

2.2 Anthropotechnische Arbeitsgestaltung (Körpermaße/-haltung/-bewegungen)

1 Allgemeine Grundlagen [LUCZAK, 1993]

Die Anthropometrie (gr.; Lehre von den Maßen, Maßverhältnissen des menschlichen Körpers) bildet eine Grundlage für die menschengerechte Gestaltung von Arbeitssystemen. Neben den Körpermaßen sind die Körperhaltung (Körperstellung) und die Körperbewegungen zu berücksichtigen. Die Entfaltung bzw. Beanspruchung der Körperkräfte (Teil II/Kap. 3: Leistungsangebot des Menschen) ist damit eng verbunden.

Als Voraussetzungen einer anthropotechnischen Anpassung der Arbeit an den Menschen sind zu nennen:

- der Mensch ist nicht normierbar
- die Körpermaße schwanken (Abbildung 1)
- Streubereiche beachten! Bandbreiten nutzen!
- Arbeitsmittel veränderlich gestalten!
- Biologische Rhythmik des Menschen beachten:
 - Lebensrhythmik
 - Jahresrhythmik
 - Tagesrhythmik (Abbildung 2)
- Folgerungen für die Schicht-/Nachtarbeit (Wochenrhythmus) (Abbildung 3)
- Healthy-worker-Effekt (Selektionseffekt).

2 Körpermaße/-haltung/-bewegung

2.1 Körpermaße

Für die praktische Anwendung sind besonders folgende Parameter zu beachten:

1. Räumliche Begrenzungsmaße des menschlichen Körpers;
2. Funktionsmaße des menschlichen Körpers (z. B. Reichweiten, Sichtmaße).

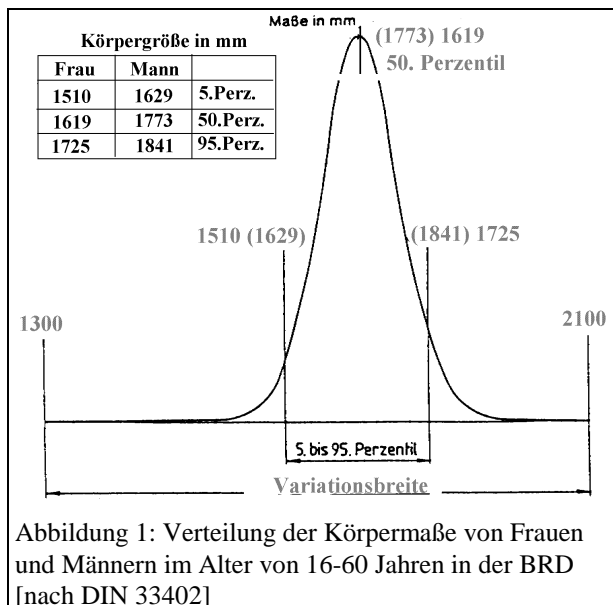


Abbildung 1: Verteilung der Körpermaße von Frauen und Männern im Alter von 16-60 Jahren in der BRD [nach DIN 33402]

Für die Gestaltung von Arbeitsplätzen sind die Körpermaße des Menschen notwendig. In Tabellen sind die wichtigsten Maße zusammengefasst, z. B. in der DIN 33402. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Summenhäufigkeit der Körpergrößen normalverteilt ist (Abbildung 1).

Für die Gestaltung von Arbeitsplätzen wird im allg. davon ausgegangen, dass diese für möglichst viele Personen günstige Abmessungen aufweisen sollten. Da es den sog. „Durchschnittsmenschen“ nicht gibt, wird ein Maßbereich gewählt. Als Abgrenzung nimmt man in der Regel die Summenhäufigkeit kleiner als 5% bzw. größer als 95%. Diese Grenzen werden als Perzentil (5. bzw. 95. Perzentil) bezeichnet. Innerhalb dieser Grenzen liegen somit 90% der erwachsenen Bevölkerung (Abbildung 1).

