

---

# 1 Einführung in die Ergonomie

Im ersten Kapitel wird eine Einführung in die Ergonomie gegeben. Grundlegende Prinzipien und Konzepte werden angesprochen, und es erfolgt die Vorstellung der Kriterien zur Bewertung von menschlicher Arbeit. Die Bedeutung der Ergonomie für innovative Produkte wird aufgezeigt, und es wird erläutert, wie arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse in die Rechtssystematik eingeordnet sind.

## A 1 Bedeutung und Lernziele

Ergonomie ist die wissenschaftliche Disziplin, die sich mit dem Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Mensch und Technik befasst. Wirtschaftlichkeit und Humanität sind zwei Zielsetzungen, die gleichrangig bei der Gestaltung von Arbeitssystemen und Produkten verfolgt werden. Hierzu ist Wissen um menschliche Leistungsvoraussetzungen und ökonomische Zusammenhänge notwendig. Die Erkenntnisse der Ergonomie werden durch Empfehlungen und Methoden bei der Gestaltung von Produkten (Waren und Dienstleistungen) und Prozessen umgesetzt.



In diesem Kapitel soll der Leser ein Verständnis bekommen:

- wie Ergonomie bzw. Arbeitswissenschaft definiert ist,
- welche historische Entwicklungen vorhanden sind,
- welche Prinzipien und Konzepte die Ergonomie bestimmen,
- wie der Systembegriff zur Modellbildung genutzt wird,
- welche Teilgebiete die Ergonomie umfasst,
- mit welchen Kriterienhierarchien Arbeit bewertet werden kann,
- welche Vorgehensweisen bei der konzeptiven und korrektiven Gestaltungsarbeit empfohlen werden und
- wie die Erkenntnisse der Ergonomie in die Rechtssystematik eingeordnet werden.

## B 1 Grundlagen

Ergonomie ist ein Kunstwort, das sich aus dem griechischen

ergon (εργον) = Arbeit und

nomos (νομος) = Gesetz; Gesetzmäßigkeit

zusammensetzt.

Ergonomie kann damit als die Lehre von der menschlichen Arbeit bezeichnet werden. Menschliche Arbeit benötigt eine gegenüber der Physik erweiterte Definition. In der Physik ist Arbeit das Produkt aus Kraft und Weg ( $W = F * s$ ). Wird über einen Zeitraum hinweg Arbeit verrichtet, spricht man von Leistung ( $P = W/t$ ). Ist die Richtung der Kraft senkrecht zum Weg, dann wird keine physikalische Arbeit verrichtet. Der physikalische Begriff entspricht also nicht dem allgemeinen Verständnis, nach dem beispielsweise für am Schreibtisch verrichtete Arbeit ein Entgelt bezahlt wird.

Für die Ergonomie sind folgende Definitionen von Arbeit geeignet:



### **Arbeit**

„Arbeit ist jedes ziel- und zweckgerichtete Handeln zur Erzeugung von Gütern und Denkleistung“ (Hilf, 1976).

Oder etwas ausführlicher:

„Arbeit ist eine Aktivität oder Tätigkeit, die im Rahmen bestimmter Aufgaben entfaltet wird und zu einem materiellen und/oder immateriellen Arbeitsergebnis führt, das in einem Normensystem bewertet werden kann; sie erfolgt durch den Einsatz der körperlichen, geistigen und seelischen Kräfte des Menschen und dient der Befriedigung seiner Bedürfnisse“ (Hoyos, 1974).

Arbeit ist zielgerichtet, da die Aktivität die Erstellung von Gütern (z. B. Maschinen) oder Dienstleistungen (z. B. Reparaturen) zum Ziel hat. Weiterhin kann in geistige und körperliche Aktivität differenziert werden, da auch z. B. das Erstellen einer Konstruktionszeichnung ein Arbeitsergebnis ist. Damit wird zunächst nicht zwischen Erwerbsarbeit zur Existenzsicherung und privatwirtschaftlicher Arbeit wie z. B. Hausarbeit, private Pflege oder Hobby differenziert, wobei bei einer zunehmenden Entgrenzung der Arbeit diese Grenze unscharf wird.

### **Wirkungen und Bedeutung von Arbeit**

Positive Wirkungen von Arbeit wurden in der Antike nicht gesehen. Arbeit war etwas für Sklaven und nicht für freie Bürger. Im Germanischen bedeutete „arbejo“ so viel wie „bin ein verweistes (und darum zur Arbeit verdingtes) Kind“. Auch im mittelhochdeutschen bedeutete das Wort „arebeit“ so viel wie Not und Mühsal. Eine Differenzierung so wie im französischen in „oeuvre“ (Werk, Arbeitsergebnis) und „travail“ (Arbeit) kennt die deutsche Sprache nicht. Der lateinische Begriff „labor“ bedeutet Arbeit, die mit Mühe und Anstrengung verbunden ist. Arbeit „im Schweiß des Angesichts“ wird im alten Testament als notwendig gesehen, um das Leben zu fristen, unterbrochen vom wöchentlichen Ruhetag (Sabbat). Im klösterlichen Leben der Mönche ist der Grundsatz „ora et labora“ (bete und arbeite) entstanden, der auf die Zusammengehörigkeit von Körper und Geist hinweist.

Die Bedeutung von Arbeit für den Menschen hat in der Philosophie einen hohen Stellenwert. Karl Marx hat den Begriff der „entfremdeten Arbeit“ des Menschen geprägt, wenn der Mensch gezwungen ist, seine Arbeitskraft zu verkaufen. Hier zeigt sich auch der Wandel von der selbstständigen, handwerklich geprägten Arbeit hin zur Industriearbeit.

Nicht zu verschweigen ist an dieser Stelle auch die Parole „Arbeit macht frei“ in den Konzentrationslagern während der Zeit des Nationalsozialismus. Es handelte sich um eine zynische Umschreibung für den angeblichen Erziehungszweck der Lager, wobei es um die Vernichtung von Menschen durch menschenverachtende Bedingungen ging.

