

**Tag der Rückengesundheit
15. März 2015, Rüsselsheim**

Ergonomie am Montagearbeitsplatz

Prof. Dr.-Ing. Martin Schmauder
Professur Arbeitswissenschaft, TU Dresden

Gliederung

- 1 Ergonomie
- 2 Der Mensch
- 3 Arbeitsplatzgestaltung
- 4 Sitzen und Stehen
- 5 Umgebungseinflüsse

DIN EN ISO 26800

ICS 13.180

**Ergonomie –
Genereller Ansatz, Prinzipien und Konzepte (ISO 26800:2011);
Deutsche Fassung EN ISO 26800:2011**

Wissenschaft von der Anpassung der Technik an der Menschen zur Erleichterung der Arbeit

Das Ziel, die Belastung des arbeitenden Menschen so ausgewogen wie möglich zu halten, wird unter Einsatz technischer, medizinischer, psychologischer sowie sozialer und ökologischer Erkenntnisse angestrebt.



§ 3 Abs. 2 BetrSichV:

„Bei der Gefährdungsbeurteilung ist insbesondere Folgendes zu berücksichtigen:

1. Die Gebrauchstauglichkeit von Arbeitsmitteln einschließlich der ergonomischen, alters- und altersgerechten Gestaltung, ... „
2. die sicherheitsrelevanten einschließlich der ergonomischen Zusammenhänge zwischen Arbeitsplatz, Arbeitsmittel, Arbeitsverfahren, Arbeitsorganisation, Arbeitsablauf, Arbeitszeit.“
3. die physischen und psychischen Belastungen der Beschäftigten, die bei der Verwendung von Arbeitsmitteln auftreten, ..“

§ 6 Abs. 1 BetrSichV (**Grundlegende Schutzmaßnahmen**):

„... insbesondere sind folgende Grundsätze einer menschengerechten Gestaltung der Arbeit zu berücksichtigen: ...

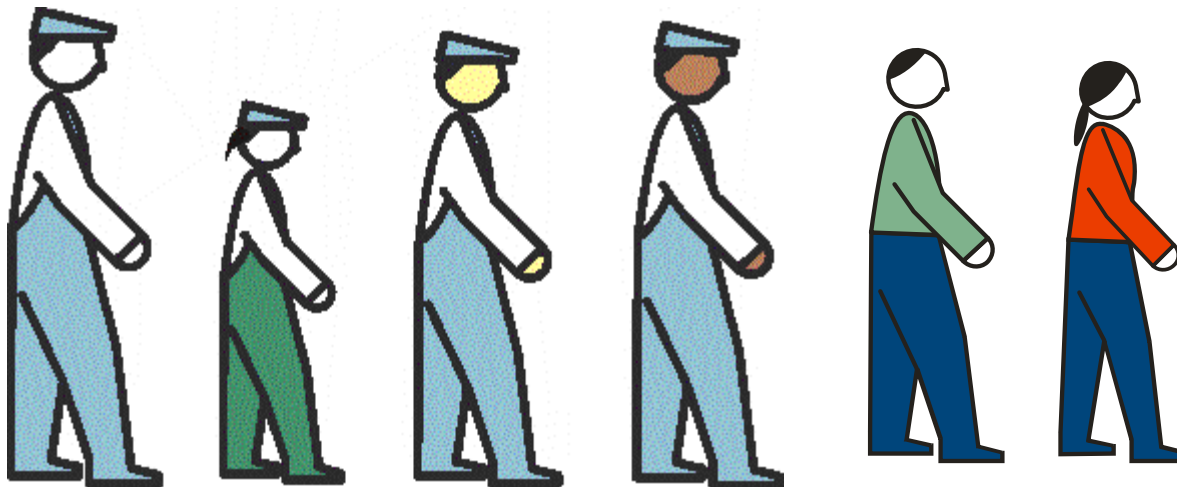
- körperliche Eigenschaften,
- Bewegungsfreiraum,
- vermeiden von Arbeitstempo und Arbeitsrhythmus, die zu Gefährdungen führen können,
- vermeiden von uneingeschränkter und dauernder Aufmerksamkeit.“

Gliederung

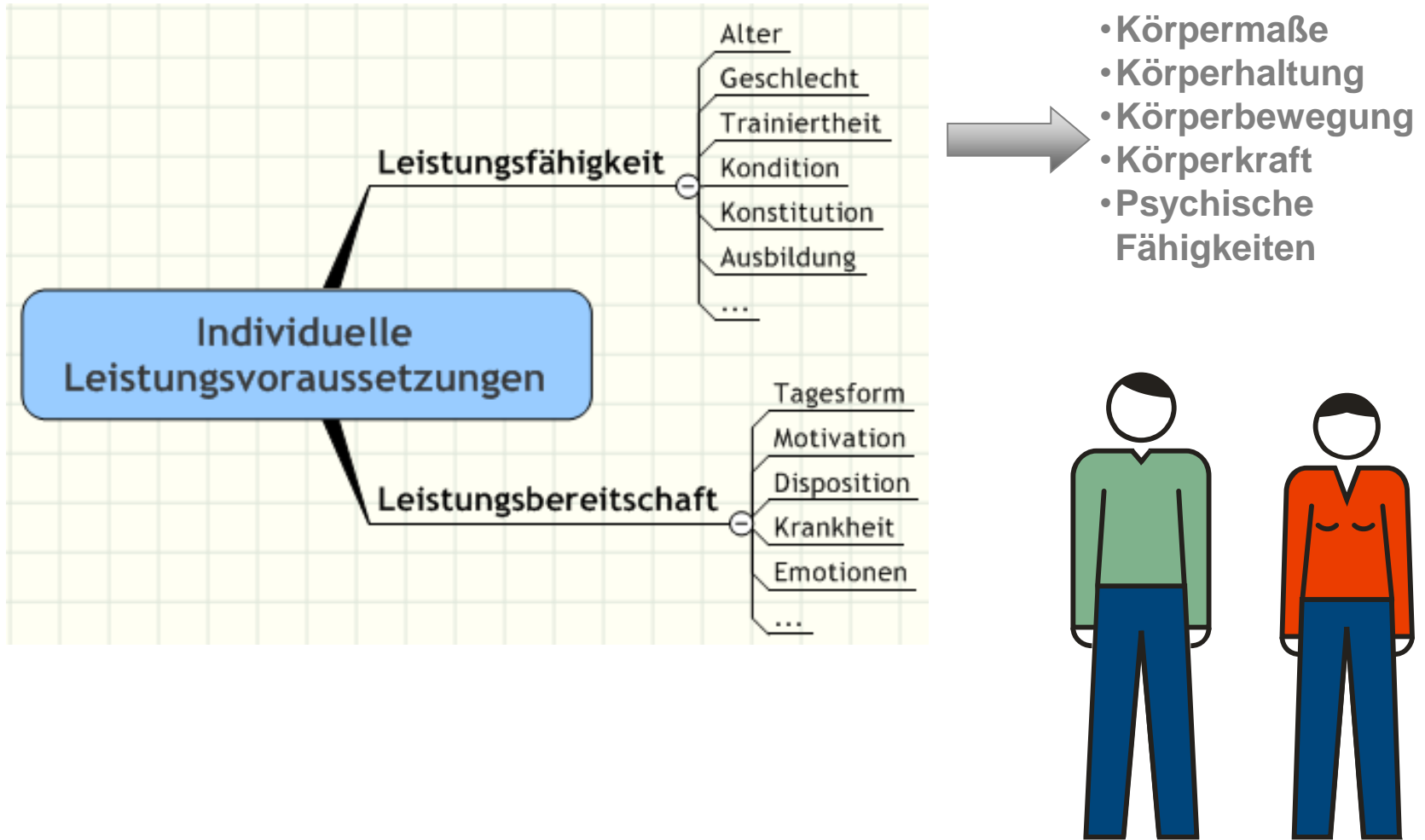
- 1 Ergonomie
- 2 **Der Mensch**
- 3 Arbeitsplatzgestaltung
- 4 Sitzen und Stehen
- 5 Umgebungseinflüsse

Leistungsvoraussetzungen

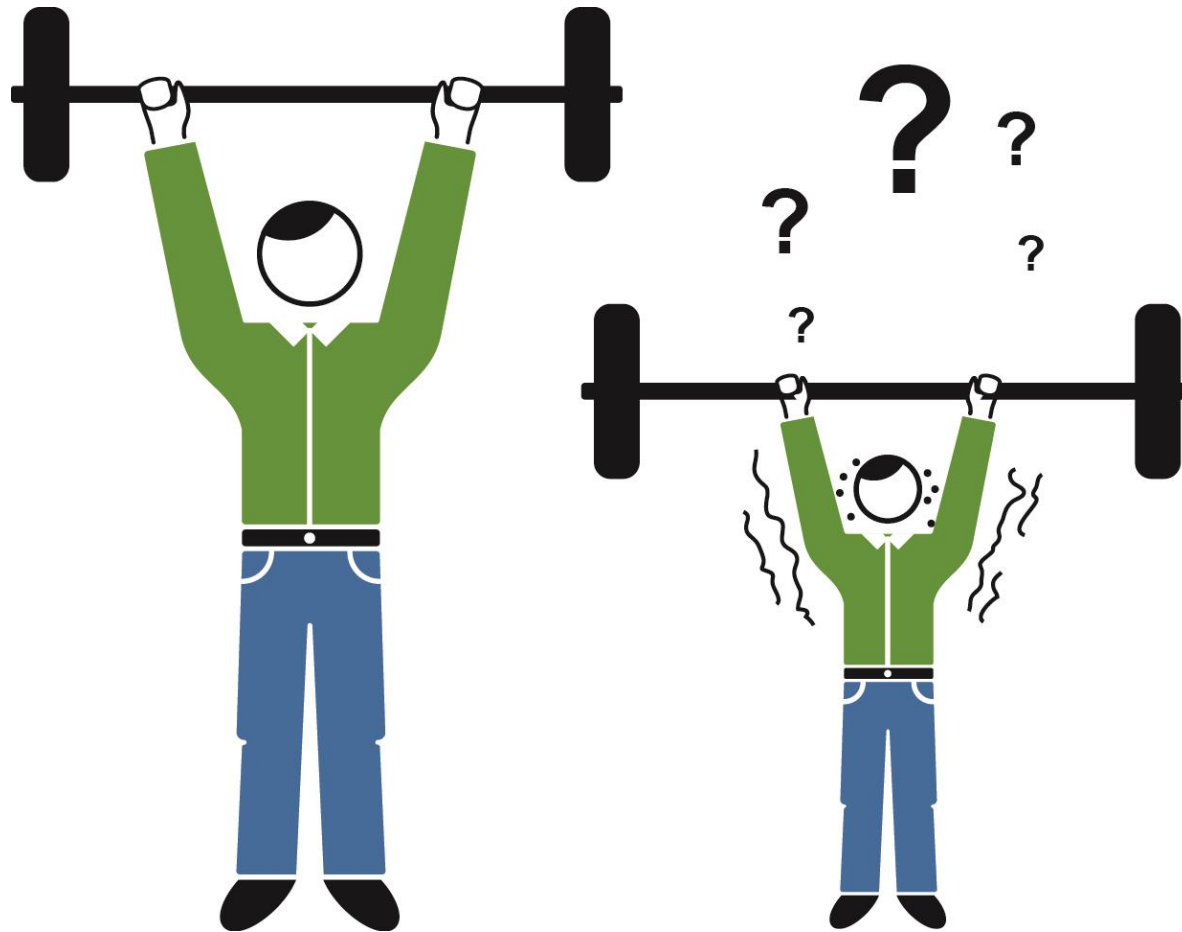
Leistungsvoraussetzungen werden durch die physiologischen und psychologischen Bedingungen der ausführenden Person bestimmt. Auf Grund der Bandbreite menschlicher Leistungsvoraussetzungen müssen die Grenzbereiche und Mindestvoraussetzungen der fraglichen Nutzergruppe berücksichtigt werden.



