
Universität GH Essen
Fachbereich 4 - Studiengang Industrial Design
Fachgebiet Ergonomie

Vorlesungsumdruck

Ergonomisches Gestalten für Industrial Design



Gliederung “Ergonomisches Gestalten für Industrial Design”

- 1 Einführung in ergonomisches Gestalten
- 2 Kriterien zur ergonomischen Gestaltung
- 3 Gestaltungsgrundlagen
 - 3.1 Körperkräfte
 - 3.2 Körperhaltungen
 - 3.2.1 Bewertung von Körperhaltungen
 - 3.2.2 Gestaltung von Mitteln zur Körperunterstützung
 - 3.3 Körperbewegung
 - 3.3.1 Methoden zur Messung von Körperbewegungen
 - 3.3.2 Gestaltung von Bewegungsabläufen
4. Räumliches Gestalten
 - 4.1 Körpermaße
 - 4.1.1 Exkurs: Statistische Grundbegriffe
 - 4.1.2 Maßsysteme des Menschen
 - 4.2 Methoden der räumlichen Gestaltung
5. Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen
 - 5.1 Beispiele von Mensch Maschine Systemen
 - 5.2 Funktionsteilung in Mensch-Maschine-Systemen
 - 5.3 Gestaltung von Mitteln zur Informationsaufnahme
 - 5.4 Gestaltung von Mitteln zur Unterstützung der Informationsverarbeitung
 - 5.5 Gestaltung von Mitteln zur Informationsabgabe
 - 5.6 Gestaltung der Mensch-Rechner-Interaktion
 - 5.7 Menschbezogene Folgen der Automatisierung



1 Einführung in ergonomisches Gestalten

Die folgenden Kapitel 1-3 entstammen
meinem Umdruck zur Vorlesung
“Einführung in die Ergonomie für Industrial
Design”.



2 Kriterien zur ergonomischen Gestaltung

Ergonomische Gestaltungskriterien können sich auf existierende Produkte bzw. Produktentwürfe und geplante Produkte beziehen, aber auch zur Beurteilung von Tätigkeiten genutzt werden, die mit einem zu gestaltenden Produkt auszuführen sind. Im ersten Fall beziehen sich die Gestaltungskriterien auf Elemente und Eigenschaften von Produkten. Die vorhandenen oder geplanten Produkt-eigenschaften werden in Beziehung zu den Eigenschaften, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Bedürfnissen einer Zielgruppe gesetzt (z.B. Körpergrößen, Körperkräfte, Koordinationsfähigkeiten, Lernfähigkeiten). Welche der vielfältigen menschlichen Eigenschaften, Fähigkeiten, Fertigkeiten oder Bedürfnisse bei der jeweiligen Produktgestaltung von Bedeutung ist, muß

durch Analysen abgeleitet werden (siehe Kapitel 1).

Im zweiten Fall ist unabhängig von einem konkreten Produktentwurf zu klären, wie die Ausführungsbedingungen einer bestimmten menschlichen Tätigkeit sein sollte. Als Ergebnis einer solchen tätigkeitsbezogenen Betrachtung folgen häufig Hinweise darauf, mit welchen Hilfsmitteln die geforderten Ausführungsbedingungen erreichbar sind.

Ergonomische Gestaltungskriterien für Produkte

Die Zusammenstellung von ergonomischen Gestaltungskriterien für Produkte soll am Beispiel der Beurteilung und Gestaltung eines Treppenliftes dargestellt werden.



Abbildungen 2.1: Treppenlift

Dimensionierung des Treppenliftes	
Gewichtung: 30%	
Stuhlbreite	
Stuhltiefe	
Rückenlehne	
Armauflage	
Fußraste	
Erreichbarkeit von Bedienelementen	
Bedienelemente	
Gewichtung: 30%	
<i>Innensteuerung</i>	
Funktion der Bedienelemente	
Dimensionierung der Bedienelemente	
<i>Außensteuerung</i>	
Funktion der Bedienelemente	
Dimensionierung der Bedienelemente	
Handhabung des Treppenliftes	
Gewichtung: 40%	
Stuhl in Fahrposition bringen	
Hinsetzen	
Fahren	
Aussteigen	
Stuhl in Parkposition bringen	

Tabelle 2.1: Ergonomische Gestaltungskriterien für einen Treppenlift

Ergonomische Gestaltungskriterien für Tätigkeiten

Im Zusammenhang mit den zunehmenden technischen Möglichkeiten den Menschen von Tätigkeiten zu entbinden oder zu ersetzen, muß man sich als Designerin/Designer verstärkt dem Problem zuwenden, was für wen gestaltet werden soll und nicht nur wie etwas gestaltet werden soll.

Der Bezug auf den Menschen als Individu-

um und als gesellschaftliches Wesen, ist dabei ein wichtiger Gesichtspunkt, sowohl im Design, als auch in der Ergonomie. Die soziale Wirkung von Gestaltung wird beispielsweise durch mögliche Einflüsse der digitalen Datenverarbeitungs- und Kommunikationstechnologien auf unser tägliches Leben deutlich.



Der Bezug auf den Menschen als aktiv handelndes Subjekt bei der Gestaltung bedeutet eben nicht nach den derzeitigen technischen Realisierungsmöglichkeiten bei der Lösung eines Gestaltungsproblems zu fragen, sondern sich zunächst darüber klar zu werden, welche Funktionen dem Menschen innerhalb des zu Gestaltenden zukommen soll.

Es ist wohl eine Erfahrung, die viele Gestalterinnen bzw. Gestalter schon selbst an sich festgestellt haben, daß neue technische Innovationen einen starken Reiz ausüben. Es wird nach Anwendungsmöglichkeiten für diese neuen Techniken gesucht, ohne einen Anhaltspunkt für deren individuellen oder gesellschaftlichen Nutzen zu haben.

Wenn man also Gestaltung von Gebrauchsgegenständen nicht als Ersatz, sondern zur Hilfe und Unterstützung menschlicher Handlung sieht, stellt sich die Frage nach den Funktionen und Aufgaben, die vom Menschen ausgeführt werden sollten, weil sie „gut“ für den Menschen sind.

Es ist also nach Kriterien und Bedingungen zu fragen, die bei der Gestaltung zu berücksichtigen sind, um eine Tätigkeit menschengerecht zu gestalten.

Solche (sogenannten) Humankriterien benennt VOLPERT, ein Arbeitspsychologe aus Berlin (siehe: VOLPERT, W.: *Welche Arbeit ist gut für den Menschen ? Notizen zum Thema Menschenbild und Arbeitsgestaltung*. In: Frei, F.; Udris, I. (Hrsg.): Das Bild der Arbeit, Bern: Hans Huber 1990, S.23-40).

Die Kriterien basieren auf 3 Grundprinzipien der Evolution:

- Das Prinzip der eigenen Entwicklungswege
- Das Prinzip des leiblichen In-der-Welt-Seins
- Das Prinzip der sozialen und gesellschaftlichen Eingebundenheit

Das Prinzip der eigenen Entwicklungswege

Aufgaben, welche die Besonderheiten und Stärken des Menschen berücksichtigen, müssen:

- einen großen Handlungs- und Entscheidungsspielraum haben dazu einen angemessenen zeitlichen Gestaltungsspielraum bieten
- Angebote zur persönlich geprägten Erfassung und Bewältigung von Anforderungen im Sinne einer Strukturierbarkeit machen
- frei von Behinderungen sein.

Zu dem großen Handlungs- und Entscheidungsspielraum (i.S. von Regulationserfordernissen) vs. der Freiheit von Behinderungen (i.S. von psychischen Belastungen):

Was an Handlungs- und Entscheidungsspielraum in welchem zeitlichen Rahmen zugelassen wird und welche Behinderungen abzubauen sind, hängt natürlich von der Gestaltungsaufgabe ab. Stellt die Sicherheit einen wichtigen Gestaltungsaspekt dar (z.B. bei Warnsystemen), so ist eine Eindeutigkeit der Gestaltung unerlässlich. Dies bedeutet dann auch, den

möglichen Handlungs- und Entscheidungsspielraum einzuschränken. Dagegen muß gerade im Freizeitbereich häufig davon ausgegangen werden, daß Benutzer Produkte auf durchaus vielfältige Weisen nutzen und nutzen wollen.

Das Prinzip des leiblichen In-der-Welt-Seins

Aufgaben, welche die Besonderheiten und Stärken des Menschen berücksichtigen, müssen:

- erfordern ausreichende körperliche Aktivität damit die Beanspruchung vielfältiger Sinnesqualitäten einen konkreten Umgang mit realen Gegenständen bzw. den direkten Bezug zu sozialen Bedingungen
- müssen das Merkmal zentrierter Variabilität besitzen.

Zu den ausreichenden körperlichen Aktivitäten:

Es reicht eben nicht aus, die menschlichen Aktivitäten durch Automatisierung auf das Drücken einer Taste zu reduzieren. Die körperlichen Funktionen des Menschen werden heute zu wenig in Anspruch genommen. So ist z.B. das dauernde Sitzen menschenunwürdig, da der Mensch nicht für eine Dauerstellung geschaffen ist. Eine gute Gestaltung könnte den Wechsel von Sitzen und Stehen vorsehen.

Zu der Beanspruchung vielfältiger Sinnesqualitäten:

„Sinne sind untereinander in einem untrennabaren Aufnahmeverbund begriffen. Reduziert sich die Vielfalt auf die Eindimensiona-

lität, so bleiben auch die Projektionen der inneren Natur eindimensional“ (Zitat Hermann Sturm, Universität -GH Essen, 1990). Welche Möglichkeiten es gerade in dem Bereich des Einsatzes bisher ungewöhnlicher Sinne gibt, zeigen die Gestaltungen für besondere Personengruppen. Beispiel: Design für die Sinne -physio- und psychokonforme Gestaltung für Blinde (OBITZ, 1994)

Zu dem konkreten Umgang mit realen Objekten:

Dieser Aspekt ist leicht nachzuvollziehen, wenn beispielsweise die Wirkung des Zerknällens und Wegwerfens eines Stück Papiers als Möglichkeit zum Abbau von Frusterlebnissen beim Verfassen von Texten betrachtet wird. Was bleibt davon noch übrig, wenn man ein symbolisches Dokument mit einer Computer-Maus auf einen symbolischen Papierkorb führt?

Zu dem Merkmal zentrierter Variabilität:

Eine Tätigkeit sollte nicht zu viele Standardisierungen enthalten, damit sie für den Menschen noch lernförderliche Anreize enthält. Es sollte demnach möglich sein, ein identisches Problem in unterschiedlichen Situationen auch unterschiedlich zu lösen sein (Variabilität). Allerdings ist auch darauf zu achten, daß ein gleichbleibender Aufgaben- und Anforderungskern erhalten bleibt (zentriert). Ein Beispiel für eine Aufgabe mit zentrierter Variabilität ist die individuelle Anpassung einer von einem Rechnerprogramm vorgeschlagenen Standardvorlage.



Das Prinzip der sozialen und gesellschaftlichen Eingebundenheit

Aufgaben, welche die Besonderheiten und Stärken des Menschen berücksichtigen, müssen:

- die soziale Kooperation und unmittelbare zwischenmenschliche Kontakte ermöglichen und fördern.

Zu den zwischenmenschlichen Kontakten:

Die individuellen und gesellschaftlichen Folgen des zunehmenden Einsatzes von neuen Medien (Stichwort Internet) und der damit möglicherweise verbundenen Reduktion zwischenmenschlicher Kontakte, sind derzeitig mangels Erfahrung nicht abschätzbar. Aus der menschlichen Entwicklungsgeschichte lässt sich aber durchaus die Forderung nach einer Förderung sozialer Kooperationen und zwischenmenschlicher Kontakte auch und gerade in vernetzten Informationsgesellschaften ableiten.

Die allgemeinen Humankriterien von VOLPERT gilt es im konkreten Anwendungsfall zu präzisieren.

3 Gestaltungsgrundlagen

3.1 Körperkräfte



Arm- und Handkräfte Verfahren zur Schätzung von Arbeitskräften

Geltungsbereich

Mit dem hier angegebenen Verfahren lassen sich Richtwerte berechnen für:

Zulässige Arbeitswiderstände, bzw. zulässige Muskel-Kraftanstrengungen unter gegebenen Arbeitsbedingungen.

Das Verfahren gilt nur für Kraftanstrengungen, die ohne Schwung aufgebracht werden.

Durch Beschleunigung von Gliedern und transportierten Fremdmassen lassen sich höhere Kräfte übertragen. Die Richtwerte gelten für das Bewegen von Werkstücken und Stellteilen.

Nutzen

Das Verfahren bietet folgende Möglichkeiten:

1. Festzustellen, wie hoch Arbeitswiderstände sein dürfen.
2. Festzustellen, ob gegebene Arbeitswiderstände unter gegebenen Arbeitsbedingungen ergonomisch zulässig sind.
3. Festzustellen, ob kritische Arbeitswiderstände durch Verbesserung der Arbeits- und Arbeitsplatzbedingungen mit geringerer Kraftanstrengung überwunden werden können.

Verbesserungen sind möglich durch:

- geeignete Personen
- günstigere Bewegungsrichtung
- bessere Körperhaltung
- geeignete Arbeitshöhe
- verringerte Anstrengungshäufigkeit
- verringerte Haltedauer
- geeignete Griffe und Stellteile

Regeln

Zur Optimierung von Kraftbewegungen sollten folgende Regeln beachtet werden:

1. Suche vor jeder Kraftentfaltung festen Halt und stabiles Gleichgewicht!
2. Laß den Kraftfluß auf dem kürzesten Weg und über möglichst wenig Gelenke durch den Körper laufen!
3. Laß den Kraftfluß möglichst axial durch Rumpf und Glieder fließen - nach mechanischen Prinzipien: Stütze, Zugstab, Kniehebel usw. - und vermeide nach Möglichkeit Drehmomente.
4. Suche die höchste Kraft in möglichst kurzer Zeit aufzubringen!

Formeln zur Berechnung des zulässigen Höchstwiderstandes W_{zul} :

$$W_{zul} = F_N \cdot k_A \cdot k_B \cdot k_C \quad (\text{kp})$$

$$W_{zul} = f \cdot k_A \cdot k_B \cdot k_C \quad (\text{kp oder cmkp})$$

W Widerstand (kp oder cmkp)

Der Widerstand, der mit Muskelkraft überwunden werden muss.

F_N Normalkraft (kp)

Tab. 52.1 u. Durchschnittliche Maximalkraft von 20- bis 30jährigen Männern, Bilder s. 54 u. die nur durchschnittlich trainiert sind.
56

f Bezugskraft (kp oder cmkp)

Bild 55.1 Eine empirisch ermittelte Kraftgröße, die für die Betätigung und Bedienung von Stellteilen gilt, bei denen Zugriffrichtung und Ort unbestimmt sind.
Bild 55.2 f ist kleiner als F_N

k_A Faktor für Alter und Geschlecht

1,00 bis 0,85	Männer, jung bis alt
0,60 bis 0,40	Frauen, jung bis alt

k_B Faktor für Trainiertheit

1,00 bis 0,75	gut bis schlecht trainiert
---------------	----------------------------

k_C Faktor für Belastungsart

Tabelle 57.1	für Anstrengungserlebnis und Anwendungsfall
Bild 57.1	für Haltedauer
Bild 57.2	für Bewegungshäufigkeit

Arm- und Handkräfte

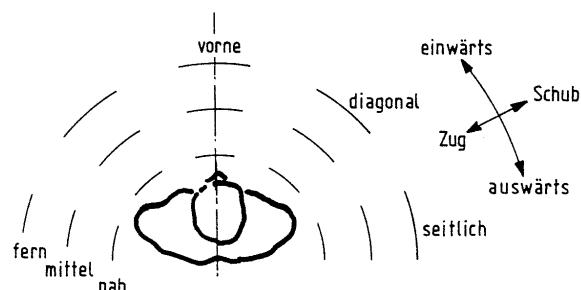
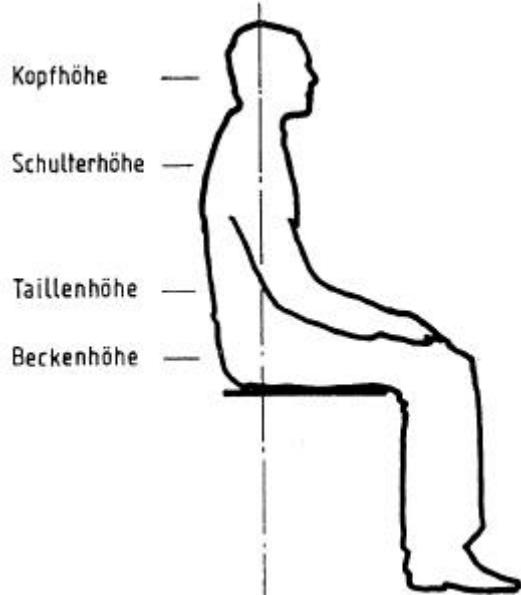


Tabelle 52.1:
Normalkräfte F_N [kp] beim Sitzen Einsatz
des Hand-Arm-Systems in verschiedenen
Richtungen

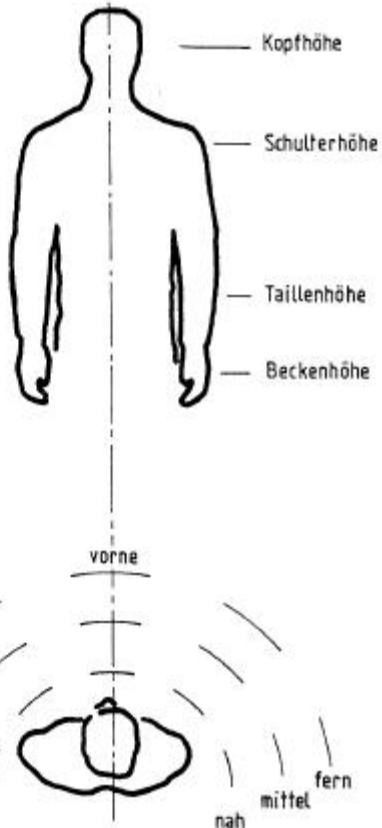
Erläuterung zur Eintragung der Werte

Schub aufwärts	-
einwärts-	-auswärts
abwärts	Zug

	vorne nah	vorne mittel	vorne fern	diagonal nah	diagonal mittel	diagonal fern	seitlich nah	seitlich mittel	seitlich fern
Kopfhöhe	15	16	15	14	16	15	15	15	17
	25	18	8	24	15	9	25	21	9
	11 13	10 12	9 8	11 14	9 13	8 10	11 11	10 11	8 7
	32	27	16	30	27	16	28	24	14
	20	26	26	20	25	25	15	16	16
Schulterhöhe	13	14	20	17	18	22	16	16	17
	40	18	8	40	18	8	40	18	8
	16 15	13 13	10 8	13 15	12 16	12 9	11 14	9 12	7 7
	37	22	14	38	25	15	38	23	14
	24	29	29	21	26	29	18	22	27
Taillenhöhe	19	18	17	14	17	18	13	16	16 1
	14	16	9	16	16	8	18	12	7
	22 16	14 12	11 7	20 15	12 15	9 10	15 22	11 17	7 10
	27	20	14	28	22	14	27	22	14
	41	41	35	20	32	40	17	20	22
Beckenhöhe	22	22	19	15	18	21	8	17	19
	28	27	21	52	27	20	38	25	17
	20 22	17 19	13 11	20 22	15 16	12 10	16 22	13 15	10 10
	39	27	20	41	30	22	39	31	20
	32	33	39	23	38	60	15	29	42

Arm- und Handkräfte

Tabelle 53.1:
Normalkräfte FN [kp] beim Stehen
 Einsatz des Hand-Arm-Systems in
 verschiedenen Richtungen.

Erläuterung zur Eintragung der Werte

Schub	
aufwärts	
einwärts-	
-auswärts	
abwärts	
Zug	

	vorne nah	vorne mittel	vorne fern	diagonal nah	diagonal mittel	diagonal fern	seitlich nah	seitlich mittel	seitlich fern
Kopfhöhe	12	12	14	12	13	15	12	12	15
	28	21	9	25	20	9	28	22	9
	13 13	11 12	8 9	12 14	11 13	8 10	11 11	9 9	7 6
	54	33	15	58	31	16	62	29	14
	14	17	18	14	16	15	14	14	15
Schulterhöhe	12	13	16	13	13	15	15	13	16
	43	13	8	42	12	8	43	12	8
	1 3	11 10	8 7	10 13	9 12	7 8	11 12	10 10	6 6
	42	28	15	44	32	16	48	29	15
	19	20	21	16	18	19	19	20	21
Taillenhöhe	18	18	20	15	18	20	14	18	20
	31	24	14	31	21	13	32	20	13
	18 15	15 11	11 9	17 13	13 9	10 7	17 12	13 10	9 9
	23	20	17	27	21	18	27	21	17
	18	23	21	18	23	19	17	23	20
Beckenhöhe	12	14	16	13	14	17	8	12	16
	56	26	17	54	30	23	56	29	20
	15 13	13 10	8 9	13 12	11 10	7 9	12 11	9 9	6 8
	52	30	18	54	33	23	54	32	21
	14	20	23	15	23	23	11	21	23

Arm- und Handkräfte

Bild 54.1 **Normalkraft F_N**
der Hand in Abhängigkeit von der
Offnungsweite
A beim Schließen von Zangengriffen
B zwischen Daumen und Fingern

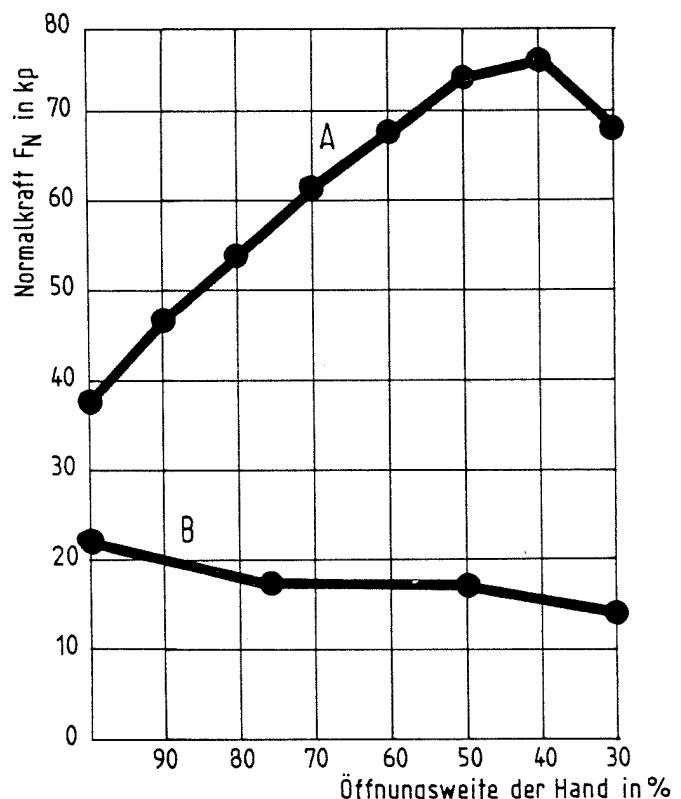
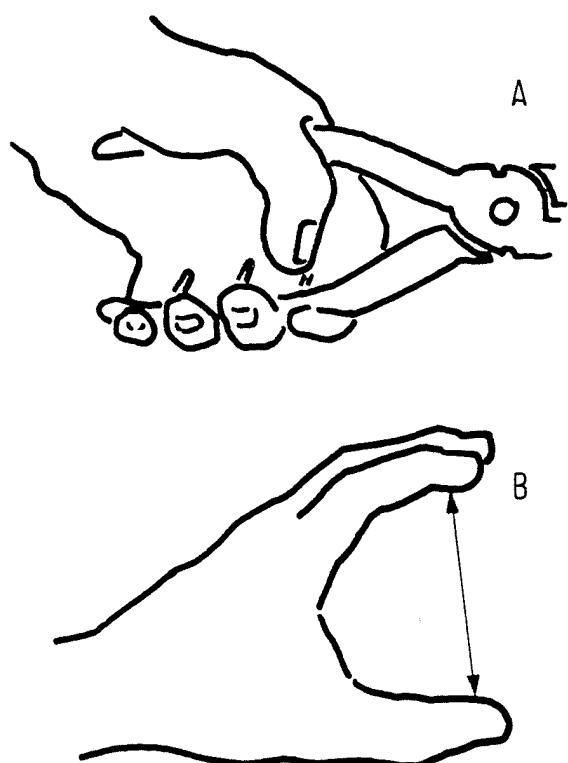


Bild 54.2 **Normalkräfte F_N**
von Hand und Fingern
Daumen gegen Zeigefingerspitze
Daumen gegen Zeigefingerseite
Faustschluss um einen Zylinder von
40 mm Durchmesser



Arm- und Handkräfte

Bild 55.1 Bezugskraft f für drehbare Stellteile,
in Abhangigkeit von deren
Hauptabmessungen.