Das „Recht auf Arbeit“ wird in Artikel 23 der Deklaration der Menschenrechte der Vereinten Nationen als elementares Menschenrecht benannt. Die Bundesrepublik Deutschland hat die Menschenrechtsdeklaration unterzeichnet. Im Grundgesetz ist jedoch kein Bürgerrecht auf Arbeit enthalten, da das Grundgesetz nur Rechte enthält, die vor ordentlichen Gerichten einklagbar sind.

Arbeit wird neben Boden und Kapital in der Volkswirtschaftslehre als Produktionsfaktor bezeichnet. In der Betriebswirtschaftslehre werden menschliche Arbeit, Betriebsmittel und Werkstoffe als Elementarfaktoren der Produktion gesehen. Durch den derzeitigen Wandel von der Industriegesellschaft hin zur Dienstleistungs- bzw. Informationsgesellschaft verlieren Betriebsmittel und Werkstoffe an Bedeutung, wohingegen die der menschlichen Arbeit innewohnenden Kreativitätspotentiale an Bedeutung gewinnen.

Erwerbsarbeit hat aus der Sicht der jeweiligen Akteure unterschiedliche Ansprüche und Facetten, die in Abbildung 1.1 im Überblick aufgeführt werden.

<b>Arbeit aus Sicht der:</b>		
<b>Arbeitgeber</b>	<b>Arbeitnehmer</b>	<b>Gewerkschaften</b>
Mittel zur Erreichung der Unternehmensziele	Sicherung der Lebensgrundlage – Geld –	nicht nur Mittel zum Zweck
Leistung und Wert	Identitätsbildung; Selbstbestätigung durch Arbeit	angepasste Entlohnung
Kosten	Last und Pflicht	gesundes Verhältnis zwischen Lohn und Arbeitszeit
Organisationsbedarf	Persönlichkeitsentfaltung (Fähigkeiten)	wichtiger Bestandteil der sozialen Struktur
	Mobilität, Flexibilität	

**Abbildung 1.1:** Unterschiedliche Sichtweisen menschlicher Arbeit

### Ziele der Ergonomie

Der Aspekt, dass Arbeit sowohl positive als auch negative, d. h. gesundmachende und krankmachende, Wirkungen hat, wird in den einzelnen Kapiteln des Buches behandelt. Es geht darum, durch die Anwendung der Regeln der Ergonomie positive Wirkungen zu verstärken und negative zurückzudrängen.

Primär steht in diesem Buch die Gestaltung der Erwerbsarbeit im Vordergrund, wenngleich die Erkenntnisse genauso auf die privatwirtschaftliche Arbeit angewandt werden können. So ist z. B. ein nach ergonomischen Kriterien gut gestaltetes Werkzeug sowohl im Arbeits- als auch im Privatleben von Vorteil.

Der Begriff der Ergonomie ist heutzutage aus der Beschreibung von Produkten (z. B. in der Werbung) nicht mehr wegzudenken und hat in den letzten Jahrzehnten enorm an Bedeutung gewonnen. Die Gestaltung von Produkten nach den Regeln der Ergonomie, egal ob es sich um Soft- oder Hardware handelt, ist ein wichtiges Differenzierungs- und Qualitätsmerkmal geworden. Hat in der Vergangenheit oft jeder sich selbst die auf ihn passenden Werkzeuge hergestellt, so ist es inzwischen notwendig, dass das zur guten Gestaltung notwendige Wissen verallgemeinert und systematisiert vorliegt.

Die Anpassung der Technik an den Menschen kann, kurz gefasst, als Ziel der Ergonomie gesehen werden. In allen Kapiteln wird deshalb die Wirkung der jeweiligen Belastungsfaktoren auf den Menschen betrachtet, und es werden die für die menschengerechte Gestaltung von Arbeit notwendigen Grundlagen zu den physischen und psychischen Leistungsvoraussetzungen des Menschen behandelt.

Im englischsprachigen Raum wird unter dem Begriff „ergonomics“ (oder auch „human factors“) das Wissenschaftsgebiet der Arbeitswissenschaft bezeichnet. Arbeitswissenschaft ist eine interdisziplinäre Wissenschaft und umfasst unterschiedliche Teilgebiete (siehe Abschnitt B 1.4).

Folgende Kerndefinition hat sich nach einem Diskursprozess im Jahr 1987 im deutschsprachigen Raum verbreitet (Luczak, Volpert, Raeithel & Schwier, 1989):

„Arbeitswissenschaft ist die Systematik der Analyse, Ordnung und Gestaltung der technischen, organisatorischen und sozialen Bedingungen von Arbeitsprozessen mit dem Ziel, dass die arbeitenden Menschen in produktiven und effizienten Arbeitsprozessen:

- schädigungslose, ausführbare, 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 Persönlichkeiten erhalten und entwickeln können.“

Ergonomie als wesentliche Teildisziplin der Arbeitswissenschaft hat im Schwerpunkt die technischen und organisatorischen Bedingungen der Arbeit zum Gegenstand. Anhand des Gegenstandsbereichs wird in Produktergonomie (micro ergonomics) und in Produktionsergonomie (macro ergonomics) differenziert. Die Ergonomie liefert somit Beiträge zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen der Beschäftigten bei der Herstellung von Waren und der Erbringung von Dienstleistungen (Produktionsergonomie, macro ergonomics) und zur Gestaltung von Arbeitsmitteln, wie z. B. Geräte, Fahrzeuge, Maschinen und Werkzeuge (Produktergonomie, micro ergonomics).

Mit der DIN EN ISO 26800 (2011) „Ergonomie – Genereller Ansatz, Prinzipien und Konzepte“ wurde eine Übersichtsnorm erarbeitet. Hier wird Ergonomie mit Arbeitswissenschaft gleichgesetzt und folgendermaßen definiert:



### **Ergonomie/Arbeitswissenschaft**

Ergonomie/Arbeitswissenschaft ist die wissenschaftliche Disziplin, die sich mit dem Verständnis der Wechselwirkungen zwischen menschlichen und anderen Elementen eines Systems befasst, und der Berufszweig, der Theorie, Grundsätze, Daten und Verfahren auf die Gestaltung von Arbeitssystemen anwendet mit dem Ziel, das Wohlbefinden des Menschen und die Leistung des Gesamtsystems zu optimieren (DIN EN ISO 26800, 2011).