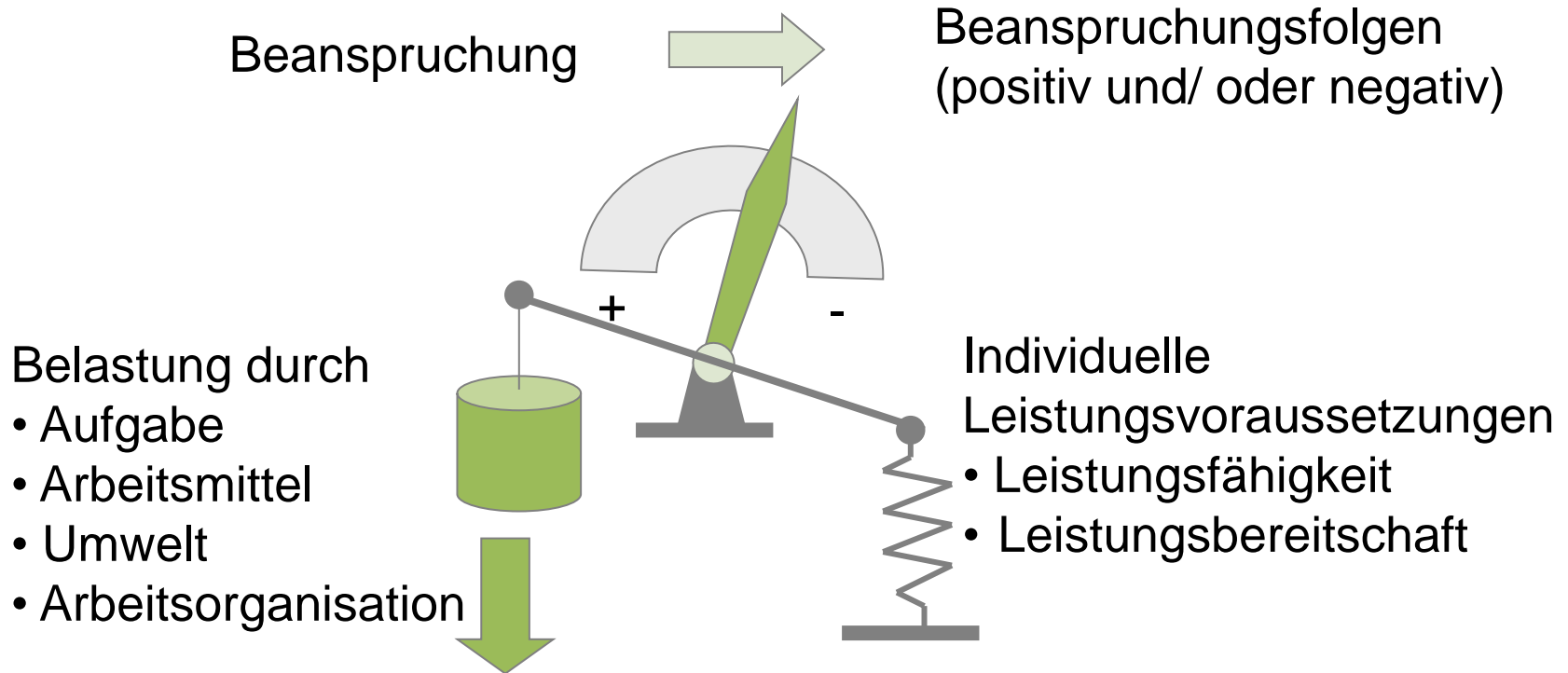
Individuelle Leistungsvoraussetzungen



Belastung und Beanspruchung



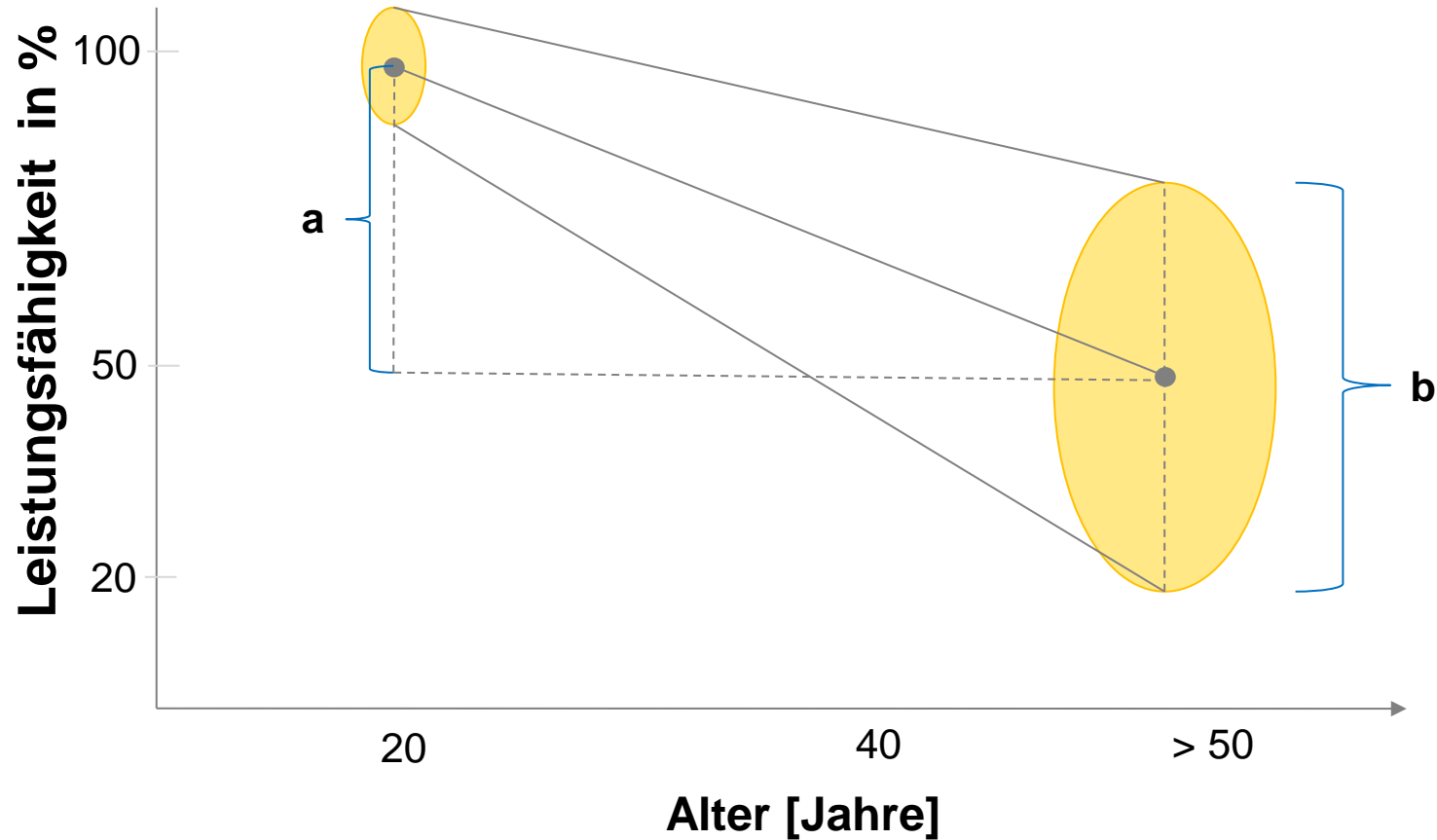
Belastung und Beanspruchung




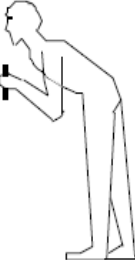







Zunahme der Leistungsvariabilität im Alter (Langhoff, 2009)

a = Variabilität zwischen Altersgruppen

b = Variabilität innerhalb der Gruppe der Älteren



Alterseinfluss bei unterschiedlichen Körperhaltungen und Krafrichtungen

Alterseinfluss (richtungsabhängige Mittelwerte)								
aufrecht			gebeugt			über Kopf		
	+A	0,8		+A	0,9		+A	0,9
	-A	1,0		-A	0,9		-A	1,0
	+B	1,0		+B	0,9		+B	1,0
	-B	0,9		-B	0,9		-B	0,9
	+C	0,8		+C	0,8		+C	0,9
	-C	1,0		-C	0,9		-C	0,9
stehen - aufrecht			gebeugt			über Kopf		
	+A	0,9		+A	0,9		+A	0,9
	-A	1,0		-A	0,9		-A	0,9
	+B	0,9		+B	0,8		+B	1,0
	-B	0,9		-B	0,8		-B	0,8
	+C	0,8		+C	0,8		+C	0,8
	-C	0,9		-C	0,9		-C	0,9
knien - aufrecht			gebeugt			über Kopf		
	+A	0,9		+A	0,9		+A	0,9
	-A	0,9		-A	1,0		-A	0,9
	+B	0,9		+B	0,9		+B	1,0
	-B	0,9		-B	0,9		-B	0,9
	+C	0,9		+C	0,8		+C	0,9
	-C	0,9		-C	0,9		-C	0,9
sitzen - aufrecht			gebeugt			über Kopf		

Legende:

- +A senkrecht nach oben
- A senkrecht nach unten
- +B schieben
- B ziehen
- +C seitlich nach rechts
- C seitlich nach links

Ab 45 Jahren ist je nach Krafrichtung eine Verminderung des Kraftvermögens um bis 20% zu berücksichtigen.

Quelle: BGIA-Report 3/2009
„Der montagespezifische Kraftatlas“

Alterssensitivität der Beleuchtung

Mit zunehmenden Alter lässt die Elastizität der Augenlinse nach. Etwa ab dem 40. Lebensjahr beginnt die sogenannte Alterssichtigkeit (Presbyopie). Die Sehfähigkeit eines 60-Jährigen beträgt gegenüber einem 20-Jährigen nur noch 75%. Für die gleiche Sehleistung brauchen ältere Menschen mehr Licht als jüngere.

Die Unterschiede schwinden aber bei wachsendem Beleuchtungsniveau.