Zum Beispiel:

- Greifraum (Abbildung 4)
- Sitzarbeitsplatz (Abbildung 5)
- Steharbeitsplatz (Abbildung 6)

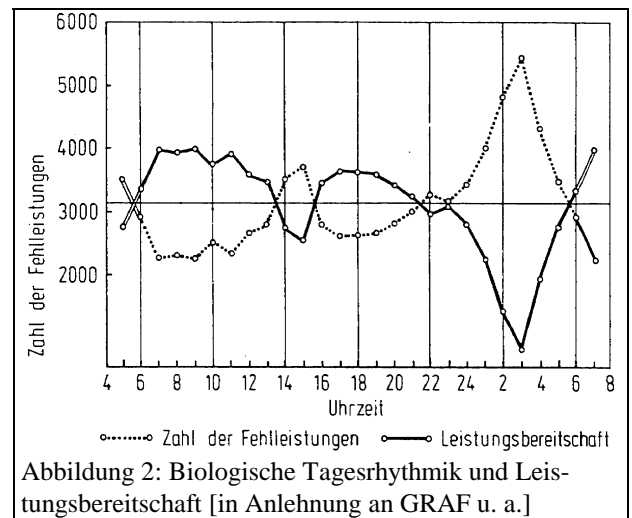


Abbildung 2: Biologische Tagesrhythmik und Leistungsbereitschaft [in Anlehnung an GRAF u. a.]

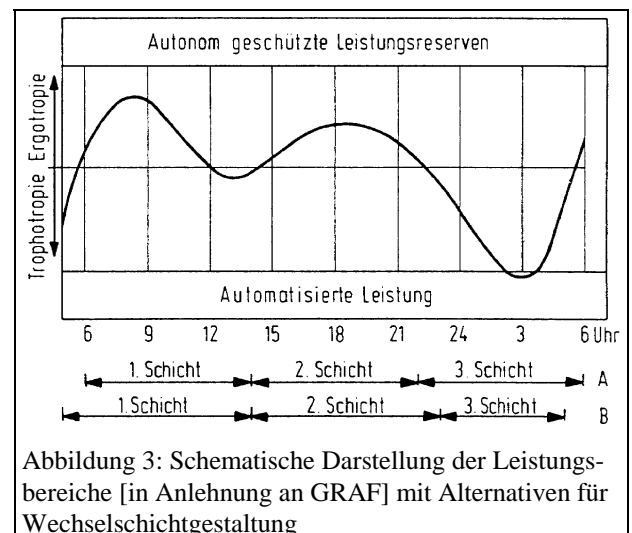
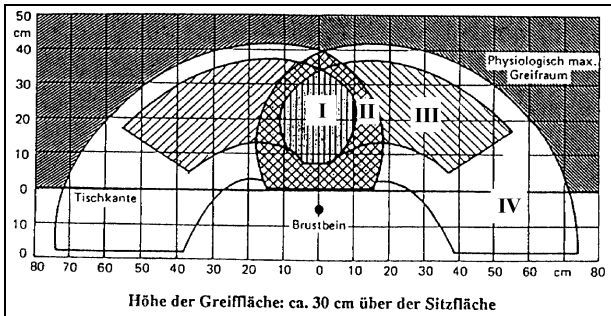
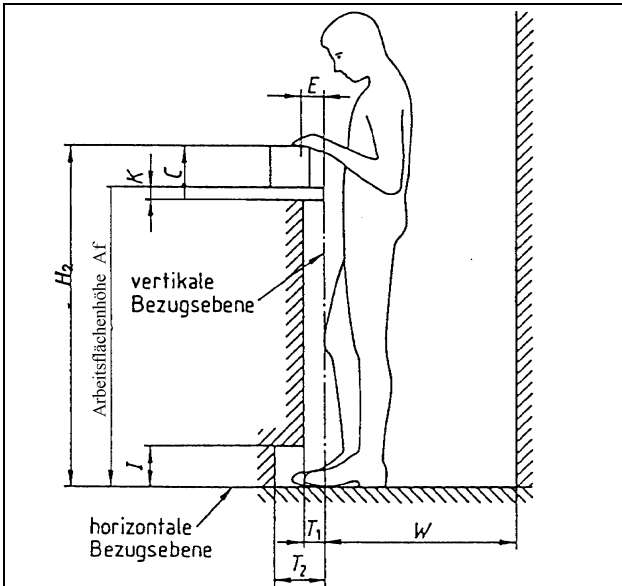


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Leistungsbereiche [in Anlehnung an GRAF] mit Alternativen für Wechselschichtgestaltung



- Zone I:** Arbeitszentrum, Montageort. Beide Hände nahe beieinander im Blickfeld.
- Zone II:** Erweitertes Arbeitszentrum. Beide Hände arbeiten im Blickfeld u. erreichen alle Orte dieser Zone.
- Zone III:** Einhandzone. Zum Lagern von Teilen und Handwerkzeugen, die einhändig oft gegriffen werden, sowie von Handstellteilen. Schwere Teile sollten nicht von Zone III nach Zone IV gehoben werden.
- Zone IV:** Erweiterte Einhandzone. Äußere nutzbare Zone für Greifbehälter.

