



# Arbeitswissenschaften Ergonomie Teil 1

Produktionstechnik  
Produktionswirtschaft

Hamburger  
Fern-Hochschule

Bernhard Kurz  
bernhard.kurz@hm.edu

# Einführung, Begriffe

Ergonomie im integrierten Management



Ein krankheitsbedingter Ausfalltag kostet das Unternehmen 450,- bis 700,- €

# Einführung, Begriffe

## Inhalt und Ziele

Arbeitsgestaltung ist das Schaffen von Bedingungen für das Zusammenwirken von Mensch, Technik, Organisation und Information im Arbeitssystem zur Erfüllung der Arbeitsaufgabe unter Berücksichtigung menschlicher Fähigkeiten und Bedürfnisse sowie ökologischer wie ökonomischer Anforderungen.

Somit bestehen die Ziele der Arbeitswissenschaft in der Arbeitsprozessgestaltung unter Miteinbeziehung von Humanität, Wirtschaftlichkeit, Gesundheitsschutz, sozialer Angemessenheit und technisch-wirtschaftlicher Rationalität.

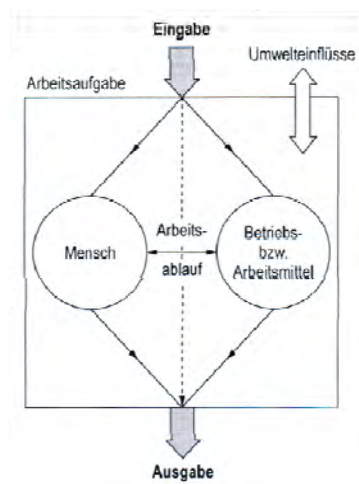
(Schutz – Erhaltung – Entwicklung)

Die Ergonomie nimmt dabei vornehmlich die ingenieurwissenschaftliche Position wahr (ergon und nomos = Arbeitslehre).

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz – Folie 3

# Einführung, Begriffe

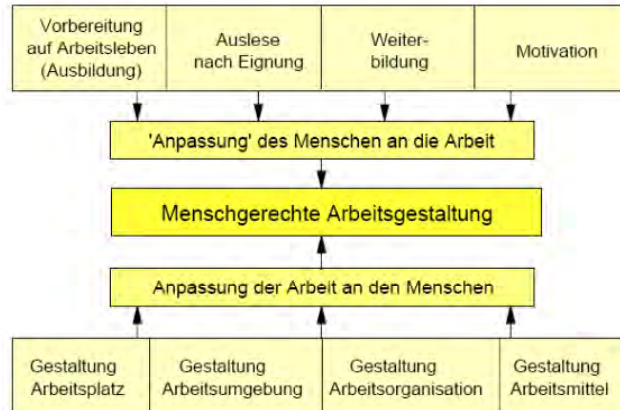
## Arbeitssystem



HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz – Folie 4

# Einführung, Begriffe

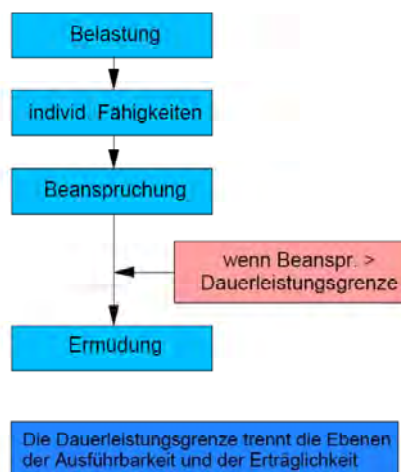
Anthropozentrische und technozentrische Arbeitsgestaltung



HfH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 5

# Belastung, Beanspruchung

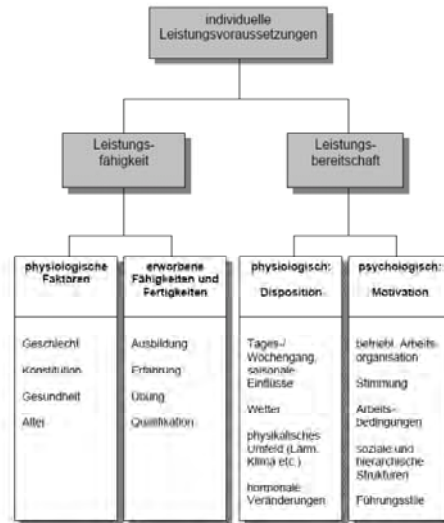
Dauerleistungsgrenze



HfH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 6

# Leistungsangebot des Menschen

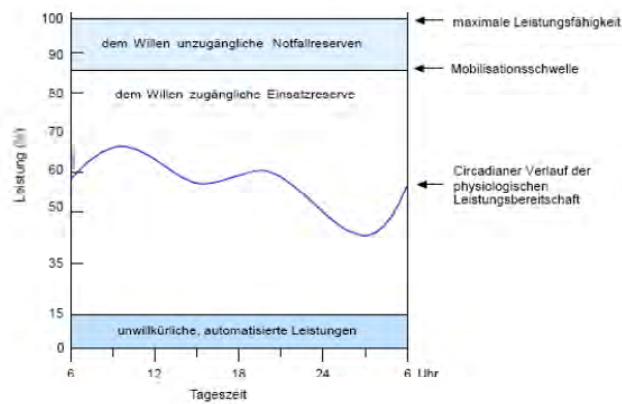
Leistungsbereitschaft,  
Leistungsfähigkeit



HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 7

# Leistungsangebot des Menschen

Tagesgang der Leistungsbereitschaft



HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 8

# Belastungsgrößen: Kräfte

## Empfehlungen für den Einsatz von Muskelkräften

- Werden Kräfte vom Mitarbeiter gefordert, so sollten sie nicht höher als 15% der Maximalkraft (u. U. kurzzeitig 30%) betragen.
- Beim Aufbringen von Kräften sollte durch günstige Anordnung der Betätigungselemente die Kraftrichtung auf die Körperlängsachse bzw. ein Gelenk zulaufen. Damit werden statische Drehmomente zur Aufrechterhaltung der Körperhaltung vermieden.
- Statische Arbeit sollte soweit wie möglich vermieden werden. Sie entsteht beim Beugen, Bücken, Hocken und Knien, also immer dann, wenn die Maße des Arbeitsplatzes (wie Arbeitshöhe, Greifraum, Sitzflächenhöhe) nicht an den Menschen angepasst sind.
- Der Kraftfluss im Körper soll (z. B. durch Abstützen) so gering wie möglich gehalten werden. So lässt sich die Anzahl der am Aufbringen einer Kraft beteiligten Muskeln reduzieren.
- Arbeit gegen die Schwerkraft – z. B. Überkopfarbeit – soll vermieden werden, da nicht nur beim Halten der Werkzeuge Haltearbeit aufgebracht werden muß, sondern auch ein hoher Energieverbrauch durch Haltearbeit (u. U. noch in Zwangshaltungen) entsteht.
- Das Heben und Tragen von schweren Lasten sollte möglichst vermieden werden.
- Wenn aber trotzdem gehoben und getragen werden muss, dann sollte unbedingt auf richtiges Heben und Tragen geachtet werden: Die Last soll ruckfrei und ohne Verdrehung der Wirbelsäule angehoben werden. Das Tragen soll möglichst körpermäßig mit gestrecktem Rücken erfolgen.

HFH/Ergonomie • Bernhard Kurz – Folie 9

# Arbeitshaltungen

## Sitzen und Stehen

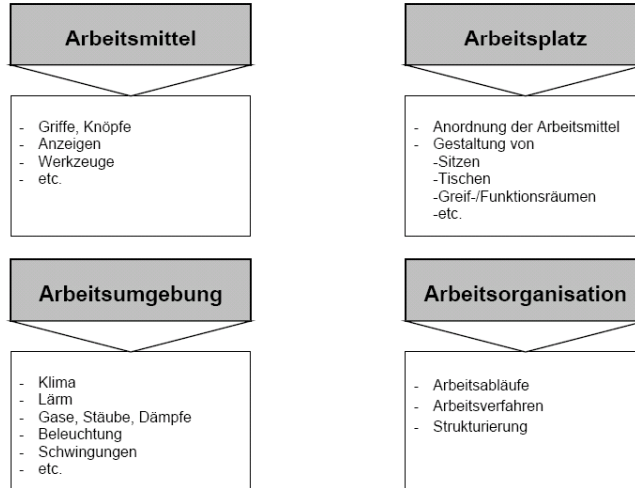
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringer Einfluss des Tremors (Handzittern)</li> <li>• bessere Voraussetzungen für Konzentration</li> <li>• feinmotorische Bewegungen (Präzisionsarbeiten) sind leichter ausführbar</li> <li>• geringe statische Belastung der Rumpfmuskulatur</li> <li>• Beinen und Füßen können u. U. Handlungen übertragen werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ständiges Sitzen bei hoher Konzentration führt zu Bewegungsarmut</li> <li>• höhere statische Belastung der Nacken- und Schultermuskulatur</li> <li>• hohe Bandscheibenbelastung möglich</li> </ul>

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• größere Bewegungsmöglichkeiten</li> <li>• und damit größerer Aktionsraum</li> <li>• Aufbringen größerer Kräfte in bestimmten Bewegungsrichtungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• größerer Energieaufwand</li> <li>• stärkere Beanspruchung des Stützapparates</li> <li>• schnellere Ermüdung</li> <li>• starker Einfluss des Tremors (Handzittern)</li> <li>• Beinbeschwerden (Krampfadern, Ödeme)</li> </ul>

HFH/Ergonomie • Bernhard Kurz – Folie 10

# Arbeitsplatzgestaltung

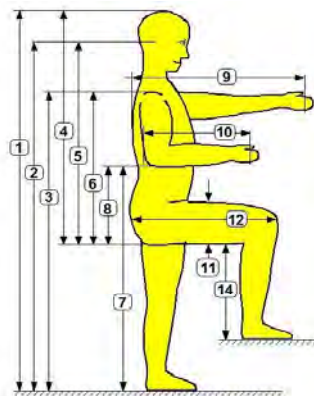
Übersicht ( 4 A's und 3 L's – Lärm, Licht, Luft)



HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 11

# Arbeitsplatzgestaltung

Anthropometrie



Altersklasse 18 - 25 Jahre

Körperstellung (Stehen)		5.-P	50.-P	95.-P
1	Körperhöhe	M 168,5 F 166	179 166	191 176
2	Augenhöhe	M 156,5 F 145	166,5 155	178,5 164,5
3	Schulterhöhe	M 137,5 F 128,5	149 137	160 146
7	Ellenbogenhöhe	M 104,5 F 97	111,5 104	119 110
9	Armreichweite (Griffachse)	M 70 F 63,5	76 69,5	82,5 76