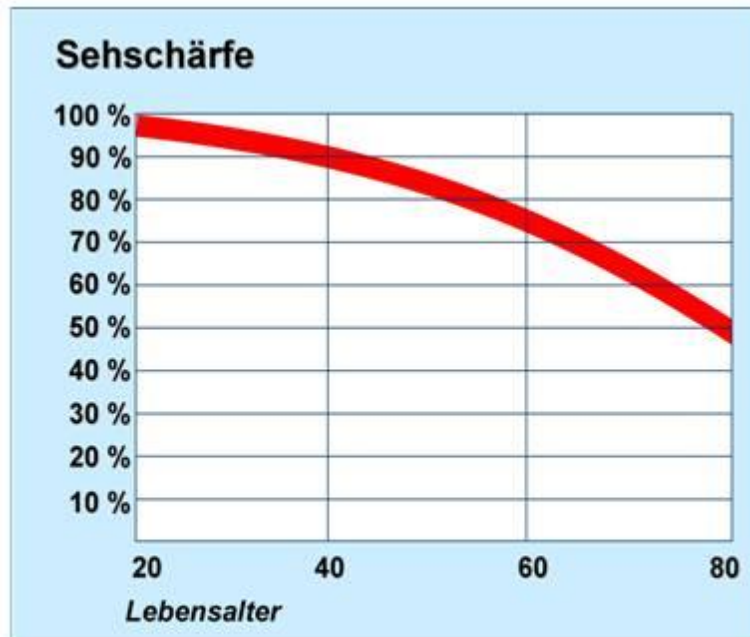


Abbildung: Einschränkung der Sehschärfe mit zunehmenden Lebensalter

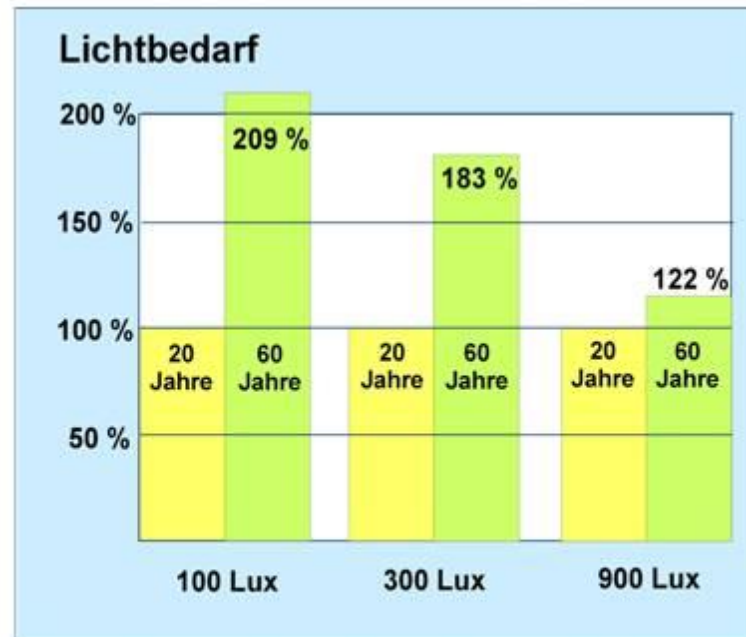


Abbildung: Lichtbedarf in Abhängigkeit des Alters und des Beleuchtungsniveaus

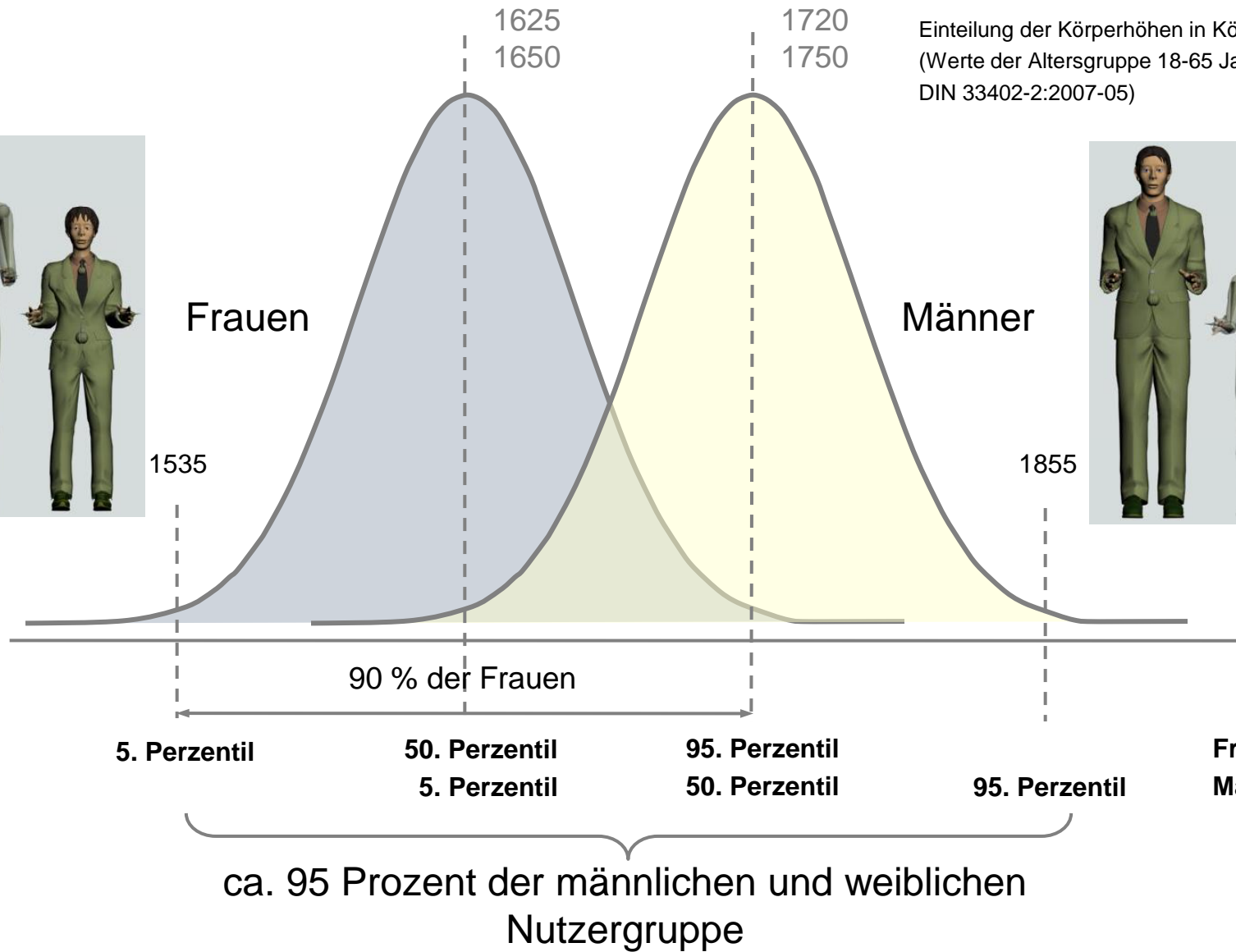
Quelle: Szymanski, 2008

Anforderungen zur maßlichen Auslegung

- Sicherheit (Einhaltung von Sicherheitsabständen),
- Erreichbarkeit, Funktionssicherheit (z. B. bei Betätigung von Stellteilen),
- ausreichender Bewegungsraum (Zugänglichkeit für Teile des Körpers, Freiräume, Wirkräume),
- physiologisch günstige Körperhaltungen (Anpassung an wechselnde Belastungen),
- sicheres und ermüdungsarmes Handhaben von Gegenständen,
- Optimierung der Sichtgeometrie (Sichtmaße, Blickwinkel, -felder)

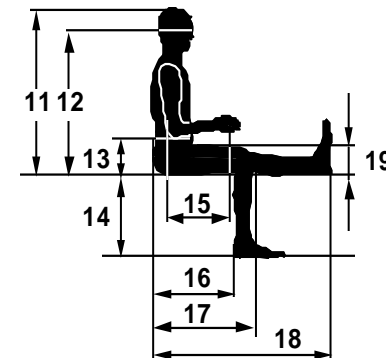
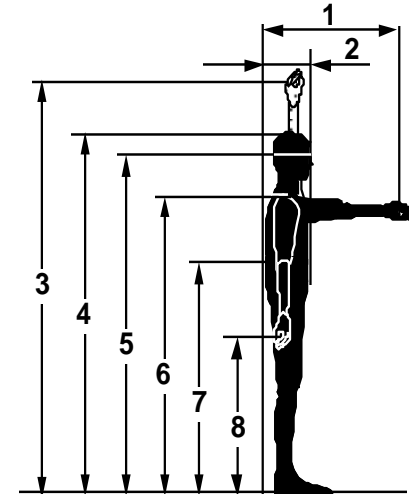
Körpergrößenklassen

Einteilung der Körperhöhen in Körpergrößenklassen
(Werte der Altersgruppe 18-65 Jahre in mm nach
DIN 33402-2:2007-05)

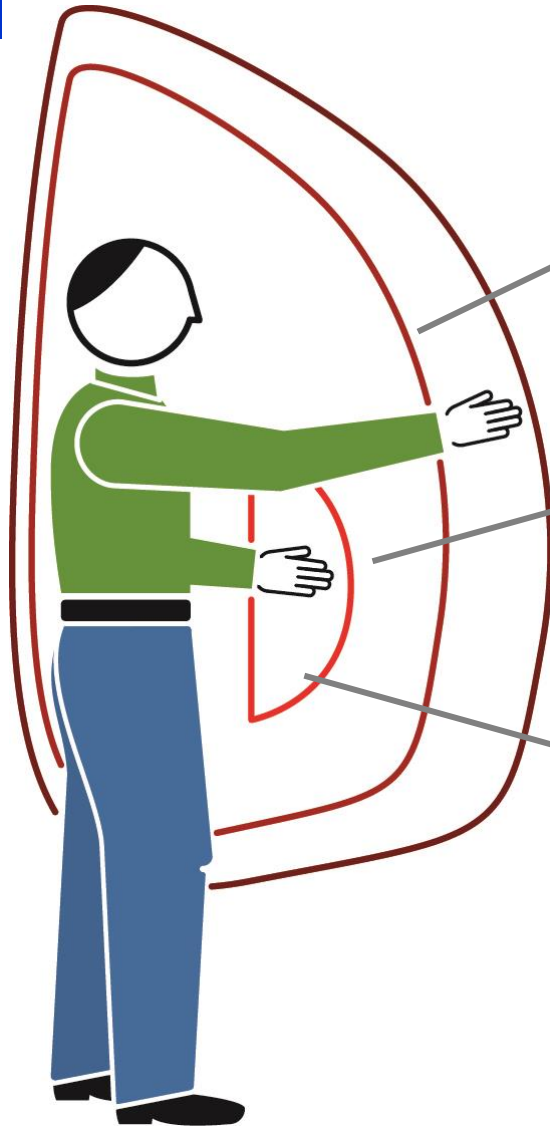


Körpermaße nach DIN 33 402 (Auszug)

Nach DIN 33402-2: 2007-05 (unbekleidete Personen, 18 –65 Jahre)		Perzentile					
		männlich			weiblich		
	Abmessungen (in cm)	5.	50.	95.	5.	50.	95.
1	Reichweite nach vorn	68,5	74,0	81,5	62,5	69,0	75,0
2	Körpertiefe	26,0	28,5	38,0	24,5	29,0	34,5
3	Reichweite nach oben (beidarmig)	197,5	207,5	220,5	184,0	194,5	202,5
4	Körperhöhe	165,0	175,0	185,5	153,5	162,5	172,0
5	Augenhöhe	153,0	163,0	173,5	143,5	151,5	160,5
6	Schulterhöhe	134,5	145,0	155,0	126,0	134,5	142,5
7	Ellbogenhöhe über der Standfläche	102,5	110,0	117,5	96,0	102,0	108,0
8	Höhe der Hand über der Standfläche	73,0	76,5	82,5	67,0	71,5	76,0
11	Körpersitzhöhe (Stammlänge)	85,5	91,0	96,5	81,0	86,0	91,0
12	Augenhöhe im Sitzen	74,0	79,5	85,5	70,5	75,5	80,5
13	Ellbogenhöhe über der Sitzfläche	21,0	24,0	28,5	18,5	23,0	27,5
14	Länge d. Untersch. m. Fuß	41,0	45,0	49,0	37,5	41,5	45,0
15	Ellbogen-Griffachsen-Abstand	32,5	35,0	39,0	29,5	31,5	35,0
16	Sitztiefe	45,0	49,5	54,0	43,5	48,5	53,0
17	Gesäß-Knie-Länge	56,5	61,0	65,5	54,5	59,0	64,0
18	Gesäß-Bein-Länge	96,5	104,5	114,0	92,5	99,0	105,5
19	Oberschenkelhöhe	13,0	15,0	18,0	12,5	14,5	17,5



Greifräume



Anatomisch maximaler Greifraum:

