

Arbeitswissenschaft

Christopher Schlick • Ralph Bruder
Holger Luczak

Arbeitswissenschaft

Unter Mitarbeit von
Marcel Mayer und Klaus Fuchs

Mit Beiträgen von

Bettina Abendroth, Verena Bopp, Marianela Diaz Meyer,
Muriel Didier, Sönke Duckwitz, Yvonne Ferreira, Martin Frenz,
Thomas Gärtner, Morten Grandt, Katharina Hasenau, Simon
Heinen, Rolf Helbig, Sven Hinrichsen, Tim Jeske, Nicole Jochems,
Michaela Kauer, Bernhard Kausch, Kathrin Krause, Susanne
Mütze-Niewöhner, Jan Neuhöfer, Alexander Nielen, Barbara
Odenthal, Meikel Peters, Hermann Rabenstein, Holger Rademacher,
Sinja Röbig, Dirk Rösler, Karlheinz Schaub, Ludger Schmidt,
Michael Schreiber, Sabine Schreiber, Andrea Sinn-Behrendt,
Christoph Spelten, Sven Tackenberg, Sebastian Vetter, Jurij Wakula,
Margeritta von Wilamowitz-Moellendorff, Janet Wilkes, Gabriele
Winter, Lars Woyna

3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage



Springer

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing
Christopher Schlick
Institut für Arbeitswissenschaft
der RWTH Aachen
Bergdriesch 27
52062 Aachen
Deutschland
c.schlick@iaw.rwth-aachen.de

Univ.-Prof. em. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing.
Holger Luczak
Institut für Arbeitswissenschaft
der RWTH Aachen
Bergdriesch 27
52062 Aachen
Deutschland
h.luczak@iaw.rwth-aachen.de

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ralph Bruder
Institut für Arbeitswissenschaft
der TU Darmstadt
Petersenstraße 30
64287 Darmstadt
Deutschland
bruder@iad.tu-darmstadt.de

ISBN 978-3-540-78332-9 e-ISBN 978-3-540-78333-6
DOI 10.1007/978-3-540-78333-6
Springer Heidelberg Dordrecht London New York

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

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1993, 1997, 2010

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Einbandentwurf: WMXDesign GmbH, Heidelberg

Gedruckt auf säurefreiem Papier

Springer ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media (www.springer.com)

Vorwort zur dritten Auflage

Das nunmehr in der dritten Auflage vorliegende Lehrbuch der Arbeitswissenschaft wurde ursprünglich als Vorlesungsumdruck für Studierende des Maschinenbaus sowie des Wirtschaftsingenieurwesens konzipiert und hat sich seit dem ersten Erscheinen im Jahr 1992 für die Lehre an technischen Universitäten bewährt. Die akkumulierten Erkenntnisse und Erfahrungen aus der universitären Lehre und Forschung waren die Grundlage für die Erstellung der dritten Auflage und reflektieren neben dem ausgeprägten Erkenntnisinteresse eine besondere „Kundenorientierung“ der Disziplin. Erfreulicherweise haben bereits die erste und zweite Auflage weit über den zunächst angesprochenen Leserkreis Verbreitung gefunden, und die Autoren hoffen mit der dritten Auflage diesen Trend fortschreiben zu können. So stoßen die arbeitswissenschaftlichen Lehrinhalte beispielsweise bei Studierenden der Betriebswirtschaftslehre, Psychologie und Informatik auf großes Interesse. Als angewandte Disziplin, die zunächst in den Ingenieurwissenschaften entstand, jedoch weitergehende wissenschaftliche Erkenntnisse aus den Natur-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften im Hinblick auf das gemeinsame Erkenntnisobjekt menschlicher Arbeit verknüpft, besitzt die Arbeitswissenschaft in der akademischen Ausbildung eine wichtige integrierende Funktion. Sie kann zum Überwinden der oft kritisierten „Versäulung“ im Wissenschaftssystem beitragen und verbindet traditionell eine fachliche Qualifizierung der Studierenden mit überfachlichen Themen, die für eine spätere berufliche Tätigkeit in multi- und interdisziplinären Teams besonders wichtig erscheinen. Darüber hinaus hat die Vergangenheit gezeigt, dass die fachsystematische Darstellung und didaktische Aufbereitung arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse in Form eines Lehrbuches auch für betriebliche Praktiker interessant und nützlich ist. Für diesen Personenkreis dient das Buch vor allem als Wissensspeicher und Nachschlagewerk, mit dem man seine Kenntnisse nach Bedarf vertiefen und auf den neusten Stand bringen kann. Diese Anspruchsgruppe ist bei der Erstellung der dritten Auflage durch die ausführliche Darstellung neuer Modelle, Methoden und Verfahren zur Analyse und Gestaltung menschlicher Arbeit sowie die erweiterte Darlegung gesicherter Erkenntnisse, die u.a. in Normen und Standards Eingang gefunden haben, ebenso deutlich berücksichtigt worden.

Waren die erste und zweite Auflage noch von einem konzeptionellen, inhaltlichen und didaktischen „Alleinanstieg“ von Professor Holger Luczak zu einem – nach Aussage seiner Kollegen – qualitativen „Gipfel“ arbeitswissenschaftlicher Lehre geprägt, so hat sich bei der Erstellung der dritten Auflage der Kreis der

„Gipfelstürmer“ um zwei jüngere Wissenschaftler und Hochschullehrer zu einem Autorenteam erweitert. Dieses Team hofft, mit dem vorliegenden Werk an die Maßstäbe der Vergangenheit nahtlos anknüpfen zu können und vor allem den Studierenden eine gute Grundlage für das Lernen zur Verfügung stellen zu können. Es ist insbesondere für den Nachfolger im Amt von Professor Luczak und Leiter des Instituts für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen eine besondere Ehre an die erste Stelle der Autorenliste gerückt zu sein und darüber hinaus eine besondere Freude mit dem Leiter des Instituts für Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Darmstadt einen so ausgewiesenen Mitautor und Kooperationspartner gefunden zu haben. Durch die enge Einbindung des Professor Emeritus in das Autorenteam kann der Leser von einem reichen Erfahrungsschatz in arbeitswissenschaftlicher Lehre und Forschung profitieren, der in über 30 Jahren gewonnen wurde und schon die vorherigen Auflagen geprägt hat. Hierbei kann nicht unerwähnt bleiben, dass Professor Holger Luczak sowohl sein Dissertations- als auch Habilitationsverfahren unter der fachlichen Aufsicht von Professor Walter Rohmert an der Technischen Universität Darmstadt durchgeführt hat, der das dortige Institut für Arbeitswissenschaft über 30 Jahre lang geleitet hat und dessen „Denkschule“ in gewisser Weise bereits die Konturen der beiden ersten Auflagen bildete. Diese Zugehörigkeit zu einer gemeinsamen Denkschule ermöglichte Professor Ralph Bruder das gemeinsame Buchprojekt als Hauptautor mitzugestalten.

Durch die Bündelung der Kompetenzen und Ressourcen von zwei weltweit anerkannten und im dargestellten Sinn konzeptionell verbundenen Forschungsinstituten konnte die Planung und Erstellung der dritten Auflage zügig durchgeführt werden. Dieser Prozess hat die involvierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ohne Zweifel zu höheren Wissenszuständen geführt, die in den verfassten Kapiteln sichtbar ihren Niederschlag gefunden haben und von denen hoffentlich auch die Leser direkt profitieren können. Besonders hervorzuheben ist die pluridisziplinäre Herkunft der Beteiligten, die nicht nur die klassischen Natur- und Ingenieurwissenschaften einschließt, sondern sich auch auf die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften erstreckt. Dieses in der Wissenschaft nicht häufig anzutreffende Kooperationsmodell hat sich aus Sicht der beteiligten Partner bewährt und soll für die Erstellung zukünftiger Auflagen ggfs. fortgeführt werden.

Die in den letzten Jahren erzielten Fortschritte in Forschung und Technik haben zu einem starken Wachstum des verfügbaren Wissens geführt, mit dem die Arbeitswissenschaft wie auch andere Disziplinen zu kämpfen hat. Einzelne Themen, wie z.B. die Betriebs- und Arbeitsorganisation sowie die Gruppen- und Teamarbeit, können daher nur so behandelt werden, dass die wesentlichen Grundlagen sowie ausgewählte Anwendungsfelder vermittelt werden. Trotz dieser notwendigen Beschränkung auf das fachlich und methodisch Wesentliche hat das Lehrbuch mit beinahe 1200 Seiten einen Umfang erreicht, der gegenüber der zweiten Auflage um ca. 50% angewachsen ist und wohl als obere Schranke für Lehrbücher gelten muss. Dieses Volumenwachstum ist allerdings zu erheblichen Teilen der neuen Formatvorlage geschuldet, die für Lehrbücher in der vorliegenden Verlagsreihe bindend ist sowie der ausführlicheren Erläuterung der Konzepte, Methoden

und Standards durch Abbildungen und Tabellen, die vielfach von den Studierenden gewünscht wurde. Aufgrund des großen Buchumfangs hat sich die Markteinführung leider um ein Jahr verspätet. Hierfür wird in mehrfacher Hinsicht um Nachsicht gebeten.

Nunmehr liegt jedoch mit der dritten Auflage ein komplett überarbeitetes Werk vor, das sich an den bereits für die erste und zweite Auflage geltenden Leitlinien orientiert und somit eine konzeptionelle Kontinuität gewährleistet:

- Zentrale Gegenstände arbeitswissenschaftlicher Forschung und Lehre sind Arbeitspersonen, Arbeitsformen und die Arbeitsumgebung, die für eine fachsystematische Wissensaufbereitung in den technischen, organisatorischen und humanwissenschaftlichen Kontext des Arbeitssystems gestellt werden.
- Die Arbeitswissenschaft hat eine integrative Funktion hinsichtlich natur- und ingenieurwissenschaftlicher Erkenntnisse einerseits sowie sozialwissenschaftlicher Erkenntnisse andererseits, wobei die Wissenserschaffung, Stoffselektion und -aufbereitung stets auf den arbeitenden Menschen zentriert ist.
- Die Arbeitswissenschaft bedient sich teilweise eklektisch der Modelle und Methoden anderer, in der Regel stärker grundlagenbezogener Disziplinen und leistet originäre Beiträge zum wissenschaftlichen und technischen Fortschritt durch Ordnungs- und Überbaumodelle von Erkenntnissen sowie die Verknüpfung von Arbeitsanalyse und -gestaltung auf der Grundlage von wissenschaftlich objektiven, validen und reliablen Gestaltungsvorschlägen bzw. -regeln.