1. Hebel DIN 99
2. Knebel DIN 6304
3. Handräder DIN 950
4. Schalterknebel
5. Kreuzgriffe DIN 6335
6. Sterngriffe DIN 6336
7. Geränd. Handräder flach
8. Rändelschraube DIN 6302
9. Kurbel

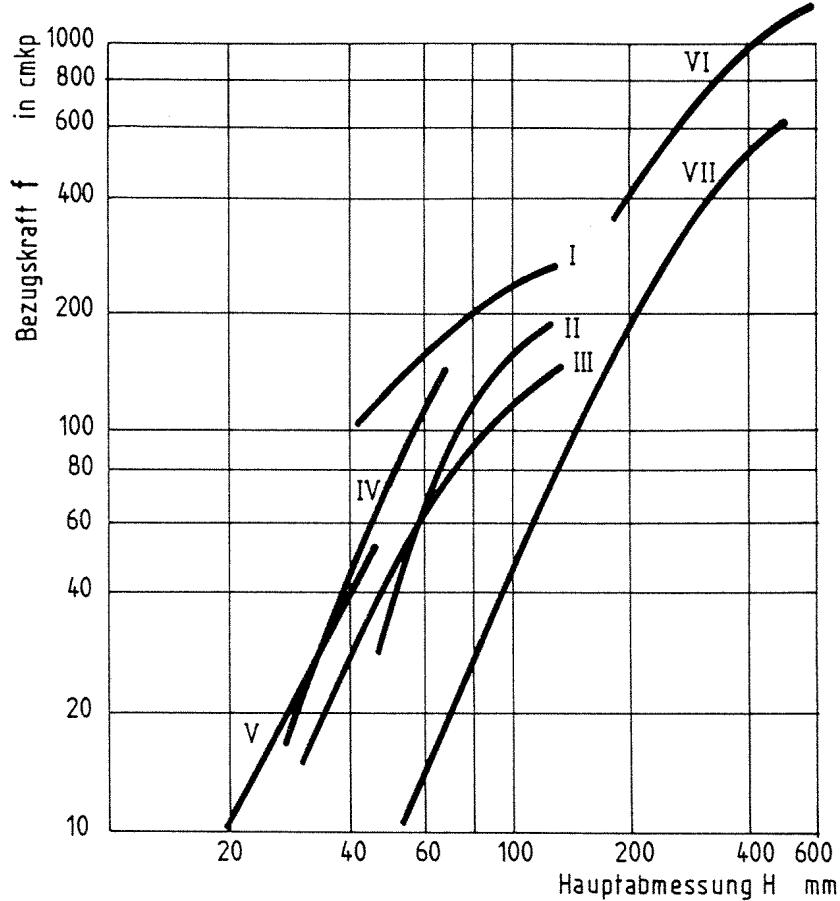
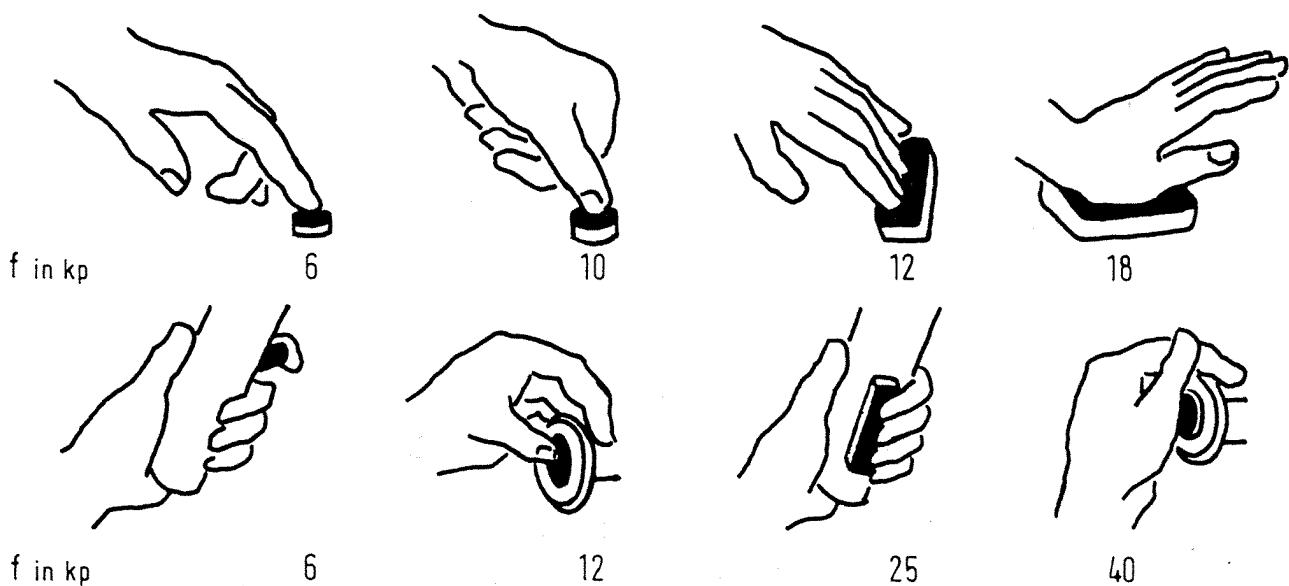


Bild 55.2 Bezugskraft f für Druckknöpfe und Tasten bei rumpfabhängiger und rumpfunabhängiger Betätigungsweise.



Arm- und Handkräfte

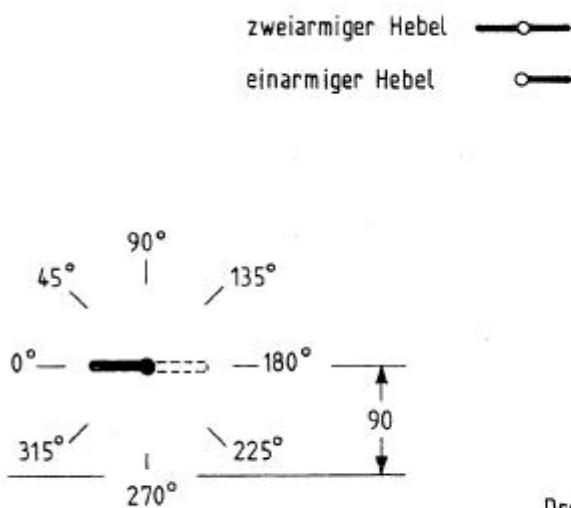


Bild 56.1: Normalkraft F_N zum Lösen einer ein- bzw. zweiarmigen Türverriegelung in vertikaler Bewegungsbahn. Hebellänge 28 bzw. 56 cm. (nach McFadden u. Swearingen).

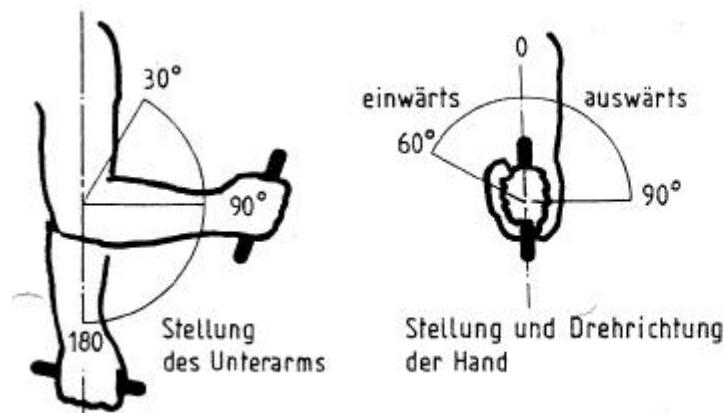
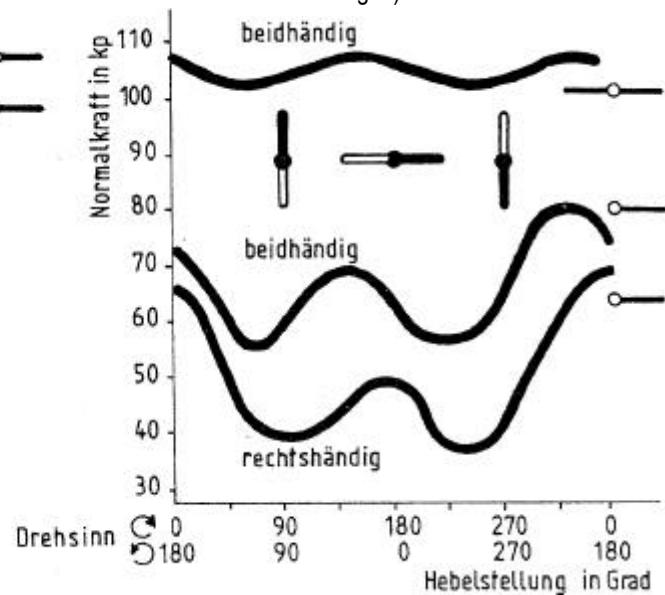


Bild 56.2: Normalkraft (Drehmoment in cmkp)
Beim Auswärts- und Einwärtsdrehen
der Hand um die Unterarmlängssachse.
(nach Salter u. Darcus).

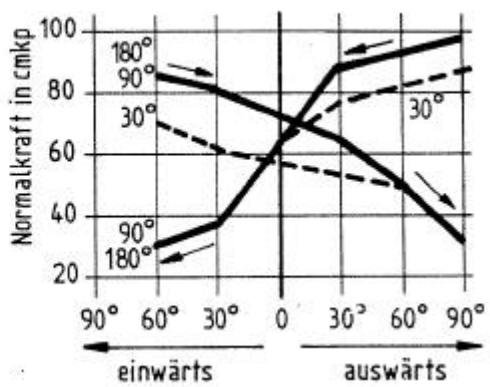
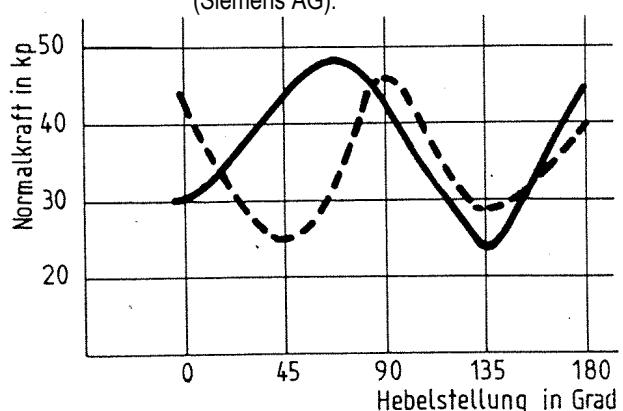
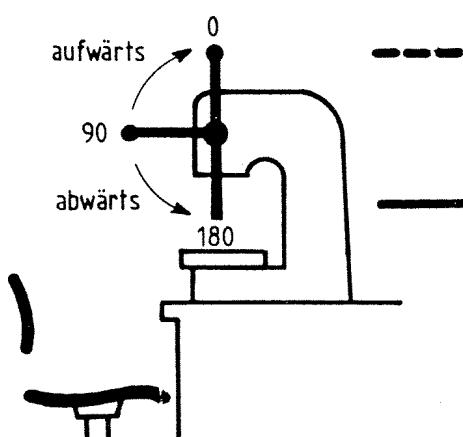


Bild 56.3: Normalkraft F_N des rechten Armes
beim Betätigen eines Hebels oder
einer Kurbel in vertikal-sagittaler
Bewegungsbahn vor dem Oberkörper
(Siemens AG).



Arm- und Handkräfte

Bild 57.1: **Faktor k_c für ununterbrochene statische Haltearbeit.** Im zulässigen Gewicht W ist das Gewicht der Gliedmaßen enthalten.

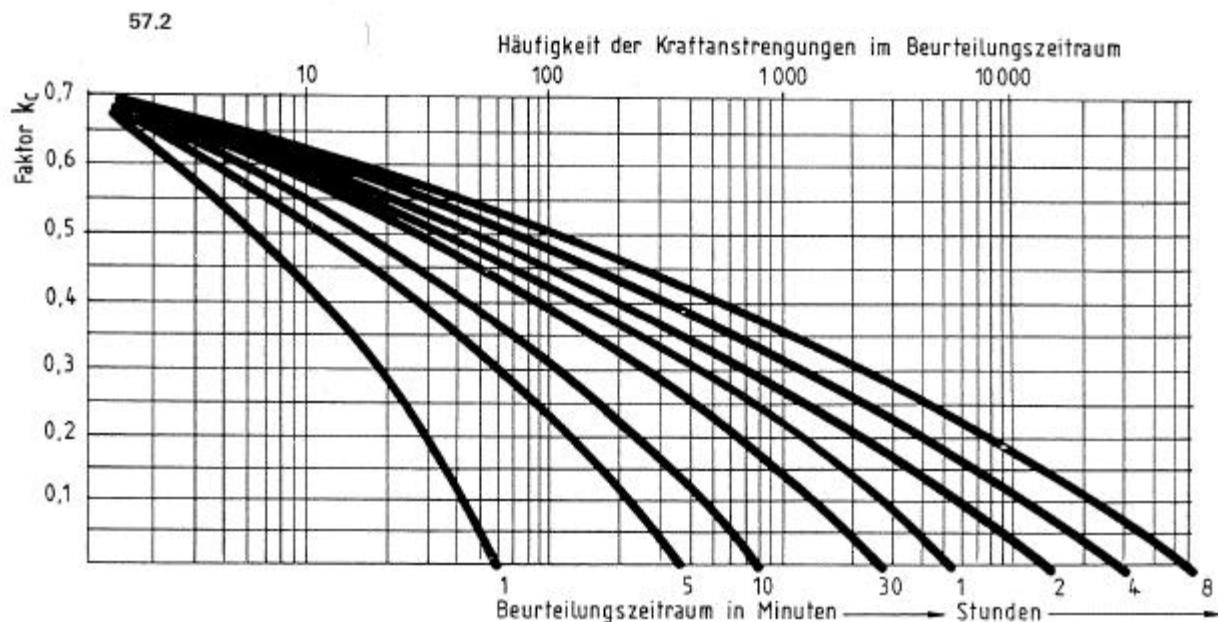
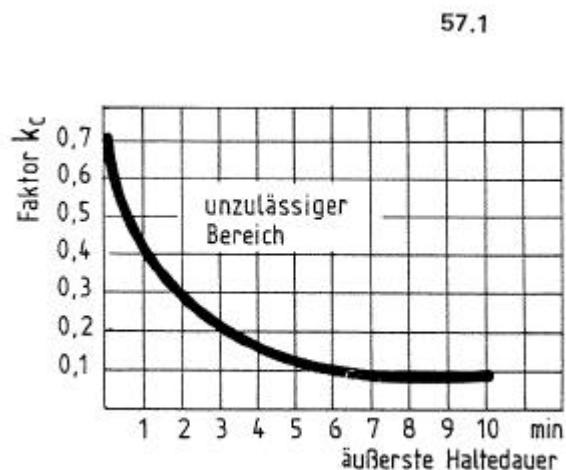
Bild 57.2: **Faktor k_c für die Häufigkeit der Kraftanstrengungen pro Beurteilungszeitraum.**

Beurteilungszeitraum ist die Zeitspanne von der ersten bis zur letzten Kraftanstrengung.

Unregelmäßig verteilte Kraftanstrengungen können auf die ganze Schichtzeit bezogen werden.

Tabelle 57.1: **Faktor k_c für Anstrengungserlebnis** und Anwendungsfall. Die Tabelle eignet sich zum schnellen Schätzen.

KC	Anstrengungs- erlebnis	Anwendungsfall (Beispiele)
1,00	unzulässig	(nur mit Schwung)
0,70	sehr schwer	selten Spannen
0,40		schalten
0,30		häufig Spannen
0,20		entriegeln
		zustellen
0,10		halten
0,60		tasten
0,40 mittel		fein einstellen
0,20	leicht	
0,01		



Beinkräfte

Normalkräfte F_N bei verschiedenen Beinarbeiten. Zulässige Höchstwiderstände für Arbeitsbedingungen sind nach dem gleichen Verfahren zu berechnen, das für Hand- und Armkräfte gilt. s.S. 51 und 57.

58.1

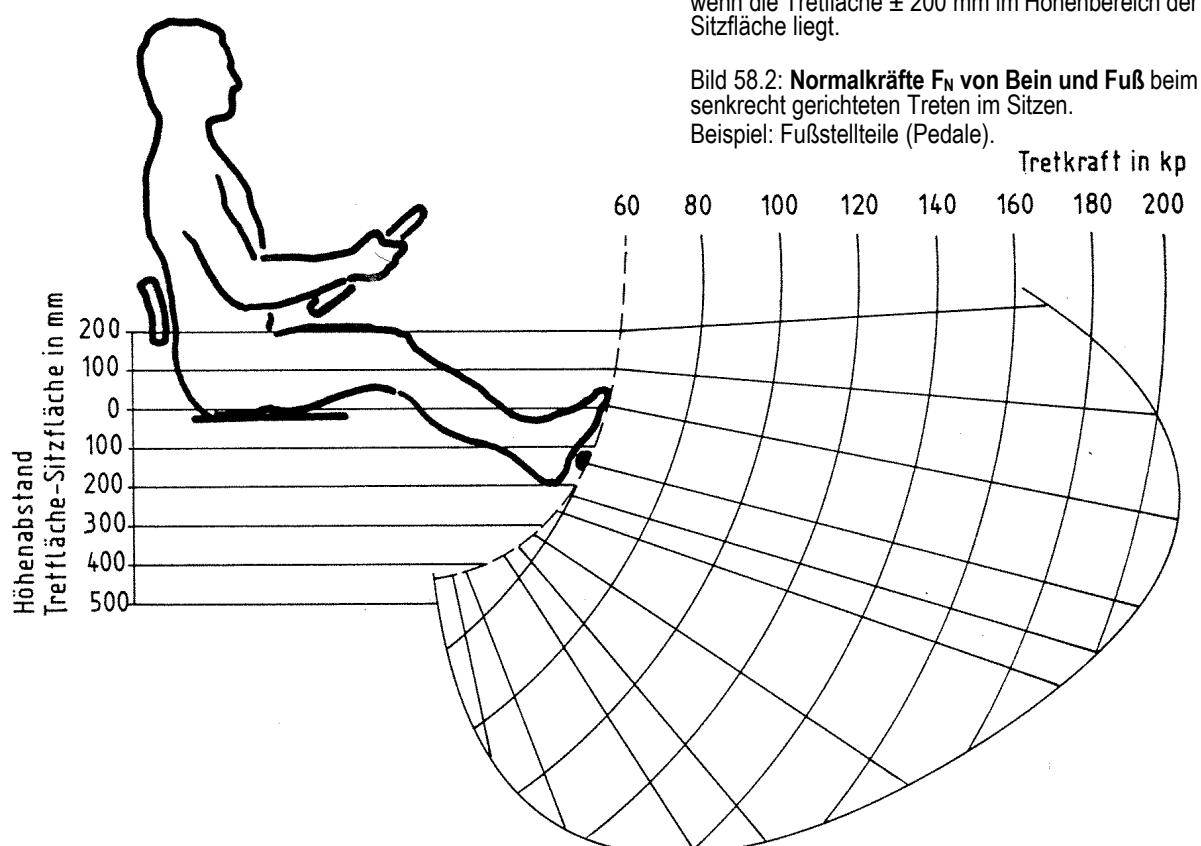
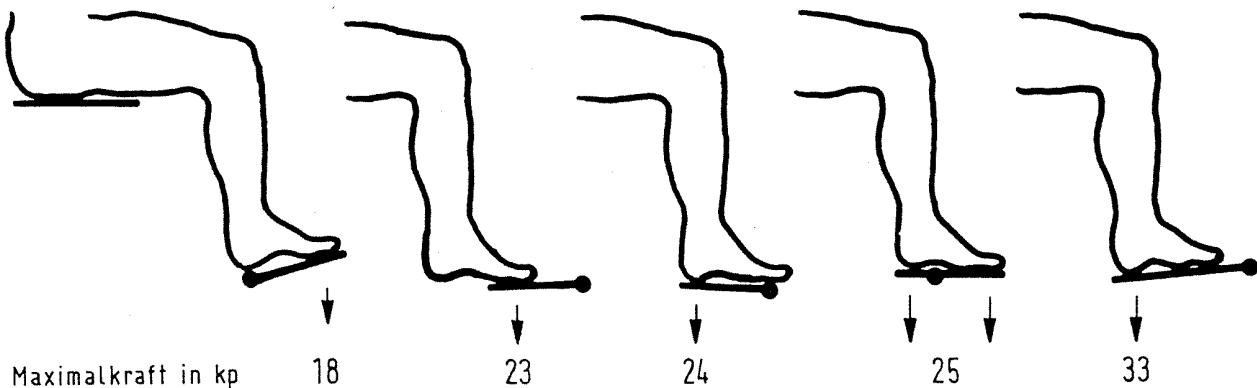


Bild 58.2: Normalkräfte F_N von Bein und Fuß beim senkrecht gerichteten Treten im Sitzen.
Beispiel: Fußstellteile (Pedale).

58.2



Beinkräfte

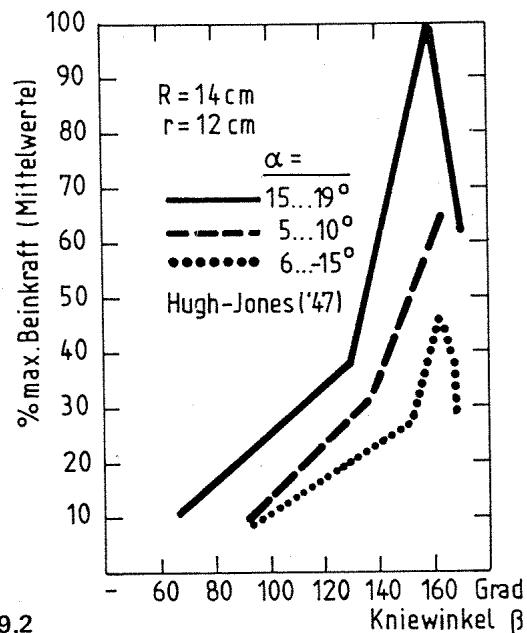
Die Abhängigkeit der Beinkräfte von der Körperhaltung beim Sitzen (nach Kroemer).