Körperstellung (Sitzen)		5.-P	50.-P	95.-P
4	Körpersitzhöhe (Stammlänge)	M 87,5 F 83	93,5 88	98,5 93
5	Augenhöhe im Sitzen	M 76 F 72	81 77	87 82
8	Höhe des gewinkelten Ellenbogens über d. Sitzfläche	M 22 F 20	25 24	29 26,5
10	Ellenbogen-Griffachse	M 33 F 30	35,6 32	39,5 36
11	Oberschenkeldicke (Oberschenkelhöhe)	M 13 F 12	15 14	17,5 17
12	Gesäß-Knielänge	M 57 F 55	61,5 59	66 64
14	Länge des Unterschenkels mit Fuß (Sitzflächenhöhe)	M 42,5 F 38	47 42	50,5 45,5

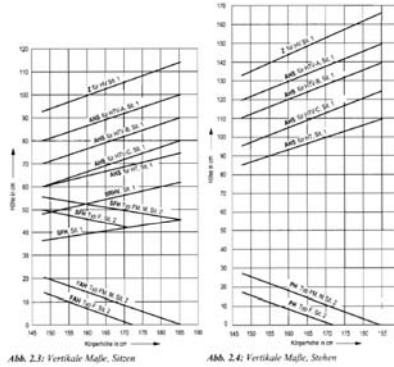
Einige, für räumliche Arbeitsplatzgestaltungsmaßnahmen relevante Körpermaße des Menschen (1-14) mit Wertetabelle (Auszug aus DIN 33 402, Teil 2, 2005) von 5.-, 50.- und 95.-Perzentilen repräsentativer Männer (M) und Frauen (F) zukünftig wichtiger Altersklassen aus der Bundesrepublik (Werte in cm)

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 12

# Arbeitsplatzgestaltung

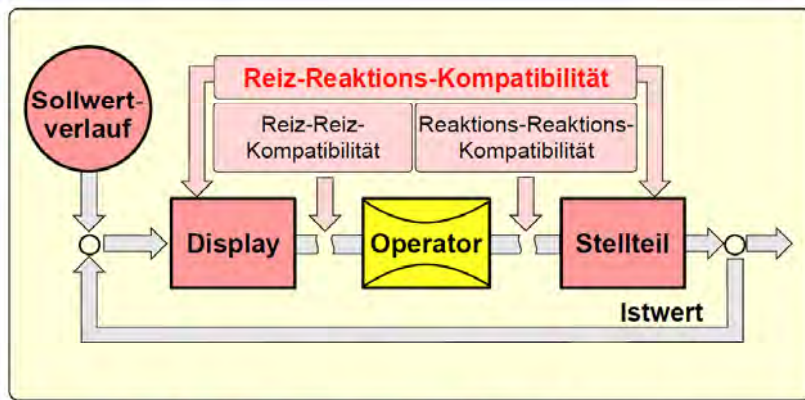
## Richtwerte für Arbeitsplatzmaße

Maßkennung	Bezeichnung	Maße
AHS	Arbeitshöhe Soll	Sitzarbeitsplatz: s. Abb. 2.3 Steharbeitsplatz: s. Abb. 2.4
SFH	Sitzflächenhöhe	s. Abb. 2.3
FAH	Fußlagerehöhe	s. Abb. 2.3
Z	Augenhöhe über BH (für AHS für HV)	Sitzarbeitsplatz: s. Abb. 2.3 Steharbeitsplatz: s. Abb. 2.4
BRHV	Beinraumnöhe vorn	Situation 1: s. Abb. 2.3 Situation 2: >42 cm für Typ F >69 cm für Typ FM und M
BRHH	Beinraumnöhe hinten	>35 cm
BRTD	Beinraumnöhe oben	>40 cm
BRTU	Beinraumnöhe unten	>65 cm
BRB	Beinraumbreite	>50 cm
FRH	Fußraumnöhe	>15 cm
FRT	Fußraumnöhe	>15 cm
FRB	Fußraumbreite	>53 cm
PH	Podesthöhe	s. Abb. 2.4
ohne	Greifraum horizontal	s. Abb. 2.5



HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 13

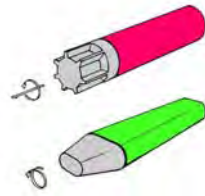
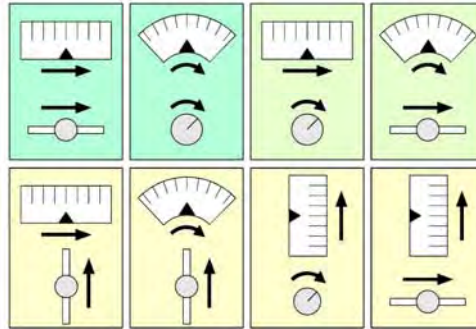
# MMS, MMI, HMI, GUI



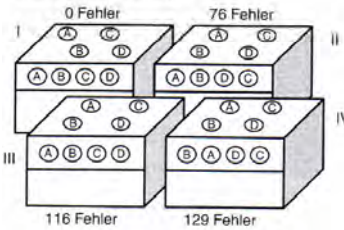
**Reiz-Reaktions-Kompatibilität** bei der Anpassung von technischem Gerät an die menschlichen Eigenschaften eines Mensch-Maschine-Systems

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 14

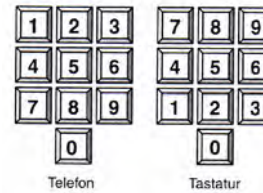
# MMS, MMI, HMI, GUI



Kochstellenzuordnung:



Tastenanordnung:



HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 15

# Anzeigen

## Gestaltungsschritte

1. Informationsaufgabe festlegen und spezifizieren
2. Sinnesorgan auswählen
3. Darbietungsart / Medium auswählen
4. Informationen einander zuordnen (Gruppierung)
5. Informationen den Stellteilen zuordnen (Kompatibilität)
6. Anordnung festlegen (Ort, Blendung)
7. Ausführung und Gestaltung fixieren (Details)

Schritt	Charakteristik	Beispiele
1	Informationsaufgabe festlegen, Anforderungen an die Informationsdarbietung festlegen	Wahrnehmungsaufgaben (Abtasten (gerau), orientieren), Fernsicht, Kontrolle (Überwachung, Führung), Kennzeichnung, Anordnung, Auswahl, Vorhersage
2	Sinnesorgan des Menschen für die Informationsdarbietung festlegen	visuell, akustisch
3	Darbietungsart auswählen	Fahren, Schichten, Zahlenanzeige, Zeigeranzeige, Bildschirm, Klingel, Sirene
4	Informationen einander zuordnen	Zuordnung oder Trennung durch Farben, Anordnung oder Gruppierung, Loslösung, Beschriftung
5	Informationen zu Stellteilen zuordnen	Reaktionsmöglichkeiten wie Bedienelemente und Anzeigen sollen sinnfällig (kompatibel) sein
6	Anordnung festlegen	günstige Lage im Gesichtsfeld wählen, Sichtbedingungen beachten, Blendung und Beleuchtung vermeiden, Anzahl der Informationen begrenzen (reduzieren)
7	Einzelheiten der Informationsmittel festlegen	Zeiger- oder Zahlenanzeigen, Schriftgestaltung, Darbietungsgeschwindigkeit optimieren, Skalengestaltung, Kontraste, Leuchtstärke, Frequenz und Schwingzahl bei akustischer Informationsdarbietung optimieren


HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 16



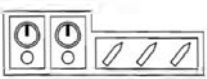
# Anzeigen

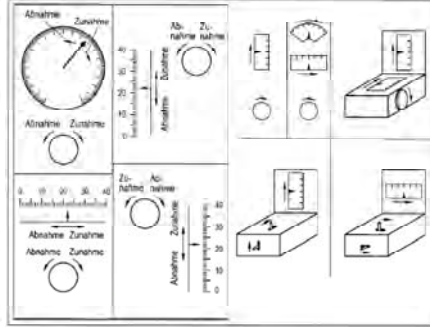
## Gruppierung und Konformität

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 17

- Gleiche Ausrichtung mehrerer Anzeigen vorsehen:**  
 Beispiele:  


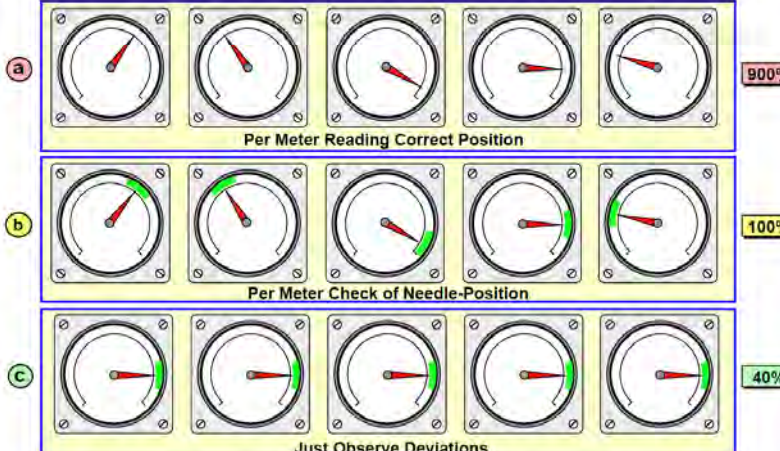
Wenn Anzeigen in senkrechter Reihe stehen, dann sollten sie im Normalfall nach oben weisen.

Wenn Anzeigen in waagerechter Reihe angeordnet sind, dann sind bei normal ablaufendem Prozess die Zeiger auf 5 Uhr auszurichten.
- Zusammengehörige Anzeigen durch farbige Flächen oder Umrandungen hervorheben:**  
 Beispiel:  
 Gruppenbildung durch Umräumung, die einzelnen Felder können auch verschiedene Farben tragen.  




