierung, Rationalisierung, Leistungsmotivation, 194  
Sport, Arbeitsplatz, 136  
–, Beanspruchungsparameter, 137  
–, Belastungsart, 137  
–, Beurteilungsparameter, 137  
–, Gesundheitsschäden, 136  
–, Kurztrainingsprogramme, Arbeitsplatz, 136  
–, Leistung, Altersklassen, 139  
Sportmotivation, Fitnessverbesserung, 137  
–, Gesundheit, 137  
–, Gewichtsreduzierung, 137  
–, Naturerlebnis, 137  
Sportveranstaltungen, Freizeit, Schichtarbeit, 35  
Sprachausgabe, Natürlichkeit, Programmierung, 230  
–, Rückkopplung, Programmierung, 231  
Spracheingabe, Ausgabe, Roboterprogrammierung, Beurteilungskriterien, 229 f.  
–, Ergonomie, 224 ff.  
–, Mensch-Maschine-Schnittstelle, 224 ff.  
–, Schweißcomputer, 224 ff.  
–, Tastatureingabe, Syntaxfehler, 230  
Spracheinsatz, Sinnfälligkeit, Roboterprogrammierung, 229  
Spracherkennungssysteme, Sprachprogrammierung, 231  
Spracherkennungstest, Sprachprogrammierung, 233  
Sprachverarbeitungssystem, technische Daten, 232  
Sprechen, Reden, Fehleranalyse, 31  
Spülarbeit, Küche, Ergonomie, 155  
Stabilität, emotionale, Pilot, Schiff der Zukunft, 49  
Stahl-, Eisenindustrie, Muskelarbeit, Hitze, 79 ff.  
Stahlwerke, Muskelarbeit, Hitze, 80  
Stammbesatzungen, Schiffsunfälle, 48  
Stationsschlosser, Kaltwalzer, Fahrer, Magen-Darm-Erkrankungen, 19  
Statische Arbeitselemente, 100  
– Belastungen, Hand-Arm-System, 23 ff.  
– Gelenkstellung, Klebepistolen, 24  
– Haltungsarbeit, Gartenbau, 96 ff.  
Statusverlust, Belastungsfaktor, 108  
Stauraum, Küche, Ergonomie, 155  
Steuerungstechnik, Anwendungsgebiete, Kenntnisse, Arbeitsanalyse, 31  
Stichprobenauswahl, Arbeitsanalyse, 28  
Störquellen, Sicherheit, betriebliche, 11  
Störungsarten, Arbeitsanalyse, 29  
Störungsdiagnose, Arbeitsanalyse, 31  
Straßenbahn-, Bus-, U-Bahnfahrer, Gesundheitsrisiken, 241 ff.  
Streß, 17, 112 ff., 136  
–, psychomentaler, Inaktivität, 136  
–, psychosozialer, chronische Erkrankungen, 17  
Streßforschung, soziale Unterstützung, Arbeitsplatz, 112 ff.  
Stressoren, soziale, 117  
Streßtheorien, 107  
Strukturierung, phonetische, Sprachprogrammierung, 232

Studentenpopulationen, Motivationsforschung, 3  
 Studienabschlüsse, vorausgesetzte, Arbeitswissenschaft, 56  
 Studium, Arbeitswissenschaft, Teilnehmerstruktur, 56  
 Stuhlhöhe, Zahntechniker, 160  
 Subcutane Fettschicht, EA, 129  
 Subjektive Beanspruchung, psychische, Skalierung, 217 ff.  
 – , Einschätzung, Körperhaltungen, Reihenfolge, 101  
 Subskalenüberlappung, Motivationsforschung, 3  
 Sukzessivaufgabe, Beanspruchung, psychische, 229  
 Sukzessivdiskriminationsaufgabe, Belastung, psychische, Tageszeit, 220  
 Syntaxfehler, Spracheingabe, Tastatureingabe, 230  
 Systemanalyse, GOMS Methodology, 231  
 Systematisierungsfunktion, Belastungs-Beanspruchungskonzept, 17  
 Systemdesign, Sprachprogrammierung, 231  
 Systementwicklung, Ergonomie, 42  
 Systemgestaltung, Arbeitswirtschaft, 207 ff.

## T

Tablett, Cursor-Positionierung, 141  
 Tätigkeits-, Zielzentrierung, Motivationskontrolle, 2  
 Tätigkeitsanalyse, 27  
 Tätigkeitsanalyseinventar, 26 ff.  
 Tätigkeitsmerkmale, technisch-organisatorische, 27  
 Tätigkeitsorientiertes Lernen, Qualifizierung, 205  
 Tätigkeitsspezifische Beanspruchungsreaktion, 109  
 Tätigkeitstypen, Belastungsschwerpunkte, 108  
 Tagesablaufstudie, Bürogebäude, 147 ff.  
 Tageszeit, Leistungsfähigkeit, Anspannung, 220  
 – , Überwachungsaufgaben, 221  
 Tageszeiteinflüsse, Beanspruchungen, psychische, 221  
 TAI, Tätigkeitsanalyseinventar, 27  
 Tastaturkassen, Scannerkassen, Unterschiede, 237 f.  
 Teach-in-Programmierung, Roboter, 225 f.  
 Techniken, neue, Arbeitsorganisation, 209  
 – , – , Spracheingabe, 224 ff.  
 Technisch-organisatorische Tätigkeitsmerkmale, 27  
 Technologiegestützte Informationsverarbeitung, Arbeitsmedizin, 168 ff.  
 Technologien, neue, Arbeitswirtschaft, 207 ff.  
 – , – , Automobilmontage, 163 ff.  
 – , – , psychische Belastung, 106 ff.  
 Teilnehmerstruktur, Arbeitswissenschaft, Studium, 56  
 Temperament-Struktur-Skala, Schiff der Zukunft, 48  
 – , Tabelle, 52  
 Temperaturbelastung, Muskelarbeit, 80  
 Test, Motivationsforschung, 1 ff.  
 Testverfahren, Arbeitsanalyse, 66  
 Testwiederholungsreliabilität, Motivationsforschung, 2  
 Textuelle Programmierung, Roboter, 226 f.  
 Textverarbeitung, psychische Belastung, 106 ff.  
 Tippfehler, Tastatureingabe, Programmierung, 230  
 Tisch, höhenverstellbar, Zahntechniker, 158 ff.  
 Tischscanner, Feldstudie, Elektromyographie, 234 ff.  
 Touch-Pad, Cursor-Positionierung, 141  
 Touch-Screen, Cursor-Positionierung, 141  
 Traditionen, kulturelle, Arbeitsmotivation, 193  
 Trainingsgewohnheiten, Leistungsfähigkeit, Laufreffteilnehmer 136 ff.  
 Trainingsintensität, Laufreffteilnehmer 136 ff.  
 Trainingskonzepte, Anforderungsanalyse, 27  
 Trainingspuls, mittlerer, Sport, 138  
 Trainingspulsfrequenz, Lauftraining, 136 ff.  
 Trainingsschwelle, Laufreffteilnehmer, 136 ff.  
 Transfer-Takt-Straßen, Automobilfertigung, 164  
 Transferkonzept, Arbeitswissenschaft, Studium, 57  
 Transpersonale Konsistenz, Arbeitsanalyseverfahren, 69  
 Transportieren, Rollstuhl, 176  
 Transportsystem, Fahrerloses, 163  
 Trennung, Hand-, Kopfarbeit, 197  
 Typologie, Bildschirmarbeitsplatz, 106 ff.

## U

Überforderungsgefühle, Belastungsfaktor, 109  
 Überforderungsrisiko, Sport, 138  
 Übergangswiderstand, Haut, Elektrode, EA, 129  
 Überlappung, korrelative, Subskalen, Motivationsforschung, 3  
 Überlastung, Training, Laufreffteilnehmer 136 ff.  
 Übersetzungsverhältnis, Maus-Cursor, 142  
 Übertragungsverhältnisse, biomechanische, Messung, elektromyographische Aktivität, 129 ff.

Überwachungsaufgaben, Alkoholeinwirkung, 219 ff.  
 – , Einschätzung, subjektive, Tageszeiten, verschiedene, 222  
 – , Tageszeit, 220 f.  
 Überwachungstätigkeiten, Technologien, neue, 163 ff.  
 Ulnarabduktion, 23  
 Umfeld, soziales, Schichtarbeit, 215  
 Umgebungsbedingungen, Technologien, neue, 164  
 Umgebungstemperatur, Muskelarbeit, 79 ff.  
 Umlernprozesse, Umsetzung, organisatorische, 205  
 Umsetzungsbewegungen, elektromyographische Aktivität, 130  
 Umsetztätigkeiten, horizontale, EA, 130  
 Umsetzung, Computertechnologie, 108  
 Umstrukturierung, 206  
 Unfall, meldepflichtiger, Betriebe, 10  
 – , Prävention, Kosten, 6  
 Unfallabteilung, 13  
 Unfallbelastung, durchschnittliche, 10  
 Unfälleinzelnkosten, 8  
 Unfallfolgenabschätzung, 6 ff.  
 Unfallgefahr, Küche, 153  
 Unfallgemeinkosten, 8  
 Unfallhäufigkeit, durchschnittliche, 10  
 Unfallkosten, 6 ff.  
 – , betriebswirtschaftliche, 6 ff.  
 – , Sicherheitskosten, Zusammenhang, 12  
 Unfallkostenrechnungen, 6 ff.  
 Unfallraten, 9  
 Unfallstatistik, Schiffsunfälle, 48  
 Unfalltag, Kosten, betriebswirtschaftliche, 7  
 Unfallvariable Kosten, 14  
 Unfallverhütung, 6 ff.  
 Unfallverhütungsarbeit, 9  
 Unfallverhütungsbericht 1986, 9  
 Unfallverhütungsmaßnahmen, Unfallkosten, 6  
 Ungelerntenarbeit, Industriebetriebe, mittlere, 203  
 Unter-, Oberarm, Beugewinkel, Maximalkräfte, 87  
 Unterarm-Hand-Muskulatur, Dauerleistungsgrenze, 93  
 Unternehmen, Unfallkosten, 6  
 Unternehmenskultur, Arbeitsmotivation, 193  
 Unternehmenslust, Pilot, Schiff der Zukunft, 49  
 Unterstützung, soziale, Arbeitsplatz, 112 ff.  
 Untersuchung, reliable, valide, Merkmale, Erfassung, 1 ff.  
 Urogenitalorgane, Krankheiten, Personennahverkehr, Fahrer, 246  
 Urteilstendenzen, systematische, Arbeitsanalyse, 67  
 U-Bahn, Bus-, Straßenbahnfahrer, Gesundheitsrisiken, 241 ff.

