

# Ergonomie

## Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung

Von Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. e. h. Dr. h. c. Hans-Jörg Bullinger,  
Stuttgart

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT)  
der Universität Stuttgart und Fraunhofer-Institut für Arbeitswirt-  
schaft und Organisation (IAO)

Unter Mitarbeit von Dipl.-Ing. Rolf Ilg und Dipl.-Ing. Martin Schmauder,  
Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT)  
der Universität Stuttgart

Mit 342 Bildern



**B.G. Teubner Stuttgart 1994**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	1
1.1	Arbeit als Wissenschaft.....	1
1.2	Inhalte und Schwerpunkte.....	3
1.2.1	Ergonomie.....	4
1.2.2	Arbeitsgestaltung.....	5
1.2.3	Aufgabenfelder der Arbeitswissenschaft.....	5
1.3	Bewertungskriterien der Arbeit.....	8
<b>2</b>	<b>Positionen zu Arbeit und Technik</b> .....	11
2.1	Historische Positionen.....	11
2.2	Gegenwärtige Positionen.....	14
2.2.1	Humanisierung und Rationalisierung.....	19
2.2.2	Bedeutung der Humanfaktoren.....	19
2.3	Zukünftige Positionen.....	25
<b>3</b>	<b>Arbeitsphysiologie</b> .....	29
3.1	Inhalte der Arbeitsphysiologie.....	29
3.2	Belastung und Beanspruchung.....	30
3.3	Belastungsanalyse.....	32
3.4	Beanspruchungsermittlung.....	33
3.4.1	Physische und psychische Beanspruchung.....	34
3.4.2	Mentale Tätigkeiten als informationsverarbeitende Prozesse.....	35
3.5	Beanspruchungsindikatoren.....	39
3.6	Beanspruchungsermittlungsverfahren.....	40
3.6.1	Subjektive Techniken.....	40
3.6.2	Leistungsanalysen.....	41
3.6.3	Physiologische Verfahren.....	42

3.7	Der Leistungsbegriff in der Ergonomie.....	43
3.7.1	Leistungsbereitschaft.....	45
3.7.2	Dauerleistungsgrenzwerte.....	46
3.8	Leistungsfähigkeit.....	48
3.8.1	Energieumwandlung.....	49
3.8.2	Skelett- und Muskelsystem.....	52
3.8.3	Sinnesorgane.....	57
3.9	Veränderung von Leistungsfähigkeit und- bereitschaft.....	65
3.10	Ermüdung und Erholung.....	69
3.10.1	Arbeitspausen.....	72
3.10.2	Monotonie.....	74
3.11	Wiederholungsfragen.....	75
<b>4</b>	<b>Arbeitspsychologie.....</b>	<b>77</b>
4.1	Gegenstand und Aufgabenbereiche.....	77
4.2	Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten.....	78
4.3	Zumutbarkeit von Arbeit aus psychologischer Sicht.....	79
4.4	Gestaltungskonzepte.....	80
4.5	Persönlichkeitsförderlichkeit und Arbeitszufriedenheit.....	82
4.6	Sozialverträglichkeit.....	82
4.7	Motivation.....	84
4.8	Das Konzept der Aufgabenorientierung.....	87
4.9	Wiederholungsfragen.....	88
<b>5</b>	<b>Arbeitsumgebung.....</b>	<b>89</b>
<b>6</b>	<b>Arbeitsumgebung - Beleuchtung.....</b>	<b>91</b>
6.1	Einführung.....	91
6.2	Lichttechnische Grundlagen.....	91
6.2.1	Lichtstrom.....	92
6.2.2	Lichtstärke.....	92

---

6.2.3	Beleuchtungsstärke.....	92
6.2.4	Leuchtdichte.....	94
6.3	Meßverfahren.....	95
6.4	Lichtwirkungen auf den Menschen.....	95
6.4.1	Lichtbedarf.....	96
6.4.2	Kontraste.....	97
6.4.3	Blendung.....	97
6.4.4	Arbeitsleistung.....	98
6.5	Beleuchtungstechnik.....	99
6.5.1	Lampen.....	99
6.5.2	Leuchten.....	102
6.6	Gestaltungsempfehlungen.....	103
6.7	Wiederholungsfragen.....	108
<b>7</b>	<b>Arbeitsumgebung - Farbe.....</b>	<b>109</b>
7.1	Einführung.....	109
7.2	Grundbegriffe.....	109
7.3	Systematische Erfassung von Farben.....	111
7.3.1	Messung von Farben.....	111
7.3.2	Farbsysteme.....	111
7.4	Wirkung von Farbe auf den Menschen.....	114
7.5	Farbliche Gestaltung in Arbeitssystemen.....	116
7.5.1	Farbliche Gestaltung von Arbeitsräumen.....	116
7.5.2	Farbliche Arbeitsplatzgestaltung.....	120
7.5.3	Farbliche Gestaltung von Arbeitsmitteln.....	122
7.5.4	Farbe als Informationsträger.....	123
7.6	Wiederholungsfragen.....	124
<b>8</b>	<b>Arbeitsumgebung - Schall.....</b>	<b>125</b>
8.1	Einführung.....	125
8.2	Physikalische Grundlagen.....	126