# Anzeigen

## Beispiel



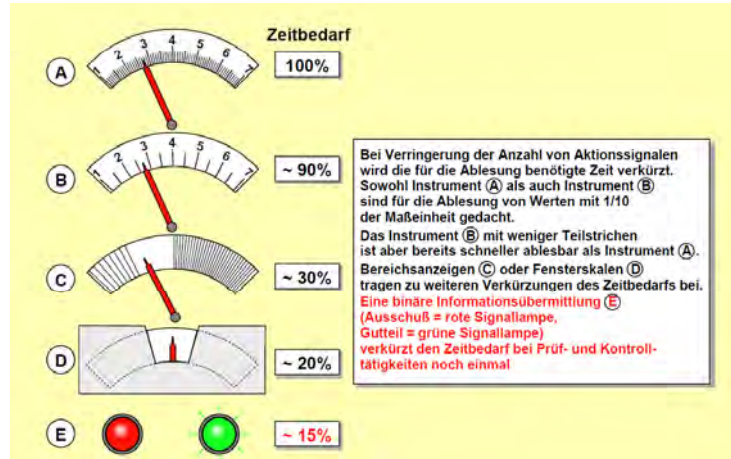
**a** 900%  
Per Meter Reading Correct Position

**b** 100%  
Per Meter Check of Needle-Position

**c** 40%  
Just Observe Deviations

# Anzeigen

Beispiel



HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 19

# Stellteile

Gestaltungsschritte

Schritt	Charakteristik	Beispiele
1	Stellaufgabe festlegen, Anforderungen an das Stellteil festlegen	Regeln, Krafteinleiten, Steuern, Schalten
2	Handlungsorgan des Menschen und Betätigungsart festlegen	Hand, Finger, Fuß, Knie
3	Stellteilart auswählen	Kurbel, Handrad, Drucktasten, Kippschalter, Pedal
4	räumliche Anordnung festlegen	Greifraum, Fußraum, Beinraum, Bewegungsfreiraum
5	Stellrichtung, Stellweg und Stellwiderstand festlegen	Schieben, Ziehen, Drücken, kleiner Stellweg, Schaltwinkel, Stellkraft, Kraftverlauf
6	Form, Abmessungen, Material des Griffes festlegen	Griffform und Griffdurchmesser in Abhängigkeit von der Greifart (Zufassunggriff, Berührunggriff mit Finger oder Hand)
7	Kennzeichnung festlegen	Farbe, Form, Beschriftung

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 20

# Stellteile

## Kopplungsarten

Formschluss

Reibschluss

Kontaktgriff

Zufassungsgriff

Umfassungsgriff

Funktion	Greifart			Kopplungsart	
	Kontaktgriff	Zufassungsgriff	Umfassungsgriff	Formschluss	Reibschluss
Kraftübertragung	-	0	+	+	0
Halten gegen Widerstand	-	0	+	+	0
genaues Einstellen	0	+	0	0	+
schnelles Stellen	+	0	-	-	+
kontinuierliches Stellen	-	+	-	+	-
Ertasten der Stellung	+	0	-	-	+

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 21

# Stellteile

## Auswahlkriterien

Anforderungen aus der Arbeitsaufgabe	große Kraft		große Bewegung	
	ungünstig	günstig	ungünstig	günstig
Gestaltungsschritte				
Stellung des menschlichen Körpers				
Bewegungsmöglichkeiten des Hand-Arm-Systems				
Bewegungsrichtung Arbeitstisch Hand-Arm-System				
Handhaltung				
Griffart	Einseitig	Ein- und Mittelfing.	Daumen gegenüber	Daumen quer
Kopplungsart	Reibschlussgriff	Reibschlussgriff	Formschlussgriff	Reibschlussgriff
Form				
Abmessung				
Material	Reibschlussgriff z.B. Holz Leder Kork Holz, lackiert Stahl, lackiert	Reibschlussgriff z.B. Plexiglas Kupfer Hartgummi Messing PVC, weich	Reibschlussgriff z.B. Plexiglas Kupfer Hartgummi Messing PVC, weich	Reibschlussgriff z.B. Holz Leder Kork Holz, lackiert Stahl, lackiert
Oberfläche	bei Verschmutzung	bei Verschmutzung		

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 22

# Softwareergonomie

## Gestaltungsgegenstände

- Funktionalität (Sb3, S.29)
- Schnittstelle (Sb3, S.29)
- Organisatorische und technische Peripherie (Sb3, S.31)
- Entwicklungswerkzeuge (Sb3, S.31)
- Verfahren und Methoden der Entwicklung und Einführung  
Prototyping, Design-Cycle, Partizipation (Sb3, S.31)  
Wasserfall, Spiralmodell, V-Modell, SCRUM (agile SWE)

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 23

# Softwareergonomie

## Gestaltungsmerkmale (ISO 9241, Shneiderman)

- Aufgabenangemessenheit: wenn es direkt und einfach zum Ziel geht
- Selbstbeschreibungsfähigkeit: wenn Intuition ausreicht
- Steuerbarkeit: wenn alles unter Kontrolle ist
- Erwartungskonformität: wenn es zur Gewohnheit wird
- Fehlertoleranz: wenn alles richtig läuft (undo)
- Individualisierbarkeit: wenn es nach meinen Vorstellungen läuft
- Lernförderlichkeit: wenn man schlauer wird

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 24

# Softwareergonomie

## Menschliche/maschinelle Informationsverarbeitung

Mensch	Maschine (Computer)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennen komplexer Informationsinhalte, z.B. natürliche Sprache</li> <li>• schnelles Erkennen ganzheitlicher komplexer Reizkonfigurationen, z.B. Szenen</li> <li>• Erkennen von Kategoriezugehörigkeiten bei nicht eindeutig definierbaren/schwach strukturierten Kategorien</li> <li>• Flexibilität der Informationssuche, des Entscheidens und des Handelns auch in neuartigen Situationen durch Auswahl und Anpassung von Regeln und Handlungsschemata, durch induktives Schließen, Verallgemeinern verschiedener Beobachtungen, Verwenden von Analogien und durch sonstige Problemlösungsprozesse zur Entwicklung neuartiger Lösungen – „Kreativität“</li> <li>• Konzentration oder Einschränkung auf wesentliche Informationen und Aufgaben bei Informationsüberschuss</li> <li>• sehr feine motorische Anpassung bei der Bedienung von Instrumenten</li> <li>• praktisch unbegrenzte Lernfähigkeit zur Entwicklung von Wissensstrukturen, Wahrnehmungsschemata, Handlungsschemata sowie von kognitiven und motorischen Fertigkeiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entdecken eindeutig definierter Signale oder Ereignisse</li> <li>• Messen und Zählen physikalischer Größen</li> <li>• schnelles und zuverlässiges Speichern umfangreicher Datenmengen, deren Elemente nicht aufeinander bezogen sind</li> <li>• Zugriff auf gespeicherte Daten, sofern diese eindeutig definiert und die Zugriffswege spezifiziert sind</li> <li>• schnelle, zuverlässige Reaktion auf eindeutig definierte Eingangssignale</li> <li>• Ausführen von Programmen und simultanes Ausführen mehrerer Programme</li> <li>• deduktive Operationen, formale Logik, Anwenden von Definitionen und Regeln zur Identifikation von Objekten</li> <li>• zuverlässige ermüdungsfreie Performanz über längere Zeitspannen</li> <li>• zuverlässige Performanz auch unter hoher Belastung, z.B. bei Lärm oder hoher Signaldichte, kein Performanzverlust durch ablenkende Ereignisse</li> </ul>

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz – Folie 25

# Farbgestaltung

<b>Verbot</b>	
<b>Warnung</b>	
<b>Rettung</b>	
<b>Gebot</b>	

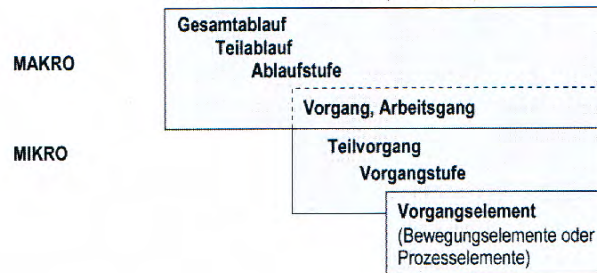
HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz – Folie 26

# Arbeitsanalysen

**Ablaufanalyse**  
ist die Untersuchung des Arbeitsablaufs

**Ablaufabschnitte**  
sind Teile des Arbeitsablaufs

Ablaufabschnitte können sein (nach REFA):



HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 27

# Arbeitsanalysen

Ablaufarten Mensch

Ablaufart	Charakteristik
MI	Mensch führt während festgelegter Arbeitszeit Arbeitsaufgaben aus
ML	Mensch steht zur Ausführung von Arbeitsaufgaben während der festgelegten Arbeitszeit nicht zur Verfügung oder kann vom Betrieb langfristig nicht beschäftigt werden
MR	gesetzlich, tariflich oder betrieblich geregelte Arbeitspausen und sonstige Anlässe, während denen nicht gearbeitet wird
MH	Haupttätigkeit ist eine planmäßige, unmittelbar der Erfüllung der Arbeitsaufgaben dienende Tätigkeit
MN	Nebentätigkeit ist eine planmäßige, nur mittelbar der Erfüllung der Arbeitsaufgabe dienende Tätigkeit
MZ	Zusätzliche Tätigkeit, deren Vorkommen oder Ablauf nicht vorausbestimmt werden kann, wegen 1. organisatorischer oder technischer Störungen im Arbeitsablauf 2. freiwillig oder angeordneter Mithilfe bei anderen Personen 3. Mangel an Informationen 4. Tätigkeiten ohne besonderen Auftrag
MA	Ablaufbedingtes Unterbrechen ist ein <u>planmäßiges Warten</u> des Menschen auf das Ende von Ablaufabschnitten, die beim Betriebsmittel oder Arbeitsgegenstand selbständig ablaufen
MS	Störungsbedingtes Unterbrechen der Tätigkeit ist ein <u>zusätzliches Warten</u> des Menschen infolge technischer, organisatorischer oder informatischer Mängel
ME	Erholungsbedingtes Unterbrechen der Tätigkeit, um damit die <u>tätigkeitsbedingte Arbeitsermüdung</u> abzubauen
MP	Persönlich bedingtes Unterbrechen der Tätigkeit infolge <u>persönlicher Gründe</u>

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 28

# Arbeitsanalysen

Ablaufarten  
Betriebsmittel

Ablaufart	Charakteristik
BI	BM ist im Einsatz, wenn es dem Betrieb zur Ausführung von Arbeitsaufgaben zur Verfügung steht und durch Aufträge belegt ist
BL	BM ist außer Einsatz, wenn es längerfristig nicht zur Verfügung steht oder durch Aufträge längerfristig nicht belegt werden kann
BR	gesetzlich, tariflich oder betrieblich geregelte Arbeitspausen und sonstige Anlässe, während denen nicht gearbeitet wird
BH	Hauptnutzung ist eine planmäßige, unmittelbare Nutzung des BM im Sinne seiner Zweckbestimmung
BN	Nebennutzung ist eine planmäßige, mittelbare Nutzung des BM, wobei es zur Hauptnutzung vorbereitet, beschickt, entleert bzw. in den ursprünglichen Zustand zurückversetzt wird oder wobei es still steht, um den Arbeitsgegenstand innerhalb des BM zu prüfen
BZ	Zusätzliche Nutzung ist Haupt- oder Nebennutzung des BM, deren Vorkommen oder Ablauf nicht vorausbestimmt werden kann
BA	Ablaufbedingtes Unterbrechen der Nutzung ist ein planmäßiges Warten des BM auf eine Tätigkeit des Menschen, auf eine Veränderung von Arbeitsgegenständen oder auf das Ende bestimmter Ablaufabschnitte an anderen Betriebsmitteln
BS	Störungsbedingtes Unterbrechen der Nutzung ist ein zusätzliches Warten des Betriebsmittels infolge technischer und/oder organisatorischer Störungen
BE	Beim erholungsbedingten Unterbrechen unterbricht das Ermüden des Menschen die Nutzung des Betriebsmittels
BP	Beim persönlich bedingten Unterbrechen wird das Unterbrechen der Nutzung des Betriebsmittels durch den Menschen verursacht