## V

Valide, reliable, Merkmale, Untersuchung, Erfassung, 1 ff.  
 Validität, Arbeitsanalyse, 65 ff.  
 – , konvergente, diskriminante, Motivationsforschung, 3  
 – , Relativurteile, Berücksichtigung, 218 f.  
 – , soziale Unterstützung, 112 ff.  
 Validitätsprüfung, Beanspruchung, psychische, 217 ff.  
 Varianzanalyse, Belastungsabschnitte, Muskelarbeit, Hitze, 81  
 Vater-Kind-Beziehung, Schichtarbeit, 35, 75  
 VERA, 226  
 – , Analyse, Tätigkeiten, geistige, 200  
 Veränderungsbereitschaft, Motivationsforschung, 3  
 Verantwortlichkeit, Arbeit, Schiff der Zukunft, 53  
 Verantwortungsdruck, Automobilmontage, Technologien, neue, 163 ff.  
 Verdauungsorgane, Krankheiten, Personennahverkehr, Fahrer, 245  
 Verdauungsprobleme, Schichtarbeit, 213 ff.  
 Verdienstniveau, Hygienefaktor, Arbeitsmotivation, 193  
 Verfahrensentwicklung, Motivationsforschung, 2  
 Verhaltensbeschreibung, Arbeitsanalyseverfahren, 65 f.  
 Verhaltenserfordernis, Arbeitsanalyseverfahren, 65 f.  
 Verhaltenskontrolle, Pilot, Schiff der Zukunft, 49  
 Verhaltensregulation, Schichtsysteme, 73  
 Verkehrsbetriebe, öffentliche, Arbeitsmedizin, 241  
 Versagen, menschliches, Schiff der Zukunft, 48  
 Versicherungen, Unfallkosten, 14  
 Versorgung, Unfallopfer, Kosten, 14  
 Verstopfung, Schichtarbeit, 213 ff.  
 Verwaltungstätigkeiten, Klassifikation, 200  
 Videokonfrontation, Software-Ergonomie, 46  
 Visuelle Belastung, Bildschirmarbeit, 109  
 Vitalität, Pilot, Schiff der Zukunft, 49  
 Vorsorgeuntersuchungen, Informationsverarbeitung, Arbeitsmedizin, 168

## W

Wärmebeanspruchung, Haut, Bremsen, Rollstuhl, 177  
Wärmebelastung, Muskelarbeit, 79 ff.  
Wärmestrahlung, Pulsfrequenz, Muskelarbeit, 83  
Wärmetransport, Muskelaktivität, 80  
Waldrundstrecke, Belastungsart, Laufstrecke, Sport, 137  
Wechselrhythmus, Schichtarbeit, 41  
Weiterbildungskonzeptionen, Industriebetriebe, mittlere, 204  
Weiterbildungsbausteine, Arbeitsingenieur, 210  
Weiterbildungsstudium, Arbeitswissenschaft, 55 ff.  
Wertewandel, 193 ff.  
–, Arbeitsmotivation, 194  
Wettbewerbsfähigkeit, Industrierobotereinsatz, 225  
Wirbelsäule, Personennahverkehr, Fahrer, 241 ff.  
Wirbelsäulenkrankheiten, 18  
Wochenendarbeit, Schichtsysteme, 34  
Wohlbefinden, Nachtarbeiter, 213 ff.  
Wortschatzgröße, Sprachprogrammierung, 231

## A

Adaption, Arbeitszeit, Nachtschwestern, 60  
Aktivität, Leistung, Unregelmäßigkeit, 59  
Aktivitätswechsel, Leistungsschwankungen, Ruhe, Aktivität, 59  
Alarmfälle, Schiff, Wachbereitschaft, 60  
Alarmsystem, Maschinenraum, Schlaf auf See, 60  
Alkohol, Sicherheitsgurte, Nachtfahrten, Straßenverkehr, 187  
Alkoholkonsum, Fahrleistung, Fahrsimulator, 251  
Ampeln, Risikoreiches Verhalten, 187  
Anaerobische Arbeitskapazität, Meßmethoden, Vergleich, 252  
Anstrengung, mentale, Hirnpotential, P, 250  
Anthropometrie, Hand, Pianist, Biomechanik, 121  
–, Nordsee-Hubschrauberpiloten, 188  
–, Präferenzen, VDU-Operatoren, 123  
Arbeit, Indikatoren, Stellungswinkel, Muskelverletzung, 248  
–, Lesen, Schreiben, 122  
–, repetitive, Muskelermüdung, lokale, 122  
–, Stellwinkelmessung, 248  
Arbeitgeberhaftung, Gesetzgeber, 248  
–, Schutzanzüge, Gesetzgeber, 248  
Arbeitsbedingungen, Lastwagenfahrer, 60  
–, Schulkantinenpersonal, 121  
Arbeitsbelastung, Fahrer, Straßenverkehr, 185  
Arbeitskapazität, anaerobische, Meßmethoden, Vergleich, 252  
–, Geschlechtsunterschiede, Bedingungen, normoxische, hypoxische, 251  
Arbeitsplatzbewertung, Untersuchung, 187  
Arbeitsplatzbezogene Beschwerden, Hals, 187  
Arbeitszeit, Informationsverarbeitung, 59  
–, Nachtschwestern, 60  
–, Unfallrisiko, 60  
Asymmetrisches Heben, Herzfrequenz, 121  
Atmungsbeschreibung, metabolische, Dauerarbeit, menschliche, 252  
Atomreaktoren, Kleidung, luftgekühlt, 249  
Aufrechterhaltung, maximale, Kontraktion, isometrische, 252

## B

Bedienteil-Wirkungs-Beziehungen, Bergbaumaschinen, 123  
Befeuchtungsgrad, Hautoberfläche, Kleidung, klimatisierte, 250  
Beine, Strümpfe, dünne, Wärme, 149  
Bekleidungs-systeme, beheizte, elektrische, 249  
Belastung, Risiko, Fahrverhalten, 185  
Benutzerschnittstellen, Mensch-Computer-Interaktion, 187  
Bergbaumaschinen, Populationsstereotypen, 123  
Beschwerden, muskuloskeletale, Schulkantinenpersonal, 121  
Beuge-, Streckmomente, Wirbelsäule, 122  
Beugemomentsleistung, Hebetätigkeit, 188  
Bewegung, sagittale, Wirbelsäule, Messung, 123  
Bewegungsgesetz, Transporte, 188  
Bildschirm, berührungsempfindlicher, Gestaltung, Eingabeblock, numerischer, 248  
Bildschirmarbeitsplätze, Singapur, 123  
Biomechanik, Hand, Pianist, 121  
Biomechanische Modellierung, Rücken, Lastenheben, 187  
Bordbedingungen, Schiff, Wache, 60  
Bordingenieure, Wachbereitschaft, 60

## Z

Zahnwerkertätigkeit, 158 ff.  
Zeichnen, Rechnen, Schreiben, Fehleranalyse, 31  
Zeitdruck, Automobilmontage, Technologien, neue, 163 ff.  
Zeiten, Fehler, Software-Ergonomie, 45  
Zeitstrukturierung, Schichtarbeit, 73 ff.  
Zeitstudie, Automobilmontage, Technologien, neue, 163 ff.  
Zerlegbarkeit, Rollstuhl, 176 ff.  
Zielgröße, Maus-Weglänge, Computer, 145  
Zittern, Schichtarbeit, 213 ff.  
Zukunft, Schiff der, 48 ff.  
Zusatzstudium, Arbeitswissenschaft, 57  
Zweizeilige Küche, Ergonomie, 153

## IV. Aus „Ergonomics“

## C

Circadianischer Rhythmus, 59  
–, Phasenunterschiede, individuelle, 188  
Computer, Benutzerschnittstelle, Ergonomie, 187  
–, Bildschirm, berührungsempfindlicher, 248  
–, Displaygestaltung, Ergonomie, 187  
–, Eingabeblock, Gestaltung, 248  
–, Fehlerdiagnoseleistung, 248  
–, Fehlersuchstrukturen, 248  
–, Netzwerkfehler, 248  
Computerarchitektur, Hierarchie, Netzwerk, 187  
Computerneulinge, Erleichterungen, 188  
Containergriffe, Gewichte, maximale, 122

## D

Dauerarbeit, metabolische, Atmungsbeschreibung, 252  
Dauernachtschwestern, Arbeitszeit, 60  
Daumengrundgelenk, Pianist, 121  
Daumen, Pianist, 121  
Desynchronisation, Dissoziation, Jet-lag, 61  
Dienstpläne, Luftverkehr, 59  
Direktionale ballistische Bewertung, Massen, transportierte, 188  
Displays, hierarchische, Fehlerdiagnoseleistung, 248  
Dissoziation, Desynchronisation, Jet-lag, 61  
Dreischicht-System, Schichtrotation, schnellere, 60  
Druck, intraabdominaler, Hebetätigkeiten, 188  
Durchlässigkeitsindex, Schutzanzüge, 249  
Dynamische Faktoren, Wirbelsäule, Heben, 122  
– Zugkräfte, einhändige, Rasenmäher, 250