Diese Definition stimmt mit der von der International Ergonomics Association [IEA] (2021) erarbeiteten Definition überein.

Ergänzend wird ausgeführt: „Dies beinhaltet insbesondere die Ziele der Erleichterung der Ausführung der Aufgabe, des Schutzes und der Förderung der Sicherheit, Gesundheit und des Wohlbefindens des Arbeitenden oder des Benutzers/Operators von Produkten/Ausrüstungen durch die Optimierung der Aufgaben, der Arbeitsmittel, der Dienstleistungen, der Umgebung oder – allgemeiner – sämtlicher Elemente eines Systems und deren wechselseitiger Beziehungen. Das Erreichen dieser Ziele trägt potentiell zur Nachhaltigkeit und gesellschaftlicher Verantwortung bei.“

### **Nachhaltigkeit**

Als Beitrag der Ergonomie zur Nachhaltigkeit wird folgendes gesehen (DIN EN ISO 26800, 2011): Eine nachhaltige Gestaltung erfüllt die Bedürfnisse der aktuellen Generation ohne die Bedürfnisse der folgenden Generation zu gefährden. Durch ein Gleichgewicht zwischen wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und umgebungsbedingten Gestaltungszielen kann dieses erreicht werden.

- **Wirtschaftlich:**  
Die Anpassung des Gestaltungsobjekts an die Bedürfnisse und Fähigkeiten der Menschen erhöht die Verwendungsfähigkeit und die Qualität, optimiert die Effizienz, stellt preisgünstige Lösungen bereit und verringert die Wahrscheinlichkeit der Ablehnung des Systems, des Produkts oder der Dienstleistung durch den Benutzer.
- **Gesellschaftlich:**  
Die Anwendung der Ergonomie führt zu Aufgaben, Tätigkeiten, Produkten, Werkzeugen, Arbeitsmitteln, Systemen, Organisationen, Dienstleistungen, Einrichtungen und Umgebungen, die für die Gesundheit und das Wohlbefinden von Menschen, einschließlich der Bedürfnisse älterer Menschen und solcher mit Behinderungen, vorteilhafter sind. Die sich daraus ergebende Verbesserung der Effektivität und Effizienz sowie der Zufriedenheit hat auch Auswirkungen auf akzeptable Beschäftigungsverhältnisse.

- Umweltbezogen:

Die Anwendung der Ergonomie bei der Gestaltung verringert das Risiko, dass Menschen Aufgaben, berufliche Tätigkeiten, Produkte, Werkzeuge, Arbeitsmittel, Systeme, Organisationen, Dienstleistungen und Einrichtungen ablehnen oder die Gestaltung zu Fehlern führt, die eine Schädigung der natürlichen Umgebung oder die Verschwendung natürlicher Ressourcen verursachen. Dadurch wird dazu beigetragen, die gesamten Umweltauswirkungen eines jeden Gestaltungsobjekts zu minimieren. Der Prozess unterstützt außerdem jene, die an einer langfristigen/lebenszyklusorientierten Gestaltung interessiert sind.

### Gebrauchstauglichkeit

Gebrauchstauglichkeit (englisch Usability) entsteht, wenn Produkte nach ergonomischen Gestaltungsgrundsätzen entwickelt wurden. In der DIN EN ISO 9241-11 (2018) ist Usability definiert als:

„Das Ausmaß, in dem ein Produkt oder eine Dienstleistung durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.“

Die Effektivität, die Effizienz und die Zufriedenstellung sind damit die Maße der Gebrauchstauglichkeit bzw. deren Zielkriterien. Diese können in einer Zielpyramide dargestellt werden (vgl. Abbildung 1.2). Die Kriterien bauen aufeinander auf, d. h. die unteren Zielstellungen bilden die Basis für die oberen Ziele.