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 29

# Arbeitsanalysen

Ablaufarten  
Arbeitsgegenstand

Ablaufart	Charakteristik
AE AEF AEZ	Einwirken besteht in einer <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formveränderung (Be- oder Verarbeitung)</li> <li>• Zustandsveränderung</li> </ul>
AF AFH AFT	Fördern erfolgt durch <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lageverändern bzw. Handhaben (am Arbeitsplatz)</li> <li>• Ortsverändern bzw. Transportieren (zwischen Arbeitsplätzen)</li> </ul>
AP	Prüfen ist das Kontrollieren von Arbeitsgegenständen im Materialfluss
AZ	zusätzliches Verändern besteht im Einwirken und Fördern, deren Vorkommen oder Verlauf nicht vorausbestimmt werden kann
AA	ablaufbedingtes Liegen, z.B. Vorratshaltung vor und nach dem Arbeitsplatz, Liegen infolge ME
AS	zusätzliches Liegen infolge MS, MP
AL	Lagern ist das Liegen von Arbeitsgegenständen in Lagerbereichen

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 30

# Arbeitsanalysen

Beispiel

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 31

**Beispiel 3.1**  
 Ein Lkw-Kasten (ca. 70kg Kiste) zwischen Lager B und A zu transportieren. Infolge des Gewichtes der Kisten muss zum Auf- und Abheben von Hand dem Fahrer des Lkw ein Helfer (ohne Fahrererschein) zur Verfügung. Wie der Arbeitsablauf sich im Einzelnen vollzieht, gibt mit Tabelle 3.1 Hinweis.

**Tabelle 3.1: Ablaufarten für die Arbeitsaufgabe Kistentransport mit Lkw (REFA 1997b: 27)**

Nr.	Ablaufschleife	Iszeit in min	Mensch		Betriebsmittel (Lkw)	Arbeitsgegenstand (Kisten)
			Fahrer	Helfer		
1	von Lager (A) nach Lager (B) fahren	1.0	MN	MA	BN	AL
2	Lkw belegen in (B)	2.0	MN	MN	BN	AFH
3	Ladung von B nach A fahren	1.0	MH	MA	BH	AFT
4	Lkw entladen in (A)	2.0	MN	MN	BN	AHH
5	von Lager A nach Lager B fahren	0.5	MN	MA	BN	AL
6	Zufuhrzeit lassen	5.0	MA	MA	BN	AL
7	nach B weiterfahren	0.5	MN	MA	BN	AL
8	Lkw belegen in (B)	2.0	MN	MN	BN	AHH
9	Kaufkraft	3.0	MP	MP	BP	AG
10	von (B) nach (A) fahren	1.0	MH	MA	BH	AFT
11	Lkw entladen in (A)	2.0	MN	MN	BN	AHH
12	von (A) nach (B) fahren	1.0	MN	MA	BN	AL
13	Lkw belegen in (B)	2.0	MN	MN	BN	AHH
14	Arbeitsbedingtes Unterbrechen	3.0	ME	ME	DE	AA
15	von (A) nach (B) fahren	0.4	MH	MA	BN	AFT
16	Reifenwechsel	0.0	MZ	MZ	BS	AS
17	nach A weiterfahren	0.5	MN	MA	BN	AFT
18	Lkw entladen in (A)	2.0	MN	MN	BN	AHH
19	von A nach B fahren	0.8	MN	MA	BN	AL
20	Wagen an Tor in (B) verschoben ist, weiter bis Tor geöffnet worden ist	1.0	MB	MB	RR	AL
21	nach B weiterfahren	0.5	MN	MA	BN	AL

Zur Erläuterung des Arbeitsablaufs:  
 Pos. 1: Die die Arbeitsaufgabe „Kistentransport mit Lkw“ besteht, muss für den Helfer in Ab-schnitt Nr. 1 die Ablaufart MA (ablaufbedingtes Unterbrechen) und für den Fahrer die Ablaufart MN (Nebenbetätigung) analysiert werden, da der Lkw auf der Fahrt von A nach B planmäßig keine Kisten transportiert.  
 Pos. 6: Auftragszeit an der weitestgehenden Tankstelle durch den Tankwart; Fahrer und Helfer verbleiben am Lkw.  
 Pos. 9: Fahrer geht nachfahren, der Helfer muss warten. Die Verzögerung zur Unterbrechung des Ablaufs gibt die Systemverzögerung an.  
 Pos. 14: Fahrer und Helfer legen nach dem Aufladen eine Erholungspause ein.  
 Pos. 16: Reifenwechsel infolge eines Reifenschadens; wird durch Fahrer und Helfer gemeinsam ausgeführt.  
 Pos. 20: Fahrer und Helfer verbleiben im Lkw. Durch Hauptamt wird der Lagerverwalter verständigt, das Tor des Lagers B zu öffnen. Normalerweise ist das Tor offen.

# Arbeitsanalysen

Ablaufanalysen (Sb3, S.35ff und Sb4, S.16ff)

- Zeitaufnahme (Video)
- Multimomentaufnahme
- Vorbestimmte Zeiten (MTM)

Darstellungsformen (Sb3, S.40ff)

- zeitlich: Balkendiagramm, Netzplan
- logistisch: Flussdiagramm, Netzplan, Sankeydiagramm
- räumlich: Materialflussplan, Sankeydiagramm

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 32



# Arbeitsanalysen

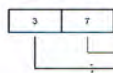
Aspekte von Arbeits-, Arbeitssystem- bzw. Ablaufanalysen	gebräuchliche Bezeichnungen
1 zeitliche Folge von Ablaufabschnitten	Zeitaufnahme, Balkendiagramm, Netzplan
2 logische Folge von Ablaufabschnitten	Flussdiagramm, Netzplan
3 räumliche Darstellung des Ablaufs	Materialflussanalyse
4 menschliche Aspekte <ul style="list-style-type: none"> <li>Arbeitsmethode</li> <li>Belastung</li> <li>Arbeitsanforderung</li> <li>menschliche Leistung</li> <li>andere ergonomische Aspekte</li> <li>sozialpsychologische und organisatorische Aspekte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegungsanalyse</li> <li>Belastungsanalyse</li> <li>Arbeits- bzw. Anforderungsanalyse, -beschreibung, -bewertung</li> <li>analytische Leistungsbewertung, Sicherheitsstudie</li> <li>Arbeitszerlegung zur Arbeitsunterweisung</li> <li>Organisationsstudie u. a.</li> </ul>
5 technische Aspekte <ul style="list-style-type: none"> <li>Arbeitsverfahren</li> <li>Betriebsmitteleinsatz und -nutzung</li> <li>Materialfluss</li> <li>andere technische Arbeitsbedingungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>technologische Studie</li> <li>Betriebsmittelstudie (z. B. Multimomentaufnahme)</li> <li>Materialflussstudie</li> <li>Werkstoffprüfung</li> </ul>

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 33

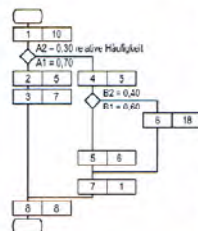
# Arbeitsanalysen

## Beispiel 3.2

In Abbildung 3.11 ist eine Ablaufstruktur am Beispiel einer ODER-Teilung und ODER-Zusammenführung zur Berechnung der mittleren Auftragszeit in min/Auftrag mittels Folgestruktur aufgezeigt. Dabei bedeuten:



Die in diesem Beispiel möglichen Wege bzw. Kombinationen sind mit A1, A2/B1 und A2/B2 ausgewiesen. Entsprechend der Häufigkeit, mit der jeder Weg beschritten wird, ergeben sich Gesamthäufigkeiten.



Bedingungskombination	A1	A2/B1	A2/B2
Häufigkeit	0,7	0,3/0,6	0,3/0,4
Gesamthäufigkeit	0,7	0,18	0,12
Zeilen	10	10	10
	5	5	5
	7	6	18
	8	1	1
		8	8
$\Sigma$ Zeilen	30	30	42
gewichtete Zeit	30·0,7	30·0,18	40·0,12
	21	5,4	5,04
mittlere Auftragszeit	$21 + 5,4 + 5,04 = 31,44$		

Abb. 3.11: Beispiel einer ODER-Teilung und ODER-Zusammenführung zur Berechnung der mittleren Auftragszeit in min/Auftrag mittels Folgestruktur (REFA 1997b: 29)

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 34

# Arbeitsorganisation

## Ziele der Arbeitsstrukturierung (REFA)

vorwiegend sachbezogene Ziele	vorwiegend personenbezogene Ziele
<ul style="list-style-type: none"> <li>⇨ höhere Flexibilität bzgl.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stückzahlsschwankung</li> <li>• Typenvielfalt</li> <li>• Varianten</li> <li>• Mitarbeiterinsatz</li> <li>• technischer Änderung</li> </ul> </li> <li>⇨ Reduzierung der Durchlaufzeiten</li> <li>⇨ Reduzierung der Bestände</li> <li>⇨ Produktivitätssteigerung durch                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung der Fertigungsqualität</li> <li>• Senkung der Fehlzeiten</li> <li>• Senkung der Fluktuation</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇨ Schaffung von Möglichkeiten zur individuellen Leistungsentfaltung</li> <li>⇨ Erweiterung des Handlungs- und Entscheidungsspielraumes durch                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• größere Arbeitsinhalte</li> <li>• geringere Fremdkontrolle</li> <li>• Möglichkeiten zur Höherqualifizierung</li> </ul> </li> <li>⇨ Reduzierung einseitiger Belastungen</li> <li>⇨ Abbau der Zeitbindung</li> <li>⇨ Identifizierung mit dem Arbeitsergebnis</li> </ul>

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 35

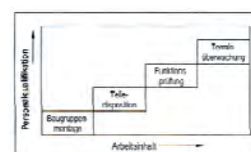
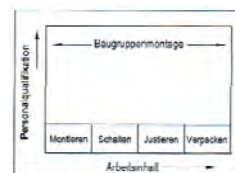
# Arbeitsorganisation

## Rationalisierung durch Strukturierung

Grundsätzlich: Arbeit muss ausführbar und erträglich und sollte zumutbar und zufriedenstellend/persönlichkeitsförderlich sein.