## E

Einfluß, Körperrüstung, pulmonare Funktion, 123  
Eingabeblock, numerischer, Bildschirm, berührungsempfindlicher, 248  
Einhändig, dynamische, Zugkräfte, Rasenmäher, 250  
Einsatzfähigkeit, Nachtstunden, Schiff, 60  
Einschlafdrang, Schlaf lähmung, Fluglotsen, 60  
Elektromyogramme, Lasten, Rückenbelastung, 187  
Elektronische Entscheidungshilfen, Straßenverkehr, 184  
EMG, Oberarm, Stellungswinkel, Verletzung, 248  
Energieumsatz, Feldstudien, Validierung, 251  
Entscheidungen, Notsituationen, Straßenverkehr, 186  
Entscheidungsfindung, Systeme, große, 187  
–, risikoreiche, Straßenverkehr, 185  
Entscheidungshilfen, elektronische, Straßenverkehr, 184  
Entscheidungsprozesse, Verkehrsteilnehmer, 184  
Entscheidungstreffen, Verkehrsneulinge, 186  
Ergonomie, Benutzerschnittstelle, Computer, 197  
–, Displaygestaltung, Computer, 187  
–, Kleidung, Operationssäle, belüftete, 250  
ERP-Komponente P300, Hirnpotential, 250  
Experten, Wissensakquisition, Entscheidungsfindung, 187  
Extensionswinkel, Muskelermüdung, 122  
Extensoren, Flexoren, Muskelermüdung, 122  
Extraversion, Morgenerleben, Phasenunterschiede, 188

Temperatur, Körperfunktionen, Flugpersonal, 61  
Thermische Belastung, Hitzearbeit, Kleidung, klimatisierte, 250  
Thermoregulationssystem, Schutzkleidung, 248  
Topographische Karten, Ablesen, Landschaftsform, 124  
Trackingaufgabe, manuelle, Ganzkörperschwingung, vertikale, 251  
Training, Transfer, Fehlerfindungsfertigkeiten, 122  
Transportbranche, Unfallrisiko, 60

## U

Unfall, Rekonstruktion, Straßenverkehr, 186  
Unfallbeteiligung, Lastwagenfahrer, 60  
Unfallreduktion, Neuerungen, technische, 124  
Unfallrisiko, Arbeitszeit, 60  
Unfallschäden, Sicherheitsmaßnahmen, 124  
Unfallstatistiken, Sicherheitsmaßstäbe, 124  
-, Straßenverkehr, 185  
Unfallverhütungsmaßnahmen, Straßenverkehr, 186  
Unfallverluste, Sicherheitsmaßstäbe, 124  
Unregelmäßigkeit, Leistung, Wechsel, Ruhe, Aktivität, 59  
Unruheniveau, Schlaf auf See, 60  
Unterarm-Pronosupination, Pianist, 121  
Unterhemden, Klimatisierungssystem, 249  
Urinmessungen, Flugpersonal, 61

## V

VDU-Operatoren, Anthropometrie, Präferenzen, 123  
Vergleich, Meßmethoden, anaerobische, Arbeitskapazität, 252  
Verhalten, risikoreiches, Straßenverkehr, 184  
Verhaltensmodelle, Risikomodelle, Verkehrspsychologie, 185  
Verkehrserziehung, 186  
Verkehrserneuerung, Straßenverkehr, 186  
Verkehrsplanung, Straßenverkehr, 184  
Verkehrspsychologie, Risiko-, Verhaltensmodelle, 185  
Verkehrsregeln, 184

Verkehrsriskiken, Fehleinschätzung, Fahrer, junge, 186  
Verkehrssicherheitsarbeit, Straßenverkehr, 185  
Verkehrsteilnehmer, Risikomodelle, 185  
Verkehrsunfälle, Risikohomöostase, 124  
-, Straßenverkehr, 185  
Verletzung, muskuloskelettale, Oberarm, Stellungswinkel, 248  
Vermeidungsreaktionen, verzögerte, Straßenverkehr, 185  
Versorgungssystem, thermoelektrisches, Unterhemden, 249  
Vokabularprobleme, Rechnerbenutzung, 188

## W

Wachbereitschaft, auf See, 60  
Wachen-Schichtsystem, Schiff, 60  
Wachheit, Körpertemperatur, Schiffswache, 60  
Wachsein, Fluglotsen, 60  
Wachzeit, 59  
Wärmeaustausch, Schutzkleidung, Ziele, physiologische, 248  
Wärmetransportmechanismus, Schutzkleidung, 248  
Wärmewirkungsfaktor, Schutzkleidung, 248  
Wechselgeld, kleine Münzen, 122  
Wiederanpassung, Ortszeit, Flugpersonal, 61  
Wirbelsäule, Faktoren, dynamische, Heben, 122  
-, inklinometrische Messung, Bewegung, 123  
-, lumbarer Bereich, 122  
Wissensakquisition, Experten, Entscheidungsfindung, 187  
Wohlbefinden, Flugpersonal, 61  
-, Schlaf, Wachbereitschaftssystem, 60

## Z

Zeitzone, Dissoziation, Desynchronisation, 61  
Zugkräfte, einhändige, dynamische, Rasenmäher, 250

## V. Buchbesprechungen

Arbeitssicherheit und Unfallschutz im Betrieb (Böhm), 64  
Becker / Haberfellner / Liebetrau: EDV-Wissen für Anwender (Hegering, Beschoner), 63  
Beckerle / Schuster: Die Abmahnung. Vorstufe der Kündigung in der betrieblichen Praxis (Uhlirsch), 192  
Bell / Brünig: Qualifizierung beim Einsatz von Industrierobotern - Forschungsbericht (Fröhlich), 127  
Bell / Brünig / Failmezer: Qualifizierung beim Einsatz von Industrierobotern - Materialien zum Forschungsbericht (Fröhlich), 127  
Bosch / Engelhardt / Hermann / Kurz-Scherf / Seifert: Arbeitszeitverkürzung im Betrieb. Die Umsetzung der 38,5-Stunden-Woche in der Metall-, Druck- und Holzindustrie sowie im Einzelhandel (Fürstenberg), 191  
Clauß / Lang: Arbeitshilfen für Behinderte. Einhundert und mehr Ideen aus der Praxis für die Praxis (Windberg), 192  
Cramer: Statistik für nicht-mathematische Berufe (Jastrzebska-Fraczek), 191  
Daunderer: Farbatlas der Klinischen Toxikologie (Diebschlag), 256  
Eissing: Klima am Arbeitsplatz. Messung und Bewertung. REFA (Nesper-Klump), 191  
Frese / Ulich / Dzida (Hrsg.): Psychological Issues of Human-Computer Interaction in the Work Place (Prümper), 256

Gunzenhäuser / Böcker (Hrsg.): Prototypen benutzergerechter Computersysteme. (Mensch - Computer - Kommunikation Bd. 4) (Moser), 63  
Heeg: Empirische Software-Ergonomie. Zur Gestaltung benutzergerechter Mensch-Computer-Dialoge (Müller), 192  
Hoppe / Rudel: Handbuch Persönliche Schutzausrüstungen (Rühmann), 256  
Knebel / Zander: Arbeitsbewertung und Eingruppierung (Hettinger), 191  
Kreikebaum / Herbert: Humanisierung der Arbeit - Arbeitsgestaltung im Spannungsfeld ökonomischer, technologischer und humanitärer Ziele (Gabele), 256  
Lazarus / Lazarus-Mainka / Schubeis: Sprachliche Kommunikation unter Lärm (Strasser), 128  
Oeser / Beckers (Hrsg.): Fluglärm - ein Kompendium für Betroffene (Schaefer), 64  
Schaub: HEINER - ein aufgabenspezifisch anpassbares man model, 190  
Schmidtke: Ergonomische Prüfung von Technischen Komponenten, Umweltfaktoren und Arbeitsaufgaben. Daten und Methoden (Hettinger), 256  
Sohnius / Florian / Franz / Zerlett: Handbuch Betriebsärztlicher Dienst. Grundlagen - Praxis - Organisation (Groß), 63  
Wiesner: Entgelt auf dem Weg zu „CIM“ der „Fabrik der Zukunft“ (Moser), 64

## Impressum

Zeitschrift für Arbeitswissenschaft (Z. Arb. wiss.)  
Organ der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.,  
Dortmund.

43. (15. NF) Jahrgang 1989 (früher: Arbeit und Leistung, Zeitschrift für angewandte Arbeits- und Personalwissenschaft)

Herausgeber: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. in Verbindung mit REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V., Darmstadt.

Schriftleitung: Prof. Dr. Th. Hettinger (geschäftsführend), 4330 Mülheim/Ruhr-Speldorf, Peterstraße 6, Prof. Dr.-Ing. H. Rühmann, München, Dr. E. Theis, Darmstadt

Manuskriptsendungen und Schriftverkehr bitte nur an die Anschrift der Schriftleitung richten. Abbildungen und Zeichnungen werden in reprofähiger Vorlage erbeten!

Verlag Dr. Otto Schmidt KG, Unter den Ulmen 96-98, 5000 Köln 51 (Marienburg), Telefon (02 21) 37 30 21, Telefax (02 21) 37 37 51. (Postgirokonto Köln 539 50-508; Girokonto 30 602 155 Stadtparkasse Köln.) Erfüllungsort und Gerichtsstand ist Köln.

Die Zeitschrift sowie alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich. Bezugspreis jährlich 120,- DM, Einzelheft 33,40 DM, für Mitglieder der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. bzw. des REFA e.V. 96,- DM bzw. 26,60 DM, jeweils zuzügl. Postgebühren bzw. Versandkosten. Im Bezugspreis ist die Mehrwertsteuer mit 6,54 vH (Steuersatz 7 vH) enthalten.