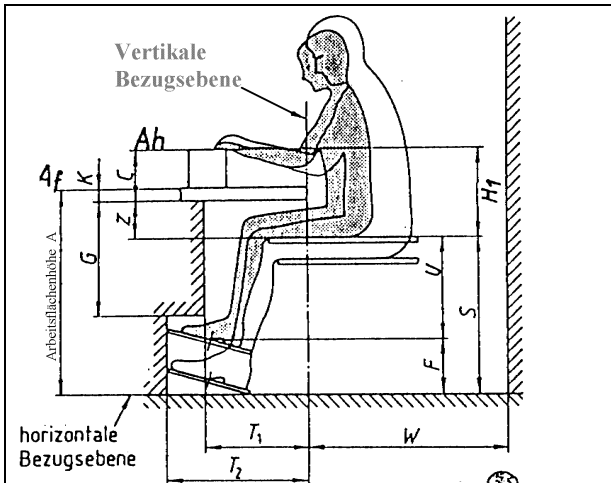
Abbildung 4: Horizontaler Greifraum für das 5. Perz. Frau



- Bewegungsfreiraum $W \geq 1000$ mm
- Beinraum- und Fußraumtiefe $T_1 \geq 80$ mm
- $T_2 \geq 150$ mm
- Höhe des Fußfreiraumes $I \geq 120$ mm

Arbeitshöhe H 2		Anforderungen an die Arbeitsaufgabe
Frau	Mann	
1100 - 1250	1250 - 1350	hohe
1000 - 1100	1150 - 1250	mittlere
900 - 1000	1050 - 1150	geringe

Abbildung 6: Steharbeitsplatz nach DIN 33 406



- Bewegungsfreiraum $W \geq 1000$ mm
- Beinraumtiefe $T_1 \geq 350$ mm
- Fußraumtiefe $T_2 \geq 550$ mm
- Höhe des Fußfreiraumes $G \leq 350$ mm
- Beinraumbreite $B \geq 550$ mm

Arbeitshöhe H 1 (in mm)		Anforderungen an die Arbeitsaufgabe
Frau	Mann	
250	350	hoch
bis	bis	fein
500	550	mittel