Bild 59.1: **Einfluß der Pedalhöhe und -Entfernung.** In Hüftgelenkhöhe und bei 95 % der äußersten Beinstreckung können die größten Tretkräfte aufgebracht werden.

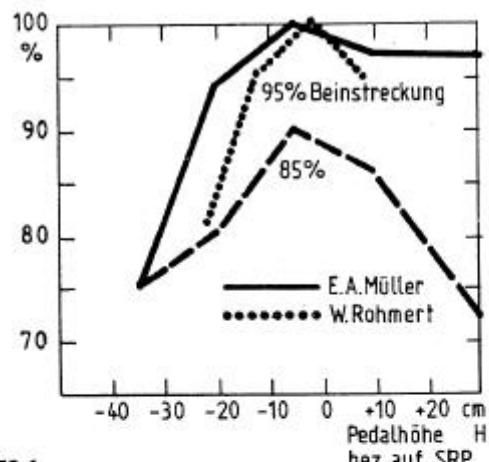
Bild 59.2: **Einfluß der Ober- und Unterschenkelstellung.** Die größten Tretkräfte werden erreicht, wenn der Oberschenkel um 15 bis 19 Grad angehoben und der Unterschenkel gegen diese Richtung um 160 Grad (Kniewinkel) abgewinkelt ist.

Bild 59.3: **Einfluß der Lage der Rückenstütze.** Die Unterkante der Rückenlehne sollte 20 bis 30 cm über dem Sitzreferenzpunkt P liegen.

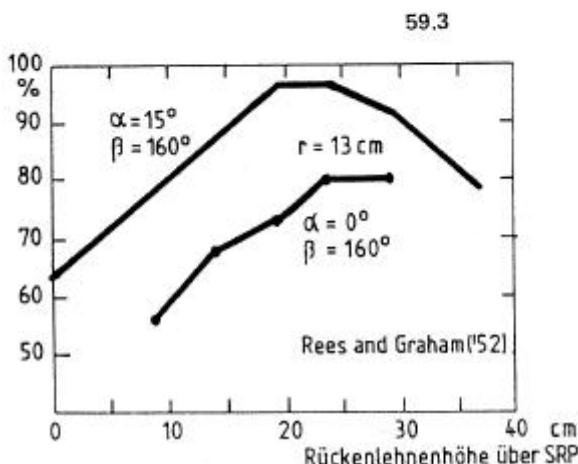
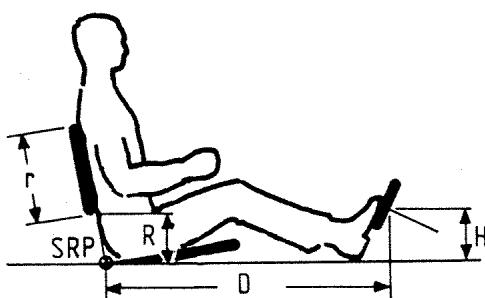
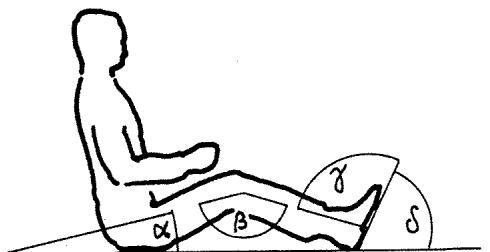
Bild 59.4: **Einfluß des Pedalanstellwinkels.** Die größten Tretkräfte werden erreicht, wenn der Pedalanstellwinkel etwa 65 Grad beträgt.



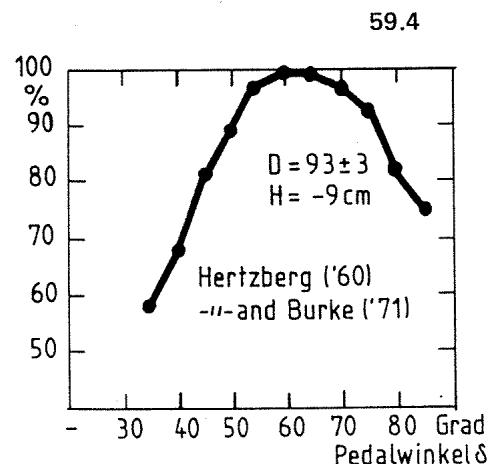
59.2



59.1



59.3



59.4

Beinkräfte

Verminderung der nach Tabelle 60.1 zulässigen Stellwiderstände aufgrund der Einflussgrößen:

Einzelbetätigung (wenige pro Tag) bis zu 2 x Tabellenwert u

Sehr langsame Stellbewegung oder Halten ohne Widerstand unter 0,33 x Tabellenwert

bei Körperabstützung gegen ein festes Widerlager zur Steigerung der Tretkraft

Trethäufigkeit < 1/min ... wenige/Tag bis 1,4 x Tabellenwert u
bis 2,5 x Tabellenwert u

Stellwiderstand und Rückstellkraft für übliche Fusstellteile.

Zulässiger Stellwiderstand W_{zul} [kp]

$$W_{zul} = A + R$$

A [kp] = Arbeitswiderstand am Fuß

R [kp] = Rückstellkraft in Ruhelage ohne Gestänge wicht

o = Steilhäufigkeit < 5 pro min (ca. 0,3~FN)

u = Steilhäufigkeit > 5 pro min (ca. 0,1~ FN)

Stellteiltyp		Hub (cm)	W_{zul} [kp]	R [kp]
Sitzen	1a	4±3	Männer o 6,0 ... 8,5	2,5 ... 4,0
	1b		u 2,5 ... 3,5	1,5 ... 2,0
	2a	4±3	Männer o 4,5 ... 6,5	1,5 ... 3,0
	2b		Frauen u 2,5 ... 3,5	1,5 ... 2,0
	3	4±3	Männer o 9,0 ... 11,0	3,5 ... 4,5
			Frauen o 4,5 ... 7,5	2,5 ... 3,5
	4	6±10	Männer o 6,0 ... 9,0	wird von Fuß in die Null-Lage Gebracht
			Frauen o 2,0 ... 5,0	
Stehen	5	6±15	Männer o 10,5 ... 15,5	7,0...11,0
			Frauen o 5,0 ... 8,0	3,5 ... 5,0
	6	4± 3	Männer o 13,0 ... 9,0	7,0...11,0
			Frauen o 6,5 ... 9,5	3,5 ... 5,0
	7a	6+15	Männer o 16,0... 20,0*	7,5 ... 10,0
	7b		u 8,0 ... 12,5	4,0 ... 7,0
		6+15	Frauen o 1,0 ... 14,0*	7,0 ... 9,0
			u 5,0 ... 9,5	3,0 ... 6,0
			Männer o 15,0 ... 25,0	Zur Rück-Führung des Gestänges Fuß wegnehmen
			Frauen o 12,0 ... 17,0	

Schätzung von Traglasten**Geltungsbereich**

Das hier angegebene Verfahren ist anwendbar für das Heben und Abstellen von Lasten, wenn die Bewegung ununterbrochen in mäßiger Geschwindigkeit durchgeführt wird.

Beim Heben mit Schwung können die Gewichte auch über den ermittelten Richtwerten liegen; dafür lassen sich mit dem vorliegenden Verfahren keine Grenzwerte ermitteln.

Nutzen

Das Verfahren bietet einerseits die Möglichkeit festzustellen, ob das zu transportierende Gewicht bei den gegebenen Arbeitsbedingungen zulässig ist, andererseits gibt es Hinweise, wie gegebene, kritische Gewichte durch Verbesserung der Arbeits- und Arbeitsplatzbedingungen mit geringerer Anstrengung transportiert werden können durch:

- geeignete Personen,
- bessere Körperhaltung
- geeignetere Arbeitshöhen
- verringerte Anstrengungshäufigkeit.

Zugriffstellen...

für beidarmiges Heben sollen in horizontaler Ebene für Männer nicht mehr als 110 cm, und für Frauen nicht mehr als 100 cm voneinander entfernt sein.

Schwere Last...

lassen sich am günstigsten in einer Griffhöhe von 50 – 80 cm anheben.

Umgreifen...

auf einer Griffhöhe von 100 – 120 cm ist notwendig, wenn schwere Lasten höher als 120 cm gehoben werden müssen. Die Last muss zum Umgreifen abgestellt werden.

Rumpfnah heben!

Schätzung von Traglasten

Das zulässige Grenzgewicht wird aus Faktoren berechnet, die sich auf die Individualität des Arbeiters und die Besonderheiten der Arbeitsanforderungen beziehen. Diese und die folgende Seite 63 dienen zur Berechnung der individuellen Maximalkraft. Anschließend kann damit das zulässige Grenzgewicht mit Hilfe der Seiten 64 und 65 geschätzt werden.

Berechnung der individuellen Maximalkraft

F_N = Normalkraft (kp) für beidarmiges Heben in Abhängigkeit von Griffhöhe, Griffentfernung vom Rumpf und Körperlänge: Tabelle 63.1.

Beachte!
Die gemessenen Griffhöhen werden abgelesen bei Personen von > 165 cm Körperlänge am punktierten Pfeil,
bei Personen von ≤ 165 cm Körperlänge am schraffierten Pfeil.

Sonderfälle:

Heben über Hindernis F_N muss in 2 Stufen ermittelt werden:

1. F_N für das Anheben von Ausgangshöhe bis Scheitelhöhe (d.i. Endhöhe in Tabelle).
2. F_N für das Abstellen von Scheitelhöhe (d.i. nun Ausgangshöhe in Tabelle) bis Endhöhe.

Maßgebend für weitere Rechnung ist der kleinere der beiden gefundenen Werte.

Umstapeln

F_N muss in 2 Stufen ermittelt werden:

1. F_N für das Umstapeln des 1. Stückes.
2. F_N für das Umstapeln des letzten Stückes.

Maßgebend für weitere Rechnung ist das Mittel der gefundenen Werte, von dem noch 10 % abzuziehen sind.

k_c = Faktor für Heben zu zweit

Sollen 2 Personen an einer Last heben, so ist das Grenzgewicht für die schwächere Person zu ermitteln. Als Gewicht der Last, die beide Personen heben können, gilt das Doppelte dieses Grenzgewichtes.

k_D = Faktor für einhändiges Heben

Dieser Faktor ist nur zu berücksichtigen, wenn die andere Hand nicht mitträgt.
Wenn beide Hände getrennt zur gleichen Zeit gleich schwere Lasten tragen, ist dieser Faktor nicht zu berücksichtigen; das errechnete Grenzgewicht verteilt sich dann gleichmäßig auf beide Hände.

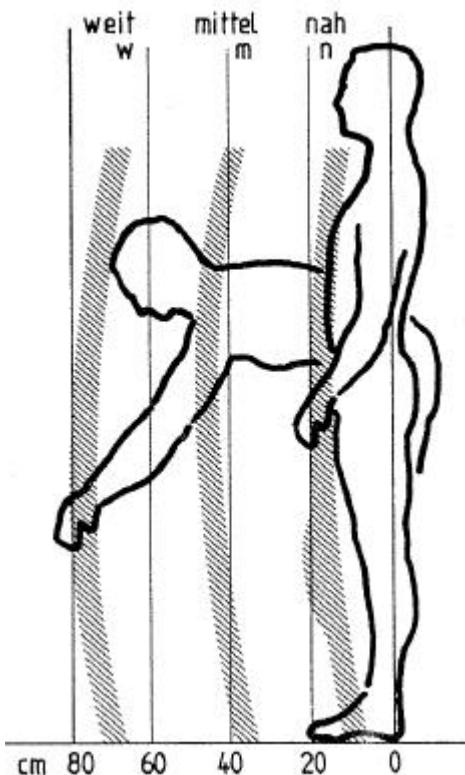
Schätzung von Traglasten

KRAFTEINSATZ

Zur Berechnung des Grenzgewichtes G muss zunächst F_i errechnet werden:

$$F_i = F_N \cdot k_A \cdot k_C \cdot k_D$$

Symbol	Bedeutung	Werte
F_i	individuelle Maximalkraft	errechnen
F_N	Normalkraft = durchschnittliche Maximalkraft von 20-30jährigen Männern	entnehmen Tabelle 63.1
k_A	Faktor für Geschlecht und Alter	Jahre M F
		15 0,70 0,50
		25 1,00 0,60
		35 1,00 0,80
Männer M		45 0,95 0,50
Frauen F		55 0,85 0,40
k_B	Faktor für Trainiertheit	stark 1,25 mittel 1,00 schwach 0,75
k_C	Faktor für Heben zu zweit	0,85
k_D	Faktor für einhändiges Heben	0,60



		w	20	20	20	20	20	20	20	20	20
160	180	m	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		n	35	35	35	35	35	35	45	45	40
		w	20	20	20	20	20	20	20	20	20
140	160	m	35	35	35	35	35	35	35	35	25
		n	50	55	55	55	50	45	55	65	60
		w	25	25	25	25	25	25	25	20	20
120	140	m	40	40	40	40	40	40	40	35	25
		n	65	65	60	55	50	60	100	60	40
		w	30	30	30	30	25	25	25	20	20
100	120	m	40	40	40	40	40	40	40	35	25
		n	60	65	65	55	50	60	60	60	60
		w	35	35	30	30	30	25	25	20	20
90	100	m	45	45	45	45	40	40	40	35	25
		n	85	90	90	65	50	50	45	50	40
		w	35	35	30	30	30	25	25	20	20
80	90	m	45	45	45	45	40	40	40	35	25
		n	105	110	110	105	100	50	55	60	55
		w	40	40	35	35	30	25	25	20	20
70	80	m	55	55	50	50	45	40	40	35	25
		n	120	125	130	130	90	50	55	65	60
		w	45	45	45	35	30	30	25	20	20
60	60	m	60	60	60	50	45	40	40	35	25
		n	125	130	155	125	90	50	55	95	60
		w	55	55	45	35	30	30	25	20	20
40	40	m	70	70	60	50	45	40	40	35	25
		n	120	125	125	125	90	50	55	95	60
		w	60	55	45	35	30	30	25	20	20
20	20	m	70	70	60	50	45	40	40	35	25
		n	125	125	125	125	90	50	55	95	60
		w	> 165 cm	20	40	60	80	90	100	120	140
			< 165 cm	20	40	60	70	80	90	100	120
											140
											160
											180

Tabelle 63.1: Normalkräfte F_N (k p)

Schätzung von Traglasten

Berechnung des zulässigen Grenzgewichtes

k_H = Faktor für Häufigkeit der Kraftanstrengungen im Beurteilungszeitraum (Bild 65.1).

Für die Häufigkeit der Kraftanstrengungen ist die Normalleistung maßgebend.
Als Kraftanstrengung zählt jedes ununterbrochene Anheben und Abstellen einer Last.
Wird jedoch die Last nach dem Anheben über eine kurze Wegstrecke getragen, gelten sowohl Anheben als auch Abstellen als je eine Kraftanstrengung.
Beurteilungszeitraum ist die Zeitspanne von der ersten bis zur letzten Kraftanstrengung.
Unregelmäßig verteilte Kraftanstrengungen können auf die ganze Schichtzeit bezogen werden.

k_R = Faktor für mitbewegtes Rumpfgewicht (Bild 65.2).

Dieser Faktor ist nur zu berücksichtigen bei unteren Griffhöhen von weniger als 70 cm und dazu Bewegungshäufigkeiten über 0,2 mal pro Minute (d.i. einmal in 5 Minuten).

Beachte: Griffhöhen beim Umstapeln:
untere Griffhöhe = Mittelwert aus unterer Griffhöhe des Ausgangsstapels und unterer Griffhöhe des Endstapels.
obere Griffhöhe analog dazu.

Bewegungshäufigkeit:
Jedes Beugen oder Aufrichten mit Last zählt als eine Bewegung
Beugen mit Last = 1 Bewegung
Aufrichten mit Last = 1 Bewegung

Heben über Hindernis:
Aufrichten mit Last und Beugen mit Last = 2 Bewegungen

k_S = Faktor für schwere Nebenarbeiten

Dieser Faktor ist zu berücksichtigen, wenn dieselben Muskeln auch zwischendurch bei Nebenarbeiten schwer beansprucht werden, ohne sich erholen zu können.

Schätzung von Traglasten

Berechne das Grenzgewicht mit der Formel:

$$G = F_I \cdot k_H \cdot k_R \cdot k_S$$

Symbol	Bedeutung	Werte
G	Grenzgewicht, das nicht höher sein soll	errechnen
F _I	individuelle Maximalkraft	errechnet auf Seite 63
K _H	Faktor für Häufigkeit der Kraftanstrengung im Beurteilungszeitraum	siehe Bild 65.1
k _R	Faktor für mitbewegtes Rumpfgewicht	siehe Bild 65.2
k _S	Faktor für schwere Nebenarbeiten	1,00 – 0,80

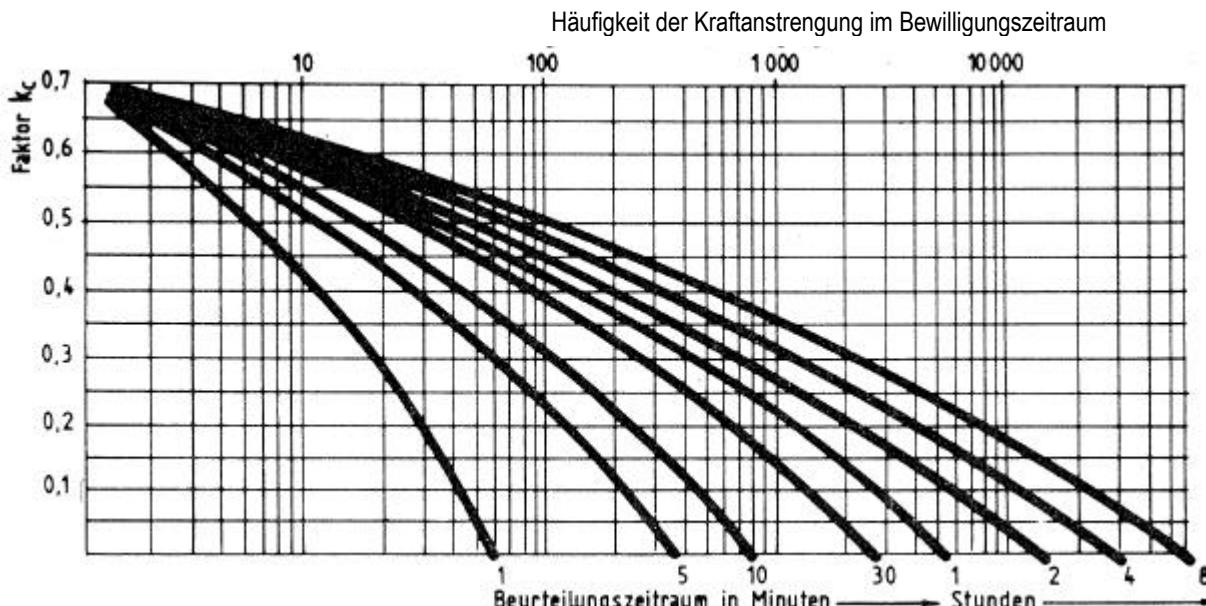


Bild 65.1 : **Faktor k_H** zur Berücksichtigung der Häufigkeit der Kraftanstrengungen im Beurteilungszeitraum.

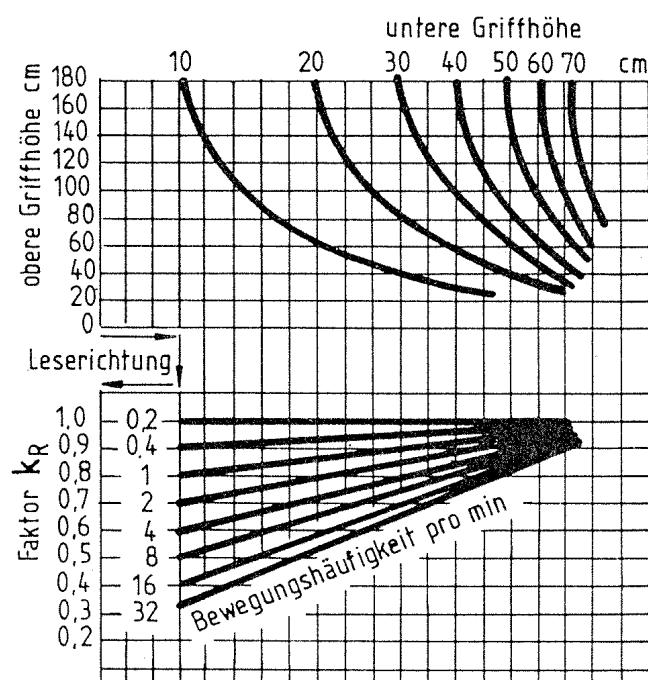


Bild 65.2: **Faktor k_R** zur Berücksichtigung des mitbewegten Rumpfgewichtes.

3.2 Körperhaltung

In der Ergonomie wird häufig zwischen Körperstellungen und Körperhaltungen unterschieden. Dabei sind Körperstellungen die Grundstellungen des menschlichen Körpers (Sitzen, Stehen, Liegen, Knien, Hocken). Eine Körperhaltung beschreibt die detaillierte Anordnung einzelner Gliedmaßen (Arme, Beine, Rumpf, Kopf) innerhalb einer Körperstellung.

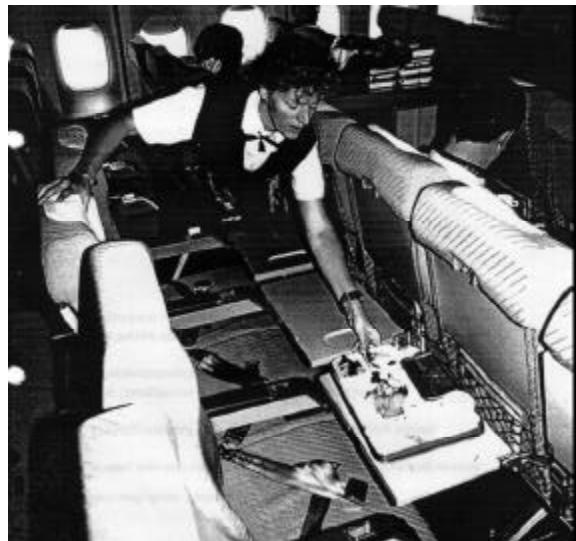
Trotz fortschreitender Technologie sind viele Tätigkeiten nach wie vor durch ungünstige Körperhaltungen bei der Aufgabenerfüllung gekennzeichnet. Die folgenden Abbildung zeigen exemplarisch typische Körperhaltungen, die bei Flugbegleiterinnen beobachtet werden können.