Der Sonderpreis wird auch den Mitgliedern folgender Gesellschaften gewährt: Ergonomic Society and International Ergonomics Association, in association with the Human Factors Association of Canada/ Association Canadienne d'Ergonomie and the Nederlandse Vereniging voor Ergonomie.

Druck: Grafischer Betrieb Otto Ritterbach GmbH, 5020 Frechen 1, Rudolf-Diesel-Straße 10-12, Telefon (02234) \* 5 70 01

# Prototyping als Verfahren zur Software-Entwicklung

– *Literaturanalyse und Expertengespräche* –

*Von Gisa Aschersleben, Herbert Gstalter, Franz Kaiser,  
Viola Strube und Birgit Zang-Scheucher*

## Zusammenfassung

Um bei der Entwicklung von Software zu benutzerfreundlichen Produkten zu kommen, müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden: Iteratives Design, frühe Beteiligung der späteren Benutzer und empirische Messungen zur Evaluation der Prototypen. Über die Art und Weise, wie diese Forderungen im konkreten Fall einer Software-Entwicklung realisiert werden können, gibt es verschiedene Ansätze. Um dazu einen umfassenden Einblick in den Stand der Forschung zu bekommen, wurden neben einer intensiven Analyse der Literatur zusätzliche Gespräche mit Experten aus dem Bereich der Software-Ergonomie geführt. Die Ergebnisse zu den Schwerpunkten „iteratives Entwurfskonzept“, „Benutzerbeteiligung in der Software-Entwicklung“ und „Kriterien und Methoden zur Bewertung von Software“ werden vorgestellt und im Hinblick auf das Konzept des Prototyping analysiert.

## Summary

### **Prototyping as a procedure for software development – a literature analysis and experts' views**

Software ergonomics / Prototyping / User participation / Software evaluation methods

The designing of user-friendly software products requires the following factors to be thoroughly considered during the development process: iterative design, early focus on, and participation of, future users, and empirical measurement during the evaluation of prototypes. There are various different approaches to the implementation of these features into the design and development of a concrete software product. To gain a comprehensive overview of the state of the art in research and practice we conducted an intensive analysis of the literature and talked with many experts in the field of software ergonomics. The results in the areas of „iterative design concepts“, „user participation“, and „criteria and methods of software evaluation“ are presented and analysed with respect to their use in prototyping.

## 1. Einleitung

Den schnell wachsenden Möglichkeiten im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik stehen nach wie vor eher traditionelle lineare Wege bei der Planung, Herstellung und Bewertung von Software gegenüber: Die Anforderungen der Anwender werden in einem Pflichtenheft festgelegt und ein Systementwickler programmiert das System auf der Grundlage dieser Spezifikation; anschließend wird dann die Software beim Endnutzer installiert. Änderungswünsche der Benutzer können so erst in späteren Versionen unter hohem programmiertechnischem Aufwand berücksichtigt werden.

In den letzten Jahren ist Kritik an diesem linearen Gestaltungsprozeß laut geworden, die insbesondere aus der mangelnden Benutzerfreundlichkeit der Systeme erwuchs (Helmreich, 1985). Alternative Entwicklungsstrategien wie z.B. das „rapid prototyping“ wurden vorgeschlagen (Budde, Kuhlenkamp, Mathiassen u. Züllighoven, 1984), bei denen den Benutzern Lösungsvorschläge (= Prototypen) vorgestellt, mit ihnen diskutiert und nach Möglichkeit auch realistische Aufgabenbearbeitungen durchgeführt werden. Prototyping wird damit auch zu einem Planungsinstrument unter frühzeitigem Einbezug der Benutzer mit ihren Kenntnissen und Bedürfnissen. Diese iterative Entwicklung der Software unter Beteiligung der späteren Benutzer führt nach Budde et al. (1984) zu mehr Akzeptanz und Benutzerfreundlichkeit bei geringerem Schulungsaufwand.

In der Praxis gilt jedoch der lineare Entwurfsprozeß bei vielen Software-Herstellern noch als selbstverständliche und alternativenlose Arbeitsweise. Dies zeigt ein Blick in die Lehrbücher und bestätigte sich ebenso durch Befragungen bei Firmen (Zang & Gstalter, 1987) und Interviews mit Systemdesignern (Hammond, Jorgensen, MacLean, Barnard u. Long, 1984; v. Benda, Gora, Hacker, Schwatlo u. Seeliger, 1985).

Um bei der Entwicklung von Software zu benutzerfreundlichen Produkten zu kommen, müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden (Gould u. Lewis, 1983; Shackel, 1985): Iteratives Design, frühe Beteiligung der späteren Benutzer und empirische Messungen zur Evaluation der Prototypen.

Über die Art und Weise, wie diese Forderungen im konkreten Fall einer Software-Entwicklung realisiert werden können, gibt es verschiedene Ansätze. Um dazu einen umfassenden Einblick in den Stand der Forschung zu bekommen, wurden neben einer intensiven Analyse der Literatur zusätzliche Gespräche mit Experten aus dem Bereich der Software-Ergonomie geführt.

## 2. Methodik

Im Rahmen der Literaturanalyse wurden über dreitausend Hinweise zur Mensch-Computer Interaktion analysiert. Die Recherche bezog sich überwiegend auf Veröffentlichungen in einschlägigen Fachzeitschriften ab dem Jahrgang 1980 sowie Buchveröffentlichungen und Tagungsbände. Nur etwa 500 Veröffentlichungen beschäftigten sich näher mit der Entwicklung und Bewertung von Software.

Für die Expertengespräche wurden aus der Literatur Autoren ausgewählt, die sich mit mindestens einem der grundlegenden Faktoren der Software-Entwicklung beschäftigen, also entweder mit iterativen Entwurfskonzepten, mit der Beteiligung späterer Benutzer am Entwicklungsprozeß oder der Bewertung von Software. Von September 1987 bis Februar 1988 wurden in 20 Gesprächen 26 Experten – überwiegend Informatiker und Psychologen aus dem deutschsprachigen Raum, die im Bereich anwendungsorientierter Forschung tätig sind, befragt.

Die Interviews wurden von jeweils zwei Mitarbeitern des Lehrstuhls für Psycho-

Tabelle 1: Kurzfassung des Interviewleitfadens

---

Kurze Darstellung unserer Position und unseres Anliegens

- Benutzerbeteiligung
- Software-Bewertung
- Prototyping

Klärung des Gesprächsgegenstandes

- Überblick über die Tätigkeiten des Interviewpartners
- Einigung auf ein konkretes Projekt oder allgemeine Erfahrungen aus der Forschungstätigkeit als Gesprächsgegenstand (z.B. Bereich Bürokommunikation, Entwicklung einer Oberfläche, Modifikation eines Systems)

Umriss des konkreten Projekts

- Anlaß
- Inhalt und Umfang
- Theoretisches Konzept (Strategie und deren Hintergrund)

Vorgehensweise

- Inhalt der einzelnen Schritte
- Zeitliche Gliederung in Phasen

Bewertungsverfahren für die Ergebnisse der einzelnen Schritte

- Kriterien der Bewertung
- Operationalisierung der Kriterien

Beteiligte am Projekt

- Welche Personen
- Rollen und Funktionen der Beteiligten

Ergebnisse und Schlußfolgerungen

- Bewertung und Einschätzung der Vorgehensweisen
- Ergebnisse zur Methode
- Ergebnisse bezüglich der Anwendung des Produkts
- Ergebnisse zur Wirtschaftlichkeit
- zukünftige Vorhaben

---

logie der TU München anhand eines halbstrukturierten Interview-Leitfadens (vgl. Tabelle 1) durchgeführt und auf Tonband aufgezeichnet. Sie dauerten ca. 1,5 bis 2 Stunden, zum Teil erfolgte anschließend eine Demonstration bereits implementierter oder in der Entwicklung befindlicher Systeme durch die Experten.

Zur Auswertung wurden die Gespräche inhaltlich anhand eines Kategoriensystems, das sich auf die oben genannten Schwerpunkte und den Interviewleitfaden stützte, analysiert.

### 3. Ergebnisse

Im folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Gespräche mit den 26 Experten aus 15 verschiedenen Institutionen (vgl. Tabelle 2) zusammengefaßt und der Literaturanalyse gegenübergestellt.

Viele Ergebnisse der Literaturanalyse lassen sich in den Expertengesprächen wiederfinden. Das resultiert zum Teil auch daraus, daß die Literaturanalyse als Grundlage für die Auswahl der Experten

diente. Darüber hinaus ergaben sich in den Gesprächen jedoch auch wichtige neue Hinweise.

In der Literatur werden 13 Projekte beschrieben, in denen eine, den mehrfachen Forderungen der Literatur (Gould et al., 1983; Williges, Williges u. Elker-ton, 1987) entsprechende Verknüpfung der wichtigsten Aspekte der Software-Entwicklung (design for usability) realisiert wurde. Die Experten konnten nur über drei solcher Projekte berichten. Dieses Ergebnis unterstreicht die Bedeutung weiterer Forschung auf diesem Gebiet.