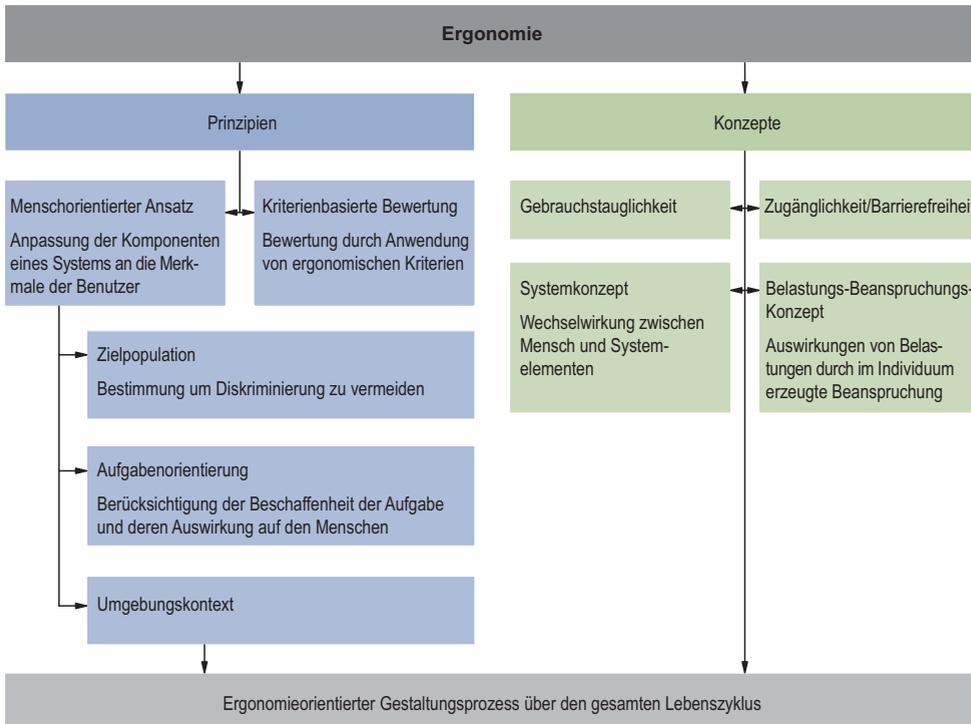


**Abbildung 1.2:** Pyramide der Gebrauchstauglichkeit

Die Effektivität eines Produktes ist das Verhältnis der Ziele eines Benutzers zur Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der er diese Ziele erreichen kann. Das bedeutet, ein Produkt ist dann effektiv, wenn es prinzipiell geeignet ist, das Ziel, für dessen Erreichen es genutzt wird, zu erfüllen. Die Effizienz ist das Verhältnis der erreichten Effektivität zum eingesetzten Aufwand. Wenn das gewünschte Ergebnis also mit einem möglichst geringen Aufwand erreicht werden kann, ist das Produkt effizient. Die Zufriedenstellung ist ein subjektives Maß über die Freiheit von Beeinträchtigungen und der positiven Einstellung gegenüber der Nutzung des Produktes.

## B 1.1 Prinzipien und Konzepte der Ergonomie

Abbildung 1.3 zeigt die in der DIN EN ISO 26800 (2011) als Gegenstand der Ergonomie aufgenommenen Konzepte und Prinzipien.



**Abbildung 1.3:** Prinzipien und Konzepte der Ergonomie (Stowasser, 2012)

Im Mittelpunkt der ergonomischen Gestaltung steht der Mensch mit seinen individuellen Leistungsvoraussetzungen (siehe Abschnitt B 4.1), wie z. B. Körpergröße, Körperkraft, Fertigkeiten aber auch Sehvermögen, Lese- und Schreibvermögen, Fachwissen. Im Rahmen der Gestaltungsarbeit muss deshalb die Zielpopulation in den Blick genommen werden. Weiterhin müssen die Beschaffenheit der Aufgabe und deren Auswirkung auf den Menschen berücksichtigt werden. Die aufgabenorientierte Gestaltung der Arbeit (siehe Abschnitt B 4.5) stellt sicher, dass die Arbeitsaufgaben dem Menschen angemessen sind. Die Berücksichtigung des Umgebungskontextes, d. h. die physischen, organisationsbezogenen, sozialen und rechtlichen Umgebungen, müssen identifiziert und beschrieben sein. Die jeweiligen Anforderungen müssen berücksichtigt werden.

Grundsätzlich denkbar ist es, dass durch gezielte Personalauswahl oder durch Qualifizierungs- bzw. Trainingsmaßnahmen der arbeitende Mensch an die vorhandenen Bedingungen angepasst wird. Aus der Sicht der Ergonomie wird diese Strategie abgelehnt, wenngleich

es notwendig sein kann, dass z. B. bei der Gestaltung von abwechslungsreichen Arbeitsaufgaben neue Fertigkeiten erlernt werden müssen oder dass auch gesundheitsgerechte Arbeitsweisen, wie z. B. das rückschonende Heben und Tragen, eingeübt werden müssen.

Für akzeptierte Gestaltungslösungen ist es unabdingbar, dass die von der Gestaltung Betroffenen (Benutzer, Operatoren, Beschäftigte, Arbeitende) in den Gestaltungsprozess eingebunden werden.

Neben dem menschorientierten Ansatz muss eine iterative Bewertung der Gestaltungslösungen erfolgen. Für Arbeitssysteme und ihre Elemente können die Kriterien der menschengerechten Gestaltung von Arbeit (siehe Abschnitt B 1.7) verwendet werden. Auch die bereits beschriebene Kriterienhierarchie der Gebrauchstauglichkeit ist insbesondere bei der Bewertung von Produkten geeignet.

Wesentliche Konzepte der Ergonomie sind das Systemkonzept und das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept. Durch die Modellbildung wie z. B. das Arbeitssystemmodell (siehe Abschnitt B 1.2) oder Mensch-Maschine-Modelle wird versucht, komplexe Sachverhalte zu gliedern und darin enthaltene Wechselwirkungen deutlich zu machen. Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept (siehe Abschnitt B 4.1) ist ein grundlegendes Konzept, das kurz- und langfristige Auswirkungen von Arbeit auf den Menschen beschreibt und erklärt.

Neben der bereits beschriebenen Gebrauchstauglichkeit (DIN EN ISO 9241-11, 2018) ist die Zugänglichkeit bzw. Barrierefreiheit ein weiteres Konzept. In der DIN EN ISO 26800 (2011) wird bezüglich der Zugänglichkeit folgendes ausgeführt:

„Zugänglichkeit beschreibt das Ausmaß, in dem Produkte, Systeme, Dienstleistungen, Umgebungen und Einrichtungen durch Menschen aus einer in Bezug auf ihre Eigenschaften und Fähigkeiten möglichst weit gefassten Population genutzt werden können, um ein festgelegtes Ziel in einem festgelegten Nutzungskontext zu erreichen.

Das Ausmaß der Zugänglichkeit hängt sowohl von der Anzahl der Personen, die ein Produkt, ein System, eine Dienstleistung, eine Umgebung oder eine Einrichtung nutzen können, als auch von der Qualität der Nutzung ab. Bei der ergonomischen Gestaltung kann dieses Ziel sowohl durch die Erweiterung der vorgesehenen Zielpopulation als auch durch die Steigerung der Zugänglichkeit für Angehörige innerhalb der Zielpopulation erreicht werden. Deshalb müssen in Abhängigkeit von den Zielen der Gestaltung die zu berücksichtigenden Merkmale der jeweiligen Zielpopulation so unterschiedlich wie möglich sein. Beispielsweise erfordert die Berücksichtigung einer größeren Altersspanne, um dem wachsenden Anteil älterer Menschen an der Bevölkerung zu entsprechen, vom Gestalter die Beachtung der sich altersabhängig verändernden Eigenschaften beziehungsweise Merkmale. Dies kann auch die Ermittlung von bestimmten Untergruppen einschließen, die berücksichtigt werden sollten, wie beispielsweise Hörgeschädigte, Personen mit kognitiven Beeinträchtigungen, Personen, die bereits unterstützende Technologien nutzen oder solche, die individuelle Lösungen oder alternative Zugangsmöglichkeiten benötigen.“

Eine ausführlichere Darstellung des Konzepts der Zugänglichkeit ist in der ISO/TR 22411 (2008) „Ergonomische Daten und Leitlinien für die Anwendung des ISO/IEC Guide 71 in Produkt- und Dienstleistungsnormen zur Berücksichtigung der Belange älterer und behinderter Menschen“ enthalten.