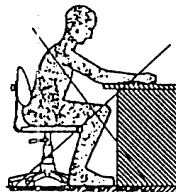


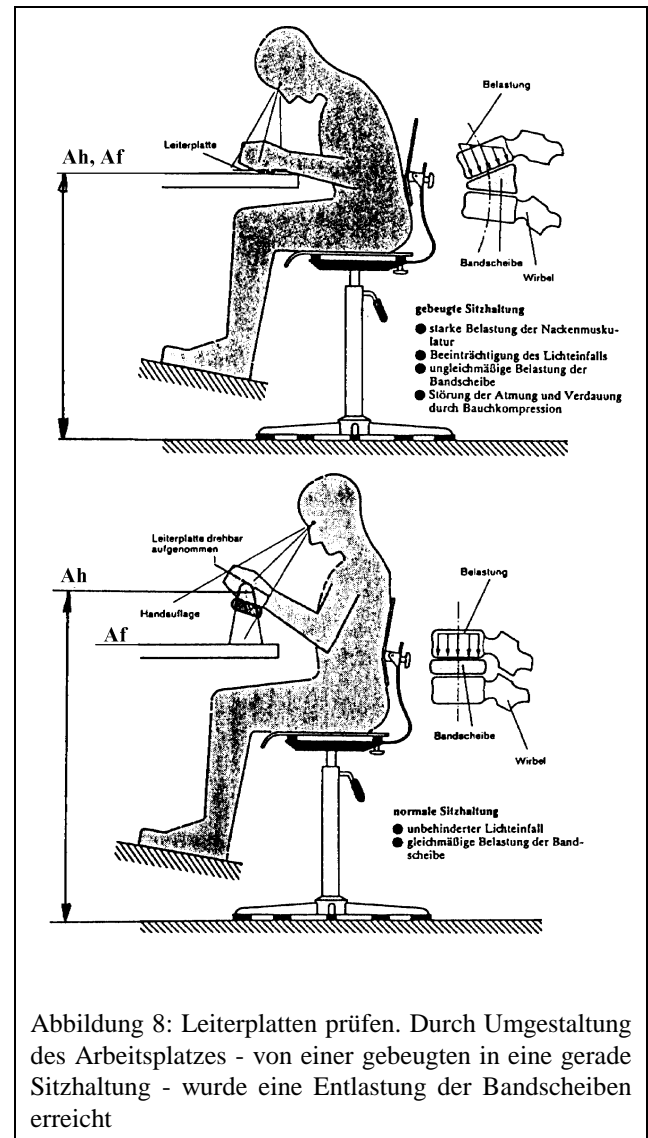
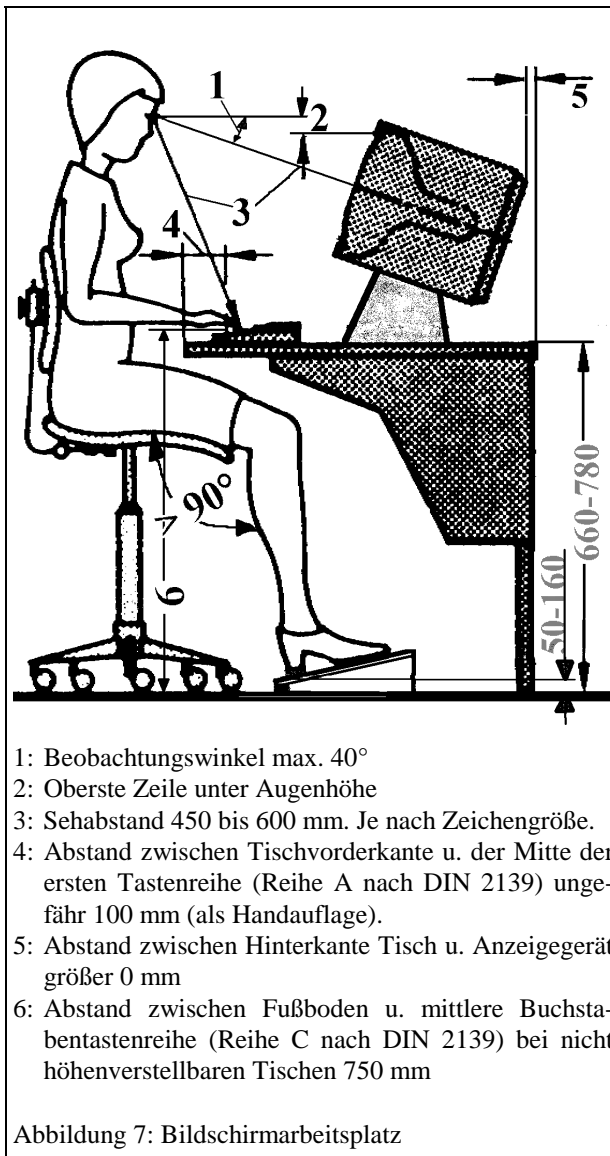
Abbildung 5: Sitzarbeitsplatz nach DIN 33406

2.2 Körperhaltung, Körperstellung

Am Arbeitsplatz sind im wesentlichen die Körperstellungen Stehen und Sitzen zu betrachten, daneben können auch Liegen, Knien und Hocken von Bedeutung sein. Für alle Körperstellungen sind unterschiedliche Körperhaltungen, das sind die Stellungen von Rumpf und Extremitäten zueinander, möglich. ...