#### 3.1 Iteratives Entwurfskonzept

Übereinstimmend verstehen die 20 Experten, die sich mit einem iterativen Ent-

Tabelle 2: Liste der befragten Experten (geordnet nach Instituten)

---

Arbeitswissenschaftliches Forschungsinstitut (awfi), Berlin (HP = Helmut Peschke; FS = Franz Schiele; MW = Marion Wittstock)

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Lehrstuhl für Arbeits- und Organisationspsychologie (DA = David Ackermann)

Fachhochschule für öffentliche Verwaltung Nordrhein-Westfalen (H = Hasenritter)

Firma X (NN = Software-Entwickler einer größeren Firma, möchte nicht namentlich genannt werden)

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart (V = Vossen; JZ = Jürgen Ziegler)

Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD), St. Augustin (WD = Wolfgang Dzida; MP = Michael Paetau; RO = Reinhard Oppermann; HZ = Heinz Züllighoven)

Human Science and Advanced Technology (HUSAT) Research Centre, Loughborough GB (GA = Gordon Allison; SH = Steve Hannigan; SH = Susanne Harker; DH = Dale Hewitt; MM = Martin Maguire)

Institut für Organisationsforschung und Technologieanwendung (IOT), München (SS = Stefan Sorg)

Ludwig-Maximilian-Universität München, Lehrstuhl für Organisations- und Wirtschaftspsychologie (MF = Michael Frese)

Technische Universität Berlin, Institut für Angewandte Informatik (RK = Reinhard Keil-Slawik)

Universität Dortmund, Lehrstuhl für Software-Technologie (MH = Matthias Hallmann)

Universität Dortmund, Forschungsgruppe Informatik und Gesellschaft (KJ = Klaus-Dieter Jansen)

Universität Hamburg, Fachbereich Informatik (SM = Susanne Maaß)

Universität Osnabrück, Fachbereich Psychologie (SG = Siegfried Greif)

Universität Stuttgart, Institut für Informatik, Fachgruppe INFORM (HB = Heinz Böcker; MH = Michael Herczeg)

---

wurfskonzept beschäftigen, unter Prototyping ein zyklisches Verfahren zur System-Entwicklung, bei dem schnell hintereinander mehrere Versionen erstellt und getestet werden. Floyd (1987) beschreibt den Prozeß des Prototyping so: Zunächst werden die von Prototypen zu erfüllenden Funktionen ausgewählt, daran schließt sich eine erste Phase zur Programmierung eines Prototypen an. Dieser wird im weiteren Verlauf in mehreren gleichartigen Zyklen evaluiert und entsprechend den Evaluationsergebnissen verändert.

Zur Bewertung der Prototypen werden überwiegend Benutzer herangezogen, nur drei der Experten waren der Ansicht, es genüge, wenn die Entwickler der Prototypen diese selbst beurteilen.

Zur Frage, was einen Prototypen ausmacht, ist die Mehrzahl der Experten der Ansicht, ein Prototyp sei mindestens eine Abfolge von statischen Bildern auf dem Bildschirm oder sogar die lauffähige Version eines Programms, in der Dialogabläufe möglich sind. Papier- und Bleistift-Versionen werden für einen ersten Entwurf verwendet, aber noch nicht als Prototyp bezeichnet.

Ein Prototyp muß schnell zu erstellen, modular aufgebaut und damit leicht veränderbar sein. Er wird in drei bis sechs Iterationen getestet und verändert. Je umfangreicher das System ist, desto mehr Iterationen werden durchgeführt und desto größer ist die Zeitdauer einer Iteration. Experte NN zur Frage des Abschlußkriteriums: „Die Anzahl der Iterationen ist durch den äußeren Rahmen (Termin und Kosten) festgelegt. Es läßt sich nicht objektiv messen, wann ein Prototyp gut genug ist.“

Shackel (1985) dagegen meint, man müsse objektive Kriterien für die Benutzbarkeit eines Systems festlegen. Ein solches Kriterium könnte zum Beispiel die Zeit zum Erlernen eines Systems oder die Effektivität bei der Bearbeitung von Aufgaben, gemessen in Zeiten und Fehlern, sein.

Je nach Ausgangspunkt der Software-Entwicklung werden verschiedene Arten des Prototyping unterschieden. Fünf Experten wenden das Szenario-Prototyping an. Hier wird die Oberfläche des Systems zunächst in Form statischer Bilder auf dem Bildschirm realisiert und der Ablauf simuliert. Das Ergebnis dieser Form des Oberflächenprototyping stellt entweder als Anforderungsspezifikation einen Teil des Pflichtenheftes dar oder wird verwendet, um den ersten lauffähigen Prototypen zu entwickeln.

Das evolutionäre Prototyping, das von

drei Experten als Entwicklungsmethode propagiert wird, beginnt dagegen mit einem kleinen Teil des Gesamtsystems und baut dieses aus, bis schließlich das gesamte System fertig ist.

In der Literatur finden sich für das evolutionäre Prototyping (Bonin, 1984; Floyd, 1984) auch die Begriffe „protoversioning“ (Wedekind, 1985) oder „inkrementelle Entwicklung“ (Rosson, Maaß u. Kellogg, 1987). Diese Methode wird insbesondere bei der Entwicklung von sehr umfangreichen Systemen angewendet. Wichtig ist, daß der letzte Prototyp aus der Reihe der Iterationen das Endprodukt ergibt, das implementiert wird (Sroka u. Rader, 1986).

Demgegenüber steht der „throw-away“-Ansatz. Hier dient der Prototyp als Modell für das Zielsystem. Er wird nach jeder Iteration weggeworfen und durch eine vollständig neue Version ersetzt (Patton, 1983). Die Experten stehen diesem Ansatz eher skeptisch gegenüber. Experte HP: „Aus der Sicht des Systementwicklers ist das Wegwerf-Modell problematisch, er ist nicht sehr motiviert, immer wieder von vorn anzufangen.“

Alle Experten waren sich darin einig, Prototyping bedeutet: Software wird von außen nach innen entwickelt, das heißt, erst wird die Oberfläche verwirklicht, dann die dahinterliegende Funktionalität des Programms.

*Software nach einem iterativen Entwurfskonzept entwickeln zu wollen bedeutet also, mehrere Versionen eines Systems (Prototypen) zu entwickeln und von den späteren Benutzern bewerten zu lassen. Um flexibel auf die Anforderungen der Benutzer reagieren zu können, muß der Entwickler den Prototypen modular und damit leicht veränderbar programmieren. Dabei sollte immer die Möglichkeit bestehen, den Prototypen gegebenenfalls ganz wegzuworfen und mit den gewonnenen Erkenntnissen einen völlig neuen Entwurf zu programmieren.*

### 3.2 Benutzerbeteiligung in der Software-Entwicklung

Aktuelle Veröffentlichungen weisen immer häufiger auf die Notwendigkeit hin, die späteren Benutzer möglichst früh an der Entwicklung informationstechnischer Systeme zu beteiligen (z.B. Gould, 1987; Oppermann, 1987; Peschke u. Wittstock, in press; Williges et al., 1987).

Auch achtzehn der befragten Experten setzen sich zum Teil sehr nachdrücklich für eine Beteiligung von Benutzern bei

der Software-Entwicklung ein. In einer früheren Befragung, die ebenfalls vom Lehrstuhl für Psychologie der TU München durchgeführt wurde, berichteten nur 4 der 17 befragten Unternehmen über eine Beteiligung von Benutzern bei der Software-Entwicklung (Zang et al., 1987). In dieser Untersuchung wurden überwiegend Abteilungsleiter befragt. Sie lehnten eine Benutzerbeteiligung meist mit der Begründung ab, sie sei zu teuer und zeitaufwendig.

Demgegenüber wurde in Untersuchungen (Gomaa u. Scott, 1981; Alavi, 1984a; 1984b) nachgewiesen, daß eine Entwicklung von Software mit Benutzerbeteiligung Zeit und Geld spart, die Akzeptanz erhöht und die Kosten für den nachfolgenden Schulungsaufwand der Benutzer mindert.

In der Literatur finden sich im wesentlichen drei Aufgaben der Benutzer während der Software-Entwicklung – je nach Form der Beteiligung – die Artikulation ihrer Bedürfnisse, d.h. die Ermittlung und Spezifikation ihrer Anforderungen, die Testung und Bewertung von Prototypen und/oder die Mitarbeit an Weiterentwicklungen (Mason u. Carey, 1983; Shackel, 1985; Floyd, 1987). Diese Unterscheidung trafen auch die befragten Experten:

(1) In der Phase der Aufgabenanalyse wollen sieben Experten die Benutzer als „Experten ihrer Arbeit“ befragen und beobachten, um Informationen für die Spezifikation des Systems zu erhalten. (2) Alle Experten, die sich grundsätzlich für eine Beteiligung der Benutzer entscheiden, sehen diese auch als Versuchspersonen, die das System testen und kritisch beurteilen. (3) Die Hälfte der Experten ist darüber hinaus der Ansicht, die Benutzer sollten aktiv am Entwicklungsprozeß teilnehmen und ein Mitsprache- und Mitentscheidungsrecht haben (vgl. auch Mumford u. Welter, 1984). Zum Teil wird dies in Form eines Designteam realisiert, in dem Benutzer neben den Entwicklern gleichberechtigt mitarbeiten (siehe auch Floyd, 1984; Shackel, 1985; Gould, 1987). Dabei fordern drei Experten einen Vermittler zwischen Entwickler und Benutzer im Designteam.

Besonders im Zusammenhang mit der dritten Rolle, dem Benutzer als Mitglied des Designteam, berichten die Experten von Problemen mit fehlenden EDV-Kenntnissen. Experte SS: „Der Nutzer ... kann die Auswirkungen seiner Vorschläge nicht übersehen“. Experte PH: „Die Nutzer sind oberflächenorientiert“. Klutmann (1987) berichtet über Kommunikationsprobleme, die häufig zwischen Designern und Benutzern auftreten. Als Folge fehlender EDV-Kenntnisse der

Benutzer werden sie mit Prototypen konfrontiert, die schon relativ fest definiert und nur noch in ihrer Oberfläche korrigierbar sind (Budde u. Züllighoven, 1983; Alavi, 1984a).

Eine Möglichkeit, diese Probleme zu verringern, besteht in der Schulung der Benutzer. Oppermann (1987) fordert für die an einer Systementwicklung Beteiligten neben technischer und fachlicher auch eine Handlungsqualifikation. Alle sieben Experten, die sich zur Schulung äußern, sprechen sich für eine EDV-Qualifizierung der Benutzer aus. Darüber hinaus sollten die Benutzer und die Entwickler für die gruppenorientierte Arbeit in den Designteam-Sitzungen geschult werden. Grundsätzlich wird eine Beteiligung am Entwicklungsprozeß bereits als Qualifizierungsmaßnahme gesehen – sowohl von den befragten Experten als auch in der Literatur (Floyd, 1984; Wicke, 1986).