- Maximal ausgestreckte Arme
- Mitbewegung des Schultergelenks

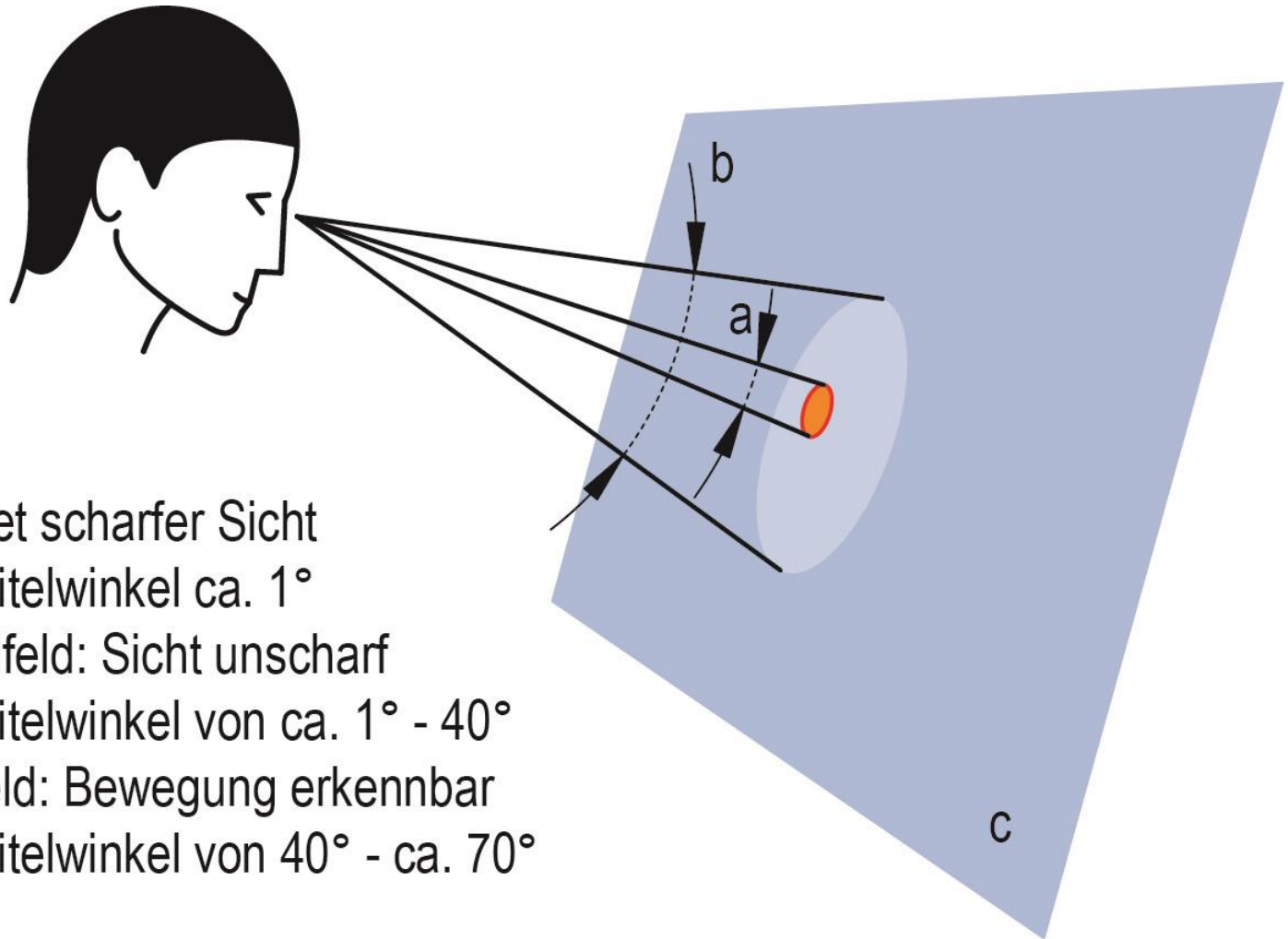
Physiologisch großer Greifraum:

- Weitgehend ausgestreckte Arme
- Keine Mitbewegung des Schultergelenks
- Ca. 10 % kleiner als anatomisch maximaler Greifraum

Physiologisch kleiner Greifraum:

- Oberarme entspannt herabhängend
- Unterarme abgewinkelt
- Keine Mitbewegung des Schultergelenks

Sichtgeometrie

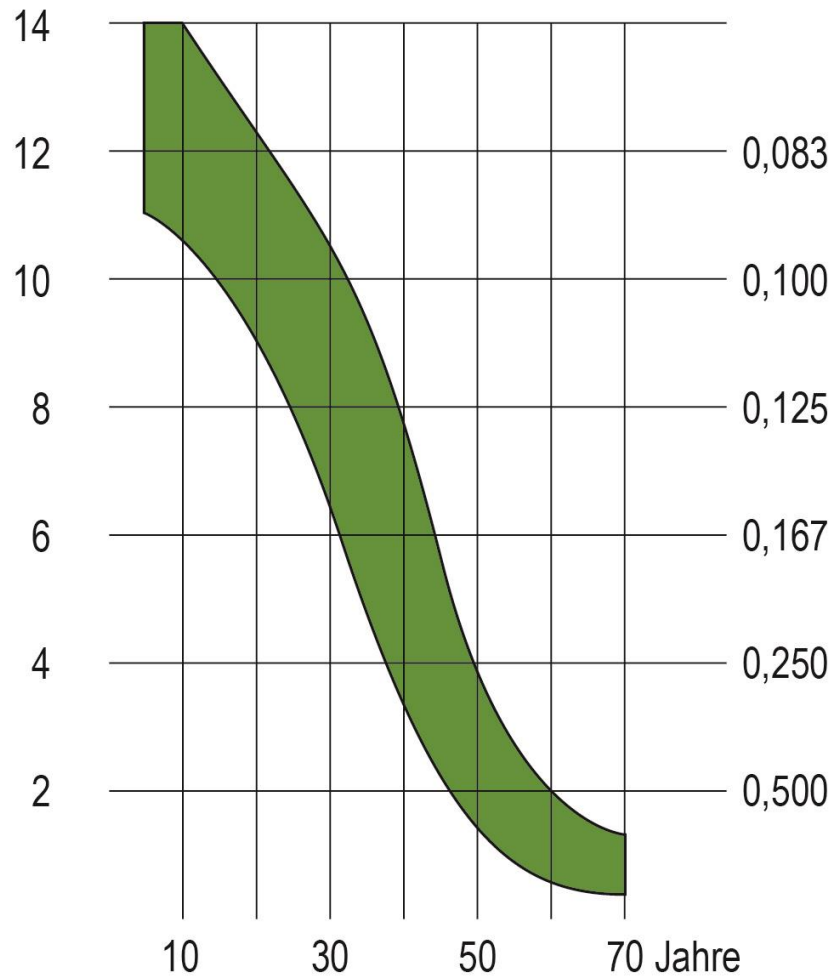


- a = Gebiet scharfer Sicht
Scheitelwinkel ca. 1°
- b = Mittelfeld: Sicht unscharf
Scheitelwinkel von ca. $1^\circ - 40^\circ$
- c = Umfeld: Bewegung erkennbar
Scheitelwinkel von $40^\circ - \text{ca. } 70^\circ$

Akkommodation

Dioptrien

Nahpunkt (m)



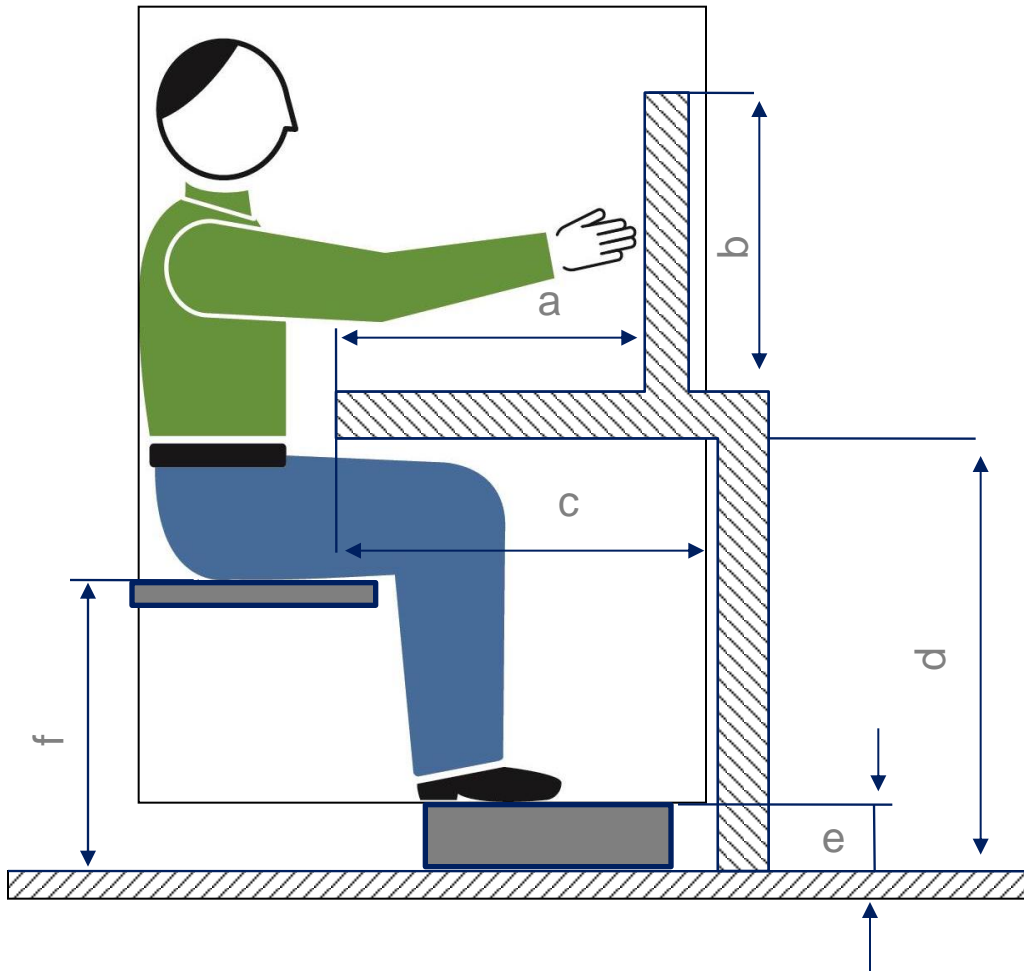
Akkommodation ist die Fähigkeit des Auges, sich auf unterschiedliche Sehentfernungen einzustellen.

- Die Linse ändert dabei ihre Dicke (Breckkraft)
- Akkommodationskraft lässt mit dem Alter nach.

Gliederung

- 1 Ergonomie
- 2 Der Mensch
- 3 Arbeitsplatzgestaltung**
- 4 Sitzen und Stehen
- 5 Umgebungseinflüsse

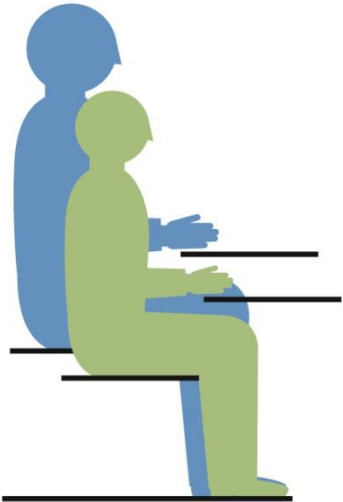
Festlegung ausgewählter Maße an einem Sitzarbeitsplatz



	Bezeichnung	Gestaltung
a	Greifweite	5. Perzentil
b	Aufbauhöhe	5. Perzentil
c	Beinfreiraum Tiefe	95. Perzentil
d	Beinfreiraum Höhe	95. Perzentil
e	Fußstützenhöhe	5.-95. Perzentil (verstellbar)
f	Sitzhöhe	5.-95. Perzentil (verstellbar)

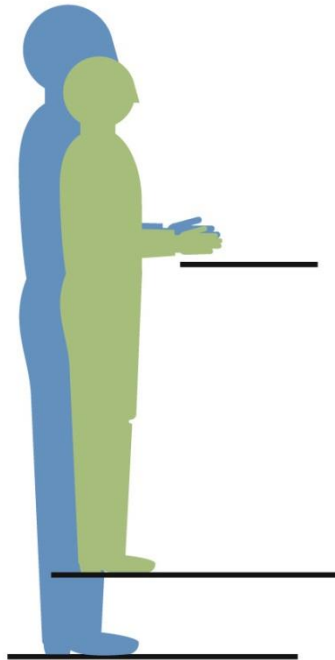
Arbeitsplatztypen (Beispiele)

