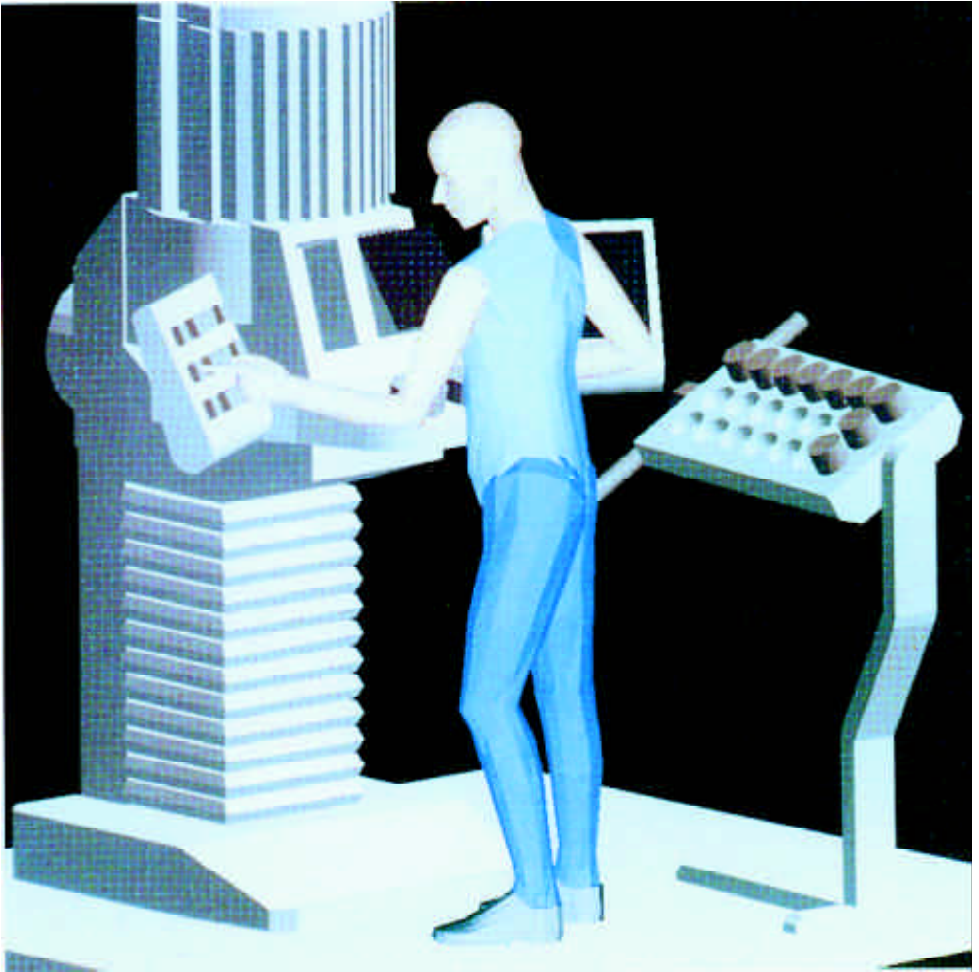


BGI 523

(bisherige ZH1/28)

Mensch
und Arbeitsplatz



Informationsschriften

Sicherheitslehrbriefe für

– Schleifer	BGI 543 (bisherige ZH1/63)
– Metallbau-Montagearbeiten	BGI 544 (bisherige ZH1/91)
– Gabelstaplerfahrer	BGI 545 (bisherige ZH1/92)
– Umgang mit Gefahrstoffen	BGI 546 (bisherige ZH1/93)
– Handwerker	BGI 547 (bisherige ZH1/94)
– Elektrofachkräfte	BGI 548 (bisherige ZH1/95)
– Gießereiarbeiter	BGI 549 (bisherige ZH1/96)
– Fahrzeug-Instandhaltung	BGI 550 (bisherige ZH1/98)
– Presseneinrichter	BGI 551 (bisherige ZH1/99)
– Galvaniseure	BGI 552 (bisherige ZH1/100)
– Lichtbogenschweißer	BGI 553 (bisherige ZH1/101)
– Gasschweißer	BGI 554 (bisherige ZH1/102)
– Kranführer	BGI 555 (bisherige ZH1/103)
– Anschläger	BGI 556 (bisherige ZH1/103 a)
– Lackierer	BGI 557 (bisherige ZH1/103.2)
– Instandhalter	BGI 577 (bisherige ZH1/167)
– Jugendliche	BGI 624 (bisherige ZH1/329)
– Arbeiten an Bildschirmgeräten	BGI 742