In der DIN EN ISO 26800 (2011) ist für das Konzept der Zugänglichkeit folgendes Anschauungsbeispiel enthalten: Die Zielpopulation für visuelle Anzeigen im Cockpit von Flugzeugen ist gesetzlich auf Individuen mit hoher Sehschärfe begrenzt. Die Zielpopulation für einen öffentlichen Informationsstand zeichnet sich hingegen durch einen größeren Bereich von Fähigkeiten und Einschränkungen aus, einschließlich (Farben-)Blindheit und Sehbehinderung, und die Personen der Zielpopulation (= Nutzergruppe) haben einen Rechtsanspruch auf Zugang zu einem solchen Informationsstand. Die Berücksichtigung dieser Faktoren erweitert die Population, für die der Informationsstand zugänglich ist.

## B 1.2 Systemmodelle

Ergonomie beinhaltet, wie im vorangegangenen Abschnitt aufgeführt, das Systemkonzept. Als System (griechisch *σύστημα* für „das Gebilde, Zusammengestellte, Verbundene“) wird allgemein eine Gesamtheit von aufeinander bezogenen bzw. miteinander verbundenen Elementen bezeichnet. Es bestehen Wechselwirkungen zwischen den Elementen, so dass das System als eine Einheit angesehen werden kann. So spricht man etwa vom Fernmeldesystem, vom Verkehrssystem, vom Ökosystem oder vom Wirtschaftssystem eines Landes. Ein System kann aus Subsystemen bestehen und selbst ein Subsystem in einem größeren System sein. So besteht z. B. eine Produktionslinie aus mehreren Teilsystemen (z. B. Arbeitsplätze) und ist selbst ein Teilsystem des übergeordneten Systems, z. B. der Fabrik. Bei der Systemgestaltung sind insbesondere auch diese Schnitt- bzw. Nahtstellen von miteinander verbundenen Systemen zu betrachten, da hier die Gefahr von Informationsverlusten (Schnittstellenproblematik) besteht.

Aus wissenschaftlicher Sicht hat sich die Systemtheorie etabliert. Systemtheorie ist ein interdisziplinäres Erkenntnismodell, in dem Systeme zur Beschreibung und Erklärung unterschiedlich komplexer Phänomene herangezogen werden. Durch die Analyse von Strukturen und Funktionen bzw. der Systemelemente und ihrer Wechselwirkungen sollen Vorhersagen über das Systemverhalten gewonnen werden. Systeme können so als Modell der Realität gesehen werden und mittels Simulationsmethoden kann das Systemverhalten vorausgesagt werden.

Die Analyse und Gestaltung von komplexen Sachverhalten wird oft erst möglich, indem Systeme mit ihren jeweiligen Grenzen definiert werden. Durch die Betrachtung der enthaltenen Systemelemente und der Wechselwirkungen können umfassende Analyse- und Gestaltungsaufgaben auf handhab- und beherrschbare Umfänge reduziert werden.

In der Ergonomie wird das Arbeitssystem als Erklärungsmodell für die Leistungserstellung herangezogen. Arbeitssysteme sind sozio-technische Systeme, da der Mensch als das zentrale Systemelement gesehen wird. Der Begriff „soziotechnisches System“ macht auch deutlich, dass einzelne Systemelemente nicht – so wie in einem rein technischen System – ausgetauscht werden können, sondern dass durch die soziale Teilkomponente implizite Wechselwirkungen und Erfahrungskomponenten vorhanden sind. Gleichartige Arbeitssysteme können deshalb mit unterschiedlichen Menschen unterschiedliche Interaktionen bewirken.

Von dem Technikphilosophen Ropohl stammt dazu folgende beispielhafte Erläuterung (Ropohl, 2009):

„Ein Computer wird erst wirklicher Computer, wenn er zum Teil einer Mensch-Maschine-Einheit geworden ist. Wenn Text geschrieben wird, tut das nicht allein der Mensch, aber es ist auch nicht allein der Computer, der den Text schreibt; erst die Arbeitseinheit von Mensch und Computer bringt die Textverarbeitung zuwege. Da freilich im benutzten Computer immer schon die Verwendung der Arbeit anderer Menschen verkörpert ist, da also die Mensch-Maschine-Einheit nicht nur durch den einzelnen Nutzer gebildet, sondern auch von anderen Menschen mitgeprägt wird, bezeichne ich sie als soziotechnisches System.“ Insbesondere bei größeren Arbeitssystemen (Makroebene) mit einer größeren Anzahl von Menschen und Arbeitsmitteln wird deutlich, dass ein soziotechnisches System aus den zwei Komponenten (Subsystemen):

- technische Teilkomponente (Arbeitsmittel) und
- soziale Teilkomponente (Mitarbeiter)

besteht. Das Besondere ist eben, dass die Teilsysteme nicht voneinander trennbar sind, sondern es bestehen ausgeformte Abhängigkeiten, die auf Gegenseitigkeit beruhen.

Je nach den zu erklärenden Sachverhalten bzw. den zu untersuchenden Wechselwirkungen (z. B. von Mensch zu Mensch oder zwischen Menschen und mehreren Maschinen) werden unterschiedliche Modelle verwendet.