95. Perzentil Mann
5. Perzentil Frau



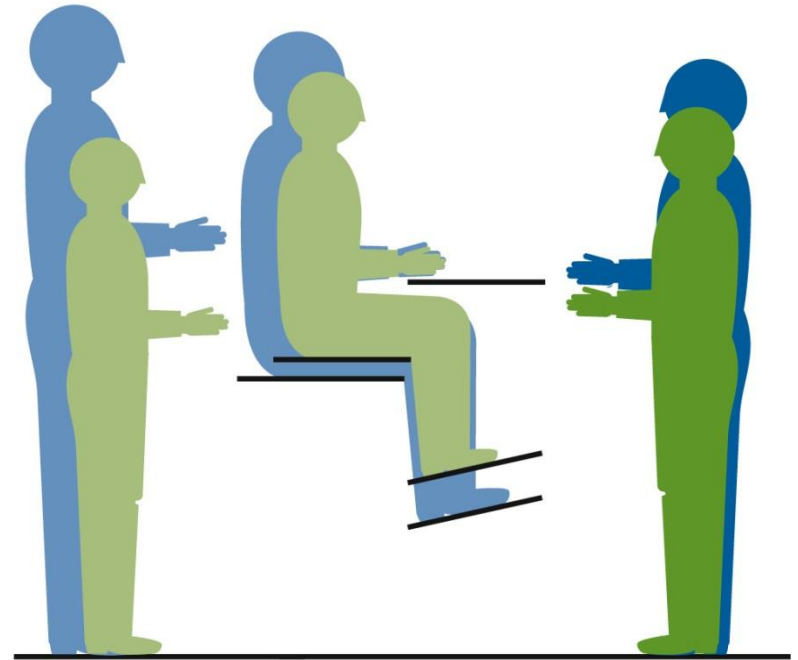
Sitzarbeitsplatz
Variable Tischhöhe
Variable Sitzhöhe

95. Perzentil Mann
5. Perzentil Frau



Steharbeitsplatz
Feste Tischhöhe

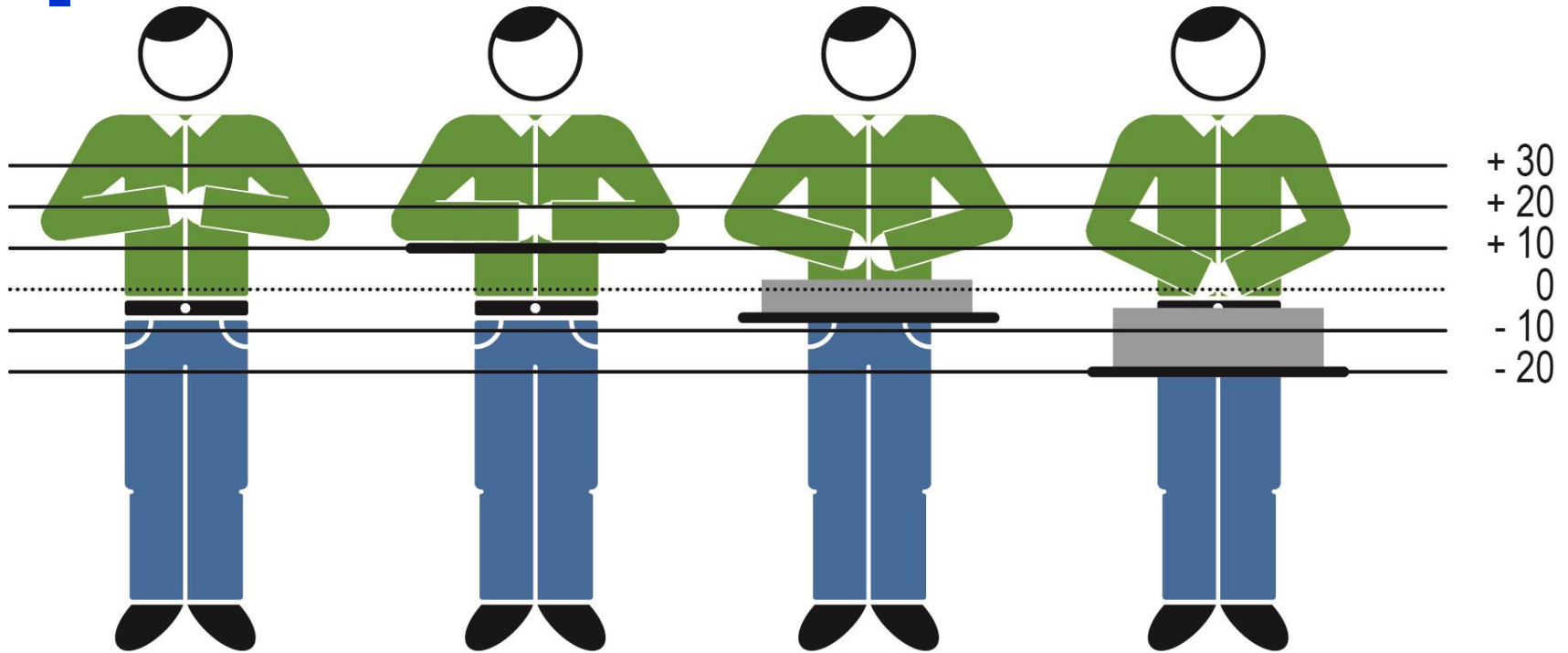
95. Perzentil Mann
5. Perzentil Frau



Sitz-Steharbeitsplatz
Feste Tischhöhe (gemittelt)
Variable Sitzhöhe
Variable Fußstützenhöhe

50. Perzentil Mann
50. Perzentil Frau

Arbeitshöhen in Abhängigkeit vom Genauigkeitsgrad



Arbeit mit
höchsten
Sehanfor-
derungen

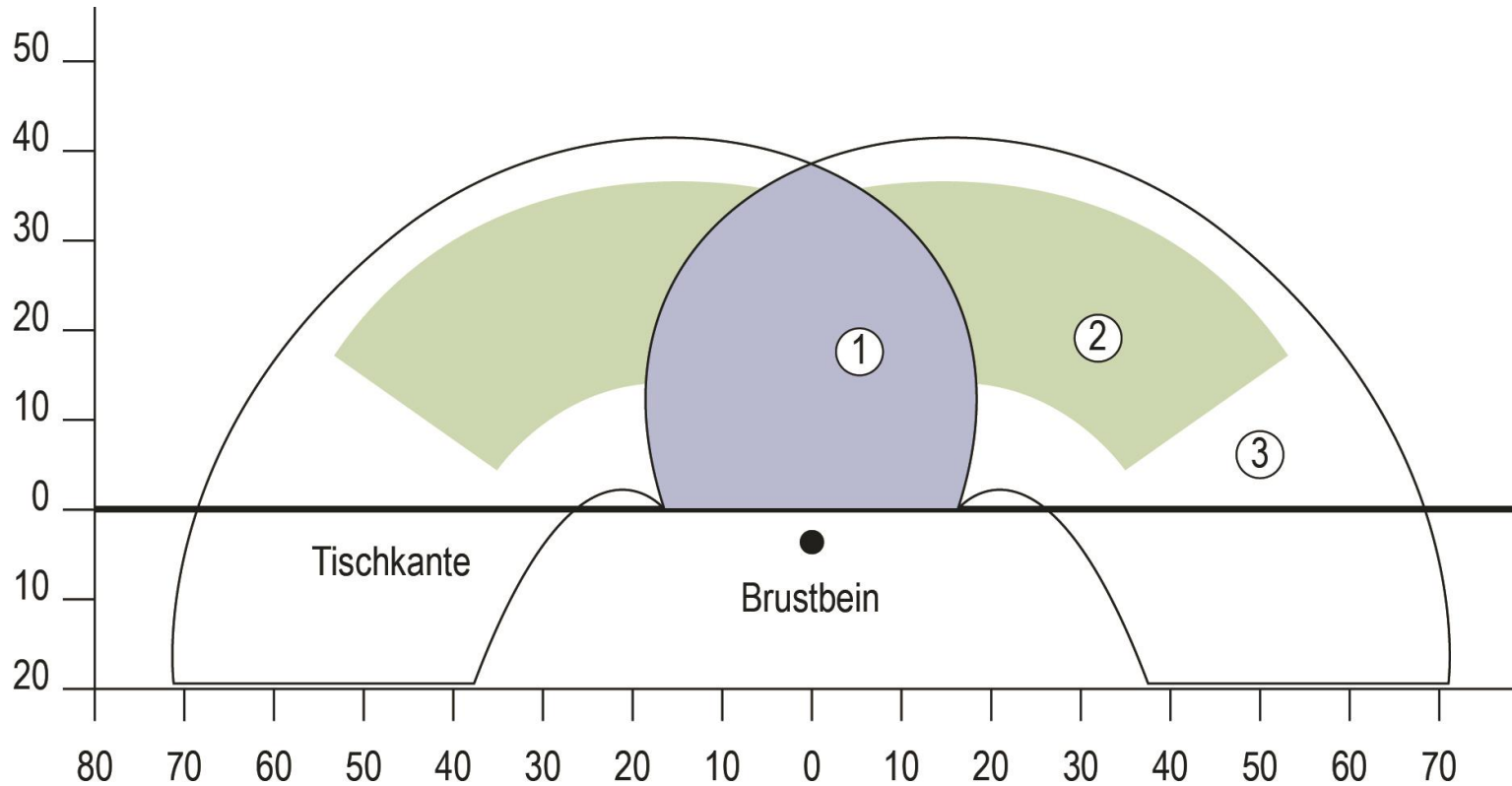
feine Arbeit
mit hohen
Sehanfor-
derungen

leichte Arbeit
mit normalen
Sehanfor-
derungen

mittelschwere
Armarbeit
(Drücken,
Heben usw.)

auch im Sitzen möglich

Greifraum – Horizontalschnitt (5. Perzentil Frau)

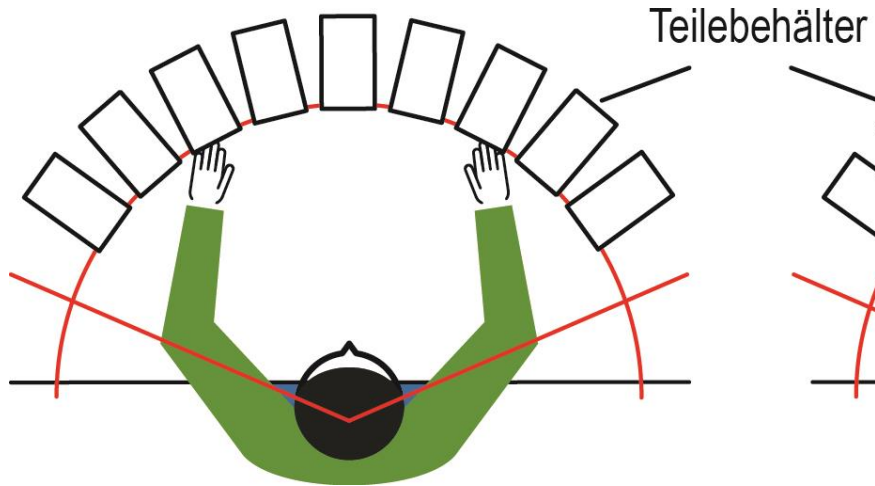


Greifflächen in der Tischebene
(ca. 20 cm über Sitzebene)
Greifraumhöhe max. 730 mm (bevorzugt 506 mm)

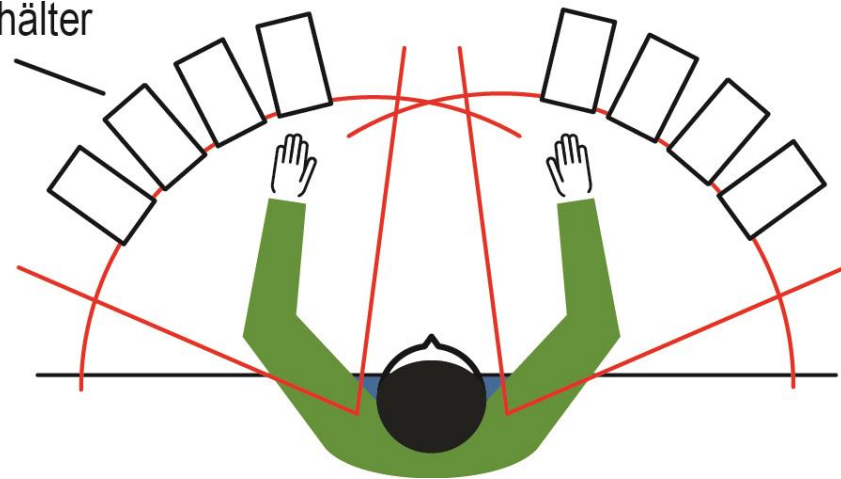
1 = Beidhandzone
2 = Einhandzone
3 = erweiterte Einhandzone