Ermittlung der Geräuschimmission

Arbeitshilfe für die Tätigkeit der Betriebsärzte

Sicherheit in Gießereien

Elektromagnetische Felder in Metallbetrieben

Leitern sicher benutzen

Mensch und Arbeitsplatz

Sicherheit durch Unterweisung

Sicherheit und Gesundheitsschutz durch Koordinieren

Sicherheit beim Arbeiten mit Handwerkzeugen

Arbeiten in engen Räumen

Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz

Sicherheit durch Betriebsanweisungen

Arbeiten unter Hitzebelastung

Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Transport- und Lagerarbeiten

Arbeitsschutz will gelernt sein –

Ein Leitfaden für den Sicherheitsbeauftragten

Schadstoffe in der Schweißtechnik

Sicherheit bei der Blechverarbeitung

Sichere Verwendung von Flüssiggas in Metallbetrieben

Hautschutz in Metallbetrieben

Lärm am Arbeitsplatz in der Metall-Industrie

Arbeitsschutz im Handwerksbetrieb

Wolfram-Inertgasschweißen (WIG)

BGI 521 (bisherige ZH1/23)
BGI 523 (bisherige ZH1/28)
BGI 527 (bisherige ZH1/46)
BGI 528 (bisherige ZH1/49)
BGI 533 (bisherige ZH1/71)
BGI 534 (bisherige ZH1/78)
BGI 560 (bisherige ZH1/112)
BGI 578 (bisherige ZH1/172)
BGI 579 (bisherige ZH1/174)
BGI 582 (bisherige ZH1/185)
BGI 587 (bisherige ZH1/193)
BGI 593 (bisherige ZH1/223)
BGI 604 (bisherige ZH1/261)
BGI 645 (bisherige ZH1/388)
BGI 658 (bisherige ZH1/467)
BGI 688 (bisherige ZH1/581)
BGI 741
BGI 746 (bisherige ZH 1/522)

Mensch und Arbeitsplatz

*Verantwortlich für
den Inhalt:*



Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
1 Vorwort	5	18 Beleuchtung und Sehen	42
2 Ergonomie	6	19 Güte der Beleuchtung	44
3 Belastung - Beanspruchung	8	20 Farbgebung und Arbeitsraum	50
4 Bewertung der menschlichen Arbeit	10	21 Beleuchtung und Alter	52
5 Körpermaße	12	22 Warn- und Sicherheitsfarben	54
6 Verwendung der Körpermaße	14	23 Stellteile	56
7 Wirkraum	16	24 Gestaltungsrichtlinien für Stellteile	58
8 Greifraum	18	25 Anzeigegeräte	60
9 Schutzeinrichtungen	20	26 Gestaltungsrichtlinien für Anzeigegeräte	62
10 Sicherheitsabstände	22	27 Lärm	64
11 Richtig sitzen	26	28 Mechanische Schwingungen	68
12 Körperkräfte	30	29 Gefahrstoffe	72
13 Handhaben von Lasten	32	30 Aus den Regelwerken	74
14 Klima	34	31 Hinweise für alle, die es genauer wissen müssen	76
15 Behaglichkeit	36	32 Quellenverzeichnis	79
16 Klimasummenmaß	38		
17 Licht und Sehen	40		

Ziel menschengerechter Arbeitsgestaltung ist **der individuelle Gesundheitsschutz**, das Vermeiden von arbeitsbedingten Erkrankungen, Verletzungen, Über- und Unterforderungen.