Falls es von der Arbeitsaufgabe her möglich ist, liegt die optimale Lösung darin, dass der Arbeitende nach Belieben – oder durch den Arbeitsablauf veranlasst – zwischen Sitzen und Stehen abwechselt. Tatsächlich gibt es eine ganze Reihe von Arbeiten, die sowohl sitzend als auch stehend erledigt werden können. Besonders bei sehr einförmigen Tätigkeiten, die aber immer noch ein gewisses Maß an Aufmerksamkeit erfordern, ist ein solcher Wechsel sehr angebracht, weil dadurch die Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit gefördert wird. [REFA 1993]

- Sitz-/Steharbeitsplatz: Belastungswechsel durch Bewegungswechsel



Sitzen als Körperstellung ist empfehlenswert:

- Arbeitsplatz wird nicht oder nur gelegentlich gewechselt.
- Das Sehfeld erfasst alle wichtigen Informationspunkte.
- Es sind eher geringe Körperkräfte aufzubringen, die in Richtungen liegen, die für das Sitzen günstig sind.
- Es werden eher feinmotorische Bewegungen ausgeführt. (Abbildung 7 u. Abbildung 8)

Stehen als Körperstellung ist empfehlenswert:

- Am Arbeitsplatz werden im Wechsel unterschiedliche Arbeitsstellungen eingenommen.
- Die erforderlichen Informationen sind beim Sitzen nicht vollständig zu erfassen (Sehfeld zu klein).
- Es sind eher große Körperkräfte aufzubringen (z.B. schwere Arbeitsgegenstände bewegen).
- Es werden überwiegend grobmotorische Bewegungen ausgeführt (Makrobewegungen).

Ungünstige Körperhaltungen (Fehlhaltungen; Zwangshaltungen) (Abbildung 8, Abbildung 10) sind zu vermeiden. Bei *dynamischer* Arbeit sind Haltungen un-

günstig, bei denen der ganze Körper oder größere Körperteile mitbewegt werden. *Statische* Arbeit ist energetisch besonders ungünstig.

- Statische *Halts*arbeit liegt vor, wenn lediglich bestimmte Gelenk- oder Körperstellungen fixiert werden (z.B. Verkehrsregelung per Hand).
- Statische *Halte*arbeit liegt vor, wenn bei einer Körperstellung zusätzlich eine Last fixiert wird (z.B. Halten von Deckenplatten beim Innenausbau; vgl. LUCZAK 1998).

Den Mehraufwand bei ungünstiger Körperhaltung bezeichnen HETTINGER/WOBBE als eine Art "Blindleistung".

In der anthropotechnischen Arbeitsgestaltung ist demnach darauf zu achten, dass durch konstruktive Maßnahmen Blindleistung vermieden wird. Ungünstige Körperhaltung und Körperstellung sowie mitbewegte Körperteile verursachen Verluste, so dass von einer theoretischen Gesamtleistung (dem Angebot des Menschen an der Dauerleistungsgrenze) oftmals nur noch ein Bruchteil für den eigentlichen Arbeitsvollzug zur Verfügung steht. [HETTINGER/WOBBE 1993].

Das Leistungsangebot des arbeitenden Menschen (vgl. Teil II/Kap. 3) wird so nicht optimal genutzt: es liegt nur ein geringer *Wirkungsgrad* vor, z.B.

- Schaufeln in gebückter Haltung: 3% Wirkungsgrad (!)
- Lasten tragen auf ebener Strecke: 17% Wirkungsgrad
- Bergaufgehen (5% Steigung unbelastet): 30% Wirkungsgrad

Physiologisch maximal erreichbar ist ein Wirkungsgrad von ca. 30% [vgl. AUTORENKOLLEKTIV 1972].

2.3 Körperbewegungen

Diese sind im Zusammenhang mit den Körpermaßen und -haltungen/-stellungen schon angesprochen worden. MARTIN (1994) beschreibt bei den Körpermaßen die zugehörigen grundlegenden anatomischen Bewegungsarten, die im Zusammenspiel der Muskeln entstehen. Die gewählten Bewegungsformen (z.B. Einhandarbeit, Beidhandarbeit) und Bewegungsrichtungen (z.B. des Hand-Arm-Systems) entscheiden mit über die "Bewegungsökonomie". Bewegungsvereinfachung und Bewegungsverdichtung, z.B. unter Einsatz von Systemen vorbestimmter Zeiten (vgl. MTM in Teil III/Kap. 2), sind häufig Vorstufen von Teilmechanisierung und Automatisierung. Menschliche Arbeit wird "wegrationalisiert". Beschäftigungsförderliche Arbeitsgestaltung hingegen setzt auf den Erhalt qualifizierter menschlicher Arbeit.