Über die oben genannten zentralen Gegenstände arbeitswissenschaftlicher Forschung und Lehre hinaus wurden wesentliche Erweiterungen und Ergänzungen der Kapitelstruktur vorgenommen. Aufgrund des in den letzten Jahren stark gestiegenen Stellenwerts organisatorischer Konzepte, Maßnahmen und Interventionen wurden eigenständige Kapitel zur Betriebs- und Arbeitsorganisation sowie der damit eng verbundenen Gruppen- und Teamarbeit verfasst. Sie sollen auf vielfachen Wunsch der Studierenden dem Leser einen kurzen, aber prägnanten Überblick vermitteln und einen leichten Einstieg in die zitierte Spezialliteratur ermöglichen. Weiterhin werden querschnittliche Themengebiete zur Arbeitswirtschaft sowie zur Arbeitszeit nach den für das Verständnis wichtigen organisatorischen Grundlagen behandelt. Wie bereits in den vorherigen Auflagen ist der Arbeitsschutz Gegenstand eines eigenen Kapitels und wurde aufgrund der besonderen praktischen Bedeutung um Konzepte zur betrieblichen Gesundheitsförderung ergänzt. Schließlich wurde die in Forschung und Lehre an technischen Universitäten prioritäre Ergonomie strukturell wesentlich aufgewertet und bildet nunmehr ein eigenständiges abschließendes Buchkapitel. Gegenüber den vorherigen Auflagen wurden die energetischen, informatorischen und anthropometrischen Gestaltungsprinzipien der Ergonomie wesentlich erweitert sowie um eigenständige Abschnitte für die ergonomische Produkt- und Produktionsgestaltung ergänzt.

Die sich auf sämtliche Kapitel erstreckende Aktualisierung und Überarbeitung des Stoffes wurde in erheblichem Maße von den wissenschaftlichen Mitarbeitern

und Führungskräften der beteiligten Hochschulinstitute geleistet. Zum Teil mussten Kapitel auch grundlegend verändert werden. Die Beiträge dieser Personen waren so essentiell, dass sie durch namentliche Nennung im Koautorenkreis entsprechend gewürdigt werden. Besonderen Dank für das Tragen der Hauptlasten bei der organisatorischen und redaktionellen Bearbeitung der dritten Auflage schulden wir den Herren Dipl.-Ing. M. Mayer sowie Dipl.-Ing. K. Fuchs, die in unermüdlicher Detailarbeit die Erstellung der Manuskripte koordiniert sowie die Drucklegung vorbereitet haben. Wenn der ehemalige Haupt-Autor sich auf die dritte Stelle im professoralen Autorenteam zurücknimmt, so ist Verständnis für die Entscheidung erbeten, dass die ehemaligen Mitarbeiter und Beitragsberechtigten der ersten und zweiten Auflage zugunsten der aktuellen Crew für die Überarbeitung nach über ein bis zwei Dekaden einer heute schon teilweise obsoleten Wissenssammlung und Formulierungsarbeit auf ihr Recht der Nennung im neuen Autorenkreis der – wie vorgelegt – massiv veränderten dritten Auflage verzichten sollen. Wir danken ihnen an dieser Stelle ausdrücklich für die Formulierungen und Darstellungen, die als Ausgangspunkt für die Aktualisierung gedient haben. Dieser Dank richtet sich auch an Herrn Professor Dr.-Ing. J. Springer, der durch sein starkes Engagement die beiden ersten Auflagen begleitet hat.

Schließlich sei Herrn Dipl.-Ing. T. Lehnert vom Springer Verlag noch sehr herzlich für die menschlich äußerst angenehme Zusammenarbeit gedankt, die schon die ersten beiden Auflagen zum Erfolg geführt hat.

Wir hoffen auf eine positive Rezeption des Werkes in der wissenschaftlichen Fachwelt, der Studierendenwelt und der Welt praktischer Arbeitsgestaltung in industrieller Güterproduktion sowie Dienstleistungswirtschaft.

Aachen und Darmstadt, im Dezember 2009
Christopher Schlick
Ralph Bruder
Holger Luczak

In der vorliegenden dritten Auflage ist es den Herausgebern (noch) nicht gelungen, die Geschlechtsneutralität des Textes durchgängig zu gewährleisten. In zukünftigen Revisionen soll dieser anspruchsvollen Aufgabe besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Es muss deshalb an dieser Stelle bei dem Hinweis bleiben, dass Begriffe, die in der rein maskulinen Form verwendet werden (z.B. „Benutzer“) die weibliche Form einschließen. Dies gilt zumindest für Textpassagen, die nicht auf fremde Publikationen referenzieren.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Begriffliche Klärungen.....	1
1.1.1	Zum Begriff „Arbeit“	1
1.1.2	Zwei Aspekte von Arbeit.....	2
1.1.3	Arbeit als Einsatz menschlicher Ressourcen	3
1.1.4	Arbeit als Herstellung von Produkten und Dienstleistungen	6
1.2	Gegenstand von Arbeitswissenschaft	7
1.2.1	Definitionen	7
1.2.2	Theorie-Praxis-Verhältnis.....	10
1.3	Arbeitsbegriffe, Menschenbilder und das Theorie-Praxis-Verhältnis arbeitsbezogener Wissenschaften.....	13
1.3.1	Wirtschaftswissenschaften.....	14
1.3.2	Soziologie	16
1.3.3	Pädagogik	18
1.3.4	Rechtswissenschaft	20
1.3.5	Arbeits- und Organisationspsychologie.....	21
1.3.6	Arbeitsmedizin.....	22
1.3.7	Ingenieurwissenschaften.....	23
1.3.8	Schlussfolgerungen für eine pluri- und interdisziplinäre Arbeitswissenschaft	26
1.4	Ordnungszusammenhänge arbeitsbezogener Erkenntnisse und Gestaltungsansätze	27
1.4.1	Fundament- und Überbaumodelle.....	27
1.4.2	Hierarchiemodelle.....	27
1.4.3	Ebenen- und Segmentmodelle	28
1.4.4	Betrachtungsebenen von Arbeitsprozessen.....	30
1.5	Aufgaben der Arbeitswissenschaft	32
1.5.1	Analysieren.....	34
1.5.1.1	Systemische Analyseansätze	34
1.5.1.2	Belastungs-Beanspruchungs-Konzept.....	38
1.5.1.3	Handlungsregulationstheorie.....	43
1.5.1.4	Generelle Methoden und Techniken zur empirischen Analyse....	51
1.5.1.4.1	Beobachtung.....	51
1.5.1.4.2	Befragung	53
1.5.1.4.3	Physiologische Messtechnik.....	55
1.5.1.4.4	Physikalische und chemische Messverfahren.....	56

1.5.1.5	Spezifische Verfahren und Werkzeuge für die Arbeitsanalyse	56
1.5.2	Bewerten und Ordnen	63
1.5.2.1	Ebenenschema nach Rohmert und Kirchner	63
1.5.2.2	Ebenenschema nach Hacker	65
1.5.2.3	Kriterien in Anlehnung an die Betrachtungsebenen von Arbeitsprozessen	66
1.5.2.4	Bewertungs- und Beurteilungsprinzipien	68
1.5.3	Gestalten	69
1.5.3.1	Gestaltungsprinzipien	69
1.5.3.2	Gestaltungsstrategien	71
1.5.3.3	Einbindung arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse in die Produktentwicklung	72
1.5.3.4	Arbeitsgestaltung und Produktgestaltung	74
1.6	Literatur	76
2	Arbeitsperson	87
2.1	Konstitution	89
2.1.1	Geschlecht	89
2.1.1.1	Definition	89
2.1.1.2	Rechtliche Grundlagen	90
2.1.1.3	Biologische Aspekte	91
2.1.1.4	Gender Mainstreaming	95
2.1.1.5	Arbeitsmarkt	96
2.1.1.6	Arbeitssituation	102
2.1.2	Nationalität und ethnische Herkunft	108
2.1.2.1	Definition und Relevanz	108
2.1.2.2	Rechtliche Grundlagen	109
2.1.2.3	Interkulturelle Zusammenarbeit	110
2.2	Disposition	112
2.2.1	Persönlichkeit	112
2.2.1.1	Definition und Relevanz	112
2.2.1.2	Messung der Persönlichkeit	113
2.2.1.3	Persönlichkeitsentfaltung	114
2.2.2	Alter	116
2.2.2.1	Demographische Entwicklung	116
2.2.2.2	Jugendliche	118
2.2.2.3	Ältere Arbeitspersonen	120
2.2.2.3.1	Leistungsfähigkeit	122
2.2.2.3.2	Leistungsbereitschaft	131
2.2.2.3.3	Produktivität	132
2.2.2.3.4	Gestaltungs- und Interventionsstrategien	133
2.2.3	Intelligenz	134
2.2.3.1	Definition und Relevanz	134
2.2.3.2	Intelligenzmessung	135