*Da niemand so sehr Experte für die Arbeit der Benutzer ist, wie diese selbst, kommen vor allem sie als „Versuchspersonen“ im Prototyping-Prozeß in Betracht. Zudem sollten einige der künftigen Benutzer gleichberechtigt und aktiv im Designteam mitarbeiten. Auf der Grundlage einer Spezifizierung ihrer Anforderungen an das System sollen sie den Prototypen testen, bewerten und über dessen Veränderungen mitentscheiden. Wichtig ist, die Benutzer sehr früh, d.h. bereits in der Entwurfsphase, hinzuzuziehen. Denn oft ist schon mit dem ersten Prototypen dem System oder der Software eine bestimmte „Richtung“ gegeben, die später nur schwer zu ändern ist.*

### 3.3 Kriterien und Methoden zur Bewertung von Software

Bevor ein geeignetes Methodeninventar ausgewählt werden kann, müssen die Kriterien festgelegt werden, nach denen die Software bewertet werden soll. Hierzu gibt es eine Reihe von Ansätzen, die zum Teil Eigenschaften des Systems in den Vordergrund rücken, zum Teil eher den Aspekt der Benutzbarkeit, also der Interaktion zwischen System und Benutzer, betrachten (Fährnich u. Ziegler, 1987).

Die DIN-Norm 66234(8) zur Dialoggestaltung (1988) legt die Anforderungen an den Dialog zwischen Benutzer und System fest. Danach soll das System benutzerfreundlich, d.h. an die psychischen Eigenschaften des Menschen angepaßt werden, die durch die Grundsätze der Aufgabenangemessenheit, Selbsterklärungsfähigkeit, Steuerbarkeit, Ver-

lässigkeit und Fehlertoleranz/-transparenz bestimmt sind.

Aus den von den Experten genannten Kriterien zur Bewertung von Software wird deutlich, daß sich hier noch keine genau definierte Terminologie durchgesetzt hat. Begriffe wie „software-ergonomisch“ und „psychologische Kriterien“ sind sehr allgemein und werden von einzelnen Experten mit unterschiedlichen Bedeutungen verwendet. Drei der Experten sehen in dem Benutzer den Maßstab für die Bewertung eines Systems („Zufriedenheit der Benutzer“, „Benutzerfreundlichkeit“). Andere nennen die Effizienz (Wirtschaftlichkeit, Fehler, Zeit), die Funktionalität von Systemen, ihre Erlernbarkeit und die Einhaltung von festgelegten Richtlinien.

Die Analyse von Veröffentlichungen zum Thema Bewertungsmethoden ergab über 100 Artikel zu diesem Thema. In ihnen werden überwiegend allgemeine Software-Bewertungsmethoden beschrieben. Ihre Anwendbarkeit auf das Prototyping muß daher noch geprüft werden. Der Versuch, sich einen Überblick über experimentell eingesetzte Bewertungsmethoden zu verschaffen, ist durch häufig abstrakte und unvollständige Beschreibungen des Testablaufs erschwert. Deshalb sind die angewendeten Methoden oft nicht nachvollziehbar.

Die in der Literatur gefundenen Methoden stimmen weitgehend mit den Ergebnissen der Expertenbefragung überein. Howard und Murray (1987) unterscheiden drei Arten von Methoden, mit denen ein System während der Entwicklung evaluiert werden kann, und zwar:

- (A) Eine Bewertung durch Personen, die eine Aufgabe am System bearbeiten; hier wird zwischen der affektiven, kognitiven, Verhaltens- und physiologischen Ebene unterschieden,
- (B) die theoriegeleitete Bewertung und
- (C) eine Beurteilung durch Experten.

In diese Taxonomie lassen sich die von den Experten vorgeschlagenen Evaluationsmethoden einordnen:

- (A) Bewertung durch Personen: Befragung, Ratingskalen, psychophysiologische Verfahren, Beobachtung, Zeiten, Fehler, Rechnerprotokolle, lautes Denken, Videokonfrontation.
- (B) Theoriegeleitete Bewertung: Analytische Methoden
- (C) Expertenrating: EVADIS.

(A) Bewertung durch Personen

#### – Befragung

Als häufigste Vorgehensweise ist die Befragung zur Benutzer-Prototyp-Interaktion zu erkennen (z.B. Hewett u. Mea-

dow, 1986). Sehr allgemeine Aussagen zur Bewertung des Systems, wie zur Zufriedenheit, Bevorzugung und „ease of use“ dominieren. Strukturierte Interviews oder Fragebögen, in denen Benutzer zu kritischen Punkten des Prototypen befragt werden, liefern konkrete Hinweise auf Systemmängel. Experte DA: „Befragung der Versuchspersonen: Was wolltest Du erreichen, wie, warum hast Du es nicht erreicht?“ In konkreten Projekten werden jedoch meist nur unstrukturierte Befragungen durchgeführt. Wichtige Informationen liefern Befragungen in der Phase der Anforderungsdefinition. Experte SS: „Den Benutzer fragen: Was brauchst Du?“

#### – Ratingskalen

In der Literatur werden Ratings zur subjektiven Bevorzugung, Skalen zur Messung der Benutzerzufriedenheit und die Verteilung von Rangplätzen für verschiedene Alternativen beschrieben (z.B. Francas, Goodman u. Dickinson, 1985). Die Experten erhoben darüber hinaus anhand von Ratingskalen die Befindlichkeit der Benutzer während oder nach der Arbeit an einem System. Subjektive Ratings oder Multiple-Choice Fragebögen sind besonders zum Vergleich von Systemen oder Systemvarianten sehr informativ (Briggs, 1987). Sweeney und Dillon, (1987) stellen fest, daß bisher leider wenige psychometrisch validierte Fragebögen zur Bewertung der Schnittstelle durch den Benutzer existieren.

#### – psychophysiologische Verfahren

In Verbindung mit Ratingskalen zur Befindlichkeitsmessung werden psychophysiologische Methoden angewendet (vgl. z.B. Knabe u. Fleischer, 1987). Sie messen die Beanspruchung durch die Arbeit an einem System. Physiologische Methoden sind sehr aufwendig, erfordern spezielle Meßgeräte und eine komplizierte Auswertung. Daher wurden sie auch nur von einem Experten als Bewertungsmethode erwähnt.

#### – Beobachtung

Der Begriff „Beobachtung“ faßt verschiedene Formen der Datenerhebung zusammen. Sie kann vom Versuchsleiter direkt oder mittels Video- und Tonbandgeräte vorgenommen werden (vgl. Davis, 1983; Lund, 1985; Yamagishi u. Azuma, 1987). Anhand der Protokolle werden zum Beispiel die Schritte, die der Benutzer beim Lösen einer Aufgabe vollzieht, analysiert. Darüber hinaus geben „Beobachtungen von Unmutsäußerungen wichtige Hinweise auf Schwachstellen des Systems“ (Experte SM). Die Beobachtung wird immer ergänzend zu anderen Methoden verwendet. Experte JZ: „Video als Kontextprotokoll verwenden, ... bessere Interpretation der Fehler“.

Eine ungewöhnliche Auswertung der Vi-

deoprotokolle wendeten die Experten DH und SH an: „Sehr effektiv war es, den Designern Videos zu zeigen“, sie sahen dann zum ersten Mal, welche Probleme die Benutzer mit den von ihnen entwickelten Programmen haben. Mit dieser Methode haben auch Lund (1985) und Davis (1983) gute Erfahrungen gemacht.

#### – Zeiten, Fehler

Zeit- und Fehlerwerte haben den Ruf, exakte, objektive und direkt vergleichbare Variablen zu sein (Gomaa et al., 1981; Neals u. Simons, 1984; Mashall, 1985). Voraussetzung ist eine standardisierte Erhebungssituation, vor allem genau definierte Aufgaben. Die Registrierung der Bearbeitungszeit für eine ganze Aufgabe oder der Reaktionszeiten für Tastendruck als reine Zeitmessung reichen zur Bewertung einer Software ebensowenig aus wie das Zählen von Fehlern, da sich diese Maße gegenseitig beeinflussen (Briggs, 1987). Neben einem kombinierten Fehler-Zeit-Maß ist auch eine inhaltliche Analyse über die Art der Fehler sehr ergiebig. Dazu empfehlen die Experten, die Fehler vorab zu klassifizieren. Arnold und Roe (1987) schlagen ein Schema vor, in dem Rasmussen's Modell der Handlungsregulation (1982) auf die Mensch-Computer-Interaktion angewendet und mit Beispielen ausgefüllt wird. Aus der Zuordnung der Fehler zu den einzelnen Kategorien können Schlußfolgerungen für die Änderungen im Design gezogen werden.

#### – Rechnerprotokolle (logfiles)

Eine Analyse der Rechnerprotokolle liefert Informationen über die Häufigkeiten und Abfolgen, mit denen bestimmte Systemfunktionen benutzt werden, und gibt erste Hinweise zur Verbesserung des Dialogs (z.B. Lücke, 1982; Neal et al., 1984). Experte SS: „Automatische Protokollierung nur (anwenden), wenn die gesamte Anwendungssituation standardisiert ist.“ Um an die Vorstellung der Benutzer vom System zu gelangen, sind zusätzliche Methoden wie Video- und Tonbandprotokolle oder Befragungen hinzuzuziehen (Moll, 1987).