Ein Modell des Arbeitssystems, das vorwiegend für Montage- und Teilefertigungsprozesse sowie für Dienstleistungen verwendet wird, ist in der REFA-Methodenlehre enthalten. REFA wurde 1924 als Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung gegründet und nennt sich heute Verband für Arbeitsstudien, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung. Das REFA-Arbeitssystemmodell ist statisch und wird in der Wirtschaft zur Beschreibung und Gestaltung von Herstellprozessen verwendet. Es dient auch zur Bewertung der Arbeit im Hinblick auf die Entgeltfindung.

Ein weiter gefasstes und allgemeineres Modell wird in Abschnitt B 1.2.2 behandelt. Dieses als „Strukturschema menschlicher Arbeit“ bezeichnete Modell betrachtet neben den einzelnen Elementen insbesondere auch die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Elementen. Entsprechend dieses Modells ist das vorliegende Lehrbuch gegliedert. Die einzelnen Elemente finden sich in den Kapitelüberschriften und auch die Wechselwirkungen sowie die Verknüpfung mehrerer Arbeitssysteme zu einem Organisationsmodell werden behandelt.

## Index

- 5S- bzw. 5A-Methode, 322
- Ablaufabschnitte, 260
- Ablaufarten, 266
- Ablauforganisation, 260
- Abmessungen des menschlichen Körpers,  
106, 107
- Absorptionsvermögen, 359
- Adaptation, 406
- Agonisten, 141
- Akkommodation, 123, 406
- Akkommodationskraft, 123
- Akkordentgelt, 295
- Akkordfähigkeit, 296
- Akkordreife, 296
- Aktionsräume, 117
- Aktivierung, 200
- Akustische Anzeigen, 74
- Altern, 108
- Altersstrukturanalyse, 35
- Analytische Arbeitsbewertung, 283
- Anforderungsarten, 284
- Anforderungsermittlung, 280
- Antagonisten, 141
- Anthropometrie, 104, 105
- Anzeigen, 73, 94
- Arbeitnehmervertretung, 476
- Arbeitsablauf, 24
- Arbeitsablauforientierte  
Gefährdungsermittlung, 486
- Arbeitsaufgabe, 23
- Arbeitsbedingte Erkrankungen, 457
- Arbeitsbedingungen, 25
- Arbeitsbereicherung (Job-Enrichment),  
223
- Arbeitsbewältigungsindex (work ability  
index), 35
- Arbeitsbewertung, 280
- Arbeitserweiterung (Job-Enlargement),  
223
- Arbeitsfehler, 64
- Arbeitsmittel, 24
- Arbeitsplatz, 24
- Arbeitsplatzbewertungsverfahren für die  
physische Belastung, 233
- Arbeitsplatzmaße, 151
- Arbeitsschutzausschuss (ASA), 476
- Arbeitsschutzmanagement, 495
- Arbeitsschutzvorschriften, 441
- Arbeitssicherheit, 435
- Arbeitsstrukturierung, 223
- Arbeitssystem, 23, 26
- Arbeitsumwelt, 25
- Arbeitsumweltbezogener Kontrast, 409
- Arbeitsumweltfaktoren, 351
- Arbeitsunfall, 445, 458
- Arbeitszeit, 299
- Arbeitszeitgesetz, 300
- Arbeitszeitmodelle, 301
- Artteilung, 270
- Auditives Wahrnehmungssystem, 61
- Aufbauorganisation, 275
- Aufgabenanalyse, 277
- Aufgabenangemessenheit, 84
- Auftragszeit, 267
- Aufwärmung, 200
- Ausgabe (Output), 24
- Auslastungsglättung, 330
- Auslösewert, 362, 368, 381
- Außerberufliche Einflüsse, 456
- Bandscheiben, 192
- Barrierefreiheit, 20
- Basisinnovation, 31
- Beanspruchung, 181, 182
- Beanspruchungsermittlung, 231
- Beanspruchungsfolgen, 184
- Bedürfnispyramide nach Maslow, 204
- Begünstigende Bedingungen, 457
- Behaglichkeitsbereich, 390, 392
- Belastung, 180, 181
- Belastungs- und Beanspruchungsmodell,  
179
- Beleuchtungsstärke, 125, 407
- Beleuchtungstechnik, 411
- Benutzerbindung, 84

- Berufskrankheit, 354, 376, 398, 445, 457  
Betätigbarkeit, 79  
Betätigungsart, 67  
Betrieblicher Arbeitsschutz, 444  
Betriebsarzt, 474  
Betriebsbegehung, 484  
Betriebsmittel, 24  
Betriebsvereinbarung, 299  
Betriebsverfassungsgesetz, 298  
Bewegungen, 147  
Bewertungsverfahren für psychische  
    Belastung und Beanspruchung,  
    245  
Bildschirm, 164  
Biomechanik, 136  
Blendung, 409  
Blickfeld, 129  
Blicklinie, 122  
Blutdruckmessung, 232  
Büro, 338  
  
Cafeteria-System, 215  
Chaku-Chaku-Prinzip, 272  
Change Management, 343  
Chromatische Aberration, 406  
  
Dämpfe, 397  
Dauerleistungsgrenze, 196  
Demografischer Wandel, 32  
Dienstleistungen, 273  
Dioptrien, 123  
Duales Arbeitsschutzsystem, 441  
Durchlaufzeit, 267, 270  
Dynamische Muskelarbeit, 188  
  
Eigensichere Konstruktion, 482  
Einfaches Maßnahmenkonzept  
    Gefahrstoffe (EMKG), 402  
Eingabe (Input), 24  
Einliniensystem, 279  
Eintrittswahrscheinlichkeit, 490  
Elektro-Enzephalographie (EEG), 232  
Elektro-Kardiographie (EKG), 231  
Elektro-Myographie (EMG), 232  
Elektro-Okulographie (EOG), 232  
Entgelt, 287  
Entgelt-Rahmenabkommen, 282, 299  
  