Strukturierungsmaßnahmen:

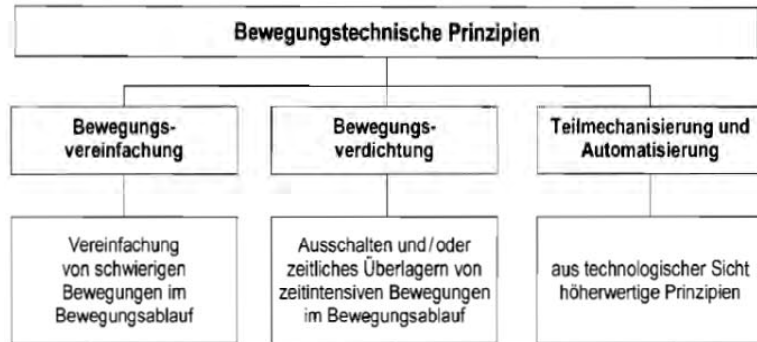
- job enrichment
- job enlargement
- job rotation
- autonome Gruppen, Gruppenarbeit
- variable Arbeitszeitmodelle
- Telearbeit, virtuelle Gruppen



HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 36

# Arbeitsorganisation

## 1. Rationalisierung durch Bewegungsoptimierung



## 2. Rationalisierung durch Mechanisierung, Automatisierung


HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 37

# Arbeitsorganisation

## 1. Rationalisierung durch Bewegungsoptimierung

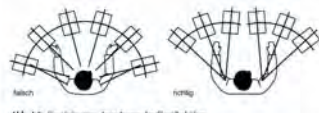
**Beispiel 4.2:**  
Bewegungsvereinfachung beim Greifen von Bauelementen kann erfolgen durch:

1. Vermeidung des Greifens aus dem Handen durch entsprechend positionierte Greifbehälter, soweit der zirkuläre „Ausstrahlgriff“ (Greifen aus dem Handen) durch einen seitlichen „Aufschlaggriff“ ersetzt werden kann (s. Abb. 4.5)



**Abb. 4.5:** Querschnitt eines Greifbehälters (als Greifort aus dem Handen wird durch einen einfachen Aufschlaggriff ersetzt)

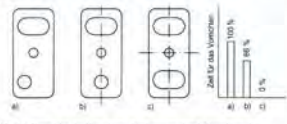
2. Erleichterungen des Greifens flacher Teile von speziellen Unterlagen (z. B. Schaumstoff) bzw. mit besonderen Hilfsmitteln (z. B. Saugheber)
3. gestütztes Ansetzen des Greifbehälters (s. Abb. 4.6)



**Abb. 4.6:** Gestützte Anordnung der Greifbehälter

Die linke Anordnung in Abbildung 4.6 ist falsch, weil die Hand beim Greifen aus dem seitlich sich befindenden Behälter nach außen verdrückt werden muss. Besser ist es, die Greifbehälter auf Kreisbögen um die Schultergelenke herum aufzubauen und auf die Längsachse des nicht angewinkelten Unterarms auszurichten.

4. Vermeidung des Greifens und Montierens von Teilen in falscher Reihenfolge
5. Vermeidung des Verschiebens durch entsprechende Gestaltung der Arbeitsgegenstände (s. Abb. 4.7)



**Abb. 4.7:** Vermeidung des Verschiebens durch entsprechende Gestaltung der Arbeitsgegenstände

- a) ungelungene Gestaltung der Isolierscheibe eines Elektroventil
- b) gelungene Gestaltung
- c) ideale Lösung, Verschieben entfällt

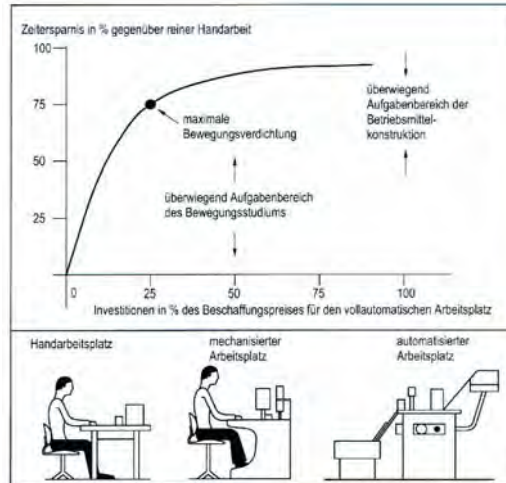
Ziel für das Verschieben: 100%, 88%, 0%

Weitere Möglichkeiten zur Vermeidung des Verschiebens und gleichzeitig zur Vereinfachung des Greifens sind der Einsatz von Vibrationsförderern sowie Magnetscheibenförderern.

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 38

# Arbeitsorganisation

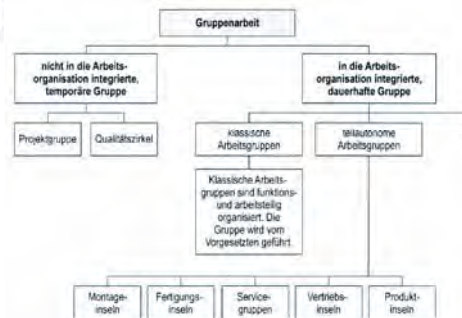
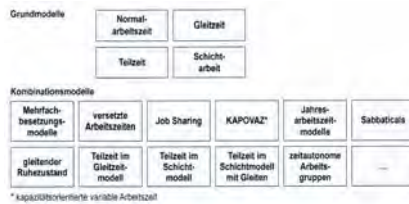
## 2. Rationalisierung durch Mechanisierung, Automatisierung



HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 39

# Arbeitsorganisation

## 3. Rationalisierung durch Flexibilisierung



HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 40



# Arbeitswissenschaften Ergonomie Teil 2

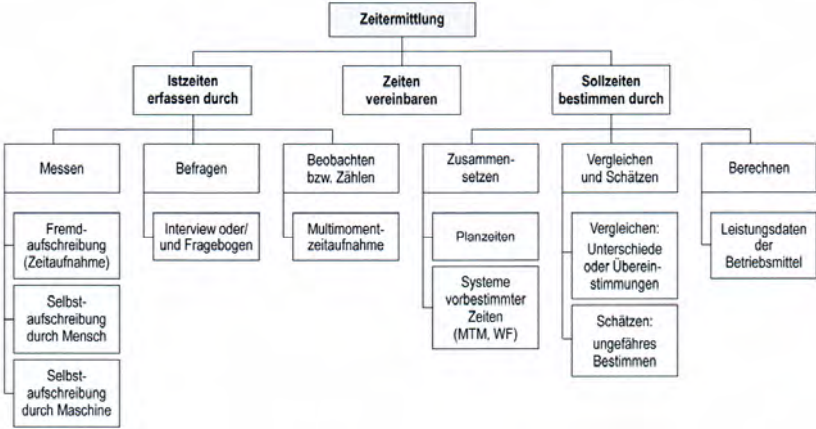
## Produktionstechnik Produktionswirtschaft

Hamburger  
Fern-Hochschule

Bernhard Kurz  
bernhard.kurz@hm.edu

# Zeitwirtschaft

Methoden zur Zeitbestimmung



HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 42

# Zeitwirtschaft

Betriebliche Verwendung von Leistungsdaten



HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 43

# Zeitwirtschaft

Basisgrößen und Begriffe

Ist- und Sollzeiten

Vorgabe- und Planzeiten

Auftrags- und Betriebsmittelbelegungszeit

Vorgabezeit/Mensch beinhaltet Grund-, Erhol- und Verteilzeiten

Vorgabezeit/Betriebsmittel beinhaltet nur Grund- und Verteilzeiten

$$\text{Auftragszeit: } T = t_r + m * \overbrace{(t_g + t_{er} + t_v)}^{t_a \text{ Ausführungszeit}} \quad \text{„rüsten, erholen und ausführen“}$$

$$= (t_{rg} + t_{rer} + t_{rv}) + m * ((t_{MH} + t_{MN} + t_{MA}) + t_{ME} + (t_{MZ} + t_{MS} + t_{MP}))$$

$$\text{Belegungszeit: } T_{dB} = t_B + m * (t_{gB} + t_{vB}) \quad \text{„rüsten und ausführen“}$$

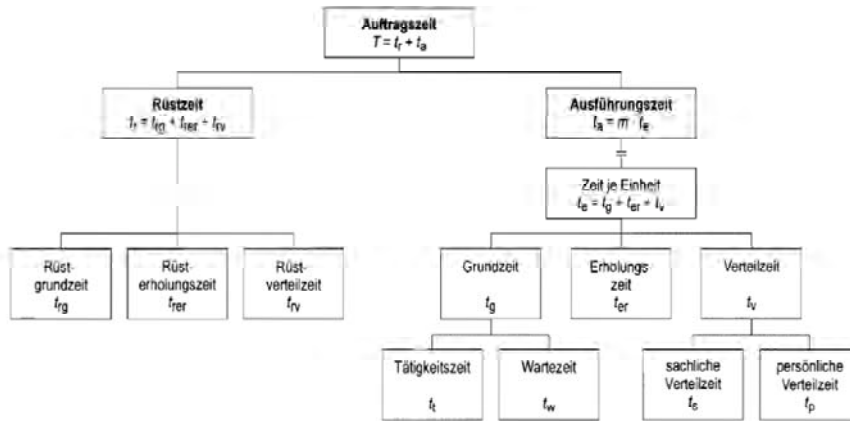
$$= (t_{rgB} + t_{rvB}) + m * ((t_{BH} + t_{BN} + t_{BA} + t_{BE}) + (t_{BZ} + t_{BS} + t_{BP}))$$

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 44

# Zeitwirtschaft

Anteile der Auftragszeit MENSCH

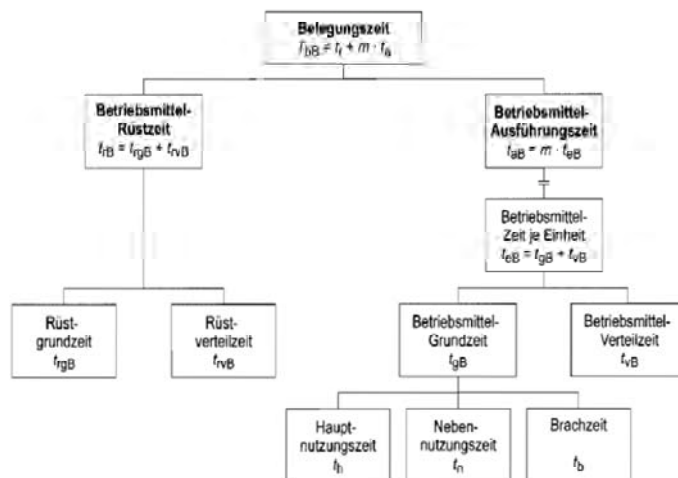
HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 45



# Zeitwirtschaft

Anteile der Belegungszeit BETRIEBSMITTEL

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 46



# Zeitwirtschaft

## Berechnungsbeispiel Auftragszeit

### Beispiel 1.1

Für die Arbeitsaufgabe „Auftragliche an Gewirbelfäden filieren“ werden die Zeiten für Mensch und Maschine bestimmt. Es ist die Auftragszeit  $T$  zu ermitteln. Gegeben sind:

Eingabe: Werkstück aus Graugarn, Stückgewicht 3 kg

Betriebsmittel: Universalfräsmaschine No. 116

Auftragmenge:  $m = 50$  Stück

Versetzzeit:  $z_v = 10\%$  (gh für Rüsten und Ausfilieren)

Erhöhungszeit:  $z_m = 0\%$  (wegen hohem Anteil ablaufbedingten Unterbrechens MA)

Die Sollzeiten für jeden Ablaufabschnitt und die Zeitarten gehen aus Tabelle 1.1 hervor.