Auf diesem Gebiet sind die gewerblichen Berufsgenossenschaften seit Jahrzehnten wirkungsvoll tätig.



Die Berufsgenossenschaften sorgen mit allen geeigneten Mitteln für die Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren, insbesondere durch:

Erlassen von Unfallverhütungsvorschriften, Überwachen und Beraten der Betriebe, Untersuchen gefährdeter Arbeitnehmer, Begutachten von Konstruktionen und Produkten.

Aufgabe der Ergonomie

Aufgabe ergonomischer Gestaltung ist die Anpassung der Arbeit an die Fähigkeiten und Eigenschaften des Menschen durch Gestaltung von

- Arbeitsplatz, Arbeitsraum,
- Arbeitsmittel, Maschine, Werkzeug,
- Arbeitsumgebung, Klima, Beleuchtung, Lärm, Gefahrstoffe,
- Arbeitsorganisation, Arbeitsaufgabe, Arbeitsablauf,
- Arbeitsergebnis, Erzeugnis, Werkstück, Software

und die Anpassung des Menschen an die Arbeit durch

- Auswahl von Personen mit Fähigkeiten und Eigenschaften entsprechend der Anforderung,
- Ausbildung,
- Gewöhnung, z. B. an die Klimaverhältnisse.

Ziel der Anpassung

Der Mensch soll weder überfordert noch unterfordert werden.

Das beste Arbeitsergebnis nach Menge und Güte soll erreicht werden.

Die Gestaltung der Arbeit nach arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen ist in DIN 33400 ff. und in harmonisierten europäischen Normen, z. B. DIN ENV 26 385, beschrieben.

Bild 2-1: Ergonomisch gestalteter Arbeitsplatz



3

Belastung – Beanspruchung

Bei der Verrichtung seiner Arbeit ist der Mensch

- | körperlichen **Belastungen** (Muskeln, Kreislauf, Skelett),
- | psychischen **Belastungen** (geistigen, seelischen nervlichen) und
- | Umgebungs-**Belastungen** (Strahlung, Schwingung, Lärm, Klima, Gefahrstoffe)

ausgesetzt.