Zu den Bewegungsökonomischen Grundsätzen gehören u.a. folgende Hinweise für die anthropotechnische Arbeitsgestaltung im Bewegungsraum (Wirkraum):

- Beidhändiges, rhythmisches Arbeiten,
- Arbeiten symmetrisch zur Medianebene (Körperebene);
- Vermeiden von Arbeiten gegen die Schwerkraft.

Zweckmäßige Arbeitsmethoden, bedienfreundliche Arbeitsmittel (einschließlich Montagehilfen, Vorrichtungen), montagegerechte und griffgünstige Arbeitsgegenstände unterstützen die Bewegungsökonomie.

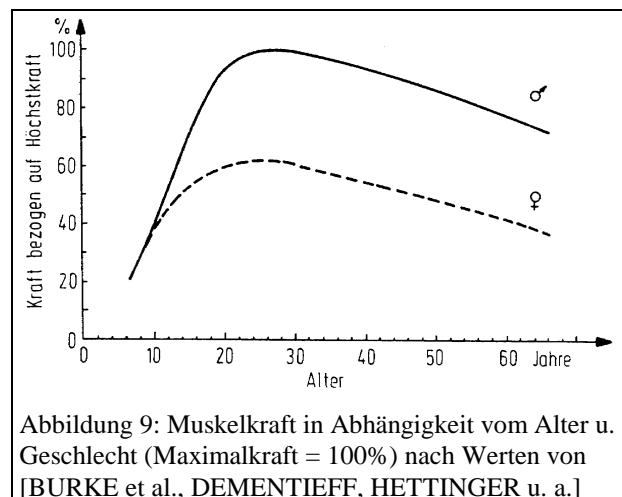
Die Ausführungen zur Anthropometrie belegen die engen Zusammenhänge zur optischen Informationsaufnahme und -verarbeitung. Die informatorische Arbeitsgestaltung [MARTIN 1994] ist auf die Optimierung der informatorisch-mental Beanspruchung ausgerichtet (siehe dazu Teil II/Kap. 3).

Anthropometrisch fehlgestaltete Arbeitssysteme führen mit zu Dauerschäden als Berufskrankheiten im Bereich mechanischer Einwirkungen (BK-Liste Nr. 2101 bis 2109. Relativ neu aufgenommen worden sind dort berufsbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule (BK 2108 und 2109).

Gesamtdauer der Transportarbeit in Stunden der täglichen Arbeitszeit	Grenzlast in Newton (N)					
	Männer			Frauen		
	A	B	C	A	B	C
bis 1	500	400	300	300	200	150
1,5 bis 4	320	250	180	160	120	90
4 bis 6	200	140	90	90	60	40
mehr als 6	100	60	30	50	25	10

A gilt für besonders hochleistungsfähige, gesunde Personen
 B gilt für normal (durchschnittlich) leistungsfähige, gesunde Personen
 C gilt für vermindert leistungsfähige, gesunde Personen

Tabelle 1: Grenzwerte für Männer und Frauen in Abhängigkeit von der Arbeitsbelastung [nach KÖCK, aus ROHMERT 1977. In LUCZAK 1993]