**Hinweis zur Tabelle 1.1:** „R“ im Index der Zeitart steht für Rüsten, findet also nur einmal pro Auftrag statt. Walzenfilieren und Spannerwerkzeug befinden sich am Arbeitsplatz. Die Werkstücke werden vom Transporteur her- und abtransportiert. Die Rüstdaten werden von der Arbeitsperson selbst ausgefüllt.

Tabelle 1.1: Beispiel für die Anwendung von Ablauf- und Zeitarten zur Bestimmung der Auftragszeit

Nr.	Ablaufabschnitt	Sollzeit in min	Zeitart	
			Ma	M
1	Auftrag und Zeichnung lesen	0,8	Ma	Ma
2	Walzenfilieren und Spannerwerkzeug bereitlegen	0,9	Ma	Ma
3	Walzenfilieren einrichten	2,0	Ma	Ma
4	Maschine einstellen	1,5	Ma	Ma
5	Werkstück aufnehmen und auf Fräsmaschine stellen	0,5	Ma	Ma
6	Werkstück spannen	1,2	Ma	Ma
7	Fäden anstellen, Maschine einschalten	0,4	Ma	Ma
8	Anschnitt beim Filieren überwachen	1,0	Ma	Ma
9	Fäden (ohne Überwachung)	3,5	Ma	Ma
10	Werkstück abspannen	0,8	Ma	Ma
11	Werkstück in Behälter abgeben	0,3	Ma	Ma
12	Werkstück zurückordnen (Nr. 5-12 sind 40 mal wiederholt)	0,4	Ma	Ma
13	Walzenfilieren ausmachen	1,8	Ma	Ma
14	Walzenfilieren und Spannerwerkzeug weglegen	0,7	Ma	Ma

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 47

### Lösung:

Die Auftragszeit  $T$  ergibt sich nach Gl. (1.2) zu:

$$T = t_r + t_a$$

Die Rüstzeit  $t_r$  berechnet sich in Analogie zu Gl. (1.4):

$$t_r = t_{rg} + t_{re} + t_{rv} \quad (1.20)$$

Die Rüstgrundzeit ergibt sich analog zu Gl. (1.8) zu:

$$t_{rg} = \sum i \cdot MHR + \sum i \cdot MNR + \sum i \cdot MAR \quad (1.21)$$

$$t_{rg} = 0 \text{ min} + 7,7 \text{ min} + 0 \text{ min} = 7,7 \text{ min.}$$

Mit (1.20) oder

$$t_r = t_{rg} \left( 1 + \frac{z_{reg} + z_{rv}}{100} \right) \quad (1.22)$$

folgt:

$$t_r = 7,7 \left( 1 + \frac{0 + 10}{100} \right) \text{ min} = 8,47 \text{ min.}$$

Die Ausführungszeit  $t_a$  berechnet sich mittels Gl. (1.3) zu:

$$t_a = m \cdot t_g$$

Die Zeit  $t_g$  wird mit Gl. (1.4):

$$t_g = t_b + t_{ev} + t_v$$

und die darin enthaltene Grundzeit nach Gl. (1.8) zu:

$$t_g = \sum i \cdot MH + \sum i \cdot MN + \sum i \cdot MA$$

$$t_g = 1,0 \text{ min} + 3,9 \text{ min} + 3,5 \text{ min} = 8,4 \text{ min.}$$

bestimmt. Mit Gl. (1.4) oder

$$t_g = t_b \left( 1 + \frac{z_{ev} + z_v}{100} \right) \quad (1.23)$$

ergibt sich  $t_g$  zu:

$$t_g = 8,4 \left( 1 + \frac{0 + 10}{100} \right) \text{ min} = 9,24 \text{ min.}$$

Mit den so ermittelten Zeiten findet man die gesuchte Auftragszeit für  $m = 50$  Stück:

$$T = t_r + m \cdot t_a$$

$$T = 8,47 \text{ min} + 50 \cdot 9,24 \text{ min} = 470,47 \text{ min} \approx 470,5 \text{ min}$$

# Zeitwirtschaft

## System vorbestimmter Zeiten (MTM)

Die Vorteile der SvZ können wie folgt zusammengefasst werden:

- Arbeitsmethode und Sollzeiten lassen sich bereits im Planungsstadium detailliert festlegen und mittels Variantenvergleich optimieren.
- SvZ zwingen dazu, die Arbeitsmethode detailliert festzulegen.
- Durch die detaillierte Erfassung der Einflussgrößen ist eine konstruktiv-kritische Betrachtung sowohl
  - der Ausführungsbedingungen (Konstruktionskritik) als auch
  - des Arbeitsablaufs (Arbeitsmethodengestaltung) möglich.
- Somit werden Kosten durch korrektive Arbeitsgestaltung vermieden.
- Durch die Kodierung liegt eine reproduzierfähige Beschreibung des Arbeitsablaufes vor. SvZ sind damit für den Aufbau von Planzeiten geeignet.
- SvZ bieten die Gewähr für ein einheitliches, standardisiertes Bezugsleistungsniveau. Damit entfällt das Leistungsgradbeurteilen.
- Da die SvZ-Normzeitwerte in Abhängigkeit von Einflussgrößen dargestellt sind, entfällt die bei Zeitaufnahmen notwendige Einflussgrößenrechnung.
- Das Unterweisen der Mitarbeiter kann nach der mit SvZ geplanten Arbeitsmethode effektiv durchgeführt werden. Dadurch werden Anlernzeiten auf ein notwendiges Minimum reduziert.
- Im Beschwerdefall stellen SvZ-Vorgabezeiten bei einer leistungsabhängigen Entgeltendifferenzierung (z. B. Akkordlohn) eine objektive, den Sachverhalt eindeutig reproduzierende Basis dar.

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 48



# Zeitwirtschaft

System vorbestimmter Zeiten (MTM)

Bsp. Änderung R50C auf R30A



HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 49

Hinlängen - R - (Reach)										Bringen - M - (Move)															
Normzeitwerte in TMU										Normzeitwerte in TMU															
Bewegungs- länge in cm	R.A.	R.B.	R.C.	R.D.	R.E.	R.F.	R.G.	R.H.	R.I.	in Meter für die Beschreibung der Fälle	Bewegungs- länge in cm	M.A.	M.B.	M.C.	M.D.	M.E.	M.F.	M.G.	M.H.	M.I.	mit Kraftaufwand	Beschreibung der Fälle			
2	2,0	2,0	2,0	2,0	1,6	1,6	1,6	1,6	0,4	A Hinlängen zu einem allein- stehenden Gegenstand, der sich immer an einem genau be- stimmten Ort befindet, in die andere Hand legt oder auf den die andere Hand ruht	2	2,0	2,0	2,0	1,7	0,3	1	1,00	0,0						A einen Gegen- stand zur anderen Hand oder gegen eine Anschlag bringen
4	3,4	3,4	5,1	3,2	3,0	2,4	1,0			B Hinlängen zu einem allein- stehenden Gegenstand, der sich an einem von Arbeit- leistung zu Anschlag ver- änderlichen Ort befindet	4	3,1	4,0	4,5	2,8	1,2	1	1,00	0,0						
6	4,5	4,5	8,5	4,4	3,8	3,1	1,4			C Hinlängen zu einem Gegen- stand, der mit gleichen oder ähnlichen Gegenständen so vermischt ist, dass er aus- gewählt werden muss.	6	4,1	5,0	6,6	3,1	1,9	2	1,04	1,6						
8	5,5	5,5	7,5	5,5	4,5	3,7	1,8			D Hinlängen zu einem Gegen- stand, der klein ist oder sehr genau oder mit Vorsicht ge- griffen werden muss	8	5,1	5,9	6,9	3,7	2,2	4	1,07	2,8						
10	6,1	6,3	8,4	6,6	4,9	4,3	2,0			E Vorlegen der Hand in eine nicht bestimmte Lage, sei es zur Erbringung der gleich- gewesenen, zur Vorbereitung der folgenden Bewegung oder um die Hand aus der Arbeitszone zu entfernen	10	6,0	6,8	7,6	4,3	2,5	4	1,07	2,8						
12	6,4	7,4	9,1	7,3	5,2	4,8	2,6																		
14	6,8	8,2	9,7	7,8	5,5	5,4	2,8																		
16	7,1	8,6	10,1	6,2	5,6	5,9	2,9																		
18	7,5	9,4	10,6	3,7	6,1	5,6	2,9																		
20	7,8	10,0	11,4	3,2	6,5	7,1	2,9																		
22	8,1	10,5	11,9	3,7	6,9	7,7	2,9																		
24	8,5	11,1	12,5	10,7	7,1	8,2	2,9																		
26	8,8	11,7	13,0	10,7	7,4	8,8	2,9																		
28	9,2	12,2	13,6	11,2	7,7	9,4	2,8																		
30	9,5	12,8	14,1	11,7	8,0	9,9	2,8																		
35	1,04	14,2	15,5	12,8	8,8	11,4	2,8																		
40	11,3	15,6	16,8	14,1	9,6	12,8	2,8																		
45	12,1	17,0	18,2	15,3	10,4	14,2	2,8																		
50	13,0	18,4	19,6	16,5	11,2	15,7	2,7																		
55	13,9	19,8	20,9	17,8	12,0	17,1	2,7																		
60	14,7	21,2	22,3	18,0	12,8	18,5	2,7																		
65	15,6	22,6	23,6	20,2	13,5	19,9	2,7																		
70	16,5	24,1	25,0	21,4	14,3	21,4	2,7																		
75	17,3	25,5	26,4	22,6	15,1	22,8	2,7																		
80	18,2	26,9	27,7	23,8	15,9	24,2	2,7																		

# Zeitwirtschaft

Bedeutung von Verteilzeit bzw. Verteilzeitzuschlag (als Prozentwert der Grundzeit)

### Beispiel 1.4

Es wird angenommen, dass in einem mittelständigen Betrieb mit 100 Mitarbeitern (MA) im Akkord ein Verteilzeitprozentsatz von 12% (Fall C) verrechnet wird, obwohl nach einer Verteilzeitermittlung nur 8% (Fall A) anfallen. Welche Konsequenzen hat das bzgl. der Fertigungskosten?