2.2.3.3	Intelligenzmodelle.....	138
2.2.3.3.1	Globale Intelligenzdefinitionen.....	138
2.2.3.3.2	Operationale Intelligenzdefinitionen.....	140
2.2.3.3.3	Multifaktorenmodelle.....	141
2.2.3.3.4	Hierarchische Intelligenzmodelle.....	142
2.2.3.3.5	Fluide und kristalline Intelligenz.....	143
2.2.3.4	Intelligenz - ererbt oder erworben?.....	144
2.2.4	Gesundheit.....	146
2.2.4.1	Definition und Relevanz.....	146
2.2.4.2	Rechtliche Grundlagen.....	149
2.2.4.3	Arten von Behinderungen.....	151
2.2.4.3.1	Körperliche Behinderung.....	153
2.2.4.3.2	Psychische (seelische) Behinderung.....	153
2.2.4.3.3	Geistige Behinderung.....	155
2.2.4.4	Berufliche Rehabilitation.....	156
2.2.4.4.1	Maßnahmen zur beruflichen Rehabilitation.....	156
2.2.4.4.2	Bedeutung von Arbeit für Menschen mit Behinderung.....	160
2.2.4.5	Beschäftigungssituation von Menschen mit Behinderung.....	160
2.2.5	Biorhythmus.....	167
2.2.5.1	Definition und Relevanz.....	167
2.2.5.2	Periodische Wechsel.....	167
2.2.5.3	Biorhythmik in der Praxis.....	170
2.3	Qualifikation und Kompetenz.....	170
2.3.1	Qualifikation.....	172
2.3.1.1	Qualifikationsdimensionen und Niveaustufen.....	172
2.3.1.2	Qualifikationen als Lernresultate.....	175
2.3.1.3	Qualifizierungsmaßnahmen.....	176
2.3.2	Kompetenz.....	178
2.3.2.1	Kompetenzdimensionen.....	179
2.3.2.2	Kompetenzniveaus.....	180
2.3.2.3	Kompetenzmessung und -entwicklung.....	181
2.4	Anpassungsmerkmale.....	182
2.4.1	Arbeitsmotivation.....	183
2.4.1.1	Definition und Relevanz.....	183
2.4.1.2	Theorien der Arbeitsmotivation.....	184
2.4.2	Arbeitszufriedenheit.....	188
2.4.2.1	Definition und Relevanz.....	188
2.4.2.2	Messung und Beurteilung.....	190
2.4.2.3	Arbeitsmotivation und Arbeitszufriedenheit in der Praxis.....	193
2.4.3	Ermüdung.....	194
2.4.3.1	Formen der Ermüdung.....	196
2.4.3.2	Ermüdungsverlauf.....	197
2.4.3.3	Messung von Ermüdung.....	199
2.4.3.4	Bemessung von Belastung und Erholung.....	201

2.4.3.5	Schädigungen	207
2.5	Literatur	208
3	Arbeitsformen	223
3.1	Begriffliche Grundlagen	223
3.2	Energetisch-effektorisch	228
3.2.1	Menschliche Kraft- und Energieerzeugung	228
3.2.2	Biomechanische Aspekte energetisch-effektorischer Arbeit	229
3.2.3	Arbeitsformen und Beanspruchungsfaktoren	230
3.2.4	Muskelsystem	233
3.2.4.1	Muskelanatomie	233
3.2.4.2	Muskelerregung	235
3.2.4.3	Muskelenergetik	235
3.2.5	Eigenschaften der Krafterzeugung	237
3.2.5.1	Muskuläre Arbeitsformen	237
3.2.5.2	Umsetzung der Muskelkraft	240
3.2.6	Maximale und zulässige Körperkräfte	242
3.2.7	Methoden zur Ermittlung maximaler isometrischer Muskelkräfte	248
3.2.8	Analyse von Aktionskräften	251
3.2.9	Analyse und Bewertung muskulärer Arbeitsformen	255
3.2.9.1	Analyse der Bewegungen	255
3.2.9.2	Analyse der Muskelaktivität und Muskelermüdung	259
3.2.10	Energetik des menschlichen Körpers	266
3.2.10.1	Stoffwechsel und Energiegewinnung	266
3.2.10.2	Energieumsatz und Wirkungsgrad	269
3.2.10.2.1	Bestimmung des Energieumsatzes	269
3.2.10.2.2	Maximaler Energieumsatz	273
3.2.10.2.3	Wirkungsgrad menschlicher Arbeit	275
3.2.10.3	Kreislaufregulation	276
3.2.11	Skelettsystem	281
3.2.12	Beurteilung der Belastung	283
3.3	Informativ-mental	286
3.3.1	Modelle menschlicher Informationsverarbeitung	286
3.3.1.1	Phänomenologisch-empirische Modelle	287
3.3.1.1.1	Sequentielle Modelle	287
3.3.1.1.1.1	Subtraktionsmethode	288
3.3.1.1.1.2	Kaskadenmodelle	289
3.3.1.1.1.3	Regulationsebenenmodelle	289
3.3.1.1.2	Kapazitätsmodelle	291
3.3.1.1.2.1	Aktivierungstheoretische Konzepte	291
3.3.1.1.2.2	Aufmerksamkeitstheoretische Konzepte	294
3.3.1.1.2.3	Multiple Ressourcenmodelle	298
3.3.1.2	Mathematisch-funktionale Modelle	300
3.3.1.2.1	Signalentdeckungstheorie	300

3.3.1.2.1.1	Antworteigenschaften	302
3.3.1.2.1.2	Empfindlichkeit	303
3.3.1.2.2	Informationstheorie	305
3.3.1.2.2.1	Definition und Maßeinheit der Information.....	305
3.3.1.2.2.2	Informationstheoretische Analyse und Modellierung	306
3.3.1.2.3	Regelungstechnische Modelle	308
3.3.1.2.3.1	Mensch als Regler.....	308
3.3.1.2.3.2	Modellierung des Regelungsverhaltens	310
3.3.2	Phasen der menschlichen Informationsverarbeitung	313
3.3.2.1	Entdecken (frühe Prozesse).....	313
3.3.2.1.1	Übergeordnete Gesetzmäßigkeiten.....	313
3.3.2.1.2	Sinnesorgane des Menschen.....	317
3.3.2.1.2.1	Visuelles Wahrnehmungssystem	317
3.3.2.1.2.2	Auditives Wahrnehmungssystem.....	338
3.3.2.1.2.3	Wahrnehmung von Beschleunigung und Lage	345
3.3.2.1.2.4	Oberflächen- und Tiefensinn	346
3.3.2.1.2.5	Geschmacks- und Geruchssinn	351
3.3.2.1.3	Gestaltprinzipien der Wahrnehmung	354
3.3.2.1.4	Vigilanz	356
3.3.2.2	Erkennen, Entscheiden und Gedächtnis (zentrale Prozesse)	360
3.3.2.2.1	Daten- und konzeptgesteuertes Erkennen.....	361
3.3.2.2.2	Hypothesenbildung und Handlungsauswahl.....	362
3.3.2.2.2.1	Normative Modelle	362
3.3.2.2.2.2	Deskriptive Modelle	364
3.3.2.2.2.3	Subjektive Wahrscheinlichkeit	365
3.3.2.2.3	Gedächtnis	366
3.3.2.2.3.1	Struktur des Gedächtnisses	366
3.3.2.2.3.2	Hinweise für die Gestaltung.....	372
3.3.2.2.4	Mentale Modelle und Situationsbewusstsein.....	375
3.3.2.2.5	Externalisierte Repräsentationen zentraler Prozesse	376
3.3.2.2.5.1	Abstraktionshierarchien	377
3.3.2.2.5.2	Kognitive Architekturen	378
3.3.2.2.6	Über- und Unterforderung beim Erkennen und Entscheiden.....	379
3.3.2.3	Informationsabgabe (späte Prozesse)	381
3.3.2.3.1	Organisation und Regelung von Bewegungen.....	381
3.3.2.3.1.1	Motorisches System.....	381
3.3.2.3.1.2	Regelung der Bewegungen	384
3.3.2.3.1.3	Lernen und Üben von Bewegungen.....	386
3.3.2.3.2	Analyse des motorischen Verhaltens.....	388
3.3.2.3.2.1	Reaktions- und Bewegungszeiten	388
3.3.2.3.2.2	Grenzen der menschlichen Leistungsfähigkeit	389
3.3.2.3.3	Sprache	390
3.3.2.3.4	Weitere Formen der Informationsabgabe	392
3.3.3	Bewertung der menschlichen Informationsverarbeitung	392

3.3.3.1	Konzeptionelle Grundlagen.....	392
3.3.3.2	Modelle und Methoden der Beanspruchungsskalierung	394
3.3.3.2.1	Psychophysiologische Beanspruchungsmessung	396
3.3.3.2.1.1	Herz-Kreislaufsystem	398
3.3.3.2.1.2	Gehirnaktivität	402
3.3.3.2.1.3	Bewegungsapparat	404
3.3.3.2.1.4	Sehapparat.....	404
3.3.3.2.1.5	Elektrodermale Aktivität.....	408
3.3.3.2.1.6	Endokriner Apparat.....	409
3.3.3.2.2	Leistungsmaße.....	409
3.3.3.2.2.1	Speed Accuracy Trade-Off	411
3.3.3.2.2.2	Expertenbeurteilung.....	411
3.3.3.2.3	Zweifachaufgaben/Nebenaufgaben	412
3.3.3.2.4	Subjektive Methoden.....	414
3.3.3.2.4.1	Erhebungsverfahren für spezielle Anwendungsfälle.....	414
3.3.3.2.4.2	Erhebungsverfahren für allgemeine Anwendungsfälle	415
3.4	Literatur	417
4	Betriebs- und Arbeitsorganisation.....	433
4.1	Begriffliche Grundlagen.....	433
4.1.1	Organisation.....	433
4.1.1.1	Funktionaler Organisationsbegriff	434
4.1.1.2	Konfigurativer Organisationsbegriff	434
4.1.1.3	Institutioneller Organisationsbegriff	435
4.1.2	Betriebs- und Arbeitsorganisation	435
4.2	Aufbauorganisation	436
4.2.1	Definitionen, Elemente und Beziehungen	436
4.2.2	Aufgabenanalyse und -synthese.....	437
4.2.3	Strukturdimensionen.....	438
4.2.3.1	Spezialisierung.....	438
4.2.3.2	Standardisierung.....	440
4.2.3.3	Formalisierung	440
4.2.3.4	Konfiguration	441
4.2.3.5	Delegation	442
4.2.4	Formen der Aufbauorganisation	443
4.2.4.1	Einlinienorganisation	444
4.2.4.2	Mehrlinienorganisation	445
4.2.4.3	Stab-Linien-Organisation	446
4.2.4.4	Matrixorganisation	446
4.2.4.5	Prozessorganisation.....	447
4.2.4.6	Produkt-/Marktorientierte Organisation	449
4.2.4.7	Vor- und Nachteile von Aufbauorganisationsformen	451
4.2.5	Projektorganisation	452
4.3	Ablauforganisation	455