Abbildungen 3.1

Folgen ungünstiger Körperhaltungen sind u.a. (nach DUPUIS):

- Vorzeitige Muskelermüdung durch gestörte Blutversorgung und Sauerstoffmangel
- Entstehung von Muskelverhärtungen (Myogelosen) durch unzureichende Milchsäureabfuhr
- Erhöhter (unproduktiver) Energieumsatz zur Aufrechterhaltung der ungünstigen Körperhaltung
- Vermehrte Kreislaufbeanspruchung infolge ungünstiger hydrostatischer Verhältnisse
- Als Folge davon Flüssigkeitsstau in den unteren Extremitäten mit Bildung von Varizen und Ödemen
- Veränderung von Bändern und Gelenken (Hüft-, Knie- und Fußgelenk) mit Deformationen der Füße bei langer Stehhaltung
- Unphysiologische Wirbelsäulenverkrümmung
- Schmerzzustände als Folge der aufgeführten körperlichen Veränderungen
- Nachlassen der Leistungsfähigkeit und -bereitschaft
- Erhöhte Fehler- und Unfallgefahr durch Ermüdung



Zur Abschätzung der möglichen körperlichen Reaktionen bei diversen Körperhaltungen, ist die Kenntnis einiger physiologischer Zusammenhänge hilfreich. Da insbesondere Erkrankungen im Rückenbereich als Folge ungünstiger Körperhaltungen beobachtet werden können, beschränken sich die folgenden Betrachtungen auf diesen Bereich.

Das Problem bei der Gestaltung von Sitzarbeitsplätzen ist der häufig auftretende „Zielkonflikt“ zwischen den Bedürfnissen der Muskulatur und den Bedürfnissen der Bandscheibe. Für die Bandscheibe ist eine aufgerichtete Sitzhaltung günstig, was durch die Abbildung 3.2 verdeutlicht wird.

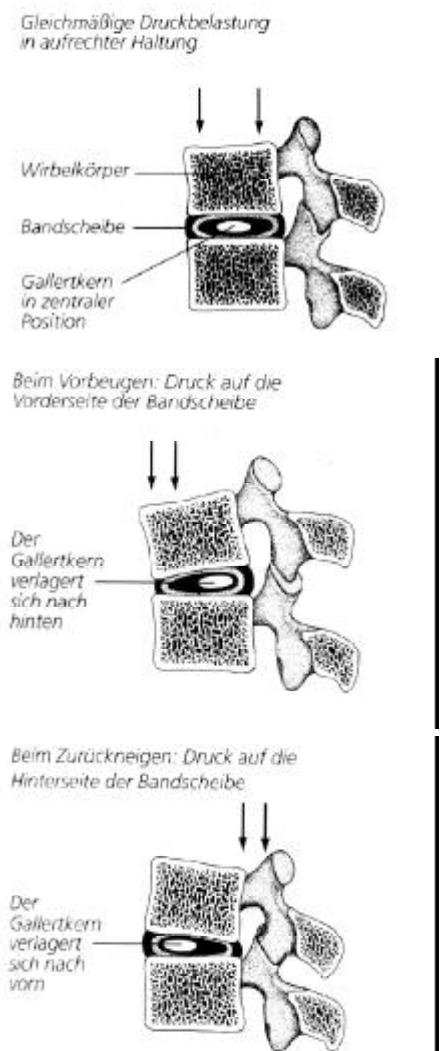


Abbildung 3.2: Belastung der Bandscheibe

Weiterhin gilt es zu bedenken, daß die Bandscheibe - im Gegensatz z.B. zur Muskulatur, nicht durch den Blutkreislauf mit Nährstoffen versorgt wird. Die Versorgung einer Bandscheibe erfolgt mittels Diffusion von Gewebeflüssigkeit durch den Faserring hindurch. Dabei führt die Belastung der Bandscheibe zu einem Diffusionsgefälle von innen nach außen, so daß die Gewebeflüssigkeit vom Inneren der Bandscheibe nach außen fließt. Nimmt die Belastung der Bandscheibe dagegen ab, geht das Diffusionsgefälle in umgekehrte Richtung und die Nährstoffe fließen von außen in das Innere der Bandscheibe (Abb. 3.3)

Zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit der Bandscheiben ist demnach ein Haltungswechsel unerlässlich!

Verschiedene Messungen der elektrischen Aktivität von Muskelgruppen des Rückens zeigen, daß für die Muskulatur eine leicht gebeugte Rumpfhaltung günstig, d.h. wenig beanspruchend ist. Dies lässt sich auch daran erkennen, daß viele Personen im Sitzen eine leicht gekrümmte Haltung einnehmen (sog. „Kutscherhaltung“). Problematisch an dieser Haltung ist neben der erhöhten Belastung der Bandscheiben, das mangelnde Training der Rückenmuskulatur. Eine kräftige Rückenmuskulatur übernimmt einen großen Anteil der Stützfunktion für den Rücken.

In der folgenden Abbildung ist das System der Rückenmuskulatur zu erkennen. Die Muskulatur „vertäut“ die Wirbelsäule und erhält sie somit aufrecht. Eine einseitige Beanspruchung der Rückenmuskulatur kann dieses Gesamtsystem beeinträchtigen und Haltungsschäden zur Folge haben.

Durch entsprechende Gestaltung von Sitzgelegenheiten wurde und wird der Versuch unternommen, einen Kompromiß

zwischen den Bedürfnissen der Bandscheiben/Wirbelsäule und der Rückenmuskulatur zu finden.

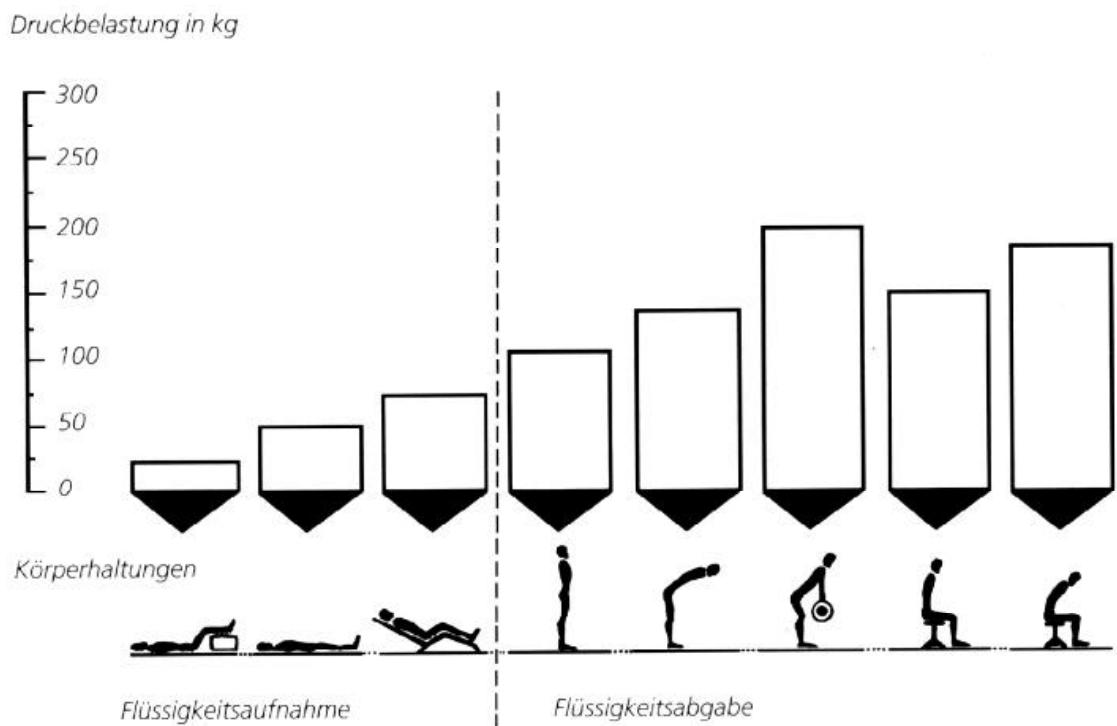


Abbildung 3.3



3.2.1 Bewertung von Körperhaltungen

Von Sämann wurden allgemeine Kriterien zur Beurteilung einer Körperhaltung definiert.

Beurteilt werden dabei:

1. System: Menschlicher Körper -
Körperunterstützungsfläche
Stabilität steigt mit:
 - Anzahl der Stützstellen
 - entfernter Lage der Stützstellen
 - Größe der StützstellenGüte der Unterstützung abhängig von:
 - Eignung des Körperteils (z.B. Füße besser als Knie)
 - Höhe der Flächenpressung
 2. Geometrische Höhenverhältnisse der Körperhaltung
Belastung steigt (Erhöhung der Herzschlagfrequenz) mit:
 - Höhendifferenz zwischen Herz und tiefstem Körperpunkt
(Blut sackt in untere Extremitäten)
 - Höhendifferenz zwischen Herzen und höchstem Körperpunkt
(Mehrarbeit des Herzens, um höher liegende Körperteile gegen die Schwerkraft mit Blut zu versorgen)
Achtung: Überkopfarbeit
 3. Schwerpunktlage des Körpers
 - Energieaufwand nötig, um Körper gesamtschwerpunkt senkrecht über der Unterstützungsfläche zu halten
 - Energieaufwand nötig, um Körperglieder in Position zu halten
(potentielle Energie)
 4. Lage einzelner Körperteile außerhalb ihrer natürlichen Ruhelage bedingt Mehrbelastung von:
 - Muskeln
 - Bändern
 - Sehnen
 5. Mechanische Auslastung des Bindegewebes ist abhängig von:
 - Körperstellung / -haltung
 - mechanische Eigenschaften der betroffenen Knochen, Sehnen, Bänder und Muskel
- Daneben gilt es die folgenden Einflüsse zu berücksichtigen:
1. die zeitliche Einwirkungsdauer der o.g. Parameter
 2. die Intensität der Einwirkung
 3. die Individuelle Eignung einer Arbeitsperson eine bestimmte Haltung zu ertragen
- In den nachfolgenden Tabellen werden die grundsätzlichen Eigenschaften von Körperhaltungen beschrieben.

3.2.2 Gestaltung von Mitteln zur Körperunterstützung

Von ROHMERT stammen folgende Aussagen zur Körperhaltung des Menschen:

1	<i>Der menschliche Körper ist vornehmlich für Bewegungsarbeit und nicht für die Einhaltung von Dauerzwangsstellungen geschaffen.</i>
2	<i>Jede Körperhaltung ist eine erzwungene. Keine Körperhaltung oder Gliedmaßenstellung ist vollkommen genug, dauernd eingehalten zu werden.</i>
3	<i>Der Arbeitsablauf muß zwangsläufig für einen Wechsel der Körperhaltungen sorgen.</i>
4	<i>Der Arbeitende wechselt von sich aus häufiger seine Körperhaltung bei seiner Arbeit, was nicht selten mit einem Zeitverlust verbunden ist.</i>
Körperhaltung des Menschen bei seiner Arbeit	

Tabelle 3.1

Sämann definiert in ähnlicher Form Leitsätze zum Thema Körperhaltungen:

1. Eine Körperhaltung ist physiologisch optimal, wenn sie ein Minimum an statischer Haltungsarbeit erfordert.
 - d.) möglichst passive Haltungsmechanismen (Stützgewebe, Bänder, Sehnen) eingesetzt werden,
 - e.) bei aktiver Haltungsarbeit parallel geschaltete Muskelgruppen eingesetzt werden.
2. Dies kann erreicht werden, wenn
 - a.) geeignete Hilfsmittel verwendet werden (z.B. Armstütze),
 - b.) der Kraftfluß günstig gestaltet ist (kürzester Weg)
 - c.) so nahe wie möglich am Körper gearbeitet wird
3. Fragen der Körperhaltung sind bereits bei der Planung eines Arbeitsplatzes zu berücksichtigen (Arbeitsplatzabmessungen, Gestaltung von Arbeitsmitteln und Bedienteilen)



4. Es soll ein Haltungswechsel möglich sein, damit die Belastung alternierend von verschiedenen Muskelgruppen aufgenommen werden kann. Keine Haltung ist so vollkommen, daß sie über längere Zeit eingenommen werden kann.
5. Übung und Gewöhnung an eine ungünstige Haltung vermindern nicht die objektive Mehrbelastung des Körpers.
6. Die Gleichgewichts- und damit beanspruchungsmäßig günstigste Stellung aller Körperlieder liegt in deren Nullage.
7. Je mehr statische Komponenten eine Körperhaltung enthält, desto belastender ist sie (steigender Erholzeit zuschlag)

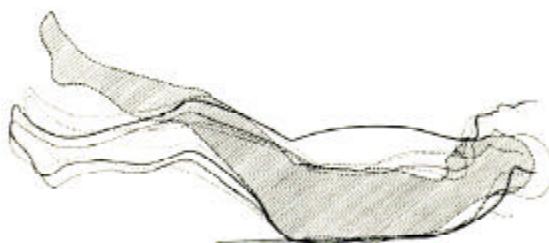


Abbildung 3.4: Stichwort Ruhelage

Allgemein gilt es bei der Gestaltung von Tätigkeiten zu bedenken, welche Gestaltungsparameter bzw. welche menschlichen Eigenschaften/Fähigkeiten/Fertigkeiten/Bedürfnisse einen Einfluß auf die Körperhaltung haben können (siehe Abb. 3.7).

Übungsbeispiel:

Gestalten Sie eine "ergonomische" Körperunterstützung zur Benutzung während einer Vorlesung in den Räumen des Studienganges Industrial Design an der Universität -GH- Essen.

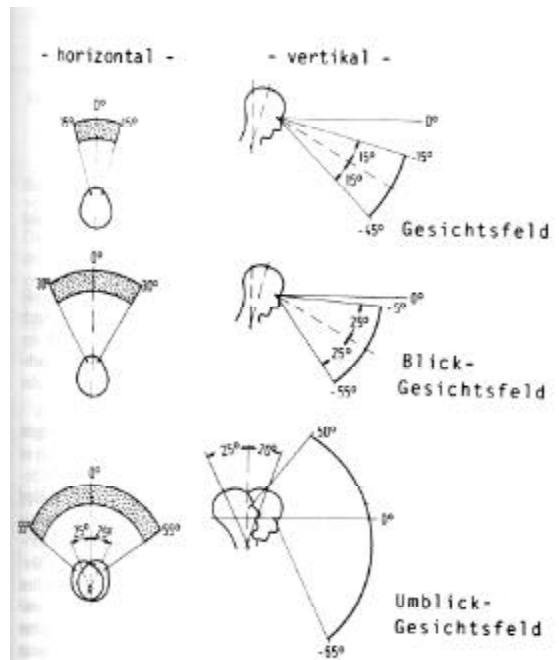


Abbildung 3.6: Stichwort Kopfhaltung

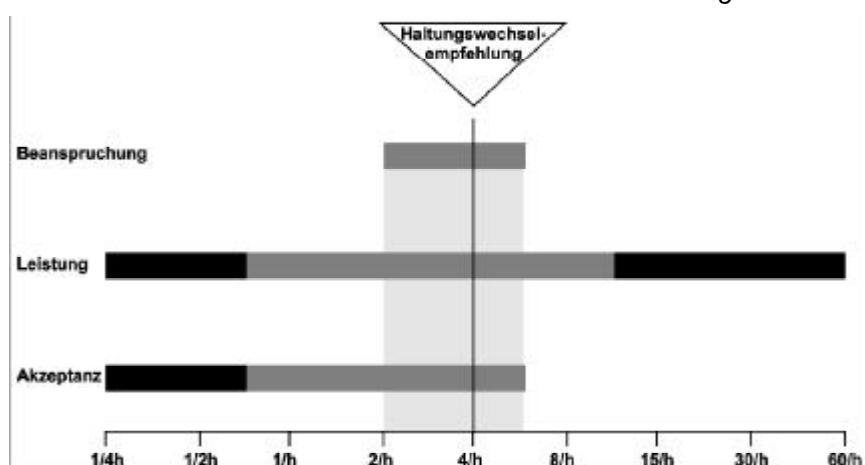


Abbildung 3.5: Stichwort Haltungswechsel

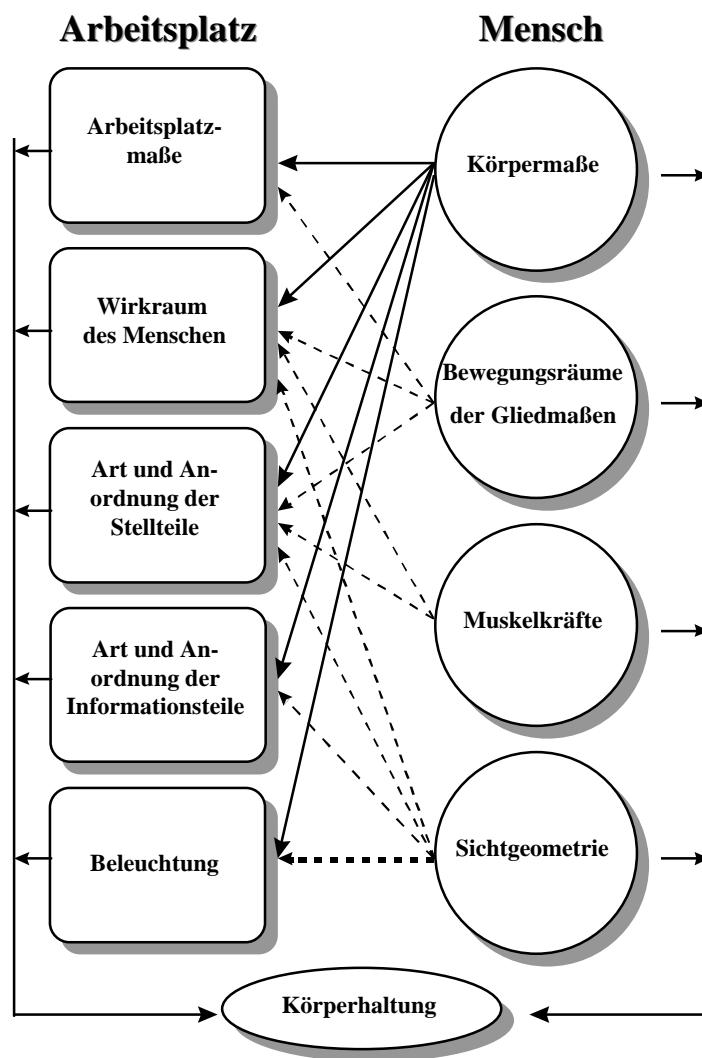


Abbildung 3.7



3.3 Körperbewegung

Die Benutzung eines Produktes führt in der Regel zu Körperbewegungen eines Nutzers. Diese Bewegungen können beispielsweise:

- ? ? von langer/kurzer Dauer sein
- ? ? anstrengend/erholend sein
- ? ? abgehackt//rhythmisch sein.

Demnach sollte eine Designerin/ein Designer über die Fähigkeit verfügen, die bei der Benutzung von Produkten vorkommenden Bewegungen zu analysieren.

Dabei gilt es zunächst die Frage zu klären, nach welchen Kriterien eine Körperbewegung zu bewerten ist.

Mögliche Bewertungskategorien von Bewegungen sind:

- ? ? Zeitdauer
- ? ? Gelenkstellungen während der Bewegung
- ? ? Genauigkeit
- ? ? Anstrengung/Ermüdung
- ? ? Subjektives Empfinden bei der Bewegungsausführung
- ? ? „Ästhetische“ Form der Bewegungsgestalt (Bsp.: Eiskunstlauf, Tanz)

Im folgenden werden zunächst Methoden vorgestellt, mit denen Bewegungen gemessen und bezüglich der o.g. Kategorien bewertet werden können.

Vorschläge zur Gestaltung von Bewegungen folgen anschließend.

3.3.1 Methoden zur Messung von Körperbewegungen

Methode	Auswertung	Ergebnisse
Zeitstudium	Systeme vorbestimmter Zeiten	Quantitative Aussage über Zeitdauern für Elementarbewegungen
Fotographische Aufnahmen	Winkelmessungen, subj. Einschätzung	Quantitative Aussagen über Gelenkstellungen während einer Bewegung Qualitative Aussagen über Bewegungsbahnen
Motografie	subjektive Beurteilung durch Betrachten von motographischen Aufnahmen	Quantitative/Qualitative Aussagen über : Bewegungsbahnen Bewegungsrichtungen, Bewegungsgeschwindigkeiten Beschleunigungen Amplituden von Körperbewegungen
Video-Analyse	Subjektive Beurteilung Ablaufanalyse (Harmonographie, Linkanalyse) Rechnergestützte Daten Aufnahme und Auswertung	Qualitative Beurteilung komplexer Bewegungen Zeitliche Struktur von Betätigungen und Beobachtungen; Häufigkeitsstruktur von Betätigungen Quantitative Beurteilung der Bewegung (z.B. Häufigkeit von Teilbewegungen)
Blickbewegungs-Analyse	subjektive Beurteilung durch Betrachten von motographischen Aufnahmen Rechnergestützte Auswertung	Aussagen über Blickverlauf, Fixationszeiten, Fixationshäufigkeiten, Blickwechsel
Experten-Rating	Interindiv. Vergleich Leistungsgrad nach REFA	Qualitative Aussagen über komplexe Bewegungen, keine Zerlegung in Komponenten.

Auf den folgenden Seiten werden die Methoden Motografie, Harmonographie und Linkanalyse kurz erläutert. Der Hinweis Projekte, Studienarbeiten, Diplomarbeiten am IAD bezieht sich auf eben solche Arbeiten, die am Institut für Arbeitswissenschaft der Technischen Hochschule Darmstadt in Vergangenheit angefertigt wurden.

Motografie

Kurzbeschreibung: **Zusammenfassender Begriff für Verfahren zur Bewegungsregistrierung.** Speziell: "Eine objektive Methode zur berührungslosen Bewegungsaufzeichnung mit Hilfe von Strahlungsspuren"

Voraussetzungen: Strahleranlage, Kamera (Mono-, Stereo-), Rasterplatte, Beleuchtung (Dunkelheit, Sonnen-/Mondlicht, Glühlampe, Blaulicht, Leuchtstofflampe, Quecksilberdampflampe, Natriumdampflampe, Halogen-Metalldampflampe)

Institute mit theoretischer/praktischer Erfahrung: Prof. J.-H. Kirchner, Abteilung Arbeitswissenschaft, TU Braunschweig; Dr.-Ing. E. Baum, Ingenieurbüro Baum, Braunschweig; Prof. Dr. Ing. G. Weimann, Institut für Photogrammetrie und Kartografie, TU Braunschweig; Technische Akademie Esslingen (Seminar unter Leitung von Dr.-Ing. E. Baum)

Projekte, Studien- und Diplomarbeiten am IAD: IAD 1089

Literaturhinweise: BAUM, E.: Motografie I - Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Forschungsbericht Nr. 226. Dortmund: 1980 (IAD/ NT 422) (Autor)
BAUM, E.: Motografie II - Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Forschungsbericht Nr. 324. Dortmund, 1983 (IAD/ NT 422a)
BAUM, E.: Motografie III - Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Forschungsbericht Nr. 468. Dortmund, 1986 (IAD/ NT 422b)
E. BAUM, M. LANDZETTEL, W. ROHMERT : Einführung in die Motografie, in W. ROHMERT (Hrsg.): Beiträge zum 3. Kolloquium Praktische Musikphysiologie. Köln: O. Schmidt, 1993

Methodenbeschreibung:

Der Einsatz der Motografie erfolgt, wenn eine Problemstellung in Verbindung mit zu registrierenden Bewegungen vorliegt. In Abb. 1 sind die wichtigsten Verfahren für die Spurregistrierung zusammengefaßt (nach BAUM, 1983):

Motografie dient in der Regel der vierdimensionalen (4D) Messung und Darstellung von räumlichen Bewegungsabläufen. Dadurch werden komplexe, oft auch sehr langsame oder extrem schnelle Bewegungen den Menschen als Ganzes für beliebige Betrachtungsdauer in den drei Dimensionen des Raumes und in der Zeit sichtbar und präzise quantifizierbar gemacht.