Entgeltgruppen, 282  
Entgeltsystem, 290  
Entscheidungs- und Kontrollspielraum,  
    223  
ERG-Modell von Alderfer, 205  
Erholung, 219  
Erlernbarkeit, 84  
Ermüdung, 219  
Erwartungskonformität, 84  
EVA-Prinzip, 66  
  
Fachkraft für Arbeitssicherheit, 473  
Farbe, 403  
Farbgestaltung, 418  
Farbgestaltungsmethodik, 422  
Farbkontraste, 416  
Farbwiedergabe, 411  
Fehlertypen, 466  
Fließfertigung, 272  
Flimmerverschmelzungsfrequenz, 232  
Folgen psychischer Beanspruchungen,  
    200  
Fordismus, 306  
Frequenzbewertung, 360, 379  
Frontalebene, 148  
Funktionsmaße, 106, 117  
Fuß-Bein-System, 121  
  
Ganzkörperschwingungen, 377  
Gase, 397  
Gebrauchstauglichkeit, 18, 86  
Gefahrbringende Bedingungen, 453, 487  
Gefährdung, 456, 488  
Gefährdungsbeurteilung, 402, 459, 484  
Gefährdungsermittlung, 485  
Gefährdungsfaktor, 452, 486  
Gefahrenquelle, 451, 487  
Gefahrstellen, 133  
Gefahrstoffe, 395  
Gefahrstoffsymbole, 399  
Gehalt, 291  
Gelenke, 137  
Genfer Schema, 284  
Gesamtschallpegel, 358  
Gesicherte arbeitswissenschaftliche  
    Erkenntnisse, 49, 436, 500

- Gesichtsfeld, 129  
Gesundheit, 211  
Gesundheitsförderung, 435, 441  
Gesundheitsgerechte  
    Arbeitsaufgabengestaltung, 225  
Gesundheitsschaden, 457  
Gleitzeit, 302  
Greifart, 71  
Greiffläche, 120  
Greifraum, 117, 118  
Grenzwerte, 488  
Grundentgelt, 290  
Gruppenarbeit, 280  
Gruppierung, 79
- Hand-Arm-Schwingungen, 379  
Hand-Arm-System, 118  
Handlungsspielraum, 223  
Haptisches Wahrnehmungssystem, 62  
Heben und Tragen, 193  
Heijunka, 330  
Helligkeitskontrast, 127, 416  
Herabgesetzte Wachsamkeit, 201  
Heuristische Evaluation, 91  
Hörflächendiagramm, 360  
Hörschwelle, 355  
Human-Machine-Interaction, 55
- Informationsaufnahme, 59  
Informationsfluss, 58  
Informationsumsetzung, 60  
Informationsverarbeitung, 60  
Inhaltstheorien, 204  
Inselfertigung, 273  
Integrativer Arbeitsschutz, 450  
Isodynien, 145
- Job-Enlargement, 223  
Job-Enrichment, 223  
Just-in-Time (JIT), 326
- Kaizen, 336  
Kanban, 324  
Katalogverfahren, 282  
Kennzahlenvergleich, 295  
Klimabereiche, 391  
Klimabewertung, 388  
Klimamessung, 394  
Klimasummenmaß, 386  
Knochen, 137  
Kodierung, 80  
Kompatibilität, 83  
Konformitätserklärung, 480  
Konstruktionsmethodik, 44  
Kontaktgriff, 71  
Kontraktion, 140, 142  
Kontrast, 127  
Konzeptive Ergonomie, 44  
Konzeptiver Arbeitsschutz, 448  
Kopplungsart, 72  
Körperfreiraum, 131  
Körperhaltung, 165  
Körperhaltungen, 143  
Körperhöhenverteilung, 107  
Körperkräfte, 145, 165  
Körpermaße, 106  
Körpermaßstabellen, 110  
Körperschall, 353, 356  
Korrektive Ergonomie, 44  
Kurzverfahren Psychische Belastung, 246  
KVP, 336
- Lärm, 353  
Lärmbewertung, 361  
Lärmmessung, 365  
Lärminderungsmaßnahmen, 363  
Lärmschwerhörigkeit, 354  
Lastenhandhabung, 186, 190  
Lean Office, 337  
Lean Production, 309  
LEDs, 414  
Leistungsbeurteilung, 293  
Leistungsentgelt, 290  
Leistungsvoraussetzungen, 180, 182  
Leitmerkalmethoden, 234  
Leuchtdichte, 407  
Leuchtdichteverteilung, 409  
Licht, 403  
Lichtfarbe, 411  
Lichtgestaltung, 420  
Lichtrichtung, 410  
Linienstellen, 276  
Luftfeuchte, 386

- Luftgeschwindigkeit, 386
- Lufttemperatur, 386
  
- Maba-Maba-Liste, 178
- Maschinensicherheit, 477
- Matrixorganisation, 279
- Maximalmaße von Öffnungen, 134
- Mehrliniensystem, 279
- Mengenteilung, 271
- Mensch, 24
- Mensch-Arbeitsmittel-Interaktion, 56
- Mensch-Maschine-Interaktion, 55
- Menschengerechte Arbeitsgestaltung, 436
- Menschmodelle, 158
- Mentoringprogramme, 216
- Mindestabstände in Gefahrstellen, 134
- Mindestbeleuchtungsstärke, 409
- Monotonie, 201
- Montagespezifischer Kraftatlas, 244
- Motivation, 203, 287
- Muskelarbeit, 189
- Muskelsystem, 137
  
- Nachhallzeit, 359
- Nachhaltigkeit, 17
- Nachtarbeit, 300
- Nebel, 397
- NIOSH-Verfahren, 237
- Normaleffektivtemperatur, 388
- Nutzertest, 92
  
- Objektorientierte Gefährdungsermittlung, 485
- Ohr, 353
- One-Piece-Flow, 272
- Organisationsbegriffe, 256
- Organisatorische Sicherheitsmaßnahmen, 464
- OWAS-Methode, 240
  