Maße in cm

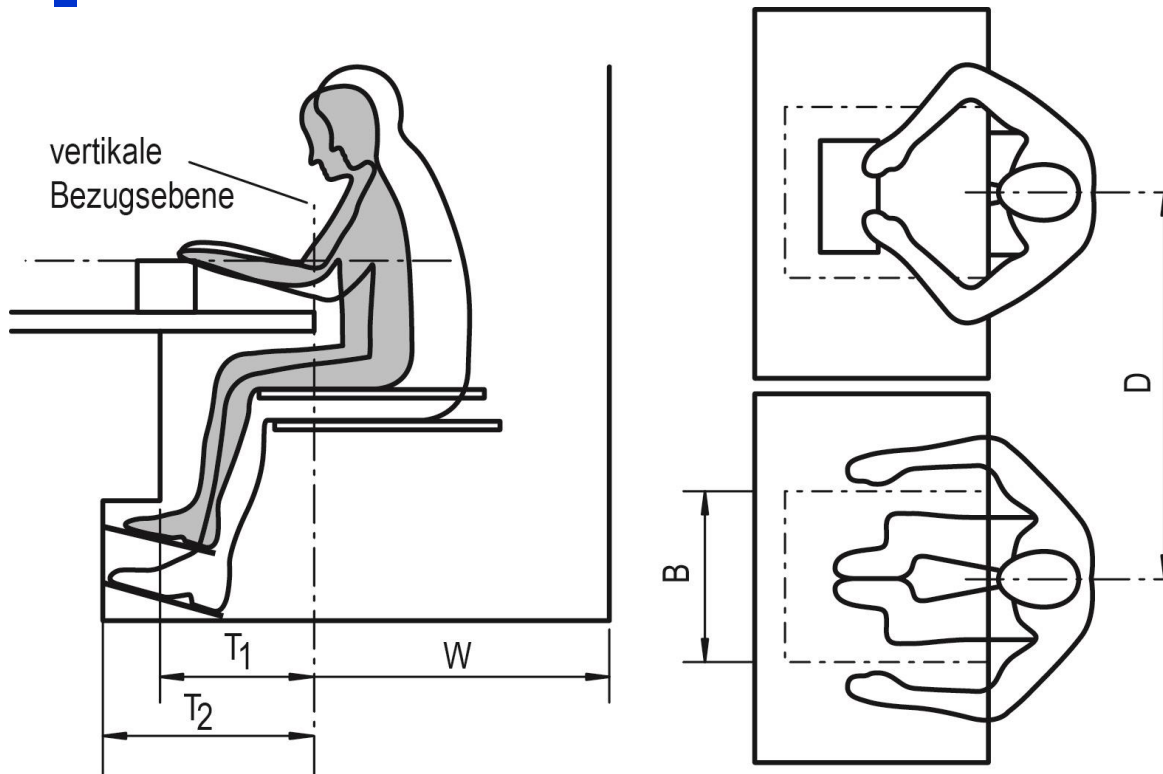
ungünstig



günstig



Körperfreiraum – Richtwerte für Sitzarbeitsplätze



Maße	Mindest-Wert in cm
Seitlicher Freiraum D	1000
Hinterer Freiraum W	1000
Beinraumtiefe T_1	350
Fußraumtiefe T_2	550
Beinraumbreite B	550

Gliederung

- 1 Ergonomie
- 2 Der Mensch
- 3 Arbeitsplatzgestaltung
- 4 **Sitzen und Stehen**
- 5 Umgebungseinflüsse

Gegenüberstellung von Sitz- und Steharbeitsplatz

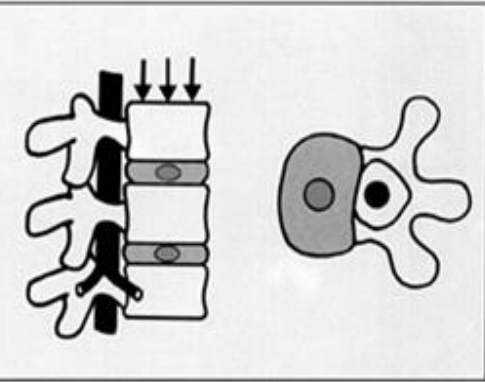
Körperhaltung Sitzen	Körperhaltung Stehen
<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none">- bessere Voraussetzungen für Konzentration- leichtere Ausführung feinmotorischer Bewegungen- geringe statische Belastung- Beinen und Füßen können Handlungen übertragen werden- Entlastung der Rücken- und Nackenmuskulatur- Entlastung der Bandscheiben- Reduktion des Energieverbrauchs- Schonung des Kreislaufs	<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none">- größerer Aktionsraum- Aufbringung größerer Kräfte- Beweglichkeit am Arbeitsplatz

Gegenüberstellung von Sitz- und Steharbeitsplatz

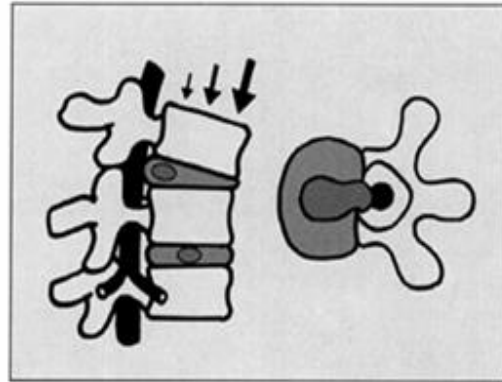
Körperhaltung Sitzen	Körperhaltung Stehen
<p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none">- Bewegungsarmut- geringe Bewegungsfreiheit- geringe Kraftaufbringung <p>falsch dimensionierter Sitzarbeitsplatz:</p> <ul style="list-style-type: none">- Beanspruchung der Streckmuskulatur des Rückens bei fehlender Rückenlehne- Anheben der Schultern bzw. Anheben der Oberarme- Schmerzen in Schultern und Nacken- Abnutzung der Bandscheiben	<p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none">- zusätzliche statische Muskelbelastung- größerer Energieaufwand- stärkere Beanspruchung der Beinmuskulatur- Durchblutungsstörungen in den Beinen- Erweiterung der Beinvenen (Varizen)- allmähliche Stauung der Gewebeflüssigkeit- Gewebequellung in Füßen und Unterschenkeln (Knöchel-Ödeme)

Gesundheitsgefährdung der Wirbelsäule

Druck auf die Wirbelkörper

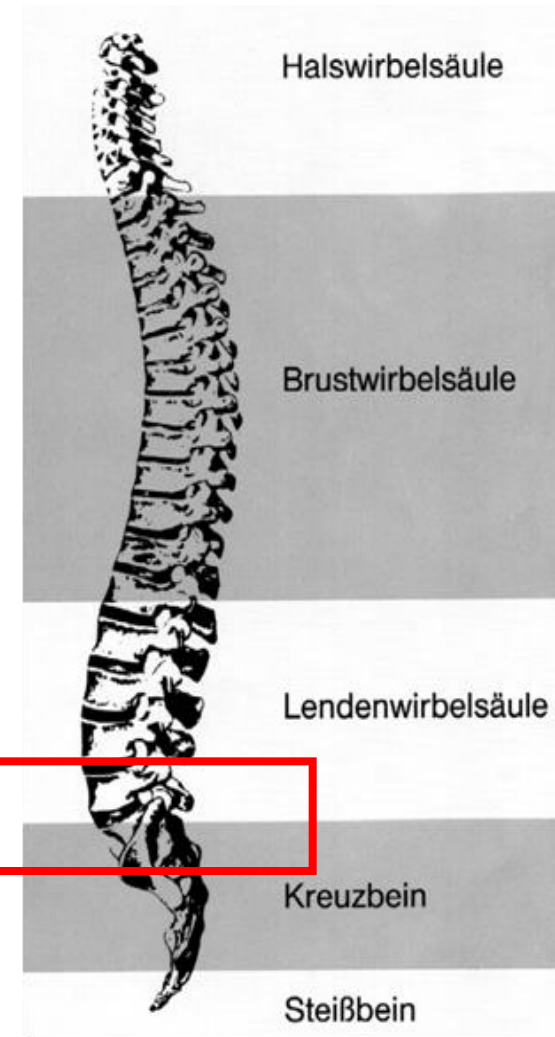


bei günstiger Belastung

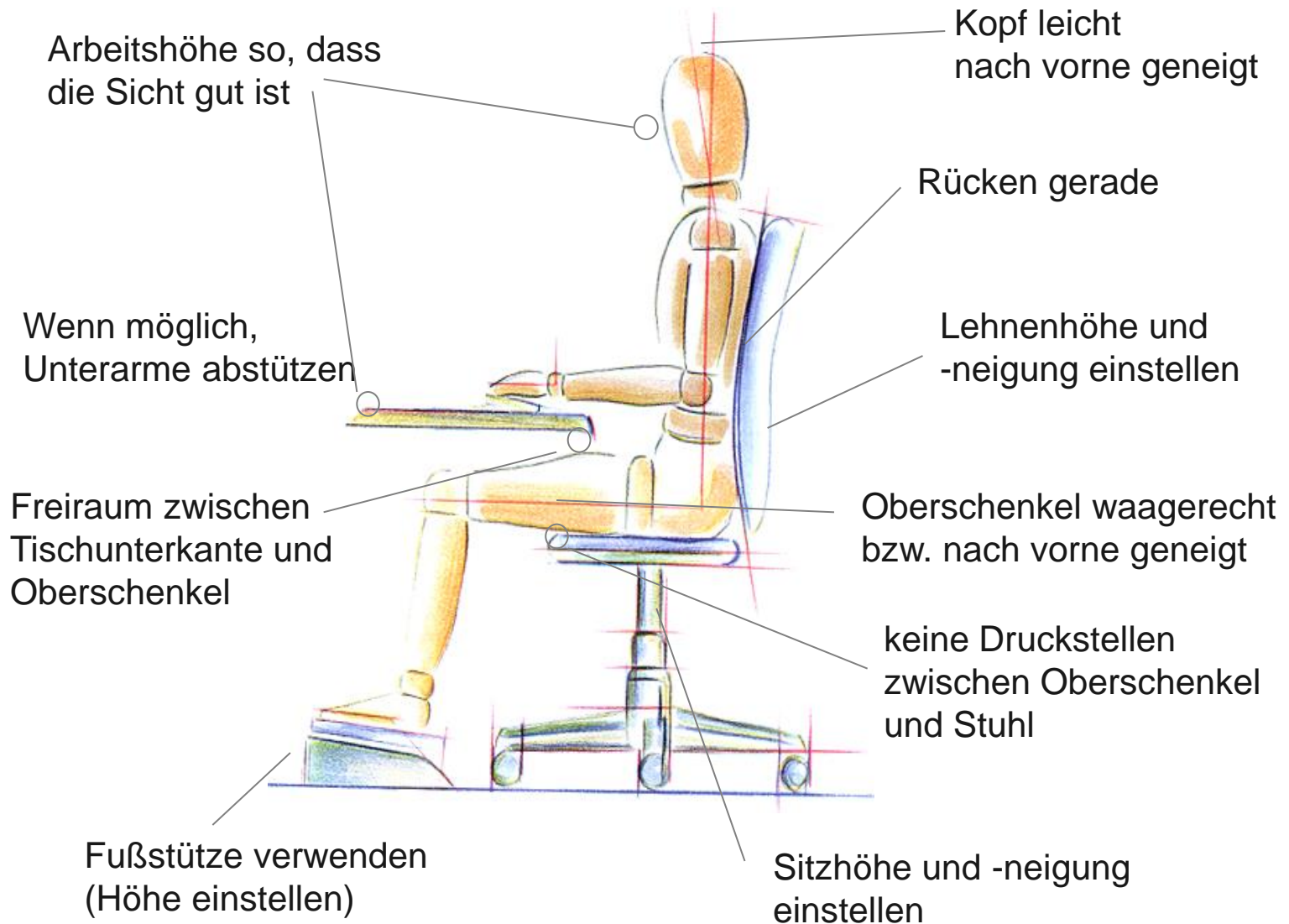


bei ungünstiger Belastung

95% der Bandscheibenschäden:
L4 / L5 bzw. L5 / S1




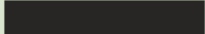
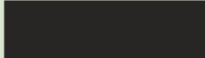