Heute wird zwischen klassischen und Online-Motografie unterschieden. Bei der klassischen Motografie handelt es sich um ein fotografisches Verfahren. Aufgrund des dabei notwendigen fotochemischen Entwicklungsprozesses - der bei der Sofortbildtechnik mindestens 5s dauert - kommt man bei der klassischen Motografie erst mit einer zeitlichen Verzögerung an die Aufnahmevergebnisse. Dabei wird z.Z. zu etwa 98% das Bandabsorptionsverfahren (BA-Verfahren, vgl. Abb.) angewendet. Der Raum wird monochromatisch gelb beleuchtet. Dieses Licht wird durch ein BA-Filter vom Film ferngehalten, während Licht anderer Wellenlängen (z.B. von Miniaturglühlampen) das BA-Filter durchdringt und die Bewegungsbilder erzeugt.

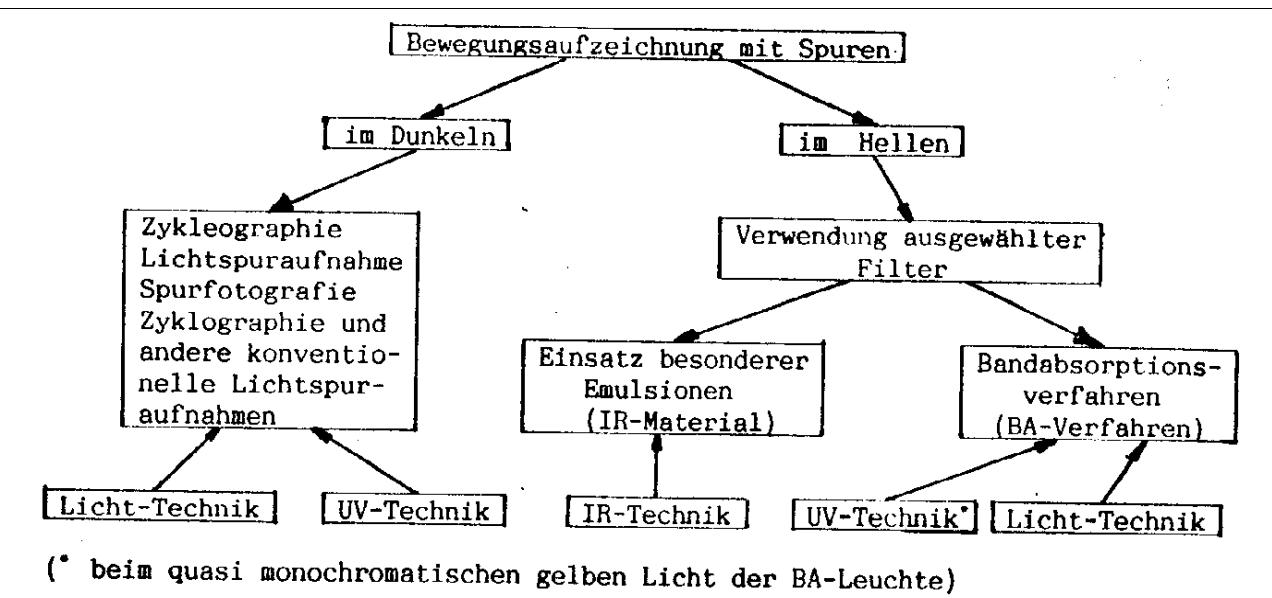


Abb. 1: Die wichtigsten Verfahren für die Spuregistrierung (nach BAUM, 1983)

Bei der Online-Motografie werden die bewegten Objekte mit zwei auf einer Schiene montierten Kameras aufgenommen (vgl. Abb. 2). Der Ex-Trac S100 bestimmt die Positionen ausgewählter Bildpunkte, die dann mit einem Personal Computer (PC) verarbeitet und mit dem Printerplotter ausgedruckt werden können.

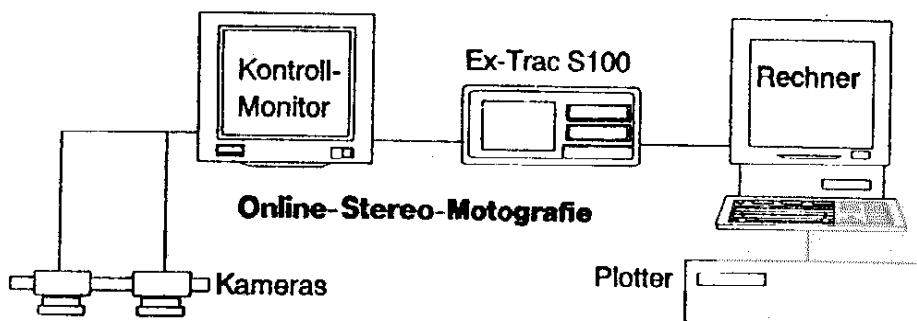


Abb. 2: Schematische Darstellung eines Meßsystems für räumliche Online-Motografie (nach BAUM et al. 1993)

Harmonographie

Kurzbeschreibung: Methode zur Erfassung der zeitlichen Struktur von Betätigungs- und Beobachtungsverrichtungen

Voraussetzungen: Papier, Bleistift

Institute mit theoretischer/praktischer Erfahrung:

Projekte, Studien- und Diplomarbeiten am IAD: IAD 401

Literaturhinweise: ROHMERT, W., JENIK, P.: Das Harmonogramm als Methode zur Untersuchung der Beziehung Mensch-Fahrzeug-Arbeit. Arbeitsmed., Sozial-med., Präventivmed., 8 (1973) 11, S.249-254 (Autoren)

Methodenbeschreibung:

Ein Harmonogramm ist eine schematische Darstellung des Ablaufs von Betätigungsverrichtungen einzelner Extremitäten einer Arbeitsperson (Hand, Fuß, rechts, links) und ihrer Beobachtungsverrichtungen. Die graphische Darstellung erfolgt auf einer Zeitachse, wodurch die Betätigungs- und Beobachtungsverrichtungen zwangsläufig funktionell miteinander gekoppelt sind.

Ein Harmonogramm entspricht in gewisser Weise einer Partitur zur graphischen Darstellung der Maschinenbetätigung durch den Menschen, wobei die Symbole einzelner Betätigungsverrichtungen die Notenschrift darstellen.

Der Bedienungsvorgang ist entsprechend dem arbeitstechnischen Inhalt und der strukturellen Kompliziertheit in Teilevorgänge, Vorgangsstufen und Vorgangselemente zu gliedern. Das Steuern eines PKWs gliedert sich z.B. in: Start, Fahrt bergauf, -bergab, -auf der Ebene und Fahrtende. Der Teilevorgang Start gliedert sich in weitere Vorgangsstufen: Leerlauf einlegen, Motor anlassen, 1.Gang einlegen, anfahren.

Ein viel komplizierterer Vorgang, das Führen einer elektrischen Lokomotive, lässt sich ebenso mittels der Harmonogramm-Methode erfassen. Die Harmonogramme werden für einzelne Vorgangsstufen erarbeitet, im vorliegenden Beispiel für das Abbremsen.

Aus der synoptischen Erfassung des Betätigungsablaufes lässt sich folgendes ableiten:

- die Dauer und
- die Häufigkeit einzelner Betätigungs- und Beobachtungsverrichtungen
- ihre Verteilung auf einzelne Effektoren und Rezeptoren
- ihre Simultanität und Sequenz daraus
- die Anforderungen an die Koordination der Betätigungsbewegungen entweder untereinander (d.h. Effektoren) oder die Anforderungen an die Rezepto-Effektor-Koordination
- die ergonomisch begründete konstruktive Anordnung von Bedienelementen und Anzeigen.

Die Abbildung zeigt ein Harmonogramm. Die nummerierten Spalten entsprechen bestimmten definierten Raumpositionen, an denen die Hände eine bestimmte Zeit (Länge der senkrechten Balken) verweilen.

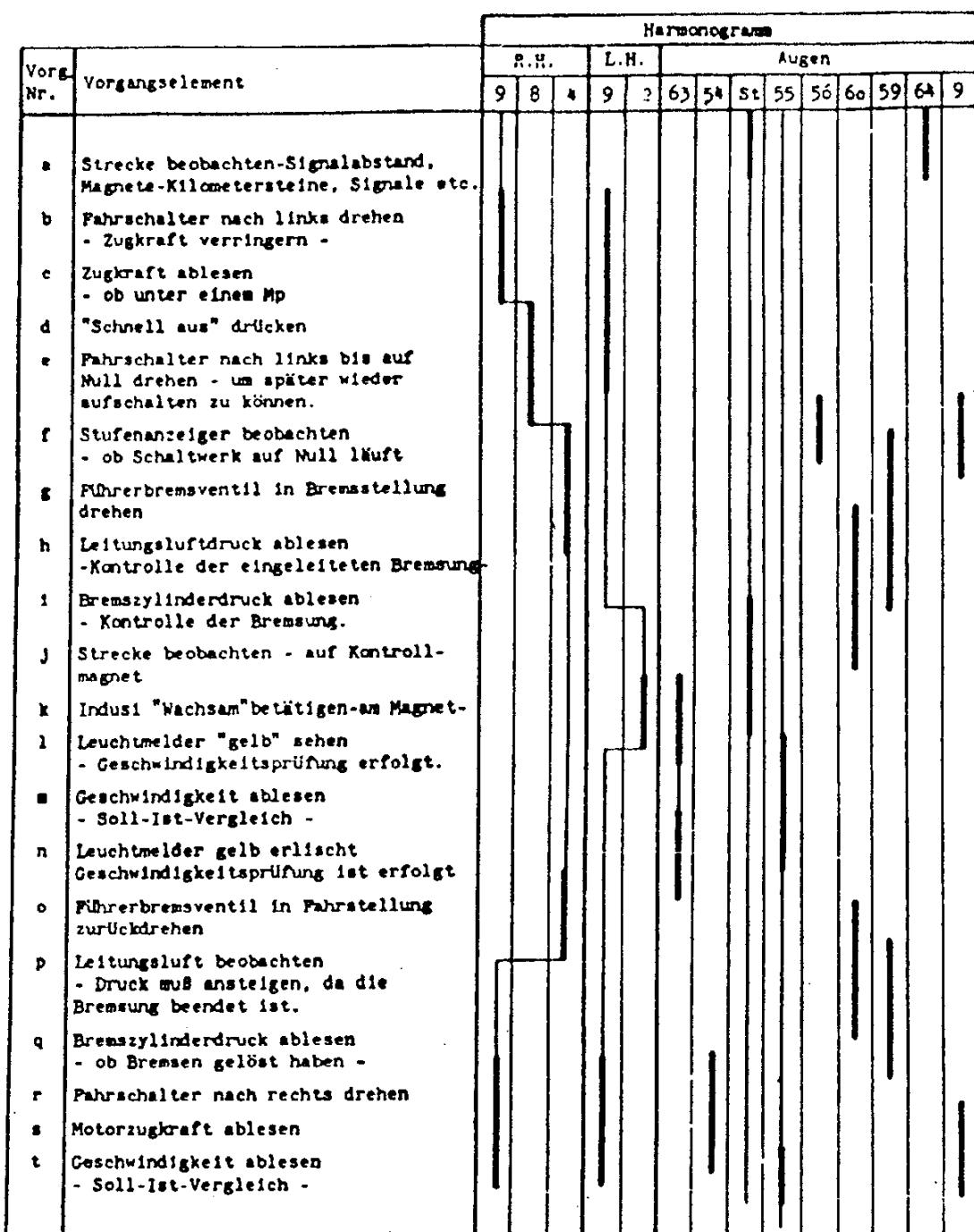


Abb.: Harmonogramm für die Vorgangsstufe Abbremsen einer Lokomotive
(R.H.: rechte Hand, L.H.: linke Hand)

Linkanalyse

Kurzbeschreibung: **Methode zur Optimierung der räumlichen Anordnung von Bedienteilen und Anzeigen durch Analyse der Betätigungs-/Beobachtungsfolgen**

Voraussetzungen: **Papier, Bleistift**

Institute mit theoretischer/praktischer Erfahrung:

Projekte, Studien- und Diplomarbeiten am IAD: IAD 401

Literaturhinweise: **JENIK, P.; SCHAUB, Kh.; BIER, M.: Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen. Darmstadt: REFA, 1988**

Methodenbeschreibung:

Die räumliche Anordnung von Bedienteilen an einer Maschine sollte neben anderen Aspekten auch die Betätigungshäufigkeit einzelner Bedienteile berücksichtigen. Die Häufigkeitsstruktur der Betätigungen ermittelt man aus den Ergebnissen von Arbeitsablaufstudien der Bedienung einer konkreten Maschine - oder bei Entwürfen - aus dem aufgrund einer vorausgesetzten Folge technologischer Operationen konstruierten Ablauf. Aufgrund einer Arbeitsablaufstudie lässt sich eine Kombinationsmatrix ableiten, in deren Feldern die Häufigkeit der Betätigungsbewegungen bzw. der Handverlagerungen von einem zum anderen Bedienteil eingetragen werden.

Ein Beispiel der Bedienung einer Revolverdrehmaschine bei Herstellung eines konkreten Werkstücks (einer Überwurfmutter) soll die Prinzipien solcher Bewegungsfolgediagramme der Betätigungen von Bedienteilen näher beleuchten (siehe Abb.).

Im oberen Teil der Abbildung ist die Revolverdrehmaschine maßstabsgerecht mit numerierten Bedienteilen dargestellt. In der rechten unteren Ecke der Abbildung befindet sich die Skizze des Werkstücks, für dessen Fertigung das Bewegungsfolgediagramm erarbeitet wurde.

Im verbleibenden Raum ist das Bewegungsfolgediagramm dargestellt. In den einzelnen Kreisen, deren Plazierung den Bedienteilen im oberen Teil der Abbildung maßstäblich entspricht, sind die entsprechenden Nummern der Bedienteile eingetragen. Diese einzelnen Kreise werden mit Verbindungslienien verknüpft, deren Anzahl der Zahl durchzuführender Verlagerungen von Bedienteil zu Bedienteil entspricht. Diese Häufigkeiten werden in den Liniensäulen durch kleine Ziffern gekennzeichnet. Die linke Hand wird durch vollausgezogene Linien von der rechten Hand mit gestrichelten Linien unterschieden. Die senkrecht gezogenen Linien bedeuten Bewegungen, die keine unmittelbare Fortsetzung in eine andere Betätigungsbewegung haben.

Auf den ersten Blick wird deutlich, daß die Betätigungsverrichtungen ungleichmäßig zwischen den Händen verteilt sind. In diesem konkreten Beispiel ist die Bewegungshäufigkeit zwischen Punkt 12 und Punkt 12' auffällig. Ursache ist das Ablegen des Knebelschlüssels für das Spannfutter auf der Vorderwand des Getriebekastens. Diese am häufigsten vorkommende Betätigungsverrichtung könnte eingespart werden, wenn der Konstrukteur auch diese banale Bewegung berück-

sichtigt hätte. Bei einem anderen Werkstück würde sich das Bewegungsfolgediagramm in seiner Form und Struktur entsprechend dem erforderlichen Bearbeitungsvorgang ändern. Jedoch lassen sich durch Auswahl einiger charakteristischer Werkstückfamilien aus der Analyse der Bewegungshäufigkeit objektive Grundlagen für die optimale Gestaltung (Anordnung) der Bedienteile gewinnen.

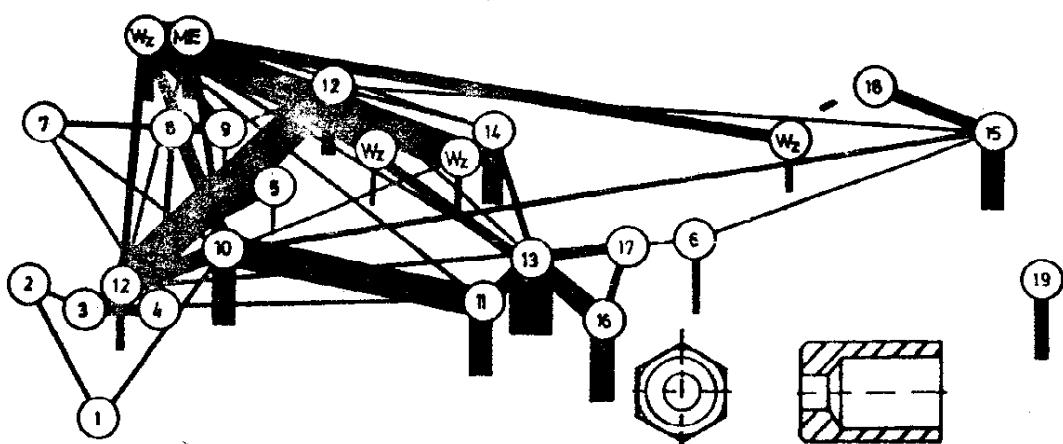
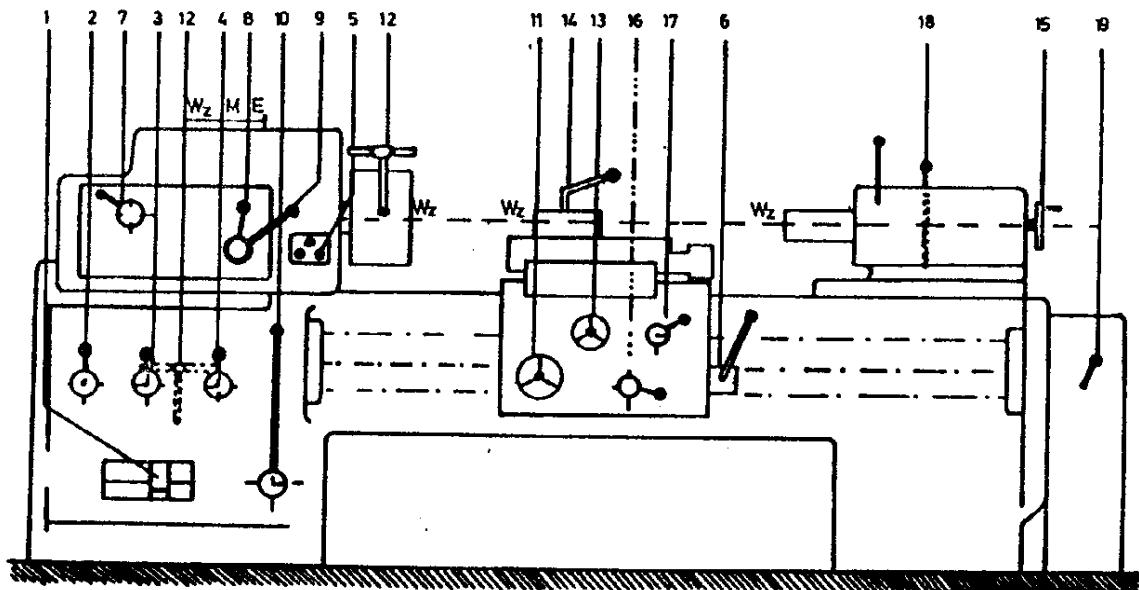


Abb.: Bewegungsfolgediagramm einer Revolverdrehmaschine beim Drehen einer Überwurfmutter (untere rechte Skizze)

3.3.2 Gestaltung von Bewegungsabläufen

Merksätze zur Gestaltung effizienter Bewegungen (u.a. nach Burandt, Luczak)

- ?? Armbewegungen sollten symmetrisch und zeitlich synchron verlaufen. Der Kraftaufwand sollte dabei für beide Hände möglichst gleich sein. Starke Beschleunigungen und zu hohe oder zu niedrige Geschwindigkeiten sollten vermieden werden. Aufeinanderfolgende Bewegungen sollten ineinander übergehen können.
- ?? Statische Anteile sollten vermieden und ggf. durch dynamische Komponenten ersetzt werden. Dies gilt beispielsweise bei Zielbewegungen.
- ?? Der Wirkungsgrad kann durch eine optimale Geschwindigkeit und durch Übung erhöht werden. Pendelbewegungen, die der Eigenfrequenz des bewegten Körperteils entsprechen, erfordern weniger Kraftaufwand.
- ?? Eine harmonische Bewegung ist in der Regel auch eine effiziente Bewegung. Ein bestimmter Rhythmus ist Voraussetzung für die automatisierte Ausführung von Bewegungen. Eine derart eingelernte Bewegung kann quasi als Unterprogramm abgerufen werden und verringert die Inanspruchnahme höherer Bewußtseinszentren.

Die konsequente Anwendung der genannten Gestaltungs-Merksätze führt dazu, daß Bewegungen effektiver und effizienter durchgeführt werden. Unnötige Bewegungen sollen vermieden werden. In vielen Gestaltungsfällen kann dies sicher ein Gestaltungsziel sein.

Im Rahmen einer Bewegungsgestaltung durch Bewegungsvereinfachung darf allerdings nicht übersehen werden, daß eine Verdichtung von Bewegungsabläufen mit einer Zunahme der Bewegungsfrequenz verbunden ist. Werden diese Bewegungsfrequenzen zu hoch, kann es zu Schäden der an der Bewegung beteiligten Sehen und Muskulatur kommen. Ein Beispiel hierfür ist das hochfrequente Schreiben auf Computert-Tastaturen

Der Zusammenhang zwischen der Anordnung von Elementen auf einem Tisch und den daraus folgenden Greifbedingungen und schließlich Bewegungen wird in den folgenden Abbildungen und Erläuterungen von BURANDT (1978) dargestellt.