### Lösung:

Nach Tabelle 1.6 entstehen dadurch ca. 147.900€ höhere Fertigungskosten pro Jahr.

Tabelle 1.6: Zu Beispiel 1.4

Fall	Verteilzeit zv in %	Aufnahmezeit AZ in min	Grundzeit G in min	Verteilzeit V in min	Unterschiede			
					min/d	h/d	h/a <sup>2)</sup>	€/a <sup>3)</sup>
A	8	480	444,4	35,6	0	0	0	0
B	10	480	436,4	43,6	800 <sup>1)</sup>	13,3	2.926	74.800
C	12	480	428,6	51,4	1580	26,3	5.786	147.900

<sup>1)</sup> (43,6-35,6) \* 100 MA = 800 min/d; <sup>2)</sup> für 220 Tage pro Jahr; <sup>3)</sup> bei ca. 25€/h Fertigungskosten

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 50

# Zeitwirtschaft

## Beispiel Verteilzeit/Verteilzeitzuschlag

$$\begin{aligned} AZ &= G + N + F + V + Er \\ &= G_{\max} + V + Er \\ G_{\max} &= G + N + F \end{aligned}$$

### Beispiel 1.5

Für die Fräselei eines Betriebes soll der Verteilzeitzuschlag neu bestimmt werden. Als Aufnahmezzeit ist eine Woche (5 Arbeitstage) zugrunde zu legen. Die Arbeitszeit beträgt 8h/Tag, und es wird im Einschichtbetrieb gearbeitet.

Tabelle 1.7: Zusammengefasste Verteilzeitaufnahme zu Beispiel 1.5

Beschreibung der Zeilart	min	G	V <sub>sk</sub>	V <sub>sv</sub>	V <sub>p</sub>	Er	N	F
Maschine der Schrottbegren vorbereiten	10,0		10,0					
Maschine technisch abstimmen	5,0		5,0					
Überprüfen der Sicherheitsrichtlinien	2,0		2,0					
Zusatzmaterial aus dem Lager holen	18,5			18,5				
Werkzeuge wechseln zum schärfen	14,2			14,2				
Messfäden von Kantenblei	3,5			3,5				
Persönliche Bedürfnisse	70,0				70,0			
Spätmittagessen	8,3			8,3				
Bestellen von Frühstück	25,0				25,0			
Private Erledigung	25,0					25,0		
Unterredungen durch den Meister	11,0				11,0			
Erholungszeiten	45,0					45,0		
Verbleibender Arbeitsprozess	17,0						17,0	
Bereiten einer größeren Gönung	128,0							128,0
Überprüfen der Monatsrechnung	4,0					4,0		
Werkzeug nach Buch auswechseln	12,5				12,5			
Grundzeit	2006,0	2006,0						
Summe	2400,0	2006,0	17,0	88,0	84,0	45,0	42,0	128,0

### Lösung:

Zuerst ist die Verteilzeitaufnahme auszuwerten, indem die zusammengefassten Zeitwerte den Verteilzeitarzeiten zuzurechnen sind (in Tabelle 1.7 kursiv eingetragen).

Anschließend werden die Verteilzeitzuschläge berechnet.

$z_{sk}$  ergibt sich nach Gl. (1.36) zu:

$$z_{sk} = \frac{17}{2400 - (179 + 45)} \cdot 100\% = 0,78\%$$

Für  $z_{sv}$  folgt nach Gl. (1.37):

$$z_{sv} = \frac{68}{2006} \cdot 100\% = 3,39\%$$

und  $z_p$  beträgt:

$$z_p = \frac{94}{2400 - (179 + 45)} \cdot 100\% = 4,32\%$$

Der Verteilzeitzuschlag ergibt sich dann nach Gl. (1.35) zu:

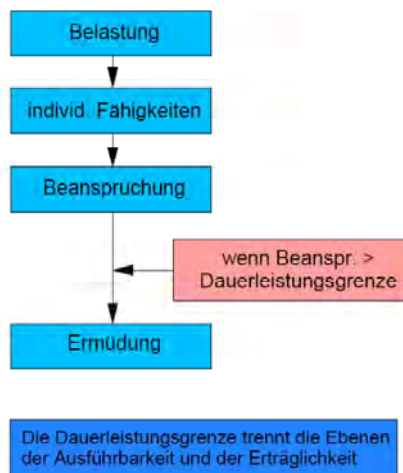
$$z_v = 0,78 + 3,39 + 4,32 = 8,49\%$$

Der vorzugebende Verteilzeitzuschlag beträgt somit 8,5%.

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 51

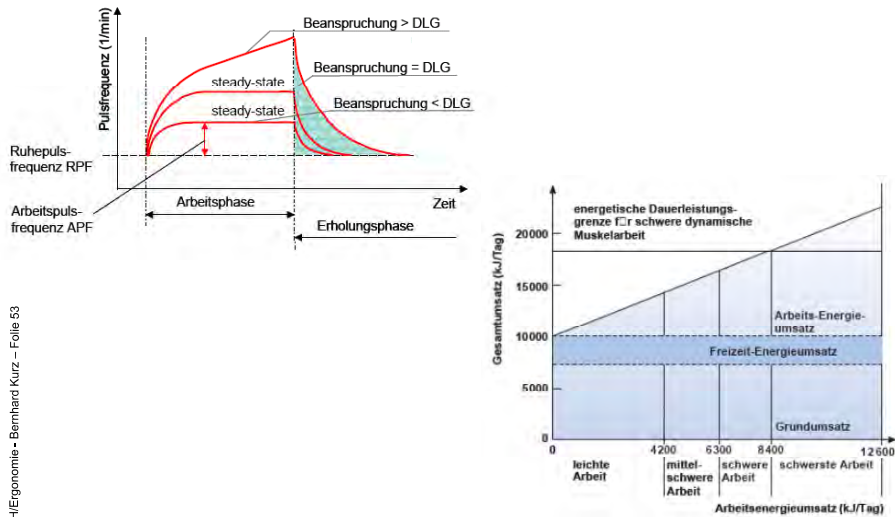
# Belastung, Beanspruchung

## Dauerleistungsgrenze



HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 52

# Beanspruchung, Energieumsatz



HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 53

# Ermüdung, Erholung

## Reduzierung der Ermüdung

- viele Kurzpausen verhindern Ermüdungszunahme im Laufe der Arbeitszeit,
- Erholungspausen sollten direkt nach dem ermüdenden Ablaufabschnitt folgen,
- die Addition der Pausen ist zu vermeiden durch Unterweisung der Betroffenen, regelmäßige Ablösung durch Springer, Begrenzung des Arbeitspensums und Stillsetzung von Arbeitsmitteln,
- Entspannungsmöglichkeiten sind bei einseitigen Tätigkeiten vorzusehen,
- Pausenräume sind in Arbeitsplatznähe anzuordnen, damit Pausen auch genommen werden,
- die muskuläre Belastung ist durch technische Mittel (Hebezeuge, Wagen) zu reduzieren,
- die informatorische Belastung ist durch ein geeignetes Maß an Informationen zu verringern,
- die Lärmbelastung ist zu reduzieren.

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 54

# Arbeitsschutz

## Ursachen und Lösungsansätze

### Gefahrenursachen

- Sicherheitswidrige Zustände
- Sicherheitswidriges Verhalten
- Höhere Gewalt

### Lösungsansätze

- Unmittelbare SI-Technik / primär: Verkleidung, Verdeckung, Umwehrung
- Mittelbare SI-Technik / sekundär: ortsbindend, abweisend, abschaltend
- Mittelbare SI-Technik / tertiär: PSA
- Hinweisende SI-Technik / präventiv: Schilder und Aufklärung

# Arbeitsschutz

## EU - Arbeitsschutzverordnung

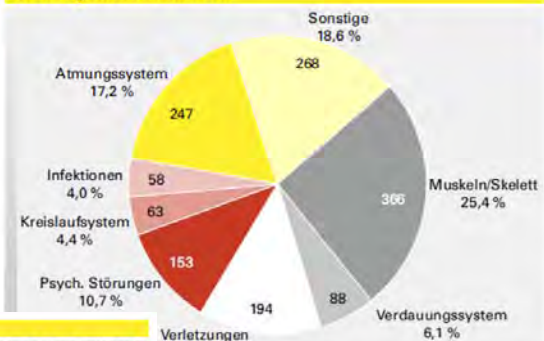
### Grundlegende Arbeitgeberpflichten (oder seiner Vertretung) nach der neuen Arbeitsschutzverordnung 89/391/EWG



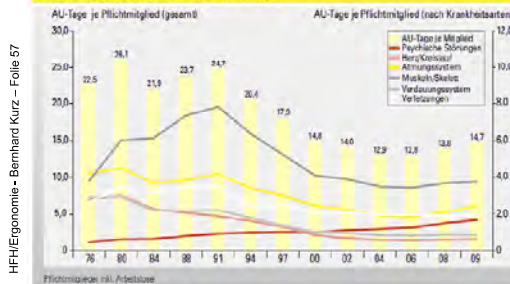
# Arbeitsschutz

Statistiken  
(BAuA, stat. BA, BKK)