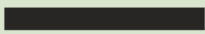


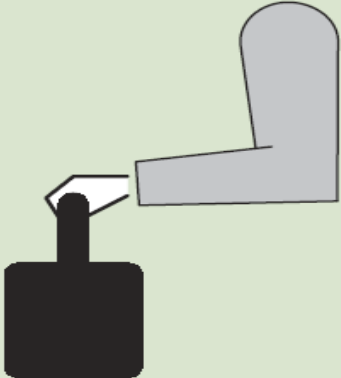
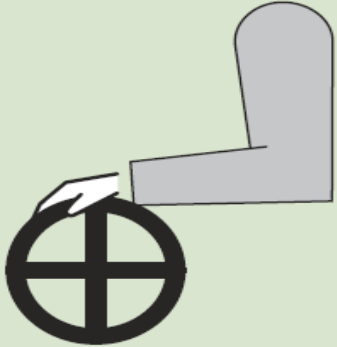
Richtig sitzen



Personenbezogene Faktoren und ihre Auswirkungen auf die Muskelkraft

Personenbezogene Faktoren	Auswirkung
<ul style="list-style-type: none">Alter	<ul style="list-style-type: none">Jugendliche: 70% - 90 % von F_{max}ca. 30-jährige: F_{max}60-jährige: 40% - 82% von F_{max}
<ul style="list-style-type: none">Geschlecht	<ul style="list-style-type: none">F_{max} Frau = 60% - 72% von F_{max} Mann
<ul style="list-style-type: none">Trainiertheit	<ul style="list-style-type: none">Maximale Steigerung der Muskelkraft: 10% je WocheMuskelkraftverlust bei Inaktivität: 30% je Woche

Muskelermüdung

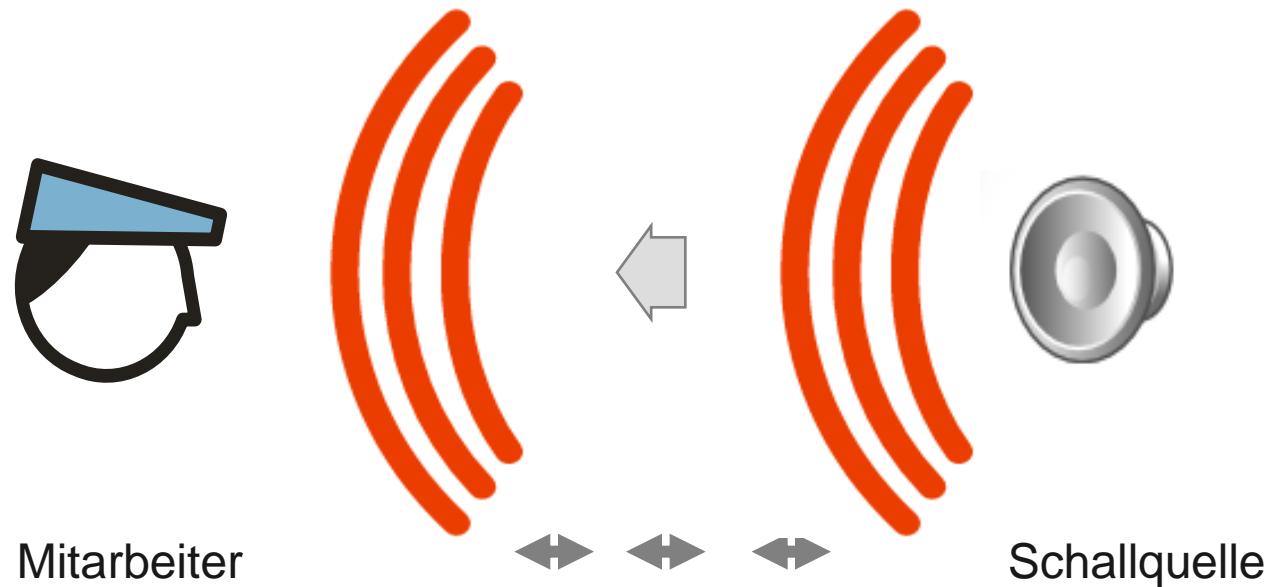
	Ruhe	Statische Arbeit	Dynamische Arbeit
Charakteristik		lang andauernder Kontraktionszustand	Wechsel von Spannung und Entspannung des Muskels
Blutbedarf			
Durchblutung			
		z. B. Last halten 	z. B. Kurbeln 

Gliederung

- 1 Ergonomie
- 2 Der Mensch
- 3 Arbeitsplatzgestaltung
- 4 Sitzen und Stehen
- 5 **Umgebungseinflüsse**

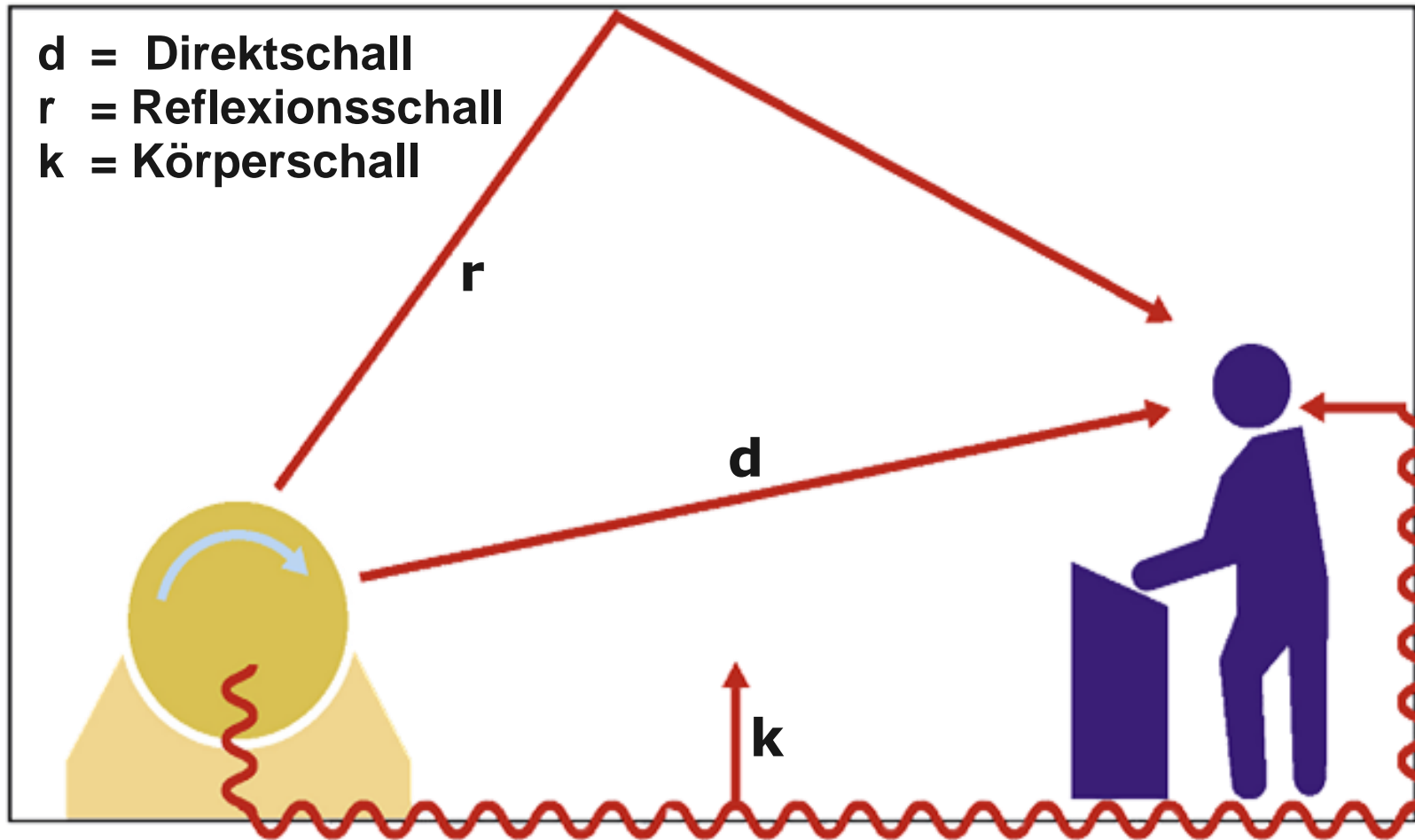
Was sind Schallwellen?

Schallwellen sind **Druckwellen** (Luftdruckschwankungen), die sich sehr schnell ausbreiten und das Trommelfell zum Mitschwingen anregen