8.3	Auswirkungen des Lärms auf den Menschen.....	131
8.3.1	Bewertung von Schallereignissen.....	133
8.3.2	Gehörschäden.....	134
8.3.3	Audiometrie.....	136
8.3.4	Beurteilungspegel.....	139
8.4	Schallmessung.....	139
8.4.1	Meßgeräte.....	141
8.4.2	Zeitbewertung.....	141
8.4.3	Frequenzanalyse.....	142
8.4.4	Schallausbreitung.....	142
8.5	Maßnahmen zur Lärminderung.....	143
8.5.1	Mechanismen der Schallentstehung.....	143
8.5.2	Maßnahmenübersicht.....	144
8.5.3	Primäre Lärminderungsmaßnahmen.....	144
8.5.4	Sekundäre Lärminderungsmaßnahmen.....	148
8.5.5	Tertiäre Maßnahmen.....	151
8.6	Wiederholungsfragen.....	152
<b>9</b>	<b>Arbeitsumgebung - Mechanische Schwingungen.....</b>	<b>153</b>
9.1	Einführung.....	153
9.2	Physikalische Grundlagen.....	154
9.3	Auswirkungen.....	157
9.3.1	Ganzkörperschwingungen.....	158
9.3.2	Hand-Arm-Schwingungen.....	160
9.4	Messung von mechanischen Schwingungen.....	161
9.4.1	Meßstellen.....	161
9.4.2	Meßwertaufnehmer.....	162
9.4.3	Ermittlung der bewerteten Schwingstärke.....	162
9.4.4	Ermittlung der maximalen täglichen Expositionszeit.....	164
9.5	Maßnahmen zur Schwingungsreduzierung.....	165
9.5.1	Maßnahmen zur Reduzierung der Schwingungen am Entstehungsort....	168

---

9.5.2	Maßnahmen zur Reduzierung der Schwingungsübertragung.....	169
9.5.3	Persönliche und organisatorische Schutzmaßnahmen.....	171
9.5.4	Beispiele zur Schwingungsreduzierung.....	171
9.6	Wiederholungsfragen.....	173
<b>10</b>	<b>Arbeitsumgebung - Klima</b> .....	<b>175</b>
10.1	Einführung.....	175
10.2	Physikalische Grundlagen und Meßverfahren.....	177
10.3	Klimasummenmaße.....	179
10.4	Wirkung des Klimas auf den Menschen.....	180
10.5	Wärmeübergangsformen.....	182
10.6	Personenbezogene Klimagrößen.....	185
10.7	Arbeitswissenschaftliche Bewertungsverfahren.....	186
10.8	Behaglichkeitswerte des Klimas.....	188
10.9	Klima-Gestaltungsempfehlungen.....	190
10.10	Wiederholungsfragen.....	192
<b>11</b>	<b>Arbeitsumgebung - Schadstoffe</b> .....	<b>193</b>
11.1	Grundlagen.....	193
11.2	Bewertung der Schadstoffeinwirkung.....	194
<b>12</b>	<b>Arbeitsumgebung - Strahlung</b> .....	<b>195</b>
12.1	Physikalische Grundlagen.....	195
12.2	Wirkung von Strahlung auf den Menschen.....	195
<b>13</b>	<b>Arbeitsplatzgestaltung</b> .....	<b>197</b>
13.1	Einführung.....	197
13.2	Anthropometrie.....	198
13.2.1	Körpermaße.....	198
13.2.2	Körperbautypen (Somatotypen).....	202
13.2.3	Aktionsräume.....	204