4.3.1	Definitionen, Elemente und Beziehungen	455
4.3.2	Ziele und Einflussfaktoren	456
4.3.3	Analyse und Modellierung der Ablauforganisation	457
4.3.3.1	Einordnung in das Sieben-Ebenen-Modell	457
4.3.3.2	Methoden zur Modellierung der Ablauforganisation	460
4.3.3.3	Flussprinzipien für die Ablaufmodellierung	463
4.3.3.4	Beispielhafte Modellierung eines Arbeitsprozesses	463
4.3.4	Prozessoptimierung	466
4.3.4.1	Business Process Reengineering	466
4.3.4.2	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess	466
4.3.4.3	Heuristische Prozessoptimierung	467
4.3.4.4	Simulationsgestützte Prozessoptimierung	472
4.4	Organisation der Produktion	476
4.4.1	Ablaufprinzipien in der Produktion	476
4.4.1.1	Werkstättenfertigung	476
4.4.1.2	Reihenfertigung	477
4.4.1.3	Fließfertigung	478
4.4.1.4	Insselfertigung	479
4.4.1.5	One-Piece-Flow	481
4.4.2	Toyota Produktionssystem	482
4.5	Organisation der Produkt- und Prozessentwicklung	485
4.6	Organisation im Dienstleistungs- und Servicebereich	488
4.7	Literatur	489
5	Gruppen- und Teamarbeit	495
5.1	Begriffliche Grundlagen	495
5.1.1	Merkmale von Gruppenarbeit	495
5.1.2	Gruppenarbeit im Betriebsverfassungsgesetz	497
5.1.3	Gruppenarbeit als Arbeitsorganisationsform	498
5.2	Zur Verbreitung von Gruppenarbeit	499
5.3	Formen von Gruppenarbeit	501
5.4	Grundlagen der Arbeitsgestaltung für Gruppenarbeit	505
5.4.1	Klassische Konzepte der Arbeitsstrukturierung	506
5.4.2	Anforderungen an die Gestaltung	508
5.4.2.1	Vollständigkeit	508
5.4.2.2	Tätigkeitsspielraum und Autonomie	509
5.4.2.3	Motivationspsychologische Kriterien	511
5.4.2.4	Kerndimensionen der Arbeitstätigkeit	512
5.4.2.5	Instrumente zur Analyse, Bewertung und Gestaltung von Gruppenarbeit	514
5.4.3	Modelle der Teameffektivität und Implikationen für das Management von Teams	516
5.5	Gruppenarbeit in der Produktion: Teilautonome Arbeitsgruppen und Lean-Gruppen	526

5.5.1	Ziele der Einführung.....	526
5.5.2	Merkmale teilautonomer Arbeitsgruppen	527
5.5.3	Merkmale von Lean-Gruppen.....	529
5.5.4	Diskussion	531
5.6	Gruppenarbeit in der Produkt- und Prozessentwicklung: CE-Teams ...	534
5.6.1	Ziele der Einführung.....	534
5.6.2	Merkmale von Concurrent Engineering-Teams.....	534
5.6.3	Entwicklung komplexer Produkte in mehreren CE-Teams	536
5.6.4	Maßnahmen zur Unterstützung.....	538
5.6.5	Diskussion	539
5.7	Gruppenarbeit in Servicebereichen: Planungsinsel	540
5.7.1	Ziele der Einführung.....	540
5.7.2	Merkmale von Planungsinseln.....	541
5.7.3	Gestaltungsvarianten.....	543
5.7.4	Diskussion	544
5.8	Gruppenarbeit zur kontinuierlichen Verbesserung: Qualitätszirkel	545
5.8.1	Ziele der Einführung.....	545
5.8.2	Merkmale von Qualitätszirkeln.....	545
5.8.3	Maßnahmen zur Unterstützung.....	546
5.8.4	Diskussion	548
5.9	Einführung von Gruppenarbeit.....	549
5.9.1	Vorgehensmodell.....	550
5.9.2	Mitbestimmungsrechte.....	556
5.10	Literatur.....	558
6	Arbeitszeit.....	575
6.1	Begriffliche Grundlagen.....	575
6.2	Entwicklung der Arbeitszeit	575
6.3	Arbeitszeit und Produktivität.....	579
6.4	Flexibilisierungsparameter und Gestaltungsansätze.....	582
6.4.1	Gesetzliche Gestaltungsbedingungen	587
6.4.2	Tarifliche Gestaltungsbedingungen	590
6.5	Arbeitszeitsysteme und -modelle	591
6.5.1	Schichtarbeit	596
6.5.2	Gleitzeitarbeit	608
6.6	Erweiternde Modifikationen.....	611
6.7	Flexibilisierende Elemente	614
6.7.1	Kurzfristig zu deckende Arbeitsspitzen	614
6.7.2	Verteilung auf mehrere Arbeitnehmer	615
6.7.3	Trennung zwischen Arbeitsort und Betriebsstätte	616
6.7.4	Arbeiten mit reduzierter oder erhöhter Arbeitszeit	617
6.7.5	Über(stunden)arbeit und Mehrarbeit.....	618
6.8	Unterstützung der Arbeitszeitorganisation durch Software.....	622
6.9	Akzeptanz von Arbeitszeitsystemen und -modellen.....	623

6.10	Literatur	625
7	Arbeitswirtschaft	629
7.1	Einführung	629
7.1.1	Begriff und Gegenstand der Arbeitswirtschaft	629
7.1.2	Prinzipien der Arbeitswirtschaft	629
7.2	Arbeitsentgelt	632
7.2.1	Begriffsverständnis und Grundlagen	632
7.2.2	Aufbau des Arbeitsentgelts	633
7.2.3	Anforderungsabhängiges Grundentgelt	636
7.2.3.1	Vorgehen bei der Arbeitsbewertung	638
7.2.3.2	Systematisierung der Arbeitsbewertungsverfahren	639
7.2.3.3	Analytische Verfahren der Arbeitsbewertung	640
7.2.3.4	Summarische Verfahren der Arbeitsbewertung	646
7.2.4	Leistungsabhängiges Entgelt	651
7.2.4.1	Kennzahlenvergleich	652
7.2.4.2	Leistungsbeurteilung	658
7.2.4.3	Zielvereinbarung	661
7.3	Zeitwirtschaft	664
7.3.1	Begriff und Gegenstand der Zeitwirtschaft	664
7.3.2	Verwendungszwecke von Zeitdaten	665
7.3.3	Beschreibung der Arbeitsbedingungen	667
7.3.4	Zeitgliederung	669
7.3.5	Methoden der Zeitdatenermittlung im Überblick	671
7.3.6	Zeitaufnahme	672
7.3.6.1	Definition und Bedeutung	672
7.3.6.2	Anwendung	672
7.3.6.3	Vor- und Nachteile	674
7.3.7	Multimomentverfahren	675
7.3.7.1	Definition, Entwicklung und Arten	675
7.3.7.2	Bedeutung	676
7.3.7.3	Anwendungsmöglichkeiten	677
7.3.7.4	Theoretische Grundlagen des MMH-Verfahrens	678
7.3.7.5	Untersuchungsarten	682
7.3.7.6	Anwendung des MMH-Verfahrens	683
7.3.7.7	Vor- und Nachteile des MMH-Verfahrens	688
7.3.8	Weiterentwickeltes Multimomentverfahren in Bezug auf die Schätzung der relativen Häufigkeiten von Ablaufarten	690
7.3.8.1	Ausgangssituation und Zielsetzung	690
7.3.8.2	Theoretische Grundzüge des neuen Schätzverfahrens	690
7.3.8.3	Ergebnisse einer Fallstudie	693
7.3.8.4	Softwareentwicklung	694
7.3.9	Systeme vorbestimmter Zeiten	696
7.3.9.1	Definition, Entwicklung und Arten	696

7.3.9.2	Bedeutung und Anwendung	699
7.3.9.3	Vor- und Nachteile	701
7.3.10	Planzeitermittlung mittels Regressionsanalyse	702
7.3.10.1	Definition und Arten	702
7.3.10.2	Bedeutung	702
7.3.10.3	Mathematische Grundlagen	703
7.3.10.4	Methode nach dem REFA-Standardprogramm	705
7.3.10.5	Methode zur Ermittlung von Planzeiten für komplexe Projekte	705
7.3.10.6	Vor- und Nachteile	708
7.4	Literatur	709
8	Arbeitsschutz und betriebliche Gesundheitsförderung	713
8.1	Arbeitsschutz	713
8.1.1	Historische Entwicklung des Arbeitsschutzsystems	713
8.1.2	Institutionen des Arbeitsschutzes und deren Leistungen	718
8.1.2.1	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	718
8.1.2.2	Gewerbeaufsicht	720
8.1.2.3	Berufsgenossenschaften	721
8.1.2.4	Innerbetriebliche Akteure des Arbeitsschutzes	722
8.1.2.5	Leistungen der Versicherungen	724
8.1.3	Rechtsquellen des Arbeitsschutzes	725
8.1.3.1	Einführung	725
8.1.3.2	EU-Regelungen	726
8.1.3.3	Deutsche Regelungen	728
8.1.3.4	Personenbezogener Arbeitsschutz	734
8.1.3.5	Gestaltung von Arbeitsstätten, Arbeitsumgebung und Arbeitsmitteln	737
8.1.3.6	Produktsicherheit	738
8.1.3.7	Gefahrstoffe	739
8.1.4	Sicherheitstechnische Arbeitsgestaltung	741
8.1.4.1	Produktsicherheit	741
8.1.4.2	Dreistufiges Vorgehen	743
8.1.4.3	Sicherheit eines Arbeitssystems	744
8.1.4.4	Gefährdungen / Richtlinien	746
8.1.4.5	Folgen von sicherheitsgerechtem / sicherheitswidrigem Verhalten	749
8.1.4.6	Gefahrenhinweise / Gebote	751
8.1.4.7	Wirtschaftlichkeit	752
8.2	Betriebliche Gesundheitsförderung	753
8.2.1	Grundlagen und Handlungsbedingungen	753
8.2.1.1	Leitlinien: Die Ottawa-Charta	753
8.2.1.2	Implikationen für betriebliche Gesundheitsförderung	755
8.2.2	Interventionsansätze des betrieblichen Gesundheitsmanagements	759
8.3	Literatur	763