## Die häufigsten Krankheitsarten



## Arbeitsfähigkeit und Krankheitsarten - Trends seit 1976



Verletzungen  
13,5 %  
tote Pflichtmitglieder - Bundesgebiet 2009

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 57

# Belastungs-/Gefährdungsanalyse

gemäß AbschV sowie 89/391/EWG, BG- und GA-konform

## Klassifikation der Gefährdungen

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.1 Umgebungsbedingungen	1.1 Umgebungsbedingungen	1.1 Umgebungsbedingungen	1.1 Umgebungsbedingungen	1.1 Umgebungsbedingungen	1.1 Umgebungsbedingungen	1.1 Umgebungsbedingungen	1.1 Umgebungsbedingungen	1.1 Umgebungsbedingungen	1.1 Umgebungsbedingungen	1.1 Umgebungsbedingungen	1.1 Umgebungsbedingungen	1.1 Umgebungsbedingungen	1.1 Umgebungsbedingungen
1.2 Zeitliche Belastung	1.2 Zeitliche Belastung	1.2 Zeitliche Belastung	1.2 Zeitliche Belastung	1.2 Zeitliche Belastung	1.2 Zeitliche Belastung	1.2 Zeitliche Belastung	1.2 Zeitliche Belastung	1.2 Zeitliche Belastung	1.2 Zeitliche Belastung	1.2 Zeitliche Belastung	1.2 Zeitliche Belastung	1.2 Zeitliche Belastung	1.2 Zeitliche Belastung
1.3 Biomechanische Belastung	1.3 Biomechanische Belastung	1.3 Biomechanische Belastung	1.3 Biomechanische Belastung	1.3 Biomechanische Belastung	1.3 Biomechanische Belastung	1.3 Biomechanische Belastung	1.3 Biomechanische Belastung	1.3 Biomechanische Belastung	1.3 Biomechanische Belastung	1.3 Biomechanische Belastung	1.3 Biomechanische Belastung	1.3 Biomechanische Belastung	1.3 Biomechanische Belastung
1.4 Psychische Belastung	1.4 Psychische Belastung	1.4 Psychische Belastung	1.4 Psychische Belastung	1.4 Psychische Belastung	1.4 Psychische Belastung	1.4 Psychische Belastung	1.4 Psychische Belastung	1.4 Psychische Belastung	1.4 Psychische Belastung	1.4 Psychische Belastung	1.4 Psychische Belastung	1.4 Psychische Belastung	1.4 Psychische Belastung
1.5 Chemische Belastung	1.5 Chemische Belastung	1.5 Chemische Belastung	1.5 Chemische Belastung	1.5 Chemische Belastung	1.5 Chemische Belastung	1.5 Chemische Belastung	1.5 Chemische Belastung	1.5 Chemische Belastung	1.5 Chemische Belastung	1.5 Chemische Belastung	1.5 Chemische Belastung	1.5 Chemische Belastung	1.5 Chemische Belastung
1.6 Akustische Belastung	1.6 Akustische Belastung	1.6 Akustische Belastung	1.6 Akustische Belastung	1.6 Akustische Belastung	1.6 Akustische Belastung	1.6 Akustische Belastung	1.6 Akustische Belastung	1.6 Akustische Belastung	1.6 Akustische Belastung	1.6 Akustische Belastung	1.6 Akustische Belastung	1.6 Akustische Belastung	1.6 Akustische Belastung
1.7 Elektromagnetische Belastung	1.7 Elektromagnetische Belastung	1.7 Elektromagnetische Belastung	1.7 Elektromagnetische Belastung	1.7 Elektromagnetische Belastung	1.7 Elektromagnetische Belastung	1.7 Elektromagnetische Belastung	1.7 Elektromagnetische Belastung	1.7 Elektromagnetische Belastung	1.7 Elektromagnetische Belastung	1.7 Elektromagnetische Belastung	1.7 Elektromagnetische Belastung	1.7 Elektromagnetische Belastung	1.7 Elektromagnetische Belastung
1.8 Ergonomische Belastung	1.8 Ergonomische Belastung	1.8 Ergonomische Belastung	1.8 Ergonomische Belastung	1.8 Ergonomische Belastung	1.8 Ergonomische Belastung	1.8 Ergonomische Belastung	1.8 Ergonomische Belastung	1.8 Ergonomische Belastung	1.8 Ergonomische Belastung	1.8 Ergonomische Belastung	1.8 Ergonomische Belastung	1.8 Ergonomische Belastung	1.8 Ergonomische Belastung

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 58

# Belastungsgrößen: Klima

## Richtwerte für Klimagrößen

- Temperatur: 19-23°C
- relative Luftfeuchte: >40%
- Luftbewegung, Windgeschwindigkeit: <0,15 m/s
- Strahlung, Oberflächentemperatur maximal +/- 4°C zur mittleren Raumtemperatur

Tätigkeiten	Lufttemperatur in °C	relative Luftfeuchtigkeit in %	Luftgeschwindigkeit in m/s
Überwiegend im Sitzen ausgeführte Tätigkeiten mit leichter Handarbeit	20 ... 24	40 ... 70	≤ 0,1
Überwiegend im Stehen ausgeführte Tätigkeiten mit Ein- oder Zweihandarbeit	17 ... 22	40 ... 70	0,2
Im Stehen oder Gehen ausgeführte Tätigkeiten, evtl. zusätzliches Bewegen von kleinen Lasten	12 ... 21	40 ... 70	0,4
Im Stehen oder Gehen ausgeführte Tätigkeiten mit Bewegen von schweren Lasten	12 ... 20	30 ... 70	0,5

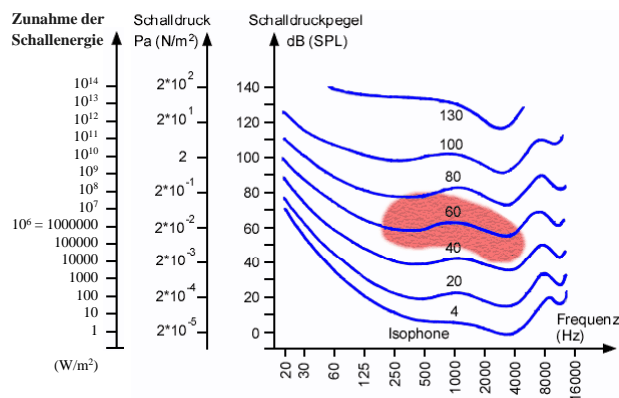
  

Arbeitschwere (Tätigkeitsbeispiele)	Luftraum in m <sup>3</sup> je Person		Außenluftzufuhr in m <sup>3</sup> /h je Person	
	ASR 5	Empfehlung	ASR 5	Empfehlung
leichte körperliche Arbeit (Zeichnen, Labortätigkeit, Feinmechanikfertigkeit)	12	18	20 ... 40	53
mittelschwere körperliche Arbeit (Drehen, Schweißen, Tischeln)	15	23	40 ... 60	75
schwere körperliche Arbeit (Formen, Gussputzen, Reparaturschlossarbeiten)	18	27	> 60	90

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 59

# Belastungsgrößen: Lärm

## Die Krux mit dem Dezibel (dB)



Eine Pegelsteigerung um **10 dB** bedeutet die **10-fache Energie** und damit 10-faches Schädigungspotenzial

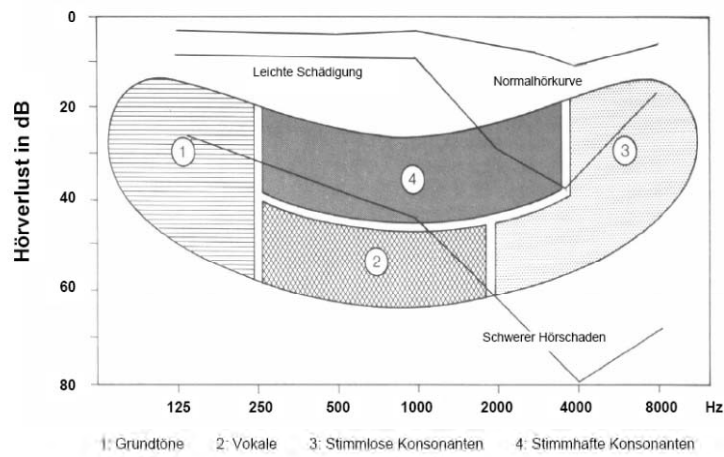
Bei **Verdoppelung** der Energie tritt eine Pegelzunahme von nur **3 dB** auf

**Aber:** eine Pegelzunahme um 10 dB wird nur doppelt so laut **wahrgenommen**

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 60

# Belastungsgrößen: Lärm

Lärmwirkungen



HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 61

# Belastungsgrößen: Vibrationen

Richtwerte für  
Schwingungsbelastungen  
und  
Optimierungsempfehlungen

	Lärm-Vibrations- Arbeitsschutzverordnung	EG-Richtlinie „Vibrationen“ 2002/44/EG
<b>Hand-Arm-Schwingungen</b>		
Auslösewerte	2,5 m/s <sup>2</sup>	2,5 m/s <sup>2</sup>
Expositionsgrenzwerte	5,0 m/s <sup>2</sup>	5,0 m/s <sup>2</sup>
<b>Ganzkörperschwingungen</b>		
Auslösewerte	0,5 m/s <sup>2</sup>	0,5 m/s <sup>2</sup>
Expositionsgrenzwerte	0,8 m/s <sup>2</sup> (z-Achse) 1,15 m/s <sup>2</sup> (x-y-Achse)	0,8 m/s <sup>2</sup> (z-Achse) 1,15 m/s <sup>2</sup> (x-y-Achse)

- Verstimmung des Schwingensystems durch geänderte Massenverteilung.
- Drehzahlveränderung der Maschinen zur Reduzierung von Resonanzschwingungen.
- Nutzung von Schwingungsdämpfern und Schwingungsdämmung zur Verminderung der übertragenen Energie.
- Pausen, job rotation u.a. organisatorische Maßnahmen zur Verringerung der Schwingungseinwirkzeit auf den Menschen.
- Tragen von Handschuhen, zweckentsprechendem Schuhwerk u.a. individuelle Schutzmaßnahmen zur Reduzierung der Schwingungseinwirkung.

HFH/Ergonomie - Bernhard Kurz - Folie 62

# Belastungsgrößen: Licht, Beleuchtung

## Lichttechnische Größen und Richtwerte

Leuchtdichte in  $\text{cd/m}^2$  (Helligkeitsempfindung, Blendung) und Beleuchtungsstärke in lx (technische Messgröße, mit Reflexionsgrad in Leuchtdichte umrechenbar)

Je höher die Detailerkennung desto mehr lux:  
Büro ca. 500 lx, OP-Bereich ca. 5000 lx

Bildschirm-AP ca. 200 lx indirekte Grundbeleuchtung  
+ 300 lx individuelle AP-Beleuchtung

Fertigungs-AP im Hauptarbeitsbereich ca. 750 lx

# Belastungsgrößen: Gefahrstoffe

## Schutzmaßnahmen gegen Gefahrstoffe (Gase, Stäube, Dämpfe) (Grenzwerte in MAK, TRK, BGW, AGW)

- |           |   |
|-----------|---|
| primär    | 1. Es sind technisch/technologische Maßnahmen zu ergreifen, die eine Gefahrstoffentstehung vermeiden, wie z.B. ungefährliche Werkstoffe einsetzen oder andere Arbeitsverfahren anwenden.  |
| sekundär  | 2. Es sind Maßnahmen gegen die Gefahrstoffausbreitung zu ergreifen. So sind z.B. geschlossene Systeme einzusetzen, Gefahrstoffe an der Quelle abzusaugen oder geeignete Lüftungstechnische Maßnahmen (DIN 1946) zu ergreifen.         |
| tertiär   | 3. Es sind persönliche Maßnahmen gegen die Gefahrstoffeinwirkung anzuwenden. Dementsprechend sind z.B. Atemschutzgeräte, Handschuhe, Schutzbrillen, Sicherheitsschuhe, Schürzen oder Schutzanzüge zu tragen.                          |
| präventiv | 4. Im Unternehmen ist der betroffene Personenkreis durch Aufklärungsarbeit über die Gefahren zu informieren.<br>5. Durch arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung sind eventuelle Gesundheitsschäden so früh als möglich zu erkennen. |