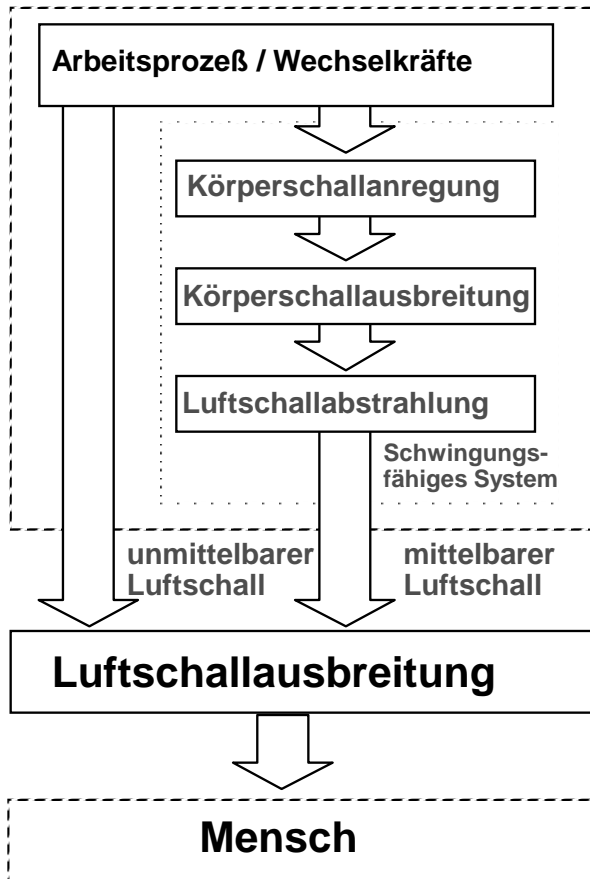
Luftpartikel schwingen hin
und her

Schallausbreitungswege

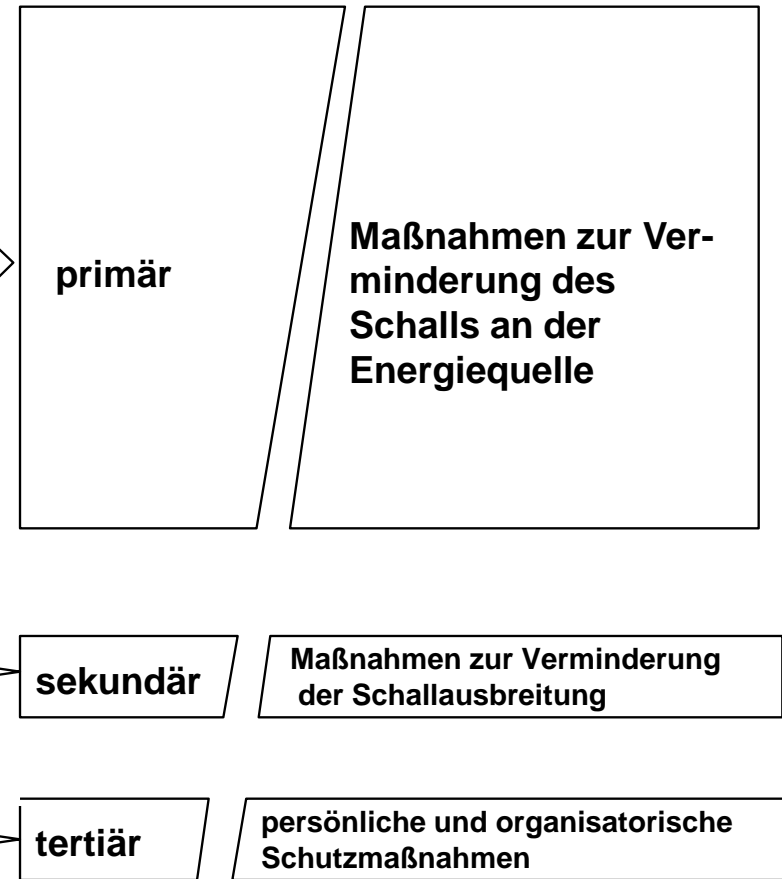


Schallübertragungskette und zugeordnete Lärminderungsmaßnahmen

Schallübertragungskette



Lärminderungsmaßnahmen

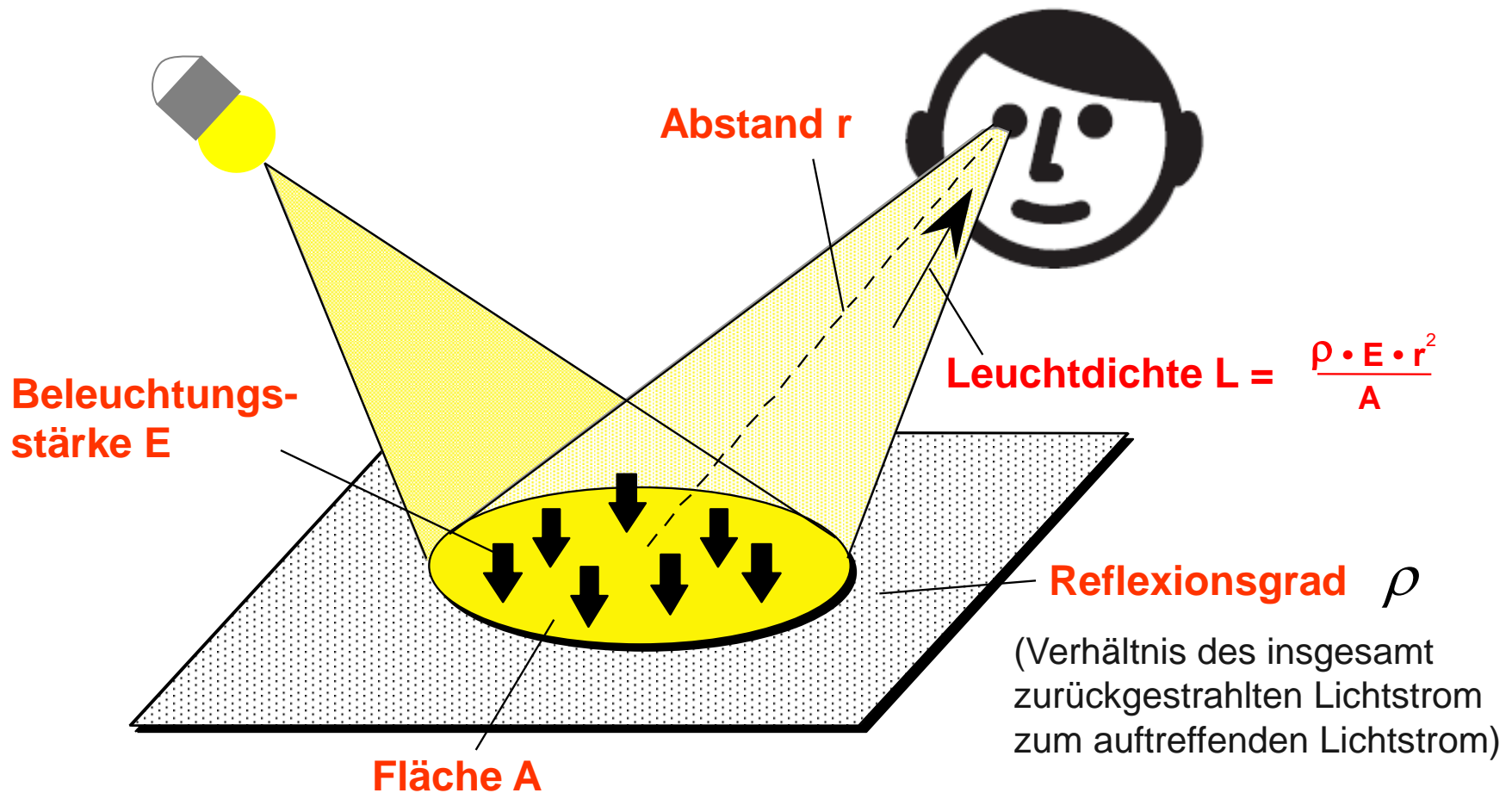


Grenzwerte

Gilt für Tageslärm- ($L_{EX, 8h}$) und Spitzenschalldruckpegel ($L_{pc, peak}$)

	Lärm – Vibrations- Arbeitsschutzverordnung 2007	
Untere Auslösewerte	80 dB (A) 135 dB (C)	<ul style="list-style-type: none"> Gehörschutz zur Verfügung stellen Beschäftigte über Gefahren unterweisen Allgemeine arbeitsmedizinische Beratung Beschäftigten Vorsorgeuntersuchungen anbieten
Obere Auslösewerte	85 dB (A) 137 dB (C)	<ul style="list-style-type: none"> Gehörschutz Tragepflicht Lärmbereichskennzeichnung Zugangsbeschränkung zum Lärmbereich
Expositions- grenzwerte	Entspricht den oberen Auslösewerten	<ul style="list-style-type: none"> Lärmminderungsprogramm Vorsorgeuntersuchungen veranlassen

Lichttechnische Größen



Definition Kontrast

Kontrast ist ein Leuchtdichteunterschied zweier benachbarter Flächen.

Ein Sehobjekt ist nur dann zu erkennen, wenn es einen Mindestkontrast zu seiner Umgebung aufweist.

Der Kontrast kann entweder als Helligkeitskontrast, Farbkontrast oder als kombinierter Kontrast auftreten.

Zu starke Kontraste führen zu Blendung.

ASR – Technische Regeln Arbeitsstätten (Auszug)

	Arbeitsräume, Arbeitsplätze, Tätigkeiten	Mindestwert der Beleuchtungsstärke lx	Mindestwert der Farbwiedergabe Index R_a	Bemerkungen
3.7	Steuerwarten, Kontrollräume, Schaltwarten	500	80	Bei Sehaufgaben außerhalb der Warte muss die Beleuchtungsstärke in der Warte ggf. anpassbar sein $\bar{E}_v \geq 175 \text{ Lux}$
3.8	Farbprüfung, Kontrolle	1 000	90	Farbtemperatur $\geq 4000 \text{ K}$.
3.9	Laboratorien, Messplätze	500	80	$\bar{E}_v \geq 175 \text{ Lux}$
3.10	Küchen	500	80	
3.11	Eingangshallen	200	80	
3.12	Empfangstheke, Schalter, Portiertheke	300	80	
4 Büros				
4.1	Ablegen, Kopieren	300	80	
4.2	Schreiben, Lesen, Datenverarbeitung	500	80	$\bar{E}_v \geq 175 \text{ Lux}$
4.3	Technisches Zeichnen (Handzeichnen)	750	80	
4.4	Archive	200	80	

Anpassung des menschlichen Körpers

Schweißverdunstung

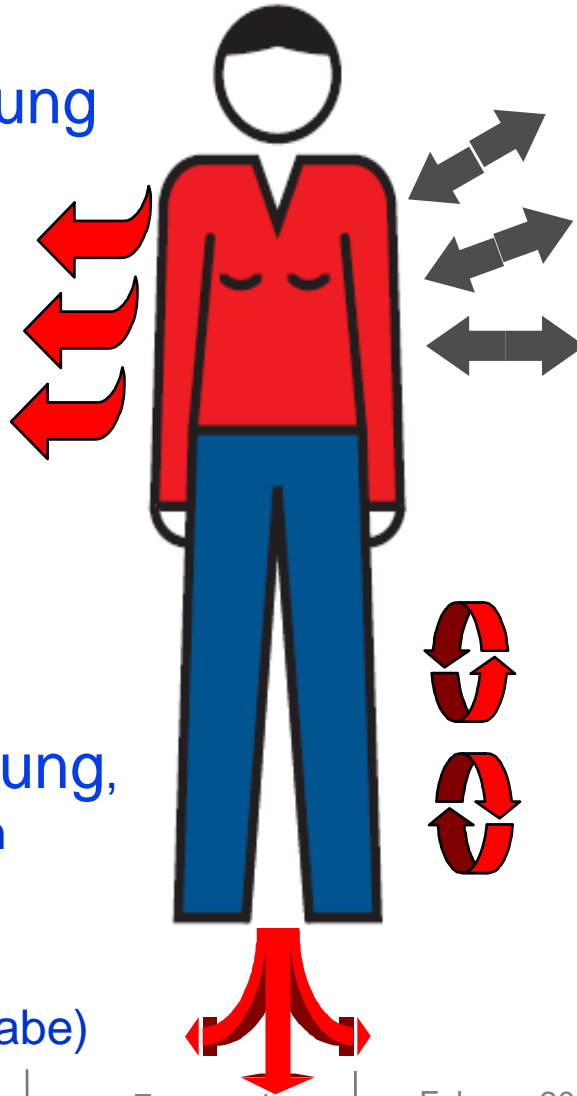
an der Hautoberfläche

(Wasserverdampfung
ca. 60% der
Wärmeabgabe)

Wärmeisolation
durch die Bekleidung

direkte Wärmeleitung,
z.B. von den Fußsohlen
durch die Schuhsohle
an den Fußboden

(ca. 5% der Wärmeabgabe)



Wärmestrahlung

(ca. 20% der Wärmeabgabe)

Wärmeproduktion

durch Stoffwechsel
(Muskelarbeit)

Wärmekonvektion an
die umgebende Raumluft

(ca. 15% der Wärmeabgabe)

ASR 3.5: Raumtemperaturen (Auszug)

Tabelle 1: Mindestwerte der Lufttemperatur in Arbeitsräumen

Überwiegende Körperhaltung	Arbeitsschwere		
	leicht	mittel	schwer
Sitzen	+20 °C	+19 °C	-
Stehen, Gehen	+19 °C	+17 °C	+12 °C

Üblicherweise reichen für die Klassifizierung der Arbeitsschwere die Angaben aus Tabelle 2 aus.

Tabelle 2: Arbeitsschwere

Arbeitsschwere	Beispiele
leicht	leichte Hand-/Armarbeit bei ruhigem Sitzen bzw. Stehen verbunden mit gelegentlichem Gehen
mittel	mittelschwere Hand-/Arm- oder Beinarbeit im Sitzen, Gehen oder Stehen
schwer	schwere Hand-/Arm-, Bein- und Rumpfarbeit im Gehen oder Stehen

Kontakt und Literaturempfehlung

Prof. Dr.-Ing. Martin Schmauder
Professur Arbeitswissenschaft
TU Dresden
01062 Dresden
martin.schmauder@tu-dresden.de
www.tu-dresden.de/mw/tla

ISBN 978-3-446-44139-2

die ergonomie.experten

Ergonomie

15. März 2016

die ergonomie.experten
Netzwerk für Ergonomie

Seite 45

REFA-Fachbuchreihe Arbeitsgestaltung

REFA

Martin Schmauder und Birgit Spanner-Ulmer

Ergonomie

Grundlagen zur Interaktion von Mensch, Technik und Organisation

I. Auflage