---

13.2.4	Körperstellung und Körperhaltung.....	211
13.2.5	Bewegungsräume.....	214
13.3	Körperkräfte.....	215
13.3.1	Einflußgrößen.....	215
13.3.2	Kraftwerte.....	217
13.3.3	Verfahren zur Ermittlung zulässiger Körperkräfte.....	218
13.4	Maßliche Gestaltung von Arbeitsplätzen.....	229
13.4.1	Gestaltungsmethoden.....	229
13.4.2	Berechnung mit Körpermaßtabellen.....	230
13.4.3	Standard-Arbeitsplatztypen.....	231
13.4.4	Schablonensomatographie.....	238
13.4.5	Video-Somatographie.....	240
13.4.6	EDV-gestützte Verfahren.....	242
13.5	Praktische Arbeitsplatzgestaltung.....	244
13.5.1	Bildschirmarbeitsplatz.....	244
13.5.2	Montagearbeitsplatz.....	245
13.5.3	Prüfliste.....	246
13.6	Wiederholungsfragen.....	247
<b>14</b>	<b>Integrierte Produktgestaltung.....</b>	<b>249</b>
14.1	Einführung.....	249
14.1.1	Entwickeln und Gestalten.....	250
14.1.2	Rahmenbedingungen für Produktinnovationen.....	252
14.1.3	Handlungskonzepte.....	253
14.2	Vorgehensweise zur Produktgestaltung.....	257
14.2.1	Analyse.....	260
14.2.2	Entwicklung.....	260
14.2.3	Evaluierung.....	261
14.3	Anforderungsdimensionen.....	261
14.3.1	Design.....	262
14.3.2	Ökologie.....	263

---

14.3.3	Zielgruppenorientierung.....	268
14.3.4	Produkthaftung.....	271
14.4	Methodenspektrum.....	272
14.4.1	Methodenübersicht.....	272
14.4.2	Szenariotechnik.....	292
14.4.3	Nutzwertanalyse.....	300
14.5	Wiederholungsfragen.....	303
<b>15</b>	<b>Ergonomische Arbeitsmittelgestaltung.....</b>	<b>305</b>
15.1	Einführung.....	305
15.2	Bearbeitungsebenen.....	308
15.2.1	Arbeitsaufgabe.....	308
15.2.2	Stellung des menschlichen Körpers.....	309
15.2.3	Bewegungsmöglichkeiten des Hand-Arm-Systems.....	312
15.2.4	Bewegungszuordnung.....	315
15.2.5	Handhaltung.....	318
15.2.6	Greifart.....	321
15.2.7	Kopplungsart.....	323
15.2.8	Form.....	324
15.2.9	Abmessung.....	330
15.2.10	Material.....	331
15.2.11	Oberfläche.....	331
15.3	Checkliste zur Arbeitsmittelgestaltung.....	332
15.4	Wiederholungsfragen.....	334
<b>16</b>	<b>Mensch-Maschine-Schnittstellen.....</b>	<b>335</b>
16.1	Informationeingabesysteme.....	339
16.2	Eingabesysteme für die Mensch-Rechner-Kommunikation.....	343
16.2.1	Tastatur.....	343
16.2.2	Grafikorientierte Eingabesysteme.....	344
16.3	Informationsausgabesysteme.....	345



16.3.1	Auswahl des Sinneskanals.....	346
16.3.2	Auswahl und Gestaltung von Anzeigen.....	347
16.3.3	Bildschirme.....	352
16.4	Kompatibilität von Informationsein- und -ausgabeelementen.....	354
16.4.1	Einführung.....	354
16.4.2	Beispielsammlung.....	355
16.5	Wiederholungsfragen.....	358
<b>17</b>	<b>Software-Ergonomie.....</b>	<b>359</b>
17.1	Aufgaben, Ziele und Vorgehensweise.....	359
17.2	Wirtschaftlichkeit software-ergonomischer Maßnahmen.....	363
17.3	Normen und Richtlinien.....	364
17.4	Industriestandards / Styleguides.....	366
17.5	Dialogtechniken.....	367
17.6	Interaktionsobjekte in grafischen Benutzungsoberflächen.....	369
17.7	Dialog- und Informationsgestaltung.....	374
17.8	Evaluation.....	377
17.9	Die Zukunft der Mensch-Rechner-Interaktion.....	378
17.10	Wiederholungsfragen.....	380
<b>18</b>	<b>Verhaltensergonomie.....</b>	<b>381</b>
18.1	Sitzen.....	382
18.2	Handhaben von Lasten.....	383
18.3	Ergänzende Maßnahmen.....	386
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>387</b>
	<b>Stichwortverzeichnis.....</b>	<b>411</b>