9	Arbeitsumgebung	769
9.1	Lärm	772
9.1.1	Physikalische Grundlagen	772
9.1.2	Physiologische Grundlagen	775
9.1.3	Wirkung von Lärm auf den Menschen	777
9.1.3.1	Beeinträchtigung der Arbeitssicherheit durch Lärm	777
9.1.3.2	Physiologische Reaktionen, Beeinflussung des Wohlbefindens und der Leistungsfähigkeit	778
9.1.3.3	Schädigung	779
9.1.4	Messung	780
9.1.4.1	Schallintensitätsmessungen	780
9.1.4.2	Bewerteter Schalldruckpegel	781
9.1.4.3	Frequenzanalysen	782
9.1.5	Bewertung und Beurteilung	782
9.1.5.1	Beurteilung im Hinblick auf Gehörgefährdung	784
9.1.5.2	Beurteilung im Hinblick auf die ausgeübte Tätigkeit	784
9.1.6	Gestaltungshinweise	785
9.2	Mechanische Schwingungen	790
9.2.1	Physikalische Grundlagen	790
9.2.2	Physiologische Grundlagen	791
9.2.3	Wirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen	794
9.2.3.1	Physiologische Reaktionen	794
9.2.3.2	Schädigung	795
9.2.4	Messung	796
9.2.5	Bewertung und Beurteilung	797
9.2.6	Gestaltungshinweise	802
9.3	Strahlung	805
9.3.1	Physikalische Grundlagen	806
9.3.1.1	Korpuskularstrahlungen	806
9.3.1.2	Elektromagnetische Strahlung	807
9.3.2	Wirkung von Strahlung auf den Menschen	818
9.3.2.1	Störungen elektro-physiologischer Vorgänge	819
9.3.2.2	Wärmeentwicklung	821
9.3.2.3	Wirkungen niederfrequenter Strahlung	823
9.3.2.4	Hochfrequente Strahlung	829
9.3.2.5	Optische Strahlung	831
9.3.2.6	Ionisierende Strahlung	833
9.3.3	Messung	836
9.3.3.1	Niederfrequente Strahlung	837
9.3.3.2	Hochfrequente Strahlung	839
9.3.3.3	Optische Strahlung	839
9.3.3.4	Ionisierende Strahlung	840
9.3.4	Bewertung und Beurteilung	843
9.3.4.1	Niederfrequente Strahlung	843

9.3.4.2	Hochfrequente Strahlung	847
9.3.4.3	Optische Strahlung	848
9.3.4.4	Ionisierende Strahlung	852
9.3.5	Gestaltungshinweise	853
9.4	Klima	861
9.4.1	Physikalische Grundlagen	862
9.4.2	Physiologische Grundlagen	862
9.4.3	Menschbezogene Modellierung von Klimafaktoren	867
9.4.3.1	Empfindensbezogene Modellierung	867
9.4.3.2	Physiologische Modellierung	870
9.4.3.3	Rezeptoren	871
9.4.4	Wirkung anormaler Klimabedingungen auf den Menschen	871
9.4.5	Messung	872
9.4.5.1	Lufttemperatur	872
9.4.5.2	Luftfeuchtigkeit	872
9.4.5.3	Wärmestrahlung	873
9.4.5.4	Ermittlung von Klimasummenmaßen	875
9.4.6	Bewertung und Beurteilung	875
9.4.7	Gestaltungshinweise	881
9.5	Beleuchtung	885
9.5.1	Physikalische Grundlagen und lichttechnische Größen	885
9.5.2	Messung von Beleuchtung	891
9.5.3	Lichttechnik	891
9.5.3.1	Lampen	895
9.5.3.2	Leuchten	898
9.5.4	Wirkung des Lichts	900
9.5.5	Gestaltungshinweise	902
9.6	Arbeitsstoffe	907
9.6.1	Physikalische, chemische und physiologische Grundlagen	911
9.6.1.1	Die Wirkung beeinflussende Größen	911
9.6.1.2	Art des Stoffes	911
9.6.1.3	Konzentration	913
9.6.1.4	Art der Einwirkung	914
9.6.1.5	Einwirkungsdauer	915
9.6.1.6	Individuelle Konstitution	915
9.6.1.7	Tätigkeit	916
9.6.1.8	Superposition	916
9.6.2	Wirkung von gefährlichen Arbeitsstoffen	916
9.6.2.1	Arten der Schädigung	916
9.6.2.2	Stäube	916
9.6.2.3	Rauche	917
9.6.2.4	Nebel	917
9.6.2.5	Dämpfe	918
9.6.2.6	Gase	918

9.6.3	Messung.....	919
9.6.3.1	Ermittlungs- und Überwachungspflicht	919
9.6.3.2	Probenahme.....	920
9.6.3.3	Analyseverfahren	923
9.6.3.4	Messverfahren und -geräte	923
9.6.3.5	Hautresorption.....	925
9.6.4	Bewertung und Beurteilung	926
9.6.4.1	Systematik der Grenzwerte	927
9.6.4.2	Arbeitsplatzgrenzwert	927
9.6.4.3	Biologischer Grenzwert	928
9.6.4.4	Maximale Arbeitsplatz-Konzentration	928
9.6.4.5	Stoffgemische.....	929
9.6.4.6	Hautresorption.....	930
9.6.4.7	Beschäftigungsbeschränkungen für besondere Personengruppen.....	930
9.6.5	Gestaltungshinweise	931
9.7	Superposition von Arbeitsumgebungseinflüssen.....	935
9.8	Literatur	938
10	Ergonomische Gestaltung	949
10.1	Gestaltungsprinzipien.....	950
10.1.1	Energetisch-effektorisch	950
10.1.1.1	Schutz der Gesundheit.....	951
10.1.1.2	Minimierung der zu leistenden Arbeit.....	955
10.1.1.3	Optimierung des Wirkungsgrades.....	960
10.1.1.4	Arbeitsabfolge und Pausenregime.....	965
10.1.2	Informativ-mental	969
10.1.2.1	Übergeordnete Gestaltungsansätze	971
10.1.2.2	Unterstützung der Informationsaufnahme.....	976
10.1.2.3	Unterstützung der Informationsverarbeitung	994
10.1.2.4	Unterstützung der Informationsabgabe	1006
10.1.2.5	Systemergonomische Gesichtspunkte	1020
10.1.3	Anthropometrie und räumliche Gestaltung.....	1028
10.1.3.1	Körpermaße.....	1028
10.1.3.2	Funktionsräume.....	1037
10.1.3.3	Anthropometrische Arbeitsplatzgestaltung	1043
10.1.3.4	Hilfsmittel zur anthropometrischen Gestaltung.....	1057
10.2	Ausgewählte Methoden zur Gestaltung und Bewertung	1064
10.2.1	Usability Engineering	1064
10.2.1.1	Grundlagen.....	1064
10.2.1.2	Vorgehen beim Usability Engineering	1066
10.2.1.3	Methoden des Usability Engineering	1068
10.2.2	Softwareergonomie.....	1076
10.2.2.1	Grundlagen.....	1077

10.2.2.2	Methoden zur Evaluation von Software.....	1094
10.2.2.3	Kommunikation zwischen Benutzer und Entwickler	1096
10.2.3	Prototyping in der Systemkonzeption und -entwicklung	1097
10.2.3.1	Virtuelle Produktentwicklung	1097
10.2.3.2	Virtuelle Prozess- und Fabrikplanung.....	1106
10.3	Anwendungsgebiete und Schwerpunkte.....	1108
10.3.1	Produktgestaltung	1108
10.3.1.1	Grundlagen.....	1108
10.3.1.2	Beschreibung des Produktgestaltungsprozesses.....	1111
10.3.1.3	Anwendung des Produktgestaltungsprozesses in der Praxis	1118
10.3.2	Produktionsgestaltung.....	1129
10.3.2.1	Grundlagen.....	1130
10.3.2.2	Ziele und Anwendungsbereiche	1130
10.3.2.3	Ergonomie innerhalb des Produktentstehungsprozesses	1132
10.3.2.4	Belastungsanalysen als Basis für Gestaltungsansätze	1134
10.3.2.5	Fallbeispiele zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen und Produktivität.....	1141
10.3.2.6	Ergonomische Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen für die automatisierte Produktion	1145
10.4	Literatur	1152
Index		1173

1 Einführung

1.1 Begriffliche Klärungen

1.1.1 Zum Begriff „Arbeit“

Unter Arbeit wird nach STIRN (1980) allgemein ein Tätigsein des Menschen verstanden, bei dem dieser mit anderen Menschen und technischen Hilfsmitteln in Interaktion tritt, wobei unter wirtschaftlichen Zielsetzungen Güter und Dienstleistungen erstellt werden, die (zumeist) entweder vermarktet oder von der Allgemeinheit in Form von Steuern oder Subventionen finanziert werden. Die besondere gesellschaftliche Relevanz sowie individuelle Bezogenheit der Arbeit wird auch in einer Definition des Arbeitsbegriffs nach ROHMERT (1993) deutlich, nach der unter Arbeit alles subsumiert wird, *„was der Mensch zur Erhaltung seiner Existenz und/oder der Gesellschaft tut, soweit es von der Gesellschaft akzeptiert und honoriert wird“*.