DIMENSIONIERUNG

Tisch-Greifraum

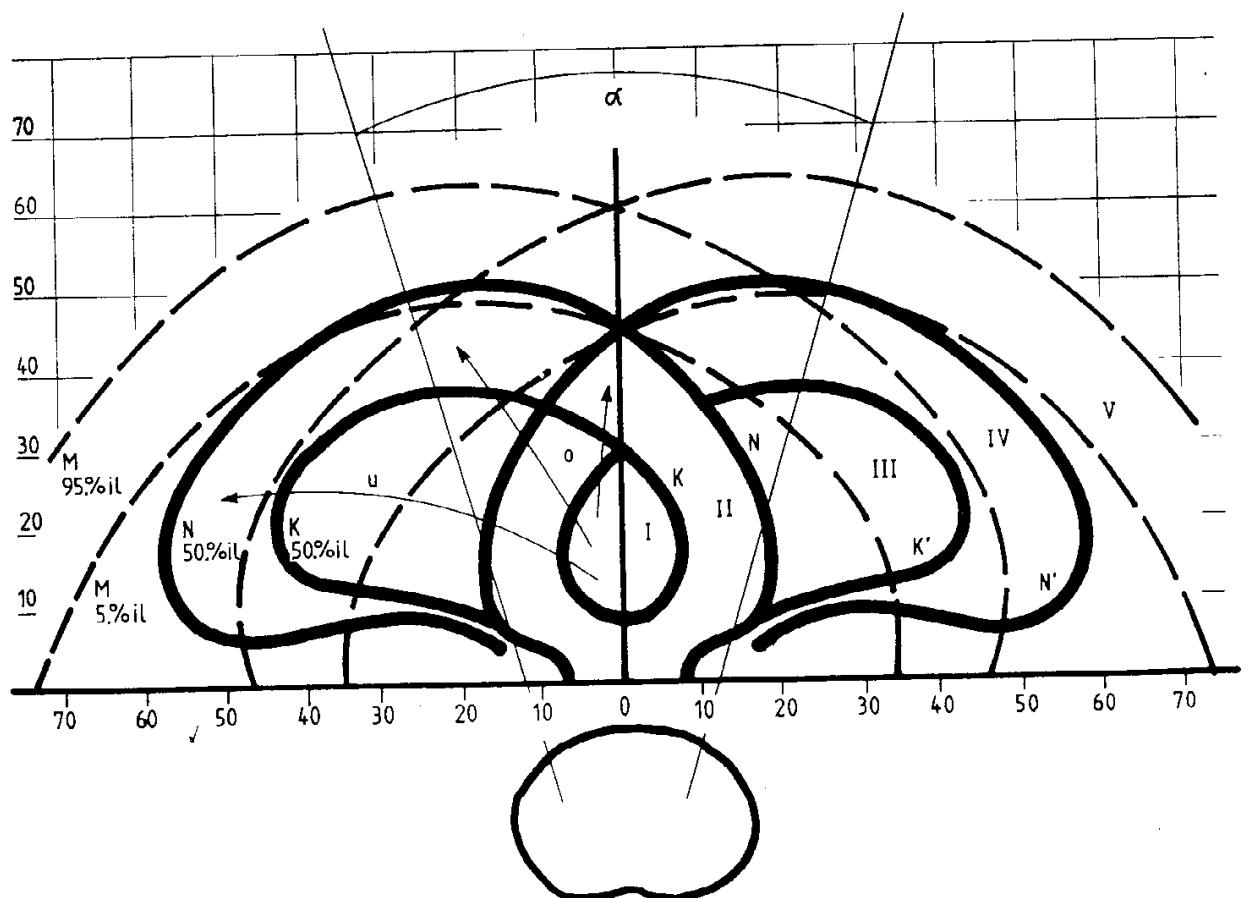
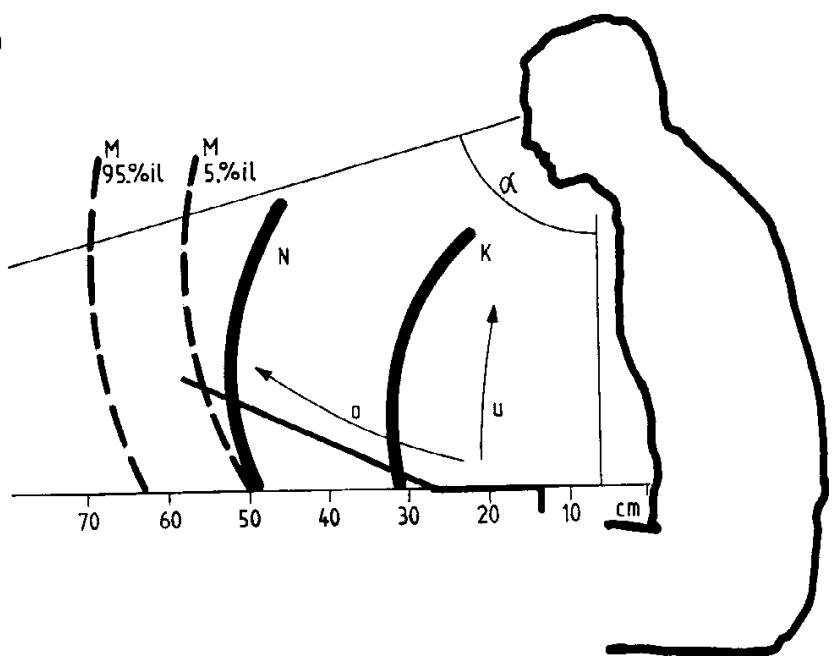
Nutzbereiche der Greifräume für Männer und Frauen bei Montagearbeiten

Legende zu Blatt 35 und 37: Medianschnitte und Horizontalschnitte in ca. 28 cm Höhe über der Sitzfläche

- M Grenze des physiologischen Greifraums; 5. und 95. Perzentil
- N Grenze des größeren Nutzbereiches einer Hand 50.%il und Weite der 90%-Bereichs.
- K Grenze des kleineren Nutzbereiches einer Hand 50.%il und Weite des 90%-Bereichs. Innerhalb dieses Bereiches kann die Grenze für große Personen nach außen oder für kleine Personen nach innen verlagert werden (gilt auch für N).
- I Zone innerhalb der Überschneidung der Grenzen K. Zone für visuell kontrolliertes Arbeiten mit beiden Händen an kleinen Teilen. Ort für Aufnahmeverrichtungen und zum Montieren.
- II Erweiterte Zentralzone zwischen den Grenzen K und N. Zone, in der beide Hände alle Orte gut erreichen können und alle Vorgänge noch leicht zu überblicken sind. Geeignet zum Lagern von Teilen oder Handwerkzeugen, die oft und/oder schwierig zu greifen sind. Außerhalb der Zone II sollten präzise und behutsame Feinarbeiten nicht durchgeführt werden.
- III Einhand-Zone zwischen den Grenzen K' und N'. Die Einhand-Zonen können rechts wie links nur von den entsprechenden Händen leicht erreicht werden. Die Bewegungen sind unterarmbetont. Bewegungslängen von > 20 cm können locker, schwungvoll sein. Nützlich zum Bereitlegen von Werkstücken und Werkzeugen, sowie zur Auslage von Handstellteilen. Über die Grenze K sollten schwere Teile nicht hinaustransportiert werden müssen.
- IV Erweiterte Einhand-Zone zwischen den Grenzen K' und N'. Die umschlossenen Orte können noch gut mit leicht gestrecktem Arm erreicht werden – besser noch durch schwungvolle Bewegungen. Nützlich zum Greifen aus Behältern, wenn der Greifvorgang nicht zu kompliziert ist und nicht visuell kontrolliert werden muß.
- V Zone außerhalb des günstigen Nutzbereiches. Innerhalb des physiologischen Greifraumes nur zum Lagern von Vorratsbehältern, Werkstücken und Werkzeugen geeignet, die selten gebraucht werden; nützlich für selten zu bedienende Stellteile
- und zum Auslegen von Gegenständen, die nur sichtbar sein müssen (z.B. Anzeigen, Vorlagen, Pläne usw.). Die Grenzen N sollten bei konzentrierten Arbeiten nie, bei bewegungsbetonnten Arbeiten nur selten übergriffen werden.
- α Die Schenkel des Winkels α grenzen das "Gebrauchsbllickfeld" auf der Tischemebene ein. Dieses Gebiet kann mit lockeren Augenbewegungen leicht überblickt werden und ist bevorzugt für visuell-kontrollierte Arbeitsvorgänge.
 - o Günstige Bewegungsbahnen der Hände für oberarmbetonte und visuell kontrollierte Bewegungen.
 - u Günstige Bewegungsbahnen der Hände für unterarmbetonte, schnelle Bewegungen.

DIMENSIONIERUNG

Tisch-Greifraum
Männer



aus: „Ergonomie für Design und Entwicklung“ von U. Burandt

DIMENSIONIERUNG

Tisch-Greifraum Regeln zum Greifen

Für die Anordnung von Teilen, Werkzeugen und sonstigen Betriebsmitteln auf dem Greiffeld der Tischplatte sind folgende physiologische Gesetzmäßigkeiten zu beachten:

Gelenkmechanik

1. Beim Hinlangen nach vorne wird der Rumpf mitbewegt.
2. Beim Hinlangen zur Seite werden die Ellenbogen gelenke nicht ganz gestreckt.
3. Die seitlichen Bereiche, die der Ellenbogen überstreicht, sind vom medianen Arbeitszentrum schwer zu erreichen und sollten nicht verwendet werden.

Charakter der Bewegung

4. Bewegungen in den Zonen I, II und III werden sowohl schnell als auch behutsam ausgeführt. Sie sind unterarmbetont.
5. Bewegungen zwischen dem medianen Arbeitszentrum und der Zone IV sollen schwungvoll ausgeführt werden. Sie werden vom Oberarm unterstützt.

Zum Heben von Gewichten in die Zonen IV und V ungünstig.

Anstrengung

6. Unterarmbewegungen um das Ellenbogengelenk sind weniger anstrengend und schneller als Bewegungen, bei denen der Oberarm mitbewegt wird.
7. Der für beidhändige Arbeitsverrichtungen günstigste Bereich im Greifraum liegt vor dem Rumpf von 10 cm unter bis etwa 30 cm über der Höhe des herabhängenden Ellenbogens.
8. Der für beidhändige Arbeitsverrichtungen günstigste Bereich im Greiffeld über der Tischplatte liegt 15 bis 25 cm median vor dem Rumpf. Wenn die Unterarme auf einer tiefliegenden Tischplatte aufgestützt werden, kann das Arbeitszentrum bis zu 45 cm vor dem Rumpf liegen.

Schnelligkeit

9. Die größte Beschleunigung erhält die Hand bei Schwenkbewegungen um das Hand- und Ellenbogengelenk.
Die günstigste Beschleunigungsrichtung ist darum immer jene, die mit einer Unterarmschwenkung beginnt.

10. Einfache, blind ausgeführte Einlegearbeiten werden am schnellsten ausgeführt, wenn die Hand von rechts aus der 2- bis 3-Uhr-Richtung zum medianen Arbeitszentrum hinbewegt wird.

Visuelle Kontrolle

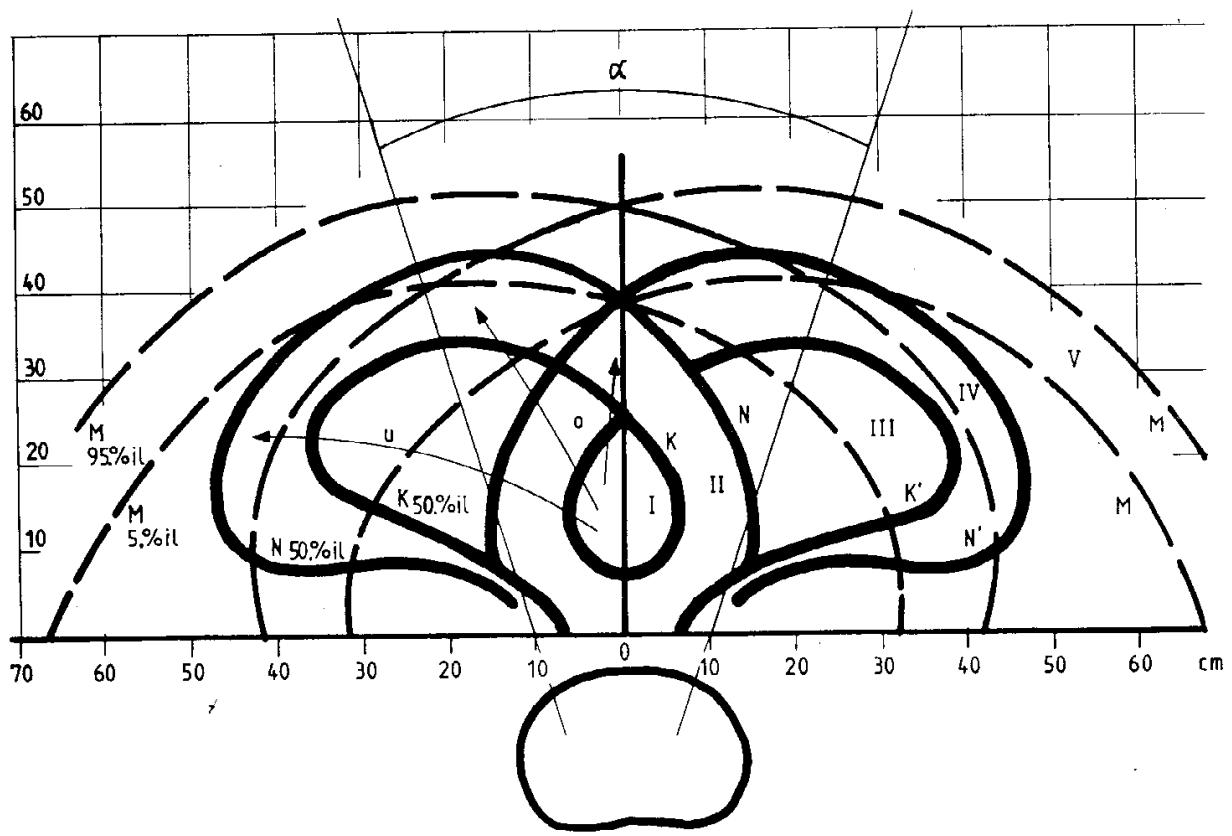
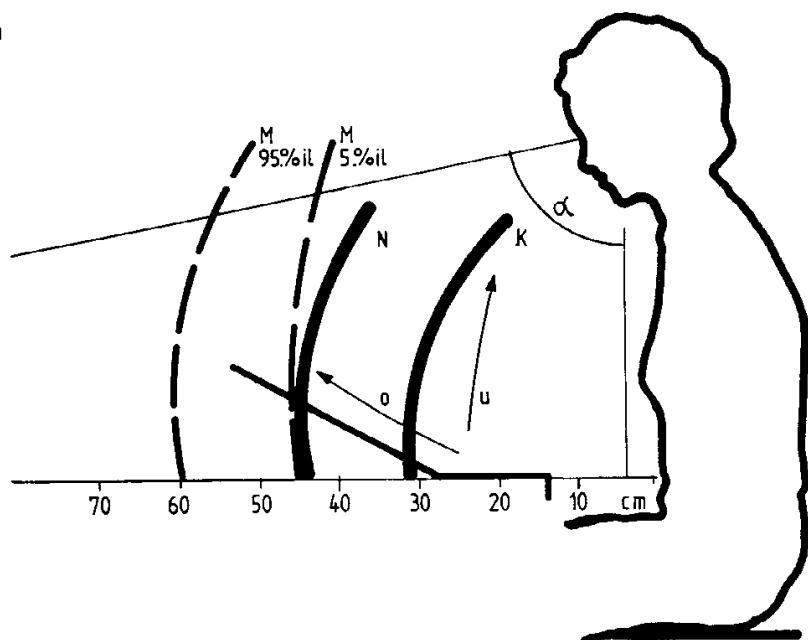
11. Verrichtungen beider Hände sind um so schwerer gleichzeitig visuell zu kontrollieren, je weiter sie sich voneinander und von der Medianebene entfernen.

Genauigkeit

12. Mit geringstem Zittern (Tremor) werden Bewegungen rechtshändig ausgeführt, wenn sie von rechts außen nach links innen (aus der 1- bis 1 1/2-Uhr-Richtung) durch das Arbeitszentrum geführt werden.
13. Geradlinige Zielbewegungen werden simultan am genauesten median nach vorne ausgeführt.

DIMENSIONIERUNG

Tisch-Greifraum
Frauen



aus: „Ergonomie für Design und Entwicklung“ von U. Burandt

Ein Beispiel für die Anwendung von ergonomischen Erkenntnissen zur Bewegungsgestaltung - und hierbei insbesondere des Zeitstudiums- ist die von Margarete Schütte-Lihotzky 1923 entworfene sogenannte „Frankfurter Küche“. Durch die Gestaltung der Frankfurter Küche sollte an einem räumlich beschränkten „Arbeitsplatz Küche“, die Kraft- und Zeitvergeudung eingeschränkt werden.

In den Jahren 1926-1930 wurde die Frankfurter Küche in ca. 10000 Frankfurter Wohnungen eingebaut.



Arbeitssparende Einzelheiten der Frankfurter Küche

– Spülbecken: Die Anordnung des Spülbeckens in seiner Beziehung zum Tisch, zur Abstellfläche für benutztes Geschirr, zum Abtropfbrett und zum Abtropfgestell (Ablage für bereits gespültes Geschirr) war immer „ums Eck“, so daß man mit der linken Hand das Geschirr nehmen und es nach dem Spülen wieder zur selben Seite hin ablegen konnte. Auf diese Weise wurde ein Übereinandergreifen der Hände oder das Übergeben des Geschirrs von einer Hand in die andere vermieden. Eine Neuheit für die damalige Zeit war das Tellerabtropfgestell an der Wand, das das manuelle Abtrocknen von Porzellangeschirr überflüssig machte.



– Die Kochkiste. Unmittelbar neben dem Herd gab es eine Kiste, deren Deckel mit einer emailierten Metallplatte belegt war, so daß sich die Fläche, auf der man heiße Töpfe abstellen konnte, vergrößerte. Öffnete man den Deckel dieser Kiste, so waren zwei Blechzylinder zu sehen, die durch ein Wärmeisoliermaterial gegen die Kistenwände abgeschirmt waren. Auf diese Weise wirkte die Kiste wie ein Thermophor. Die Hausfrau konnte morgens die angekochten Speisen in die Kochkiste schieben, und wenn sie nach der Berufsaarbeit nach Hause kam, gar gekocht wieder herausnehmen.



– Arbeitstisch und Küchenabfallrinne: Als Tischbelag kam damals nur Linoleum in Frage, das aber nicht schnitt- und säurefest ist (Materialien aus Plastik gab es noch nicht). Deshalb war die Platte des Arbeitstisches aus Buchenholz, das leicht gescheuert werden kann. An der rechten Seite des Tisches befand sich eine Öffnung in der Platte, unter die eine weiß emailierte Metallrinne eingeschoben war. Alle Gemüse-, Fleisch- oder Obstabfälle wurden nach dem Schneiden und Putzen direkt von der Schneidefläche in diese Rinne geschoben, die später durch eine Holzklappe in den Müllheimer entleert werden konnte.

– Aufbewahrung trockener Lebensmittel: Mehl, Reis, Gries usw. wurden gewöhnlich in Papiersäcken aufbewahrt. Schubkästen dafür gab es bis dahin nicht. Diese wurden extra für die Frankfurter Küche zusammen mit der herstellenden Firma (Fa. Harrer) entwickelt. Aluminium, leicht und unzerbrechlich, bot dafür das ideale Material. Das Besondere daran war, daß diese Behälter vor der „Schnauze zum Schütten“ noch einen Aluminiumsteg hatten, so daß man das Kochgut direkt in den Topf auf dem Herd schütten und genau dosieren konnte.

– Künstliche Beleuchtung: Röhrenlampen, die den schmalen Raum gut ausgeleuchtet hätten, gab es noch nicht. Deshalb entwickelte ich eine Schiebelampe. Sie hing an einer Deckenschiene und ließ sich durch einen Bügel leicht hin- und herschieben. Der Lichtkegel des Lampenschirms war so berechnet, daß die oder der in der Küche Arbeitende nirgendwo einen Schatten erzeugen konnte.

– Bügeln: Das an der Wand befestigte Bügelbrett fand seinen Halt, indem es auf den Rand der Spüle aufgelegt wurde. Ein Drehhocker auf Rädern ermöglichte durch ein entsprechendes Hochdrehen der Sitzfläche, daß jede Arbeit auch sitzend verrichtet werden konnte.

Einige Besonderheiten der Frankfurter Küche

Frankfurter Küche, Gesamtansicht

– Weil die Leute damals oft größere Mehlvorräte im Hause hatten, gab es eine entsprechend große Schublade aus Eichenholz, denn die darin enthaltene Gerbsäure verhindert, daß Würmer ins Mehl kommen.



Frankfurter Küche: Blick auf die Aluminschütteln für die Lebensmittel und den Topschrank.



Frankfurter Küche: Blick auf den Herd, daneben die Schubladen für Mehl und Zucker sowie die Kochkiste, darüber die Dunsthaube.

– Der Topschrank hatte statt fester Holzböden vertikal bzw. horizontal verstellbare Leisten. Da Kochtöpfe erwiesenermaßen nie vollkommen trocken in die Schränke kommen, wurden sie hier liegend, rundherum von Luft „umspült“, aufbewahrt.

– Die Farbe: Das Blau des Anstrichs der Holzteile ist nicht zufällig. Wissenschaftler an der Universität Frankfurt hatten erkannt, daß Fliegen nicht auf Blau gehen. Bis zur Erfindung des DDT gab es noch sehr viele Fliegen, die bekanntlich gefährliche Bakterienträger sind. Man erwehrte sich ihrer, indem man unappetitliche Klebestreifen, an denen die Tiere kleben blieben und zappten, bis die Kräfte sie verließen, in den Küchen aufhängte.

Die Gestaltung

Die funktionellen Erfordernisse der damaligen Zeit wurden also durch die Frankfurter Küche gut erfüllt.

Die Architektur ist jedoch nicht allein dazu da, Funktionen zu erfüllen. Sie muß auch Räume schaffen, in denen Menschen gern leben.

Harmonische Verteilung der Kuben, gute Proportionen, Lichteinfall und Farben, das sind im wesentlichen die gestalterischen Mittel – man kann sie auch künstlerische nennen –, die dem Architekten im Wohnungsbau zur Verfügung stehen. Diese Mittel sind hier ganz bewußt eingesetzt worden. Denn von ihrem Gebrauch hängt es ab, ob die Menschen sich innerhalb ihrer täglichen Umgebung wohlfühlen oder Mißbehagen empfinden.

Wenn die Frankfurter Küche heute, nach über 60 Jahren, auch in vielen Details vom modernen Leben überholt worden ist, so ist doch das Grundproblem, durch richtigen Wohnungsbau Zeit und Kraft im Haushalt zu sparen, für alle Berufstätigen, insbesondere für die berufstätige Frau, aktueller denn je.

4 Räumliches Gestalten

4.1 Körpermaße

4.1.1 Exkurs: Statistische Grundbegriffe

4.1.2 Maßsysteme des Menschen

Die folgenden Ausführungen entstammen dem Buch:

Burandt, U.: Ergonomie für Design und Entwicklung.
Köln: Otto Schmidt Verlag, 1978

4.2 Methoden der räumlichen Gestaltung

Als Hilfsmittel zur räumlichen Gestaltung stehen unterschiedliche Methoden zur Umsetzung der menschlichen Körpermaße in technische Zeichnungen zur Verfügung. Solche Methoden werden als somatographische Verfahren bezeichnet (griechisch: somato = Körper; graphein = zeichnen).

Folgende somatographische Methoden lassen sich unterscheiden:

- a) Zeichenschablonen
- b) Video-Somatographie
- c) EDV-gestützte somatographische Modelle (man-models)

Nähere Ausführungen zu somatographischen Methoden sind dem Buch Landau, K; Stübler, E. (Hrsg.): *Die Arbeit im Dienstleistungsbetrieb*. Stuttgart: Ulmer, 1992; S. 344ff zu entnehmen.



5 Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen

5.1 Beispiele von Mensch-Maschine-Sytemen

Das Zusammenwirken von Menschen und Maschinen bei der Problemlösung wird allgemein als Mensch-Maschine-System (MMS) bezeichnet.