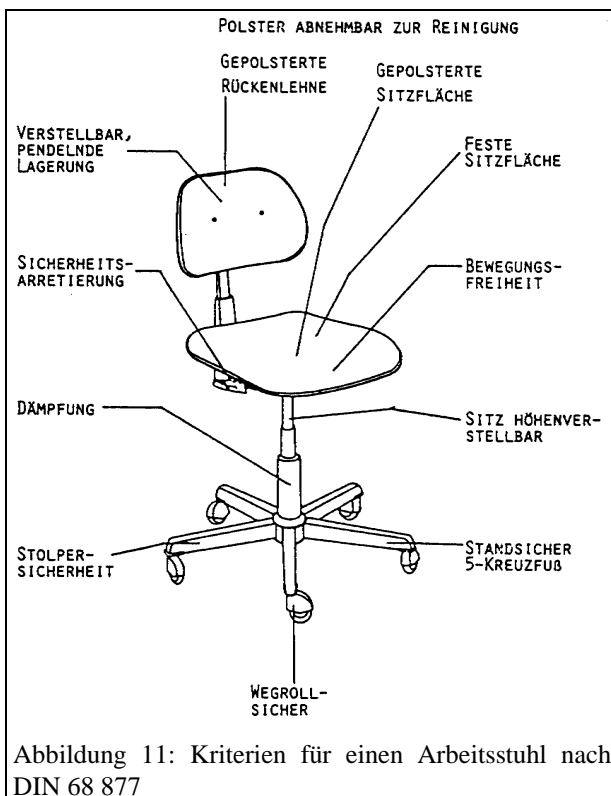
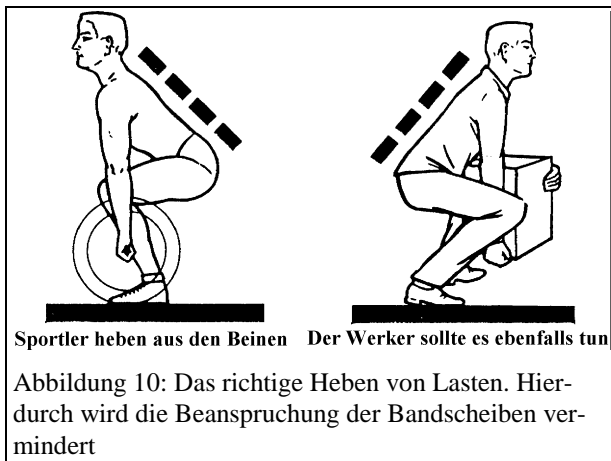
Auf "Körperkräfte" wird hier nur kurz eingegangen (siehe dazu Teil II/Kap. 3; Leistungsangebot des Menschen)

- Körperkräfte (vgl. energetische Arbeitsgestaltung) (Tabelle 1 u. Abbildung 9, Heben von Lasten Abbildung 10).

Als höchste zulässige Grenzlast ist für erwachsene männliche Arbeitspersonen der Wert von 55 kp festgelegt worden (Internationale Arbeitsorganisation beim Internationalen Arbeitsamt in Genf - ILO 1967)

3 Wichtige Normen und Vorschriften

- DIN 33400** Gestaltung von Arbeitssystemen nach arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen, Grundnorm
- DIN 33401 Stellteile
- DIN 33402 Körpermaße von Erwachsenen
- DIN 33406 Arbeitsflächen-, Sitzflächen-, Fußstützenhöhen im Produktionsbereich
- DIN 33408 Körperumrisschablonen
- DIN 33411 Körperkräfte der Menschen
- DIN 33412 Büroarbeitsplätze
- DIN 33413 Ergonomische Gesichtspunkte für Anzeigevorrichtungen
- DIN 33414 Ergonomische Gestaltung von Warten
- DIN 33416 Typische Arbeitshaltungen



Lastenhandhabungsverordnung (LasthandhabV)
 „Verordnung zur Umsetzung der EG-Einzelrichtlinien zur EG-Rahmenrichtlinie Arbeitsschutz“ Artikel 2

Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)
 §§ 24 und 25

4 Übung zur Anthropotechnischen Arbeitsgestaltung

Die Wirbelsäule und wie man "richtig" sitzt (Körperhaltung): 3 Sitzhaltungen
 Bürodrehstuhl u. Arbeitsstuhl (Abbildung 11)
 Der Greifraum (Abbildung 4)
 Blick- und Sehwinkel (Abbildung 12)
 Blickfeld, Gesichtsfeld
 Beispiele für Sitz-, Steh- und Sitz-/Steharbeitsplätze
 Kraftaufwand, -richtung, Bewegungsrichtung

- Hilfsmittel zur Arbeitsplatzgestaltung
- Körperumrisschablone
 - Kieler Puppe
 - Rechnergestützte Somatografie
 - Videosomatografie

Anthropotechnische Arbeitsplatzgestaltung dargestellt am Beispiel aus der Praxis.

Blickneigung bei stehender/sitzender Tätigkeit bei entspannter Körperhaltung

Sehabstand in mm

	Stehen	Sitzen
Feinstarbeiten:	----	>250
Feinarbeiten:	350	350
Grobarbeiten:	600	500

Abbildung 12: Blickwinkel und Sehabstand