Bei der Analyse, Bewertung und Gestaltung menschlicher Arbeit gilt es immer zu berücksichtigen, dass eben diese Arbeit neben der Ausrichtung auf objektive Zielsetzungen bestimmten subjektiven Zwecken dient und im Allgemeinen besonderen Sinn für den Menschen stiftet. Auf diesen wichtigen Aspekt weist beispielsweise Papst Johannes Paul II in seiner Enzyklika *Laborem Exercens* (PAPST JOHANNES PAUL II 1981) hin: *„Die Arbeit ist eines der Kennzeichen, die den Menschen von den anderen Geschöpfen unterscheiden, deren mit der Erhaltung des Lebens verbundene Tätigkeit man nicht als Arbeit bezeichnen kann; nur der Mensch ist zur Arbeit befähigt, nur er verrichtet sie, wobei er gleichzeitig seine irdische Existenz mit ihr ausfüllt“*.

Es ist ein wesentliches Merkmal der Arbeitswissenschaft, dass sie die objektiven Bedingungen und gleichzeitig die subjektiven Aspekte von Arbeit zu ihrem Betrachtungsgegenstand macht. Subjektbezogen ist Arbeit planvoll, zielgerichtet und willentlich gesteuert und findet unter bestimmten gesellschaftlichen Rahmenbedingungen statt. Schließlich erfährt durch Arbeit nicht nur die materielle und ideelle Umwelt des Arbeitenden eine Veränderung, sondern auch der Arbeitende selbst, z.B. durch Ermüdung, aber auch durch Trainingseffekte. Arbeit ist somit eine besondere Form des Tätigseins neben anderen, wie Spiel oder Sport.

Die bisherigen Beschreibungen zielen primär auf Erwerbsarbeit ab, wie sie im primären, sekundären oder tertiären Sektor einer Volkswirtschaft anzutreffen ist. Daneben finden sich jedoch vielfältige Formen unbezahlter Arbeit, die häufig auf einem Solidarprinzip basieren, z.B. Arbeit im eigenen Haushalt, Kindererziehung, Altenpflege sowie ehrenamtliche Tätigkeiten (siehe LANDAU u. STÜBLER 1992). Überhaupt ist eine Definition von Arbeit, die einerseits Aktivitäten wie Spiel oder Sport eindeutig ausschließt und andererseits in Grenzfällen von Erwerbstätigkeit, wie z.B. Börsenspekulation oder Prostitution, hinreichend trennscharf ist, kaum zu

treffen (vgl. FRIELING u. SONNTAG 1999). Für viele arbeitswissenschaftliche Fragestellungen ist eine solche aber auch gar nicht erforderlich. Zudem versuchen neuere Entwicklungen, mögliche Trennungen eher aufzuheben, wie bspw. bei einem flexiblen Übergang von „Arbeitsleben“ in den Ruhestand, bei verschiedenen Formen von Telearbeit oder bei der zunehmenden Verzahnung von Arbeits- und Freizeit. Die zunehmende Unschärfe des Arbeitsbegriffes führt demnach auch zu einer (unscharfen) Erweiterung des Gegenstandsbereichs der Arbeitswissenschaft, ohne allerdings die Arbeitswissenschaft zur universalen „Lebenswissenschaft“ auszuweiten.

Im heutigen Sprachgebrauch sind in dem Wort „Arbeit“ zwei ursprünglich getrennte Begriffe vereint. Zum einen das Tätigsein und die damit verbundene Mühe (das althochdeutsche „arebeit“ bedeutet Mühsal, Not; WAHRIG 1986), zum anderen aber auch das Ergebnis dieses Tätigseins, das Produkt, im älteren Sprachgebrauch als „Werk“ (z.B. Tagewerk) bezeichnet. Diese Unterscheidung spiegelt sich noch in den Paragraphen des Bürgerlichen Gesetzbuches zum „Arbeitsvertrag“ und „Werkvertrag“ wider. Der Arbeitsvertrag regelt nach deutschem Recht vor allem den (zeitlichen) Umfang des Tätigseins im Sinne einer entgeltlichen und persönlichen Erbringung der Dienstleistung aufgrund eines privatrechtlichen Schuldverhältnisses. Beim Werkvertrag hingegen schuldet der Werkunternehmer dem Werkbesteller die Herstellung eines Werkes, das heißt die Herbeiführung eines bestimmten Ergebnisses. Als Gegenleistung schuldet der Werkbesteller dem Werkunternehmer den vereinbarten Werklohn. Somit wird primär das Ergebnis festgeschrieben und nicht berücksichtigt, welcher Aufwand (z.B. an Arbeitszeit) notwendig ist.

Zwei unterschiedliche Begriffe für Arbeit – eine subjekt- und eine objektorientierte Sichtweise – finden sich in zahlreichen Sprachen, z.B. im Englischen „work“ und „labour“, im Französischen „oeuvre“ und „travail“ (von lat. „tripalium“, eine Foltermethode; ARENDT 1981), im Russischen „trud“ und „rabota“ und im Lateinischen „opus“ und „labor“. Oftmals wird damit zwischen den wirtschaftlich-technischen Aspekten von Arbeit (produkt-, effizienzbezogen: „Produktivitätsaspekt“) einerseits, und den menschbezogenen Aspekten (Anstrengung, soziale Auswirkungen: „Humanitätsaspekt“) andererseits unterschieden (HILF 1972; ROHMERT u. LUCZAK 1975). So heißt im Englischen die Arbeitsstudie, die sich mit der Ausführbarkeit und Effizienz der Arbeit beschäftigt, „work study“, der juristische Begriff für Zwangsarbeit dagegen „hard labour“. „Labour“ kann auch den Arbeiter selbst bezeichnen. Der Gegenstand der Arbeitswissenschaft kann somit im Englischen als „relations between labour and work“ (Beziehungen zwischen Mensch und Arbeit) beschrieben werden (siehe HILF 1972).

1.1.2 Zwei Aspekte von Arbeit

Grundsätzlich lassen sich also zwei Aspekte von Arbeit unterscheiden: Zum einen Arbeit im ursprünglichen subjektbezogenen Sinn als Anstrengung, zum anderen Arbeiten objektbezogen als Produktion von Gütern oder Dienstleistungen.

ARENDT (1981) unterscheidet in diesem Sinne zwischen „Arbeiten“ und „Herstellen“. Der arbeitende Mensch findet sich danach entweder in der Rolle des „animal rationale“ (aus Vernunftgründen nach Arbeitsauftrag abhängig tätiges Lebewesen, das Sachzwängen mehr oder weniger machtlos ausgeliefert ist) oder der des „homo faber“ (produzierender Mensch) wieder. Problematisch sind offensichtlich Disproportionalitäten zugunsten des erstgenannten Aspekts.

Arbeit auf diesen Aspekt reduziert, also Anstrengung ohne produktiven Output, taucht schon in der antiken Mythologie als Fluch oder Strafe der Götter auf, etwa die Aufgabe des Sisyphos, einen Stein den Berg hinauf- und hinunterzurollen oder der Danaiden, Wasser in ein Fass ohne Boden zu schöpfen; beides Tätigkeiten, die zu keinem produktiven Output führen können. Auch für den gegenteiligen Fall eines Konsums ohne Produktionsaufwand (als gesellschaftliches Grundprinzip) lässt sich die Mythologie bemühen: In der christlichen Genesis wird dieser Zustand als Paradies beschrieben. Der Entzug dieser Konditionen, d.h. der nunmehrige Zwang für den Menschen, den Lebensunterhalt „im Schweiße seines Angesichts“ zu sichern, erfolgt ebenfalls als göttliche Strafe (KURNITZKY 1979).

Eine solche Identität von Arbeit und Strafe findet sich aber nicht nur in der Mythologie, sondern hatte – und hat teilweise noch heute – einen festen Platz in der Riege profaner Formen des Strafvollzugs (Arbeitslager). Früher waren die Grenzen zwischen Strafarbeit und „freier Lohnarbeit“ teilweise bemerkenswert fließend: Im 18. Jahrhundert wurde zwischen Fabrik, Gefängnis und Arbeitshaus kaum unterschieden und die Institutionen wechselten (z.B. in Abhängigkeit von der Arbeitsmarktlage) zwischen diesen Betriebsformen. Aber auch Fabriken, die im heutigen Sinne auf freier Lohnarbeit basierten, waren mitunter von Gräben umgeben oder gleich den Grundrissen von Gefängnissen gebaut. Fabrikordnungen orientierten sich oftmals recht eng an Gefängnisreglements (STAMM 1982).

Subjektbezogen existiert neben Anstrengung aber noch ein weiterer Aspekt von Arbeit, nämlich der der Persönlichkeitsentfaltung durch Arbeit. Arbeit als Möglichkeit zur Persönlichkeitsentfaltung versucht persönlichkeitsorientierte Ziele, wie z.B. Selbstverwirklichung und Autonomie, derart in Arbeits- und Organisationsstrukturen einzubringen, dass Arbeitsbedingungen und persönliche Ziele komplementär gestaltet werden können. Es wird davon ausgegangen, dass ein derartiger Einsatz menschlicher Ressourcen auch auf der Leistungsseite (Output) zu einer Verbesserung führt. Allerdings muss auch konstatiert werden, dass Vorstellungen der Persönlichkeitsentfaltung als Ziel nicht auf alle Menschen gleichermaßen („jedem das Gleiche“) zutreffen und somit individuell spezifische Anpassungen von Arbeitsbedingungen („jedem das Seine“) erforderlich sind (HACKER 2005; ULICH 2005).