Klassische Beispiele für MMS sind:

- Fahrzeugführung (u.a. Kraftfahrzeuge, Flugzeuge)
- Flugsicherung
- Maschinensteuerung (u.a. CNC-Maschinen,
- Überwachungswarten von Kraftwerken (siehe Abb. 5.1)
- Haushaltsgeräte (Herd, Kaffeemaschine)
- Kommunikationsmedien (Computer, Telefon, Fax)
- Geräte der Unterhaltungselektronik (Fernsehgerät, HiFi-Anlagen)

Durch die zunehmende Technisierung und Automatisierung im privaten Bereich, bleiben Mensch-Maschine-Systeme nicht mehr auf die Berufswelt beschränkt.

Beispiele für MMS im Privatbereich sind:

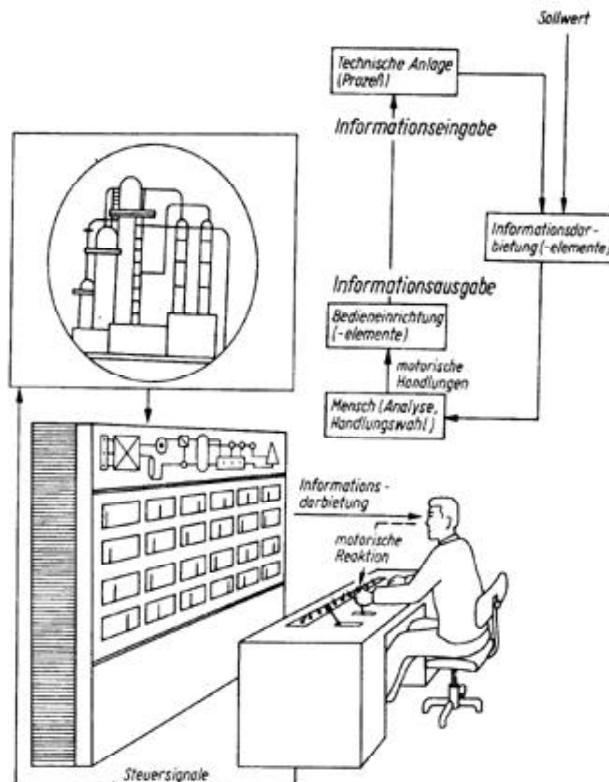


Abb. 5.1

Eine besondere Bedeutung innerhalb der Mensch-Maschine-Systeme kommt dem Zusammenwirken zwischen Menschen und Computern zu. Die Gestaltung von interaktiven Mensch-Computer-Schnittstellen wird von diversen Autoren der Designdisziplin als ein zukünftiger Aufgabenschwerpunkt von Designerinnen und Designern gesehen (siehe dazu: formdiskurs, 2 I/1997).

In Abbildung 5.2 ist das Zusammenwirken von Mensch und Maschine schematisch dargestellt.

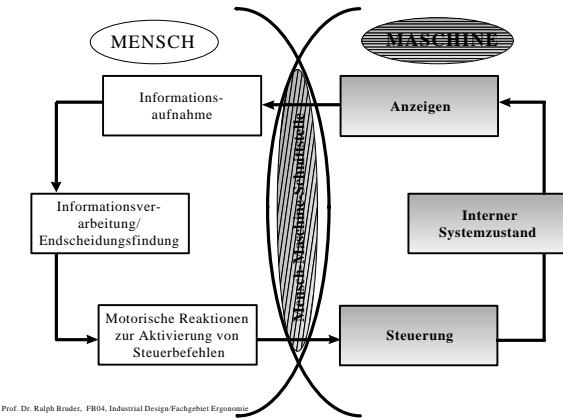


Abb. 5.2

Leitlinien zur Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen

- 1 Definition der Funktionsteilung zwischen Mensch und Maschine
„Wo soll die Schnittstelle liegen ?“
 - 2 Definition von allgemeinen Anforderungen an die Mensch-Maschine-Schnittstelle
„Welche Aufgaben sind mit der Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle zu erfüllen ?“
(z.B. Information über die Funktionsmöglichkeiten eines Systems)
 - 3 Definition von speziellen Anforderungen an die Mensch-Maschine-Schnittstelle
„Wie sehen die Mittel zur Informationseingabe und -ausgabe im Detail aus ?“

5.2 Funktionsteilung in Mensch-Maschine-Systemen

In einem frühen Stadium der Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen gilt es die wichtige Frage zu klären, wie die Funktions- teilung zwischen Mensch und Maschine aussehen soll. Es stellt sich dabei die Frage, welche Aufgaben der Mensch erfüllen soll und welche Aufgaben die Maschine übernimmt.

Als Ausgangspunkt für die Festlegung der Funktionsteilung wurden in der

Vergangenheit von einigen Autoren Gegen-
überstellungen von Mensch und Maschine
bezüglich ausgewählter Funktionen darge-
stellt. Durch einen solchen Vergleich lässt
sich aufzeigen, bei welcher Funktion der
Mensch überlegen ist und bei welcher Funkti-
on die Maschine Vorteile hat. Diese Gegen-
überstellungen heißen deshalb auch MABA-
MABA-Studien (Man are better at / Machines
are better at).

In Tab. 5.1 ist ein Beispiel für einen Mensch-Maschine-Vergleich dargestellt.



Betrachtungsobjekt	Mensch	Technisches Sachmittel
I.TEILFUNKTIONEN		
1. Einwirkung a) Art (Modalität) b) Variabilität c) Leistung	mechanisch durch Gliedmaßen und informationsverarbeitend durch Gehirn vielseitig, flexibel 0,3 PS dauernd 6 PS kurzzeitig (10sec)	beliebige Konstruktion spezielle Konstruktion beliebig groß oder klein
2. Informationsaufnahme a) Art (Modalität) b) Bereich (Intensität) c) Störabstand (Empfindlichkeit) d) Erkennung	entsprechend Sinnesorganen groß (logarithmisch) verhältnisabhängig semantisch (Form) und pragmatisch (Bedeutung)	entsprechend physikalischer Meßbarkeit klein (linear) einstellbar syntaktisch
3. Informationsverarbeitung a) Algorithmenverarbeitung b) Strategienbildung c) Verarbeitungsprinzip d) Verarbeitungsart e) Speicherung f) Zugriff g) Vorausschau (Extrapolation)	ungenau, mit Fehlerkorrekturmöglichkeit Wahlmöglichkeit und Optimierung seriell, zentral weitschweifig, redundant große Speicherkapazität teilweise lange Zugriffszeiten weitreichend und allgemein mit Erfahrungsverwertung	exakt, ohne Fehlerkorrektur festes Programm parallel, unabhängig knapp kleine bis mittlere Speicherkapazität kurze Zugriffszeiten allenfalls kurzfristig und spezifisch aus Vorhalt
II. LEISTUNGSVERHALTEN		
1. Geschwindigkeit a) Bereich b) Konstanz	innerhalb physiologischer Grenzen gering mit großem Einfluß von Umgebungseinflüssen	innerhalb technologischer Grenzen groß
2. Zuverlässigkeit a) Bereich b) Art	geringe Zuverlässigkeit Ausfall mit Regeneration (Erholung)	unterschiedlich hohe Zuverlässigkeit endgültiger Ausfall
3. Lernfähigkeit	groß	ohne

Tab. 5.1: Mensch-Maschine-Vergleich

Nachteile:

- Die Leistungsfähigkeit von Maschinen ist einem ständigen Wandel unterworfen, wodurch Mensch-Maschine Vergleiche schon mit dem Moment ihrer Veröffentlichung häufig nicht mehr aktuell sind.
- Bei der Auswahl der zu vergleichenden Funktionen erfolgt in der Regel eine Beschränkung auf Funktionen, die eben prinzipiell auch von Maschinen erfüllbar sind. Eine menschbezogene Betrachtung ist selten zu finden (die z.B. auch den Aspekt der sozialen Kompetenz beinhalten würde).
- Das Ersetzen des Menschen bei Funktionen, die von Maschinen besser erfüllt werden können, führt zu unvollständigen Tätigkeiten für den Menschen. Ein charakteristisches Merkmal solcher unvollständiger Tätigkeiten ist u.a. das Paradoxon der Überforderung durch Unterforderung, was beispielsweise bei der reinen Kontrolle automatischer Prozesse vorkommt.

5.3 Gestaltung von Mitteln zur Informationsaufnahme

Systematisches Vorgehen bei der Gestaltung der Ausgabe von Mensch-Maschine-Systemen

(nach Kirchner, J.-H., Baum, E. MENSCH-MASCHINE-UMWELT
Ergonomie für Konstrukteure, Designer, Planer und Arbeitgestalter / Berlin, Köln: Beuth Verlag, 1986)

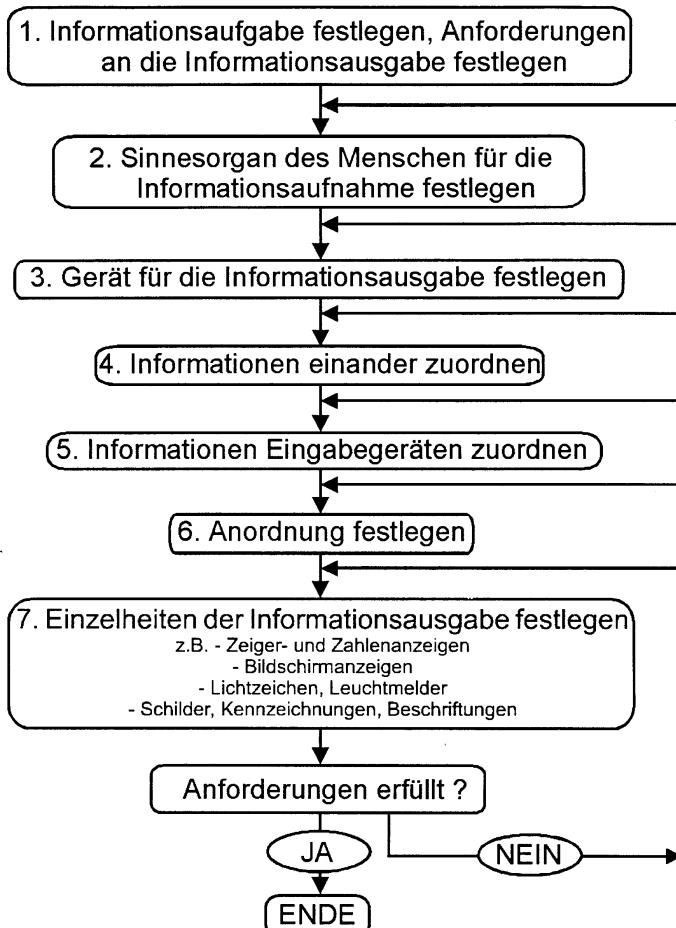


Abb. 5.3.: Gestaltung von Mitteln zur Informationsausgabe

zu 1 - Informationsaufgabe festlegen, Anforderungen an die Informations- ausgabe festlegen -

Informationsaufgaben können sein:

- Information über den aktuellen Zustand eines Systems
(z.B. Füllstand eines Tanks, Ein/Aus)
- Übermittlung einer Handlungsanweisung
(z.B. Eingabeaufforderung bei Software-Produkten)
- Hinweis auf einen kritischen Systemzustand
- Warnung, dass ein kritischer Systemzustand eingetreten ist
- Erläuterung der Funktionsweise eines Systems
(z.B. in Form einer Betriebsanleitung)

Anforderungen können sein:

- Genaues Wahrnehmen eines Zustandes
- Schnelles Wahrnehmen eines Zustandes
- Eindeutiges Wahrnehmen eines Zustandes



zu 2 - Sinnesorgan für die Informationsausgabe festlegen -

Sinnes-modalität	Signaleignung für					Kodierungs-merkmale	Beispiele
	Entdecken	Unter-scheiden	Komplexität	schnelles Wahrnehmen			
Visuell	Schlecht	Sehr gut	Sehr gut	Schlecht	Helligkeit Farbe Größe Form Abmessungen Ort	Blinklicht Zeigerinstrument	
Auditiv	Sehr gut	Gut	Gut	Sehr gut	Amplitude Frequenz (z. T. Ort)	Alarmsirene	
Taktil	Gut	Schlecht	Gut (bei Übung)	Gut	Oberfläche Form Ort Größe	Knopfform	
Proprio-zeptiv	Gut	Gut	Schlecht	Sehr gut	Körperlage Körperbewegung Muskel-anspannung	Stellung eines Hebels	

Tab. 5.2: Wahl der Sinnesmodalität und Kodierungsmerkmale für Signalgeber

zu 3 - Gerät für die Informationsausgabe festlegen -

Voraussetzungen für	
Visuelle Anzeigen	Auditive Anzeigen
<ul style="list-style-type: none"> -umfangreiche Informationsmenge -komplexe Information -örtliche und zeitliche, diskrete und kontinuierliche Information -mehrmals benötigte Information -vom Beobachter abzurufende Information -simultan (parallel) oder sequentiell (parallel und seriell) darzustellende Information -eingeengter Beobachteraufenthaltsbereich -gezielte Nachrichtenübermittlung an einzelne Beobachter oder an Gruppe -geringe Auffälligkeit bei Langzeitbeobachtung -Platzbedarf im Blickfeld -hoher Umgebungslärm zulässig 	<ul style="list-style-type: none"> -kleine Informationsmenge -einfache Information -zeitliche, diskrete Information -einmalige benötigte Information -sofort zu beachtende Information -sequentiell darzustellende Information -variabler Beobachterstandort -Informationsübermittlung an Gruppe -hohe Auffälligkeit -kein Platzbedarf im Blickfeld -zu geringe oder zu hohe Beleuchtung zulässig

Tab.5.3: Gerät für die Informationsausgabe festlegen

		Analoganzeige					Digitalanzeige	
Bezeichnung		Rundskalenanzeige	Sektor-skalen-anzeige	Langfeld-skalen-anzeige	Fensterskalenanzeige	Leuchtbalkenanzeige	Elektronische Ziffer-anzeige (Linienrasterung)	Bildschirm (alpha-numerische Zeichen mit Punkt-rasterung)
Aktives Element		Zeiger	Zeiger	Zeiger	Skala	Balken	Ziffer	Zeichen
Abbildung								
Auswahlkriterien	Sicheres Ablesen	●	●	●	●	●	●	●
	Qualitatives Ablesen	●	●	●	●	●	○	○
	Erkennen von schnell. Änd.	●	●	●	○	●	○	○
	lang-samen Änd.	○	○	○	●	○	●	●
	Quantitatives Ablesen	●	●	●	●	●	●	●
	Vergleichen v. Anzeigen	○	○	●	●	●	○	●
	Einstellen von Werten	●	●	●	○	●	●	●
	Regeln	●	●	●	○	●	○	○

Legende: ○ ungeeignet ○ bedingt geeignet ● geeignet ● gut geeignet ● sehr gut geeignet

Abb. 5.4.: Beispiel Anzeigengestaltung - Eignung gebräuchlicher Digital und Analoganzeigen (aus Kern, 1992)

zu 4 - Informationen einander zuordnen -

Beispiele:

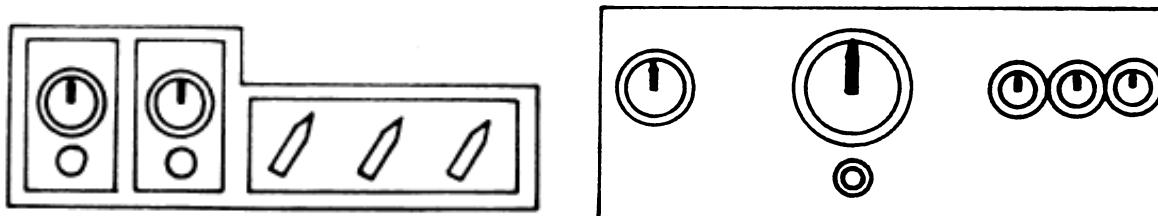
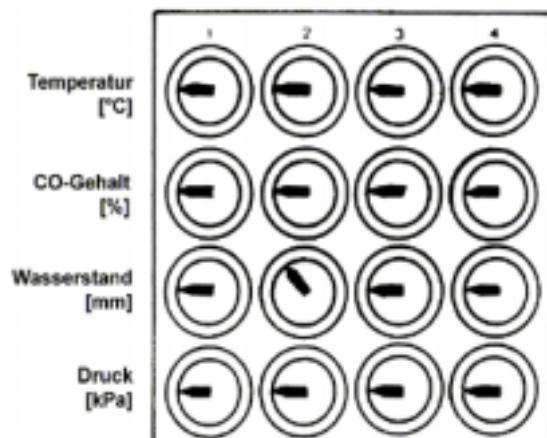


Abb. 5.5: Zusammengehörige Anzeigen durch farbige Flächen oder Umrahmungen hervorheben.

Abb. 5.6: Sinnvolle Gruppierung von unterschiedlichen Anzeigen vorsehen.
In diesem Beispiel müssen identische Meßgrößen bei 4 Anlagen gleichzeitig überwacht werden



zu 5 - Informationsdarstellung Eingabegeräten zuordnen -

Bei komplexen Mensch-Maschine-Systemen sollte sich aus Gründen der Orientierung die Form der Aus- und Eingabegeräte entsprechen. Drehknöpfe sollten demnach runden Anzeigen und geradlinig bewegte Schiebereglер sollten linearen Skalen zugeordnet werden (siehe Abb. 5.7)

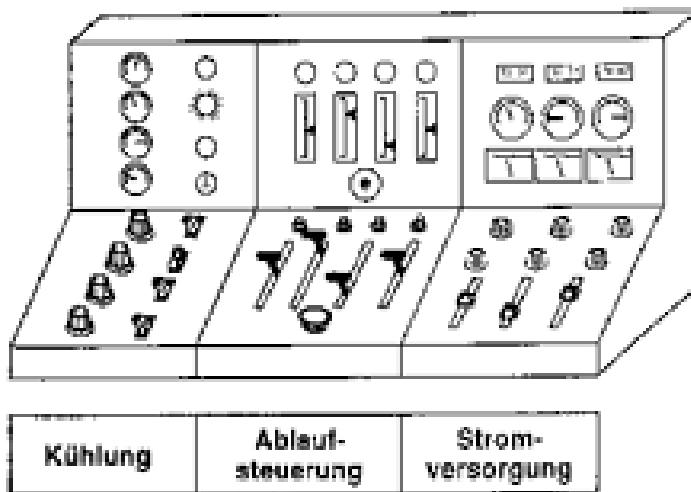


Abb. 5.7

Der Richtungssinn des Ausschlages einer Anzeige und die dazugehörige Orientierung eines Eingabegerätes sollten übereinstimmen (siehe Abbildung 5.8)

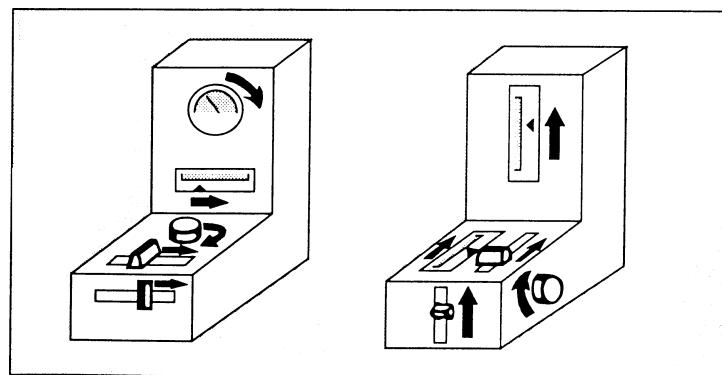


Abb. 5.8

Weiterhin ist bei der Zuordnung von Ein- und Ausgabegeräten darauf zu achten, daß die Anzeigen beim Eingeben von Werten immer noch sichtbar bleiben. Hände und andere Körperteile sollten die darzustellenden Informationen nicht überdecken.

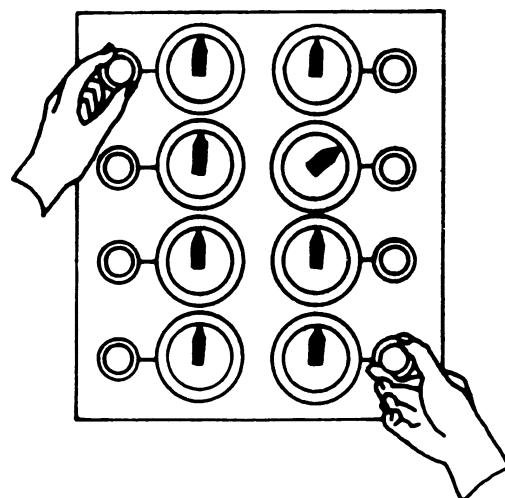


Abb. 5.9

zu 6 - Anordnung festlegen -

Bei visueller Informationsdarbietung sollten wichtige Informationen im zentralen Sichtbereich angeordnet werden.

Die Ablesehäufigkeit und Ablese-

reihenfolge ist bei der Anordnung von mehreren Anzeigen zu beachten. Solche Ablesehäufigkeiten und -reihenfolgen lassen sich aus Blickbewegungsstudien erhalten.

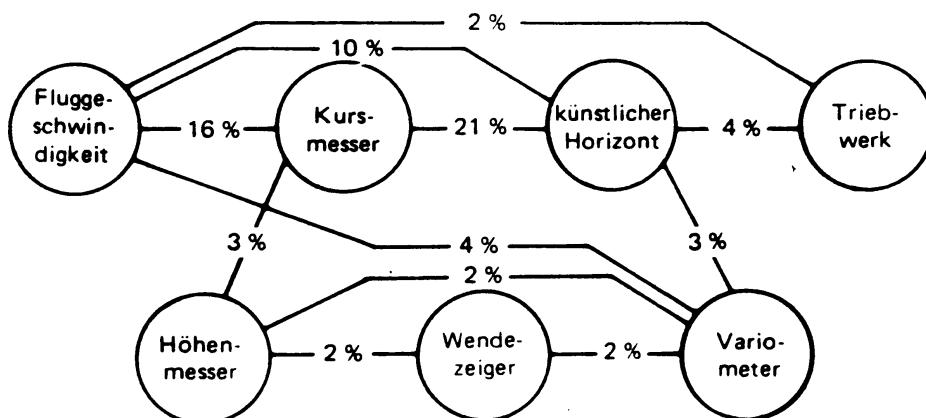


Abb. 5.10: Blickbewegungsstudie im Flugzeugcockpit

Entsprechend ist darauf zu achten, daß die Geräte in einem günstigen Greifraum liegen.

Noch zu klärende Einzelheiten sind u.a.: Informationsdarstellung in Abhängigkeit

von der Genauigkeit von Instrumenten. Für ein ungenaues System reicht häufig eine grobe Bereichsinformation völlig aus (siehe Abb. 5.11).

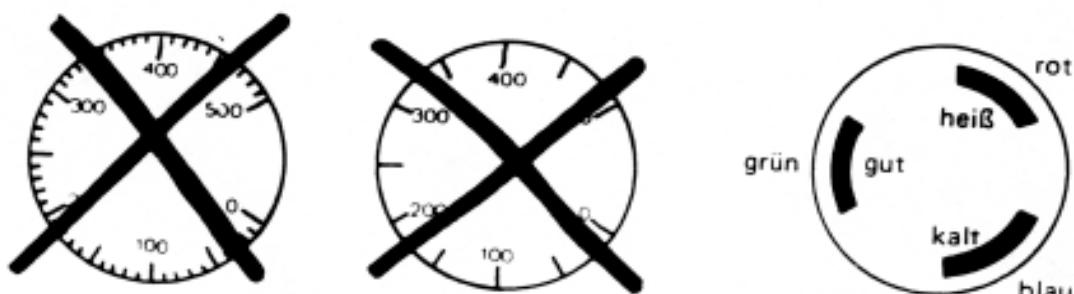


Abb. 5.11

Weitere Einzelheiten der Informationsausgabe betreffen u.a.:

- Schriftart
- Zeigerart
- Vermeidung von Spiegelung/Blendung
- Lautstärken/Frequenzen von Tönen
- Rauigkeit von Oberflächen



5.4 Gestaltung von Mitteln zur Unterstützung der Informationsverarbeitung

Durch entsprechend gestaltete Software-Produkte kann der Mensch bei der Problemlösung unterstützt, teilweise auch ersetzt werden.