- Pause, 220, 221, 300
- PDCA-Zyklus, 313
- Pensumentgelt, 297
- Persönliche Schutzausrüstungen (PSA), 464
- Perzentil, 106
  
- Physische Belastung, 186
- Poka-Yoke, 320
- Prämientgelt, 296
- Prävention, 447
- Produktentwicklung, 44
- Produktergonomie, 16, 29, 48
- Produktionsergonomie, 16, 30, 48
- Produktionsnivellierung, 330
- Produktionssystem, 305
- Produktsicherheit, 477
- Prozess, 261, 305
- Prozessergonomie, 30
- Prozessoptimierung, 305, 320
- Prozesstheorien, 207
- Psychische Beanspruchung, 199
- Psychische Belastung, 198
- Psychische Ermüdung, 200
- Psychische Sättigung, 201
- Psychophysiologische Messmethoden, 231
  
- Rangfolgeverfahren, 282
- Rangreihenverfahren, 285
- Rasterverfahren, 421
- Rauche, 396
- Raumtemperatur, 386
- Reihenfertigung, 272
- Reihung, 281
- Risiko, 462, 492
- Risikoanalyse, 469
- Risikobewertung, 469, 492
- Risikoeinschätzung, 490
- Risikograph, 492
- Risikomatrix, 492
- Risikoschwellen, 493
- Robustheit gegen Benutzerfehler, 84
  
- Sabbatical, 215
- Sagittalebene, 148
- Säkulare Akzeleration, 108, 115
- Salutogenese, 216
- Salutogenetische Subjektive Arbeitsanalyse, 246
- Schablonensomatographie, 156
- Schadensschwere, 490
- Schalldruckpegel, 356, 357

- Schallemission, 356  
Schallimmission, 356  
Schallintensitätspegel, 357  
Schalleistungspegel, 356, 357  
Schallwellen, 353  
Schattigkeit, 410  
Schichtarbeit, 303  
Schichtplan, 303  
Schichtsysteme, 302  
Sehachse, 122  
Sehaufgabe, 125  
Sehbereiche, 128, 130  
Sehentfernung, 123, 126  
Sehobjekt, 126  
Sehwinkel, 127  
Selbstbeschreibungsfähigkeit, 84  
Sichere Maschinenkonstruktion, 480  
Sicherheitsabstände zu Gefahrstellen, 133  
Sicherheitsbeauftragter, 476  
Sicherheitsfarben, 417  
Sicherheitsmaße, 133  
Sicherheitstechnische Maßnahmen, 464  
Sichtbarkeit, 78  
Sichtbewertung, 162  
Sichtgeometrie, 122  
Sifa, 473  
Sitz-Steh-Arbeitsplatz, 151, 153  
Sitzarbeitsplatz, 151, 153  
Sitzen, 144  
SizeGERMANY, 115  
Skelettsystem, 137  
Staatliche Arbeitsschutzinstitutionen, 442  
Staatliches Arbeitsschutzrecht, 504  
Stab-Linien-Organisation, 279  
Stabsstellen, 276, 279  
Stand der Technik, 49, 488, 500  
Statische Muskelarbeit, 187  
Steharbeitsplatz, 151, 153  
Stehen, 144  
Stelle, 275  
Stellteilauswahl, 84  
Stellteile, 67, 93  
Stellteilgestaltung, 84  
Steuerbarkeit, 84  
Strahlung, 425  
Strahlungsschutz, 427  
Stress, 201  
Stufenverfahren, 286  
Stufung, 281  
Stäube, 396  
Summarische Arbeitsbewertung, 281  
Systemmodelle, 21  
Tages-Lärmexpositionspegel, 361  
Tages-Vibrationsexpositionspegel, 381  
Tageslichtquotient, 411  
Tagesrhythmus, 217  
Taktile Anzeigen, 73  
Taktzeit, 330  
Tarifvertrag, 298  
Taylorismus, 306  
Teilautonome Gruppe, 280  
Teilzeit, 302  
Total Productive Maintenance, 334  
Total Quality Management, 332  
Toyota-Produktionssystem, 307  
Transversalebene, 148  
Trendergonomie, 36  
Trennende Schutzeinrichtung, 482, 483  
Überbetriebliches Arbeitsschutzsystem, 441  
Umblickfeld, 130  
Umfassungsgriff, 71  
Umgebungsklima, 386  
Unfall, 458  
Unfallsschwere, 460  
Unfallverhütungsrecht, 504  
Unfallverhütungsvorschriften, 441  
Unfallversicherungsträger, 441, 443  
Usability, 86, 97  
Usability-Engineering, 88  
Usability-Testing, 90  
Valenz-Instrumentalitäts-Erwartungs-Theorie (VIE-Theorie) nach Vroom, 207  
Vasospastisches Syndrom, 376  
Vater-Pacini-Tastkörperchen, 374  
Veränderungsmanagement, 343

- Verhaltensbezogene
  - Sicherheitsmaßnahmen, 464
- Vermutungswirkung, 49, 469
- Verschwendung, 315, 339
- Vibrationen, 373
- Vibrationskennwerte, 377
- Vibrationsminderung, 384
- Visuelles Wahrnehmungssystem, 61
- Vollständige Tätigkeiten, 224
- Volvoismus, 307
- Vorgabezeit, 267
- WAI, 35
- Wärmestrahlung, 386
- Weißfingerkrankheit, 376
- Wertstrom, 328
- Wirbelsäule, 191
- Wirkraum des Bein-Fuß-Systems, 121
- Wirkraum des Hand-Arm-Systems, 117
- Wirkungsgradverfahren, 421
- Work-Life-Balance-Konzept, 211
- Zeitbewertung, 361
- Zeitdatenermittlung, 264
- Zeitenarten, 266
- Zeitentgelt, 292
- Zeitwirtschaft, 263, 319
- Zielsetzungstheorie nach Locke und Latham, 208
- Zielvereinbarungen, 294
- Zufassungsgriff, 71
- Zugänglichkeit, 20
- Zulagen, 290
- Zwei-Faktoren-Theorie nach Herzberg, 205