1.1.3 Arbeit als Einsatz menschlicher Ressourcen

Extreme Arbeitsbedingungen, wie sie in der Frühzeit der Industrialisierung anzutreffen waren, mit überlangen täglichen Arbeitszeiten von bis zu 16 Stunden, Kinderarbeit, extremen Unfallgefahren und ohne soziale Absicherung gehören – zu-

mindest in den meisten Industrieländern – der Vergangenheit an. Andererseits besteht offensichtlich auch in jüngerer Zeit ein erheblicher „Humanisierungsbedarf“. So wurde im Jahre 1974 vom Bundesminister für Forschung und Technologie das Förderprogramm „Forschung zur Humanisierung des Arbeitslebens“ (HdA) aufgelegt. Das Ministerium förderte in dem Zeitraum von 1974 bis 1989 über 1600 Projekte mit einem Gesamtvolumen von über 1,2 Mrd. DM (PROJEKT-TRÄGER HdA 1989). Das Forschungs- und Entwicklungsprogramm „Arbeit und Technik“ (Zeitraum 1989 bis 2001) griff die Ergebnisse zur humanen Gestaltung von Arbeitsbedingungen auf, zielte aber verstärkt auf die Erforschung und Nutzung von Chancen, die sich aus einer Integration von Arbeit und Technik ergeben. Ein innovationsgetriebener Gestaltungsansatz wurde im Rahmenkonzept „Innovative Arbeitsgestaltung – Zukunft der Arbeit“ ab dem Jahr 2001 verfolgt. Das Rahmenkonzept berücksichtigte erstmalig die starken Veränderungen im Umfeld der Unternehmen sowie in den Wertschöpfungsprozessen. Das aktuelle Forschungs- und Entwicklungsprogramm „Arbeiten – Lernen – Kompetenzen entwickeln – Innovationsfähigkeit in einer modernen Arbeitswelt“ zielt darauf ab, die Innovationskraft von Unternehmen und Beschäftigten zu stärken sowie nachhaltig zu sichern, u.A. durch eine Arbeitsgestaltung, die Lernen und Kompetenzentwicklung fördert. Dienstleistungsforschung und -wirtschaft werden seit 1995 gezielt innerhalb der Initiative „Dienstleistungen für das 21. Jahrhundert“ und seit 2006 im Förderprogramm „Innovationen mit Dienstleistungen“ gefördert. In den Förderschwerpunkten wurde insbesondere der beschäftigungswirksame und innovationsförderliche Charakter von Humanisierungsforschung herausgestellt. Zudem rückt mit den letztgenannten Förderprogrammen die arbeitswissenschaftliche Forschung im Dienstleistungsbereich stärker in den Fokus (BULLINGER 1999; BULLINGER u. SCHEER 2003; LUCZAK et al. 2004; SCHENK u. SCHLICK 2009; ZINK 2009).

Das Erfordernis einer Humanisierung beschränkt sich dabei nicht etwa auf einzelne „schwarze Schafe“ in Form von Betrieben, die geltende Bestimmungen missachten (wird dies bekannt, kann dagegen ohnehin auf rechtllichem Wege vorgegangen werden) oder einzelne Branchen oder Berufe, sondern betrifft den beruflichen Alltag großer Teile der Erwerbstätigen. Wesentliche Problembereiche, denen allerdings je nach Berufsgruppe und Branche unterschiedliche Bedeutung zukommt, sind wie folgt:

- Gesundheitsschäden durch Unfälle oder berufsbedingte Krankheiten, z.B. infolge von Lärm, Schadstoffen, gefährlichen Werkzeugen etc. Hohe Unfallquoten finden sich z.B. in den Wirtschaftszweigen Metall, Holz und Bau. Häufige Berufskrankheiten sind Lärmschwerhörigkeit, Erkrankungen der Atemwege und Hautkrankheiten (BAUA 2009).
- Arbeitsumgebungen, die zwar nicht zu Schädigungen führen, aber als unangenehm oder kaum akzeptabel empfunden werden, z.B. infolge von Hitze, Kälte, Geruchsbelästigung oder belästigenden Schallereignissen. Entsprechende Arbeitsplätze finden sich beispielsweise an Hochöfen, in Kühlläu-

sern, aber auch bei der Arbeit im Freien zu ungünstigen Jahreszeiten oder in extremen Klimazonen.

- Tätigkeiten, die schwere körperliche Arbeit (z.B. Be- und Entladetätigkeiten), ständige Konzentration (z.B. Tätigkeiten in Leitwarten, visuelle Prüfung in der Qualitätskontrolle) oder unbequeme Körperhaltungen (z.B. Montage oder Schweißen über Kopf) erfordern.
- Monotone (insbesondere kurzzyklische, repetitive) Tätigkeiten, z.B. manuelles Einlegen und Entnahme von Teilen in Stanzen, Pressen usw., u.U. nach vorgegebenem Arbeitstakt (z.B. in Form des sogenannten getakteten Fließbands) und Tätigkeiten, die keine Entscheidungsspielräume und Partizipationsmöglichkeiten hinsichtlich Planung und Gestaltung der eigenen Arbeit bieten. Im Zusammenhang mit dem Einsatz von Informationstechnologie dringen solche, aus kurzen Zyklen aufgebaute Tätigkeiten zunehmend in den Bereich von Dienstleistungen vor.
- Soziale Isolation oder erschwerte Kommunikation während der Arbeit durch Absonderung von Arbeitsplätzen, die besondere Umgebungsbedingungen erfordern (z.B. Werkstoffprüfung unter UV-Licht) oder aus sonstigen Gründen aus dem betrieblichen Zusammenhang ausgegliedert sind. In diesem Zusammenhang sind auch Heimarbeit oder außerbetriebliche Arbeitsstätten mit Computerarbeitsplätzen, sog. „Telearbeit“, zu nennen.
- Organisatorische Bedingungen, die die sozialen Beziehungen außerhalb der Arbeit und die Freizeitgestaltung beeinträchtigen, insbesondere durch ungünstige Arbeitszeiten (Nacht, Wochenende, Schichtarbeit). Neben Bereichen, in denen sich ungünstige Arbeitszeiten aus der Natur der Arbeit herleiten (z.B. Krankenpflege, Feuerwehr, Verkehrswesen, Gastronomie), finden sich auch solche, in denen organisatorische Rahmenbedingungen ungünstige Arbeitszeiten erzwingen (z.B. Kooperation mit weltweit verteilten Partnern in verschiedenen Zeitzonen) oder in denen Schicht- und Wochenendarbeit aus ökonomischen Gründen erfolgt (bessere Auslastung kapitalintensiver Betriebsmittel). Betraf der ökonomische Aspekt früher hauptsächlich die Produktion, so betrifft er heute in zunehmendem Maße auch Forschungs- und Entwicklungsbereiche (z.B. Ingenieure, die an teuren Versuchsträgern arbeiten).

Das Spektrum der Gestaltungsmaßnahmen, um den genannten Problemen abzuweichen, ist vielfältig. Es reicht von der Vermeidung bzw. Substitution gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe über Gefahrenaufklärung und Verhaltensmaßregeln, sicherheitstechnischen Maßnahmen konstruktiver Art und gezieltem Einsatz von Automatisierung, Gestaltung von Arbeitsablauf und Aspekten der Arbeitsteilung bis zu Maßnahmen der Partizipation und Dezentralisierung von Kompetenzen und Zuständigkeiten. Darüber hinaus ist aufgrund des tiefgreifenden Strukturwandels in den letzten Jahren eine wesentliche Weiterentwicklung der arbeitswissenschaftlichen Leitbilder zu verzeichnen (siehe GfA 2000). So wird nicht mehr allein auf das Vermeiden ungünstiger Gestaltungszustände abgezielt, sondern versucht eine neue Qualität der Arbeit zu fördern, die beispielsweise durch eine intensive

Gesundheitsförderung oder eine alters- bzw. altersndifferenzierte Gestaltung von Arbeitssystemen gekennzeichnet ist (FRIELING 2006).

1.1.4 Arbeit als Herstellung von Produkten und Dienstleistungen

Wenngleich Arbeit unter geeigneten technischen und organisatorischen Bedingungen nicht nur erträglich und schädigungslos (zur Erläuterung dieser Begriffe siehe Kap. 1.5.2.2) ist, sondern durchaus einen Lebensbereich darstellen kann, in dem der Arbeitende Selbstbestätigung, Anerkennung und Möglichkeiten sozialer Interaktion findet, mithin Arbeit einen positiven Beitrag zur Lebensgestaltung leisten kann, ist dies in der Regel nicht das primäre Ziel von Arbeit. Vielmehr geht es in einer arbeitsteiligen Gesellschaft darum, Güter und Dienstleistungen für den Konsum Anderer herzustellen. Dabei findet üblicherweise das Wirtschaftlichkeitsprinzip im Sinne einer Optimierung des Verhältnisses von Aufwand und Ertrag Anwendung. Maßnahmen, die dazu einen Beitrag leisten, werden gemeinhin als Rationalisierung bezeichnet.

Begrifflich ist zunächst zu unterscheiden zwischen „Rationalisierung der Arbeit“ einerseits, d.h. Steigerung der Arbeitsproduktivität durch technische oder organisatorische Maßnahmen. Hier wird die menschliche Arbeit wirksamer gemacht, d.h. bei gleicher Verausgabung körperlicher und geistiger Kräfte des Menschen wird ein höherer Output erzielt. Andererseits ist eine Steigerung der Arbeitsproduktivität durch eine „Intensivierung der Arbeit“ möglich, also eine Steigerung des Outputs durch eine stärkere Verausgabung menschlicher „Ressourcen“. In der Praxis sind beide Aspekte der Leistungssteigerung eng miteinander verknüpft, etwa wenn technische Prozesszeiten verkürzt werden und dadurch die Frequenz von Beschickungstätigkeiten erhöht wird, oder im Bereich geistiger Arbeit, Routinetätigkeiten durch Computereinsatz automatisiert werden, und es dadurch zu einer Verdichtung von Entscheidungen durch den Menschen kommt. Auch Maßnahmen wie Ausbildung oder Training, die auf eine Steigerung des menschlichen Leistungsvermögens abzielen, sind in diesem Sinne als Rationalisierung zu betrachten.