#### – Lautes Denken

Das „laute Denken“, das im Zusammenhang mit der Evaluation von Systemen wieder häufiger zum Einsatz kommt (Lund, 1985), wird in der theoretischen Diskussion kontrovers behandelt. Aus den Kommentaren der Benutzer lassen sich Rückschlüsse ziehen auf fehlerhafte Konzepte des Benutzers über das System, d. h. Ursachen für Fehler (Lewis, 1982). Nur fünf Experten schlugen vor, die Benutzer bei der Bearbeitung von Aufgaben „laut denken“ zu lassen. Experte SM: „Thinking aloud ist geeignet, um die Theorien der Nutzer herauszu-

bekommen ... im nachhinein fragen würde auch verfälschen und zum Rationalisieren führen.“ Ein Experte berichtet von Experimenten, bei denen die Versuchspersonen in Intervallen unterbrochen und gezielt befragt wurden. Dieses Verfahren soll u.a. stereotypische Äußerungen beim lauten Denken verhindern.

Das „laute Denken“ hat andererseits aber Einfluß auf die Fehler und Zeiten bei der Bearbeitung von Aufgaben am System, so daß diese Daten nicht gleichzeitig erhoben werden können (Gould, 1987). Außerdem haben „die Versuchspersonen Erwartungen darüber, was sie erzählen sollen“ (Experte JZ), d.h. das Problem der sozialen Erwünschtheit kommt hinzu.

#### – Videokonfrontation

Als Alternative zum lauten Denken wird von einem Experten die Videokonfrontation eingesetzt. Hier wird der Versuchsperson die Videoaufnahme ihres eigenen Verhaltens direkt im Anschluß an die Bearbeitung einer Aufgabe vorgespielt. Die Videoaufnahmen bieten eine Gesprächsgrundlage, anhand derer die aufgetretenen Probleme mit dem System genau analysiert werden können. Greif, Monecke und Tolksdorf (1986) wenden die Videokonfrontation vorwiegend zur Aufgabenanalyse an. Dieses Verfahren liefert sehr individuelle Daten, ist aber zeitlich und technisch aufwendig.

#### (B) Theoriegeleitete Methoden

Analytische Verfahren, wie zum Beispiel die Cognitive Complexity Theory (Kieras u. Polson, 1985) dienen der Bewertung von Systemen im Spezifikationsstadium. Diese Methoden wurden nur von zwei Experten für die Bewertung von Prototypen vorgeschlagen. Experte JZ: „Beim rapid prototyping anfangs einmal einsetzen im Spezifikationsstadium“. Sie können jedoch „nur von Experten durchgeführt werden“ (Experte FS). Ein sehr präzises Modell im Zusammenhang mit Tastendruck-Zeiten haben Card, Moran und Newell (1983) entwickelt, das Keystroke Level Model. Es setzt eine genaue Analyse der Testaufgaben voraus und ist nur auf sogenannte „unit tasks“, also Elementaraufgaben, anwendbar. Darüber hinaus modelliert es auch eher den idealen Prozeß als die reale Arbeitssituation des Benutzers. Das Modell ist u.a. aus diesen Gründen sowohl in der Literatur als auch unter den Experten sehr umstritten (vgl. Greif u. Gediga, 1987): „Die Auswertung des besten Weges ist sinnlos“ (Experte RK).

#### (C) Expertenratings

Zusätzlich zur Beurteilung durch den Benutzer können auch Expertenmeinun-

gen eingeholt und Gutachten erstellt werden, um den Prototypen zu bewerten und zu verbessern (Bury, 1985). Anhand von Expertenratings, z.B. EVADIS (Paetau, 1987) werden Systemeigenschaften, wie z.B. die Vollständigkeit der Funktionalität eines Systems, bewertet. Beim EVADIS-Verfahren beurteilt ein Experte die software-ergonomische Qualität einer Schnittstelle auf der Grundlage der DIN-Norm 66234(8) (1988); es finden also auch hier keine Benutzertests statt.

Faßt man diese Ergebnisse zusammen, so konnten 11 der 26 befragten Experten über praktische Erfahrungen mit Benutzertests zur Bewertung von Software berichten. Davon wurden in fünf Fällen die Benutzer unsystematisch zu Problemen und Erwartungen im Umgang mit dem System sowie zu Verbesserungsvorschlägen befragt. Das zeigt deutlich, daß von den in der Literatur vorgeschlagenen Methoden zur Bewertung von Software nur sehr wenige in der Praxis und der empirischen Forschung angewendet werden. Dabei betonen alle Experten, man dürfe sich nicht auf eine Art von Methoden beschränken. Experte SG: „Gleiche Gewichtung von qualitativen und quantitativen Daten, von subjektiven und objektiven Verfahren“; Experte JZ: „Abkehr von der alleinigen Betonung harter Methoden, da sie nur indirekt Verbesserungsvorschläge liefern“.

*Obgleich es sowohl bei Bewertungskriterien als auch bei Bewertungsmethoden für Prototypen in der Literatur nur relativ wenige direkt einsetzbare Vorschläge gibt, wird trotzdem deutlich, daß „Benutzerfreundlichkeit“ für Softwareentwickler ein wichtiges Ziel bei ihrer Arbeit sein sollte. Bei der Auswahl der Bewertungsmethoden sind einfache einzusetzende und auszuwertende Methoden vorzuziehen. Die Methoden sollten dabei eine Mischung aus objektiv gemessenen und subjektiven Daten liefern. Günstig ist, wenn mit einer Methodenkombination viele Daten erhoben werden, die dann Anschauungsmaterial für den Entwickler bieten.*

#### Literatur

Alavi, M. (1984a): An assessment of the prototyping approach to information systems development. Communications of the ACM, 27 (6), 556-563  
Alavi, M. (1984b): The evolution of information systems development approach: some field observations. Data Base, 19-24  
Arnold, B.; Roe, R.: User errors in human-computer interaction. In M. Frese, E. Ulich u. W. Dzida (Eds.), Psychological issues of human-computer interaction in the work place (pp. 203-220). North Holland, Amsterdam 1987  
Benda, H.v.; Gora, E.; Hacker, S.; Swatlo, U.; Seeliger, H.: Zur Gestaltung der Dialogschnittstelle

für Bildschirm-Arbeitsplätze in der Verwaltung. Bericht Nr. 14, Technische Universität, Lehrstuhl für Psychologie, München 1985

Bonin, H.: Prototyping. ÖVD/Online, 1984, 5, S.74-78

Briggs, P.: Usability assessment for the office: methodological choices and their implications. In M. Frese, E. Ulich u. W. Dzida (Eds.), Psychological issues of human-computer interaction in the work place (pp. 381-401). North Holland, Amsterdam 1987

Budde, R.; Kuhlenkamp, K.; Mathiassen, L.; Züllighoven, H.: Approaches to prototyping. Springer, Berlin 1984

Budde, R.; Züllighoven, H.: Socio-technical problems of system design methods. In U. Briefs, C. Ciborra u. I. Schneider (Eds.), Systems design for, with, and by the users (pp. 147-155). North Holland, Amsterdam 1983

Bury, K.F.: The iterative development of usable computer interfaces. In B. Shackel (Ed.), Human-Computer Interaction – Interact '84 (pp. 743-748). Elsevier, Amsterdam 1985

Card, S.K.; Moran, T.P.; Newell, A.: The psychology of human-computer interaction. Lawrence Erlbaum Ass., Hillsdale, NJ 1983

DIN-Norm 66234(8). Bildschirmarbeitsplätze: Grundsätze der Dialoggestaltung. 1988

Davis, R.: Task analysis and user errors: a methodology for assessing interactions. International Journal of Man-Machine Studies, 19,, S. 561-574 (1983)

Fähnrich, K.P.; Ziegler, J.: Software-Ergonomie; Stand und Entwicklung. In K. P. Fähnrich (Hrsg.), Software-Ergonomie (S. 9-28). Oldenbourg-Verlag, München 1987

Floyd, C.: A systematic look at prototyping. In R. Budde, K. Kuhlenkamp, L. Mathiassen u. H. Züllighoven (Hrsg.), Approaches to prototyping (pp. 1-18). Springer-Verlag, Berlin 1984

Floyd, C.: Steps – eine Orientierung der Softwaretechnik auf sozialverträgliche Technikgestaltung. Vortrag auf dem 33. Arbeitswissenschaftlichen Kongreß, Berlin 1987

Francas, M.; Goodman, D.; Dickinson, J.: A reliability study of task walk-through in the computer/communications industry. Human Factors, S. 601-605 (1985)

Gomaa, H.; Scott, D.: Prototyping is a tool in the specification of user requirements. IEEE, S. 333-342 (1981)

Gould, J.D.: How to design usable systems. In H.J. Bullinger u. B. Shackel (Eds.), Human-Computer Interaction, Interact 87. (pp. xxxv-xli). Elsevier, Amsterdam 1987

Gould, J.D.; Lewis, C.: Designing for usability – key principles and what designers think. Human-Computer Interaction, Proceedings of the ACM, S. 50-53 (1983)

Greif, S.; Gediga, G.: A critique and empirical investigation of the „one-best-way-models“ in human-computer interaction. In M. Frese, E. Ulich u. W. Dzida (Eds.), Psychological issues of human-computer interaction in the work place (pp. 357-377). North-Holland, Amsterdam 1987

Greif, S.; Monecke, U.; Tolksdorf, M.: Heterarchische Aufgabenanalyse. Vortrag, gehalten anlässlich des Kongresses der DGfP, Heidelberg 1986

Hammond, N.; Jorgensen, A.; MacLean, A.; Barnard, P.; Long, J.B.: Design practice and interface usability: evidence from interviews with designers. In A. Janda (Ed), Human factors in computing systems (pp. 40-44). North-Holland, Amsterdam 1984

Helmreich, R.: Zur Akzeptanz evolutionär entwickelter Bürosysteme. Mitteilungen der Fach-

gruppe Software-Engineering, 5 (2), S. 31-46, 1985

Hewett, T.T.; Meadow, C.T.: On designing for usability: An application of four keyprinciples. Proceedings of CH '86 Human factors in computing systems (pp. 247-252). NY: ACM.