Beispiele für Mittel zur Unterstützung der Informationsverarbeitung sind:

- Automatische Steuerungssysteme für de Straßen-/Schienen-/Luftverkehr ("Autopiloten")

- Einsatz von Expertensystemen/ Wissensbasierten Systemen (z.B. in der Diagnose von Defekten an Geräten)

Bei dem Einsatz von Mitteln zur Unterstützung der Informationsverarbeitung ist darauf zu achten, daß dem Menschen die Vorgehensweise des Systems transparent bleibt. Für den Fall eines Systemausfalls muß der Mensch in der Lage sein, auch ohne Unterstützung zu einer befriedigenden Problemlösung zu kommen.

5.5 Gestaltung von Mitteln zur Informationseingabe

Systematisches Vorgehen bei der Gestaltung der Eingabe in Mensch-Maschine-Systemen

(nach Kirchner, J.-H., Baum, E.: MENSCH-MASCHINE-UMWELT
Ergonomie für Konstrukteure, Designer, Planer und Arbeitsgestalter / Berlin, Köln: Beuth Verlag, 1988)

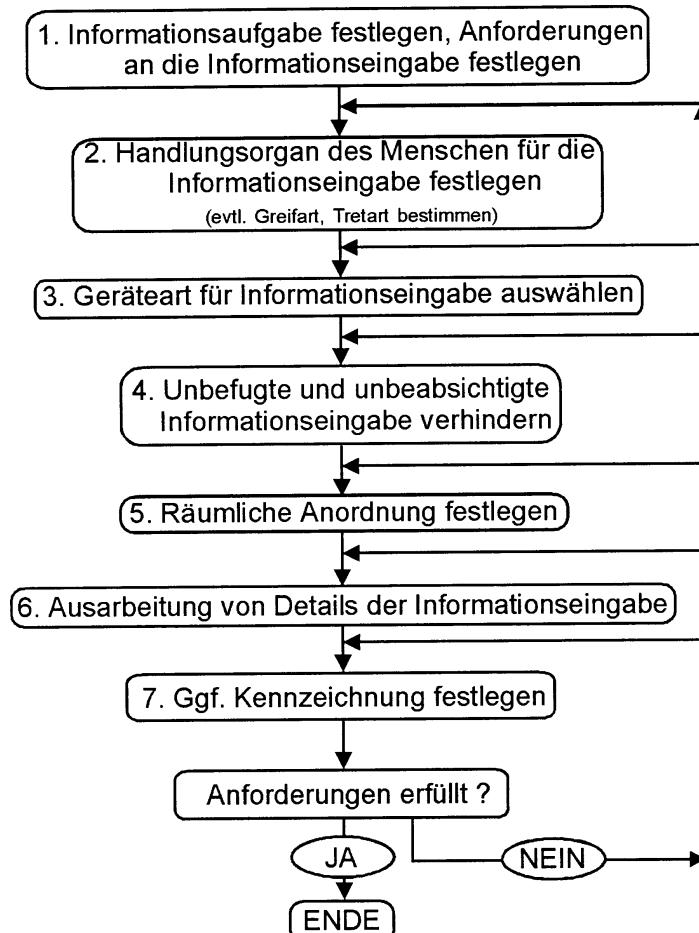


Abb. 5.12: Gestaltung von Mitteln zur Informationseingabe

zu 1 - Informationsaufgabe festlegen -

Anforderungen an die Informationseingabe festlegen

Stellaufgabe	Anforderung an Stellvorgang	Rückkopplung der Betätigung	Anforderung an Zuverlässigkeit
1 stabile Position stellen	schnelles stellen	Stellung sichtbar	unbeabsichtigtes Betätigen verhindern
2 oder mehr stabile Positionen stellen	genaues stellen	Stellung tastbar	Abgleiten verhindern
kontinuierlich stellen	Übertragung hoher Kräfte und Momente	Betätigung hörbar	leichtes Finden sicherstellen

Tab. 5.4

Beinstellteile	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> ? Die Hände der Arbeitsperson sind für andere Tätigkeiten Frei ? Die Betätigungszeit ist geringer, da in der Regel der Bein-StellKontakt nicht aufgehoben werden muß ? Keine Behinderung durch Stellteile im Bewegungsraum des Hand-Arm-Systems ? Möglichkeit zur großen Kraftübertragung bei Beintätigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ? Bei stehender Körperhaltung führen sie zu hoher statischer Muskelarbeit (Haltungsarbeit) ? Keine hohe Stellgenauigkeit ? Lage und Stellung kann schlecht wahrgenommen werden ? In der Regel kann nur ein Stellteil Verwendung finden ? Die Stellwege und der Anordnungsraum sind eingeschränkt

Tab. 5.5 : Vor- und Nachteile im Vergleich mit den Handstellteilen

zu 2 - Handlungsorgan des Menschen für die Informationseingabe festlegen -

Mögliche Handlungsorgane sind:

- Finger/Hand/Arm
- Gesten
- Fuß/Bein
- Ganzer Körper (z.B Notaus)
- Blickverhalten
- Sprache
-

-	Anforderung an Stellvorgang	Rückkopplung der Betätigung	Anforderung an Zuverlässigkeit
Körperteil			
ein Finger mehrere Finger Hand oder Fuß	hoch mittel gering	hoch mittel gering	gering mittel hoch
Greifart			
Kontaktgriff Zufassungsgriff Umfassungsgriff	hoch mittel mittel	mittel hoch hoch	mittel hoch hoch
Kopplungsart			
Formschluß Reibschluß	hoch mittel	mittel mittel	hoch gering

Tab. 5.6



Bei der Wahl des Finger-Hand-Systems zur Informationseingabe gilt es die Greifart zu wählen. Unterschieden wird zwischen folgenden Greifarten:

Kontakt - Griff	Zufassungs - Griff	Umfassungs - Griff
1 Finger 	2 Finger Daumen gegenübergestellt	2 Finger
Daumen 	3 Finger Daumen gegenübergestellt gleichverteilt	3 Finger
Hand 	5 Finger Daumen gegenübergestellt gleichverteilt	4 Finger
Handkamm 	Hand 	Hand

Abb. 5.13: Systematik der Greifarten

Greifart- gruppe \ Arbeits- aufgabe	großer Arbeits- widerstand	kleiner Zeit- bedarf	große Ge- nauigkeit
Kontaktgriff	●	● ● ●	● ●
Zufassungsgriff	● ●	● ●	● ● ●
Umfassungsgriff	● ● ●	●	● ●
Legende	zu bevorzugende Greifartgruppe		

Abb. 5.14: Merkmale der Arbeitsaufgabe zur Auswahl der Greifartgruppe

Weiterhin ist zu entscheiden, ob als Kopplungsart ein Form- oder Reibschiß in Frage kommt.

	Anforderung an Stellvorgang	Rückkopplung der Betätigung	Anforderung an Zuverlässigkeit
Körperteil			
ein Finger mehrere Finger Hand oder Fuß	hoch mittel gering	hoch mittel gering	gering mittel hoch
Greifart			
Kontaktgriff Zufassungsgriff Umfassungsgriff	hoch mittel mittel	mittel hoch hoch	mittel hoch hoch
Kopplungsart			
Formschiß Reibschiß	hoch mittel	mittel mittel	hoch gering

Tab 5.7: Betätigungsbedingungen und Erfüllung von Anforderungen

zu 3 - Geräteart für die Informationseingabe auswählen -

Die Auswahl von Geräte zur Informationseingabe mittels Greifen/Treten wird in DIN 33401 ("Stellteile. Begriff, Eignung, Gestaltungshinweise") beschrieben.

Stellbewegungen	Stellteile Beispiele	Greifart Tretart	Befüllung mit:	Stellaufgabe			Eignung unter den Gesichtspunkten für									
				S1 3 mögliche Stellungen	S2 mehr als 2 Stellungen	S3 stufenlos	A1 Halten bei Stellung	A2 scheinbar Einzelheiten einer bestimmt. Stellung	A3 abwechseln Einzelheiten einer bestimmt. Stellung	A4 geringer Platzbedarf	A5 anwendbare gleichzeitige Stellen mehrf. Stell.	A6 Seiten der Stellung	A7 Testen der Stellung	A8 Veränderung anbaufähigkeiten Stellteile	A9 Fortbewegen am Stiel	
Drehen	ST 1 Kurbel		Zufassungsgriff Umfassungsgriff	Hd	+	++	++	++	+	-	-	+	+	-	+	-
	ST 2 Handrad		Zufassungsgriff Umfassungsgriff	Hd	+	++	++	++	+	++	-	-	-	-	-	++
	ST 3 Drehknobel		Zufassungsgriff	Fl	++	++	++	++	+	++	+	++	+	+	+	+
	ST 4 Drehknot		Zufassungsgriff	Fl Hd	++	++	++	-	+	++	++	-	+	-	+	-
	ST 5 Schlüssel		Zufassungsgriff	Fl	++	+	-	++	+	+	+	-	++	+	+	-
Schwenken	ST 6 Schalthebel		Zufassungsgriff	Hd	++	++	+	+	++	+	-	-	++	++	-	-
	ST 7 Stellhebel		Umfassungsgriff	Hd	++	++	++	++	++	+	-	-	++	++	-	+
	ST 8 Hebeleiste		Kontaktgriff Zufassungsgriff	Fl	++	-	-	+	++	-	+	++	-	+	-	-
	ST 9 Klappschalter		Kontaktgriff Zufassungsgriff	Fl	++	+	-	-	++	++	++	++	++	++	-	-
	ST 10 Wippschalter		Kontaktgriff	Fl	++	-	-	-	++	++	++	++	+	+	-	-
	ST 11 Pedal		Gesamtbauauflage	Fu	++	+	++	++	++	+	-	-	-	-	-	+

Legende: ++ = gut geeignet + = geeignet - = ungeeignet

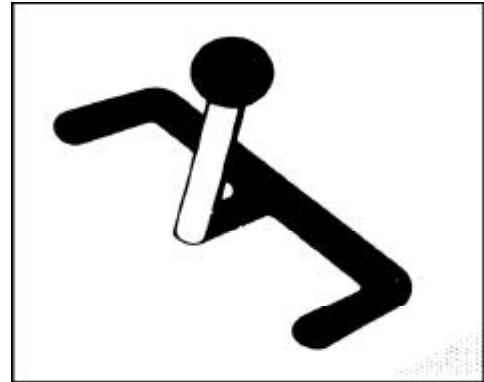
Fl = Finger Hd = Hand Fu = Fuß

Abb. 5.15 : Klassifizierung von Stellteilen (nach DIN 33 401), Teil 1



**zu 4 - Unbefugte Informationseingabe
läßt sich u.a. durch folgende Maßnahmen verhindern-**

- Schlüsselschalter
- Sicherheitscode
- hohe Bedienungskraft und/oder schwieriger Bewegungsablauf erforderlich ("Kindersicherung")
- Bedienelemente außerhalb der Reichweite



Ein typisches Beispiel für die Vermeidung einer unbeabsichtigten Informationseingabe zeigt die Abbildung 5.16 einer Schalthebel-sicherung.

Abb. 5.16

zu 5 - Räumliche Anordnung festlegen -

Folgende Aspekte sind bei der Anordnung der Stellteile zu beachten:

Erreichbarkeit der Stellteile	?	Belastung durch dynamische Muskelarbeit
Behinderung beim Zugriff	?	Notwendige Stellgenauigkeit und –geschwindigkeit sowie notwendiger Stellweg
Notwendige Kraftübertragung	?	Notwendige Zugriffsgenauigkeit und –geschwindigkeit
Häufigkeit der Bedienung	?	Visuelle Kontrollmöglichkeit
Bewegungszuordnung zu den anatomisch günstigen Bewegungsmöglichkeiten des Hand-Arm-Systems	?	Kompatibilität
Ein- oder beidhändige Bedienung	?	Verletzungsgefährdung
Belastung durch statische Halte- und Haltungsarbeit	?	Sicherheit gegen unbeabsichtigtes Stellen

Tab. 5.8

Neben der räumlichen Anordnung ist auch die Bedienungsrichtung zu klären. Hierbei kann die folgende Abbildung Hilfestellungen geben.

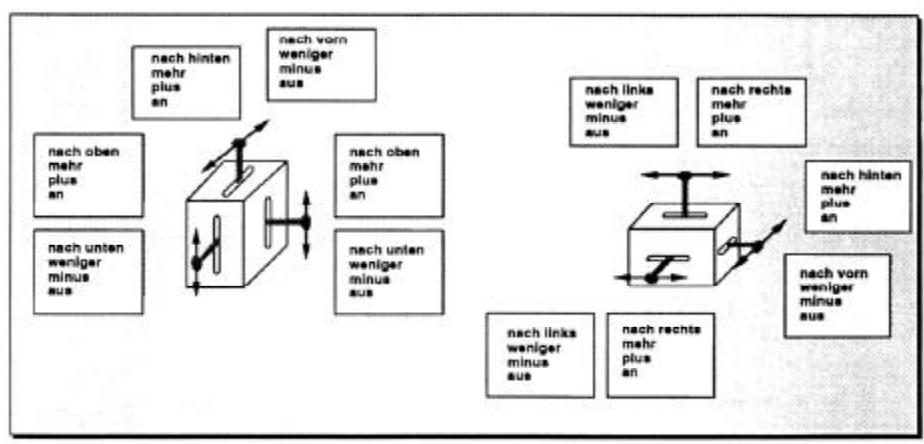


Abb. 5.17: Kompatible Zuordnung translatorischer Bewegungsformen zu Lage- und Zustandsänderung

zu 6. - Ausarbeitung von Details der Informationseingabe -

Stellteile Beispiele	Stellweg	Stellkraft
Kontaktgriff/ Finger z.B. Druckknopf		2 - 10 mm 1 - 8 N (1 N ~ 0,1 kp)
Kontaktgriff/ Hand z.B. Drucktaster		10 - 40 mm 4 - 16 bei Notschaltern bis 60 N
Zufassungsgriff/ 3 Finger z.B. Drehknopf		> 360° (bei Nachgreifen) 0,02 - 0,3 Nm bei 15 - 25 mm Ø
Zufassungsgriff/ Hand z.B. Schalthebel		20 - 300 mm 5 - 100 N
Umfassungsgriff/ Hand z.B. Stellhebel		100 - 400 mm 10 - 200 N
Gesamtfußauflage z.B. Pedal		20 - 150 mm 30 - 100 N

Abb.5.18: Empfohlene Stellwege und -kräfte bei einigen gebräuchlichen Stellteilen
(in Anlehnung an DIN 33401)



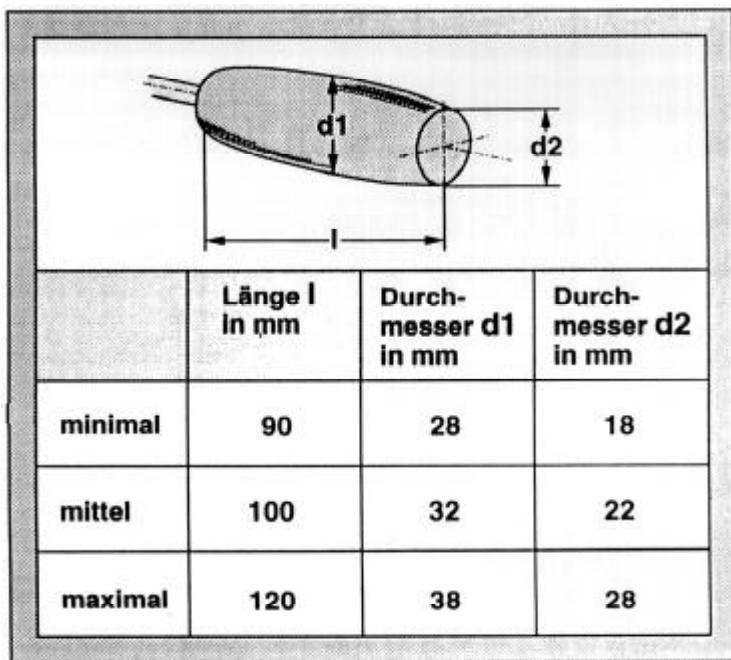


Abb. 5.19: Abmessungshinweise für Handumfassungsgriffe
(Translation, Form- und Reibschluß)

zu 7 - Ggf. Kennzeichnung festlegen -

Farbe	Bedeutung der Farbe	Typische Anwendung
ROT	Handeln im Gefahrenfall	<ul style="list-style-type: none"> ? Not-Halt ? Brandbekämpfung
	STOP (HALT) oder AUS	<ul style="list-style-type: none"> ? alles ausschalten ? Stoppen eines Motors oder mehrerer Motoren ? Stoppen von Maschinenteilen ? Ausschalten eines Schaltgerätes ? Rückstellknopf, kombiniert mit Stopfunktion
GELB	Eingriff	<ul style="list-style-type: none"> ? Eingriff, um abnormale Bedingungen zu unterdrücken oder unerwünschte Änderungen zu vermeiden
GRÜN	START oder EIN	<ul style="list-style-type: none"> ? alles einschalten ? Starten eines Motors oder mehrerer Motoren ? Start von Maschinenteilen ? Einschalten eines Gerätes
BLAU	Jede beliebige Bedeutung, die nicht durch die obigen Farbe abgedeckt ist	In besonderen Fällen kann dieser Farbe eine Bedeutung gegeben werden, die nicht durch die Farben ROT, GELB, GRÜN abgedeckt ist
SCHWARZ GRAU	Keiner besondern Bedeutung zugeordnet	Kann für jede Bedeutung angewendet werden, mit Ausnahme von STOP oder AUS Druckknöpfen

Tab 5.9: Farben für Druckknöpfe und ihre Bedeutung - DIN IEC 73

5.6 Gestaltung der Mensch-Rechner-Interaktion

Bezüglich der Gestaltung der sogenannten Bildschirmarbeit liegen eine Vielzahl von (günstig) erhältlichen Literaturstellen vor. Nachfolgend ist eine Auswahl solcher Literaturstellen aufgeführt.

Auswahl von Literatur zum Thema "Bildschirmarbeit"

Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnung:
Arbeiten am Bildschirm - aber richtig ! 9.
Auflage. München: 1989.
Zu beziehen bei: Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnung. Winzererstraße 9, 80797 München (per Fax: 089/12612400). Kosten: DM 2,00 zzgl. Porto

DGB Technologieberatung e.V. Berlin:
Bildschirmarbeit human gestalten.
4. überarbeitete Auflage. Berlin: 1993. Zu beziehen bei: DGB Technologieberatung e.V.; Kleiststraße 19-21; 10787 Berlin (per Fax: 030-2119513). Kosten (mit Versandgebühr): DM 9,00

Görner, C.; Bullinger, H.-J.: *Leitfaden Bildschirmarbeit. Sicherheit und Gesundheitsschutz.* Universum Verlagsanstalt Wiesbaden: 1995. Kosten ca. DM 20,00

Hackl-Gruber, W.; Kolm, P.; Kundi, M.; Pribil, A.; Schwendenwein, G.; Vecsei, C.: *ArbeitnehmerInnenschutz im Büro.* Verlag des ÖGB GesmbH, Wien: 1995.
Zu beziehen über den Buchhandel.
Kosten ??

Hahn, A.; Köchling, A.; Krüger, D.; Lorenz, D.: *Arbeitssystem Bildschirmarbeit. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz -Fa 31-*, Dortmund: 1995
Zu beziehen bei: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Postfach 17 02 02, 44601 Dortmund.
Kosten: DM 10,00

König + Neurath (Büromöbelhersteller):
Im Mittelpunkt der Mensch. Für mehr Gesundheit und Sicherheit am Bildschirm-Arbeitsplatz. Richtlinien - Empfehlungen - Lösungen. Zweite aktualisierte Auflage (Erweitert um den Vorentwurf der UVV "Arbeit an Bildschirmgeräten/VBG104"). Karben: 1995
Zu beziehen bei:
König + Neurath Büromöbel-Systeme KG, Industriestraße, 61184 Karben (per Fax: 06039-483214). Kosten ca. DM 15,00-20,00

Kurtz, P.; Sievert, G.; Buchheim, J.: *Hardware-Prüfliste für Bildschirmarbeitsplätze.* Technische Universität Ilmenau: 1994.
Zu beziehen bei: Technische Universität Ilmenau, Fakultät Maschinenbau, Fachgebiet Arbeitswissenschaft, Postfach 10 05 65, 98684 Ilmenau (Tel. 03677/692456; Fax: 03677/691280). Kosten: keine



Peters, T.: *EU-Richtlinie für Bildschirmarbeit. Mehr Effizienz und Wirtschaftlichkeit - Checkliste zur Gesundheitsvorsorge am Bildschirm-Arbeitsplatz*. Herausgeber: Assmann GmbH (Büromöbel-Hersteller). Melle: 1995. Zu beziehen bei: Assmann GmbH; Heinrich-Assmann-Straße 11; 49324 Melle. Kosten DM 20,00

Richenhagen, G.: *Bildschirmarbeitsplätze - Mehr Arbeitsschutz am Computer*. Luchterhand Verlag: 1995. Kosten: DM 29,80

Technologieberatungsstelle beim DGB Landesbezirk NRW e.V. (Hrsg.): *Ergonomieprüfer - Handlungshilfe zur ergonomischen Arbeits- und Technikgestaltung*. Oberhausen, 1993 (Reihe *Technik und Gesellschaft Heft 14*). Zu beziehen bei: Technologieberatungsstelle beim DGB Landesbezirk NRW e.V.; Lothringer Str. 62; 46045 Oberhausen. Kosten DM 14,00

5.7 Menschbezogene Folgen der Automatisierung

„Es stimmt, daß Computer Informationen besser, schneller und in viel größerem Umfang verwalten und bereitstellen können als jede andere Technologie. Aber wozu? Gehen denn die großen Krisen und Konflikte unserer Tage auf Informationsdefizite zurück? Oder geht der Hunger in der Welt auf dieses Konto? Ich bezweifle das. Was uns fehlt, ist das Empfinden für Sinn und Zweck im Umgang mit Informationen. Wer glaubt, beides in einem Rechner zu finden, der macht sich was vor“ (Zitat Neil Postman, 1991).

Eine abschließende Bewertung der menschbezogenen Folgen von Automatisierung ist derzeit nicht möglich. An dieser Stelle soll nur zu einer Diskussion über Vor- und Nachteile der Automatisierung angeregt werden.

Stichpunkte:

- “ Abbau monotoner Tätigkeiten
- “ Vermeidung gefährdender Tätigkeiten
- “ Verringerung hoher körperlicher Belastungen
- “ Verlust der Identifikation mit einem Arbeitsplatz
- “ Verlust von Fähigkeiten/Fertigkeiten