Da die genannten Möglichkeiten zur Leistungssteigerung, die direkt am Menschen ansetzen, in ihrer Wirkung begrenzt sind (evolutionsbedingte Grenzen), finden zumeist technische Hilfsmittel wie Werkzeuge oder Maschinen Anwendung. Betrachtet man im Sinne GEHLEN (1957) den Menschen als ein mit „Organmängeln“ behaftetes Lebewesen, so dienen technische Hilfsmittel als Organersatz, Organverstärkung und Organentlastung. Technische Sachmittel ersetzen somit z.B. beim Menschen nicht vorhandene Rezeptoren für ionisierende Strahlung, verstärken diese im Sinne einer Bereichserweiterung, etwa durch ein Mikroskop, oder entlasten vorhandene Organe, z.B. durch den Einsatz technischer Energieformen zur Fortbewegung.

Zentraler Gestaltungsparameter des Technikeinsatzes ist der „Automatisierungsgrad“, also der Umfang, in dem ein Arbeitsprozess mechanisiert und durch Automatisierungstechnik umgestaltet werden kann, um die evolutionsbedingten

Grenzen menschlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten zu sprengen. Sowohl unter ökonomischen als auch unter menschbezogenen Gesichtspunkten kann ein jeweils „optimaler Automatisierungsgrad“ postuliert werden. Während unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten die Einsparungen an Kosten für Arbeit den Kosten für die Automatisierung gegenüberzustellen sind, ist unter humanbezogenen Aspekten im Wesentlichen sicherzustellen, dass die beim Menschen verbleibenden Teilfunktionen nach Art und Umfang weder eine Über- noch eine Unterforderung bedeuten. Als ein besonderes Problem sind in diesem Zusammenhang „Automatisierungslücken“ anzusehen, also ein Verbleiben von Teilfunktionen beim Menschen, die beim jeweils eingesetzten Stand der Technik weder funktionell noch ökonomisch befriedigend von technischen Sachmitteln erfüllt werden können (z.B. manuelle Beschickung von CNC-Werkzeugmaschinen). Damit ist immer die Gefahr verbunden, dass der Mensch zum „Anhängsel der Maschine“ wird, da sich seine Aufgaben in einem solchen Fall nicht über seine Fähigkeiten oder Eigenschaften des herzustellenden Produkts definieren, sondern über Defizite der Technik.

1.2 Gegenstand von Arbeitswissenschaft

1.2.1 Definitionen

Mit den Begriffen „Humanisierung“ und „Rationalisierung“ sind zwei wesentliche Zielsetzungen der Arbeitswissenschaft angesprochen: Arbeit sowohl menschengerecht als auch effektiv und effizient zu gestalten.

Eine an Humanisierungszielen ausgerichtete Rationalisierung (sog. humanorientierte Rationalisierung) geht dabei von dem Verständnis aus, dass humane Arbeitsbedingungen auch zugleich zu Effektivität (Ergebniserreichung) und Effizienz (geringer Ressourceneinsatz) führen. Die Berücksichtigung der „Ressource Mensch“ hat daher eine hohe Bedeutung erlangt. Eine einseitige Verfolgung des einen oder anderen Zieles führt zu deutlich suboptimalen Gestaltungszuständen.

Einer „Kerndefinition“ der Arbeitswissenschaft zufolge (LUCZAK u. VOLPERT 1987), beschäftigt sie sich mit der – jeweils systematischen – Analyse, Ordnung und Gestaltung der technischen, organisatorischen und sozialen Bedingungen von Arbeitsprozessen mit dem Ziel, dass die arbeitenden Menschen in produktiven und effizienten Arbeitsprozessen

- schädigungslose, ausführbare, erträgliche und beeinträchtigungsfreie Arbeitsbedingungen vorfinden,
- Standards sozialer Angemessenheit nach Arbeitsinhalt, Arbeitsaufgabe, Arbeitsumgebung sowie Entlohnung und Kooperation erfüllt sehen,
- Handlungsspielräume entfalten, Fähigkeiten erwerben und in Kooperation mit anderen ihre Persönlichkeit erhalten und entwickeln können.

Gegenstand der Arbeitswissenschaft ist es also, bestehende Arbeitsbedingungen zu analysieren, das dabei gewonnene Wissen systematisch aufzubereiten und daraus Gestaltungsregeln abzuleiten. Da gleichzeitig eine Reihe von Zielvorstel-

lungen benannt ist, ist damit ein Rahmen für eine Bewertung von realen und konzipierten Arbeitsbedingungen gegeben. Die Arbeitswissenschaft ist dabei eine relativ junge „Disziplin“ (PREUSCHEN 1973). Abgesehen von philosophischen und theologischen Ansätzen (siehe HACKSTEIN 1977a; ROHMERT u. LUCZAK 1975) gab es bis zum Zeitalter der industriellen Revolution keine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der Beziehung Mensch-Arbeit. Erst die technischen, wirtschaftlichen und sozialen Umwälzungen dieser Epoche erzeugten einen gesellschaftlichen Bedarf nach einer wissenschaftlichen Analyse und Gestaltung menschlicher Arbeit:

- FÜRSTENBERG (1981) zufolge wurde von den Wissenschaften die Beschäftigung mit der menschlichen Arbeit zuvor als nicht lohnend erachtet, da ausreichend viele, politisch unmündige Arbeitskräfte zur Verfügung standen.
- Die Distanz der klassischen Geistes- und Naturwissenschaften zu der Welt des Alltäglichen ließ die menschliche Arbeit, die in der bestehenden Ausprägung ausgeführt werden musste und deren Ausprägung als unveränderbar galt, als Objekt für wissenschaftliche Betrachtungen uninteressant erscheinen (PREUSCHEN 1973).
- Die industrielle Revolution brachte einschneidende Veränderungen der menschlichen Arbeit mit sich (z.B. Arbeitsteilung, hoher Leistungsdruck, schlechte, unangepasste Ernährung). Erst die auftretenden Probleme gaben einen Anstoß zu wissenschaftlicher Durchdringung des Objekts „menschliche Arbeit“ (PREUSCHEN 1973).
- Das existierende Handlungswissen, gewonnen aus der betrieblichen Erfahrung, konnte nicht mehr ausreichend ausgeweitet werden, um angestrebte Ziele zu erreichen, und eine wissenschaftliche Betrachtungsweise zur Beurteilung von Gestaltungsmaßnahmen in Bezug auf ihre Auswirkungen musste entwickelt werden (LUCZAK u. ROHMERT 1984).

Die Begriffe „Ergonomie“ und „Arbeitswissenschaft“ tauchen – soweit bekannt – erstmals bei JASTRZEBOWSKI im Jahre 1857 in der Literatur auf (Abb. 1.1). Die dort gegebene Definition orientiert sich bereits an der Zielvorstellung einer Arbeitswissenschaft, die einerseits auf die Humanisierung und andererseits auf die Rationalisierung menschlicher Arbeit abhebt, und ist somit immer noch aktuell.

Allein für die deutschsprachige Literatur von 1923 bis 1975 kann HACKSTEIN (1977a) 49 Stellen belegen, an denen Aussagen zur Begriffsbestimmung, zu den Zielen und Aufgaben, zur Einordnung und Abgrenzung der Arbeitswissenschaft getroffen werden. In den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts fand eine breite Diskussion zwischen verschiedenen fachlichen Ausrichtungen innerhalb der Arbeitswissenschaft (sozialwissenschaftlich, ingenieurwissenschaftlich etc.) sowie unterschiedlichen Rezipientenkreisen arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse (z.B. Institutionen von Arbeitgebern und Arbeitnehmern) bezüglich der fachlichen Abgrenzung sowie des gesellschaftlichen Interessenbezugs der Arbeitswissenschaft (TOLKSDORF 1984; ABHOLZ et al. 1981; SPITZLEY 1985; ZFA 1982) statt.

Die in der Folge dieser Auseinandersetzung erarbeitete Kerndefinition der Arbeitswissenschaft (s.o.) in Verbindung mit einem Gegenstandskatalog (LUCZAK u. VOLPERT 1987) erwies sich in der deutschsprachigen Fachwelt als konsensfähig, da es ihr gelingt, verschiedene disziplinen- und interessenspezifische Sichtweisen zu integrieren.

Eine direkte Übertragung des deutschsprachigen Verständnisses von Arbeitswissenschaft in den internationalen Kontext ist nur bedingt möglich. Im internationalen Zusammenhang sind die Bezeichnungen „Ergonomics“ oder „Human Factors“ geläufig. So definiert die International Ergonomics Association (IEA), der internationale Dachverband der Fachgesellschaften für Arbeitswissenschaft und Ergonomie die Fachdisziplin „Ergonomics“ wie folgt: *„Ergonomics (or human factors) is the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theory, principles, data and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance... Derived from the Greek ergon (work) and nomos (laws) to denote the science of work, ergonomics is a systems-oriented discipline which now extends across all aspects of human activity.“* (IEA 2009)



Die Bedeutung des Einsatzes unserer Lebenskräfte (...) wird für uns zum antreibenden Moment, uns mit einem wissenschaftlichen Ansatz zum Problem der Arbeit zu beschäftigen (...) und sogar zu ihrer (der Arbeit) Erklärung eine gesonderte Lehre zu betreiben (...) damit wir aus diesem Leben die besten Früchte, bei der geringsten Anstrengung mit der höchsten Befriedigung für das eigene und das allgemeine Wohl ernten und dabei Anderen und dem eigenen Gewissen gegenüber gerecht verfahren. (aus dem Polnischen nach Wojciech Jastrzębowski, 1857)

Abb. 1.1: Erste bekannte Definition von Ergonomie und Arbeitswissenschaft nach JASTRZEBOWSKI (1857) – Abdruck aus einer polnischen Wochenzeitschrift