Howard, S.; Murray, D.M.: A taxonomy of evaluation techniques for HCI. In H.J. Bullinger u. B. Shackel (Eds.), Human-Computer Interaction, Interact 87. (pp. 453-459). Elsevier, Amsterdam 1987

Kieras, D.E.; Polson, P.G.: An approach to the formal analysis of user complexity. International Journal of Man-Machine Studies, 22, S. 365-394, 1985

Klutmann, B.: Benutzer-Entwickler-Kommunikation im Softwareentwicklungsprozeß. In W. Schönplugh u. M. Wittstock (Hrsg.), Software-Ergonomie 87 (S. 357-366). Teubner, Stuttgart 1987

Knabe, K.P.; Fleischer, A.G.: Fallbeispiel Textverarbeitung. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven 1987

Lewis, C.: Using the „thinking-aloud“ method in cognitive interface design (Research Report). Yorktown Heights, NY: IBM Thomas J. Watson Research Center (1982)

Lüke, B.: Experimental studies of man-computer interaction in financial accounting systems. In G. Johannsen u. J.E. Rijnsdorp (Eds.), Analysis, design and evaluation of man-machine systems (pp. 287-294). Pergamon Press, Oxford 1982

Lund, M.A.: Evaluating the user interface: the candid camera approach. Proceedings of CHI '85, Human Factors in computing systems (pp. 107-113). NY: ACM (1985)

Marshall, C.R.: System ABC: a case study in the design and evaluation of a human-computer dialog. In B. Shackel (Ed.), Human-Computer Interaction – Interact '84 (pp. 571-575). Elsevier, Amsterdam 1985

Mason, R.E.A.; Carey, T.T.: Prototyping interactive information systems. Communications of the ACM, 26 (5), S. 347-354 (1983)

Moll, T.: Über Methoden zur Analyse und Evaluation interaktiver Computersysteme. In K.P. Fähnrich (Hrsg.), Software-Ergonomie (S. 179-190). Oldenbourg-Verlag, München 1987

Mumford, E.; Welter, G.: Benutzerbeteiligung bei der Entwicklung von Computersystemen. Schmidt, Berlin 1984

Neal, A.S.; Simons, R.M.: A method for evaluating the usability of software and its documentation. In Janda, A. (Ed.), Human factors in computing systems (S. 78-83). North-Holland, Amsterdam 1984

Oppermann, R.: Herausforderungen der Partizipation an Systementwicklungsmethoden. Vortrag zum Workshop „Methoden der Partizipation bei der Entwicklung computer-gestützter Arbeitssysteme“ an der Universität Dortmund, 1987

Paetau, M.: Evaluation der Mensch-Maschine Kommunikation mit Hilfe des EVADIS-Verfahrens. In K.P. Fähnrich (Hrsg.), Software-Ergonomie (S. 191-203). Oldenbourg-Verlag, München 1987

Patton, B.: Prototyping – a nomenclature problem. ACM Sigsoft Software Engineering Notes, 8 (2), S. 14-16 (1983)

Peschke, H.; Wittstock, M.: Benutzerbeteiligung im Software-Entwicklungsprozeß. ACM-Sonderheft, State of the Art „Software-Ergonomie“ (im Druck).

Rasmussen, J.: Human errors. A taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. Journal of Occupational Accidents, 4, 311-333 (1982)

Rosson, M.B.; Maaß, S.; Kellogg, W.A.: Designing for designers: an analysis of design practice in the real world. Proceedings of the CHI + GI, Toronto 1987, S. 137-142

Shackel, B.: Human factors and usability – whence and whither. In H.J. Bullinger (Hrsg.), Software Ergonomie '85 (S. 13-32). Teubner, Stuttgart 1985

Sroka, J.M.; Rader, M.H.: Prototyping increases change of systems acceptance. Data Management,, 1986, 3, S. 12-20

Sweeney, M.; Dillon, A.: Methodologies employed in the psychological evaluation of H.C.I. In H.J. Bullinger u. B. Shackel (Eds.), Human-Computer Interaction, Interact '87. (S. 367-373). Elsevier, Amsterdam 1987

Wedekind, H.: Ein Experiment zum rapid prototyping. Angewandte Informatik, 1985, 27, S. 58-61

Wicke, W.: Methodisches Instrumentarium zur Partizipation von Arbeitnehmern bei der Entwicklung und Einführung computergestützter Arbeitssysteme (PARSYS): Kurzfassung zum Forschungsvorhaben. Universität Dortmund 1986

Williges, R.C.; Williges, B.H.; Elkerton, J.: Software interface design. In G. Salvendy (Ed.), Handbook of human factors (S. 1416-1449). NY: John Wiley & Sons, 1987

Yamagishi, N.; Azuma, M.: Experiments on human-computer interaction evaluation. In G. Salvendy (Ed.), Cognitive engineering in the design of human-computer interaction and expert systems (S. 167-174). Elsevier, Amsterdam 1987

Zang, B.; Gstalter, H.: Erfahrungen bei der Entwicklung und Einführung von rechnergestützten Systemen im Bürobereich. Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, 31 (3), S. 115-118 (1987)

Anschrift der Verfasser  
Dipl.-Psych. Gisa Aschersleben  
Dr. Herbert Gstalter  
Dr. Franz Kaiser  
Dipl.-Psych. Viola Strube  
Dipl.-Psych. Birgit Zang-Scheucher  
Institut für Psychologie und Erziehungswissenschaften  
Lehrstuhl für Psychologie  
Technische Universität München  
Lothstraße 17  
8000 München 2

## EG-Richtlinie zur gegenseitigen Anerkennung von Hochschuldiplomen

Die entscheidende Hürde für die gegenseitige Anerkennung von Hochschuldiplomen für berufliche Zwecke innerhalb der Europäischen Gemeinschaften ist genommen.

Der sogenannte „Binnenmarktrat“, das heißt der Rat der EG-Wirtschaftsminister, einigte sich über eine „allgemeine Regelung zur Anerkennung von Hochschuldiplomen, die eine mindestens dreijährige Berufsausbildung abschließen“. Die Regelung soll allgemein und unter Verzicht auf eine inhaltliche Abstimmung nationaler Ausbildungswege und im Vertrauen auf die Qualität der Ausbildungen in den Mitgliedstaaten der Gemeinschaft für alle Berufe gelten, für die EG-Regelungen (wie beispielsweise für Architekten) noch nicht existieren.

Mit dem Erreichen des gemeinsamen Standpunktes des Rates zu dieser Richtlinie wurde ein Auftrag erfüllt, den die Staats- und Regierungschefs der Gemeinschaft im Juni 1984 in Fontainebleau formulierten, als sie anregten „ein allgemeines System für die Gleichwertigkeit der Hochschuldiplome zu schaffen, um dem Recht auf freie Niederlassung innerhalb der Gemeinschaft

effektive Geltung zu verleihen“. Nach der Richtlinie soll jeder Gemeinschaftsbürger, der einen mindestens dreijährigen Hochschulstudiengang erfolgreich durchlaufen hat, in Zukunft das Recht haben, seinen erlernten Beruf überall in der EG auszuüben. Die Richtlinie wird die Anerkennung der für die Berufsausübung erforderlichen Diplome EG-weit garantieren.

Sofern sich die Ausbildungen innerhalb der Gemeinschaft stark unterscheiden, sind bestimmte Ausgleichsinstrumente vorgesehen. So kann der Aufnahmestaat neben dem Diplom ergänzende Berufserfahrung verlangen, wenn die Ausbildungsdauer im Herkunftsland um mindestens ein Jahr kürzer ist als im Aufnahmestaat. In diesem Fall darf die verlangte Berufserfahrung – bis zu einer Höchstdauer von vier Jahren – das Doppelte der fehlenden Zeit nicht überschreiten, nur wenn die Ausbildungsinhalte wesentlich voneinander abweichen und wenn in der Ausbildung des Zuwanderers Fächer fehlen, ohne deren Beherrschung die zufriedenstellende Ausübung des Berufs im Aufnahmestaat nicht möglich ist, kann der Aufnahmestaat einen Anpassungslehrgang oder eine Eignungsprüfung verlangen. Dabei entscheidet der Bewerber selbst, ob er den Lehrgang oder die Prüfung vorzieht. Lediglich für die rechtsberatenden Berufe kann der Aufnahmestaat das eine oder andere bindend vorschrei-

ben; ansonsten nur mit Zustimmung der EG-Kommission.

Jeder Aufnahmestaat muß im konkreten Einzelfall durch einen Vergleich der Ausbildung des Bewerbers mit der bei ihm für den entsprechenden Beruf erforderlichen Ausbildung feststellen, ob eine unmittelbare Berufsausübung möglich ist oder ob zuvor einer der in der Richtlinie vorgesehenen Ausgleichsmechanismen zum Tragen kommt. Bei dieser Prüfung erfordert der Grundsatz des gegenseitigen Vertrauens in die Ausbildungen der Mitgliedstaaten eine zurückhaltende Anwendung der möglichen Ausgleichsmechanismen. In diesem Sinne soll eine bei der Kommission eingerichtete Koordinierungsgruppe aus Vertretern der Mitgliedstaaten die einheitliche Anwendung der Richtlinie sicherstellen.

Nach dem erreichten Konsens im Rat wird die Richtlinie nunmehr dem Europäischen Parlament zur Prüfung und Stellungnahme zugeleitet werden. Je nach dem Ausgang dieses Verfahrens wird dann eine zweite Lesung des Entwurfs erforderlich, bevor die Richtlinie schließlich in Kraft treten kann. Die Regelung sieht vor, daß die Mitgliedstaaten danach eine Frist von zwei Jahren haben, um innerstaatlich die Voraussetzungen für die Anwendung des allgemeinen Anerkennungssystems zu schaffen. (IBW 7/8/88)