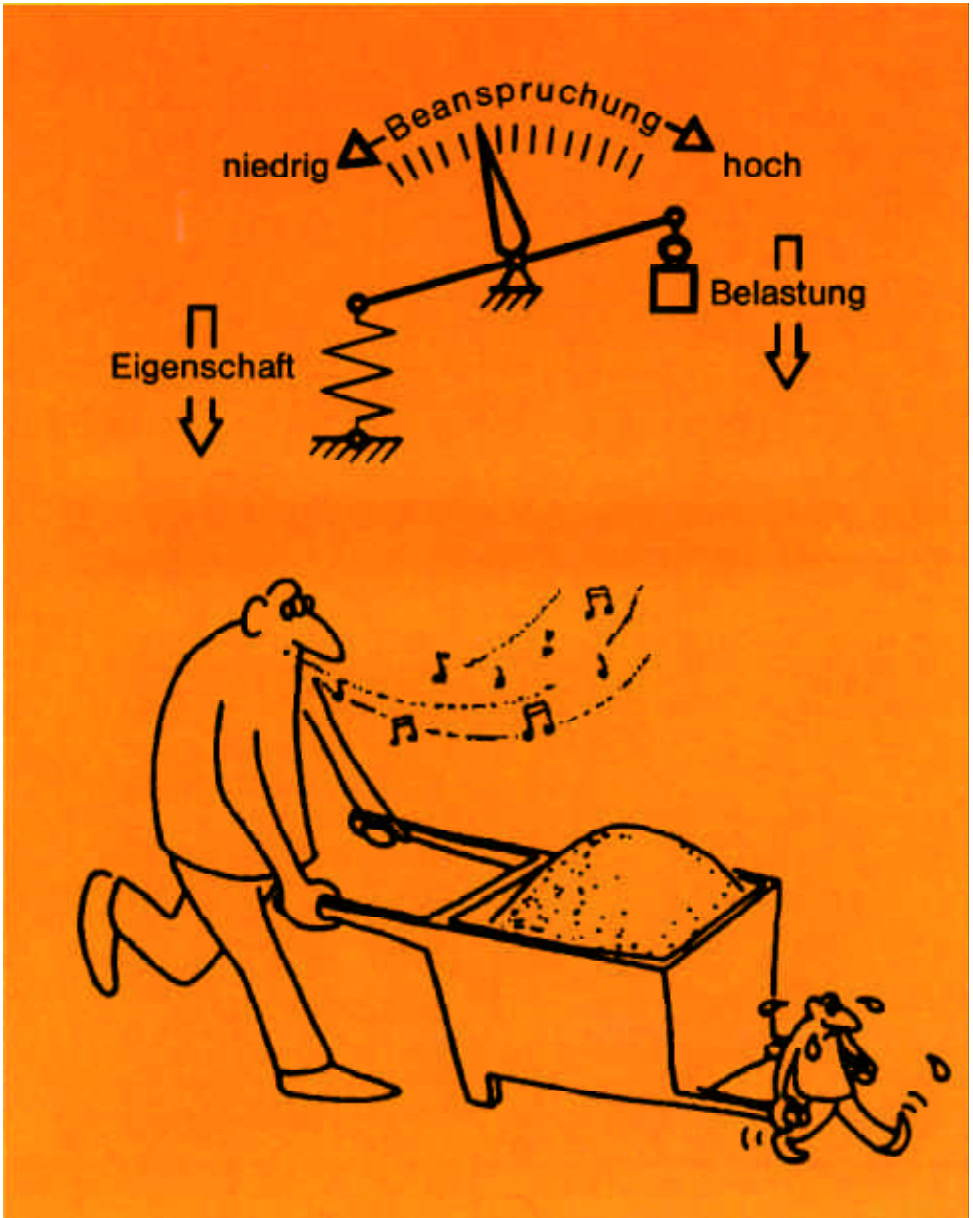
Die Folge der Belastungen wird z. B. als Schmerz, Erhöhung der Pulsfrequenz, Änderung der Empfindlichkeit der Sinnesorgane erlebt und mit **Beanspruchung** bezeichnet.

Die Beanspruchung ist abhängig von folgenden Faktoren:

- Höhe der Belastung,
- Dauer der Belastung,
- Eigenschaften und Fähigkeiten des Menschen,
- Übungs- und Trainingszustand,
- momentane Verfassung,
- Leistungsbereitschaft.

Gleiche Belastungen haben bei Menschen mit unterschiedlichen Eigenschaften auch unterschiedliche Beanspruchungen zur Folge.

Bild 3-1: Mechanisches Modell zur Beschreibung der Beziehung zwischen Belastung und Beanspruchung (Quellenangabe siehe S. 79)



4

Bewertung der menschlichen Arbeit

Zur Beurteilung, ob

- eine Arbeit „menschengerecht“ gestaltet ist,
- „gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse“ berücksichtigt sind,

können folgende vier Bewertungsebenen verwendet werden. Erst nach positiver Bewertung der 1. Ebene sind die folgenden der Reihenfolge nach für die Beurteilung heranzuziehen.

1. Ebene: Ausführbarkeit

Es ist zu beurteilen, ob die Ausführung der Arbeit überhaupt möglich ist.

Sind z. B. die

- Körpermaße berücksichtigt? (Stellteile ohne Hilfsmittel erreichbar?)
- Körperkräfte ausreichend? (Kräfte am Stellteil größer als die maximale Muskelkraft?)

Zur Beantwortung dieser Fragen sind Methoden der Ergonomie und der Arbeitsmedizin anwendbar, z. B. Normen über Körpermaße und Körperkräfte.

2. Ebene: Erträglichkeit

Es ist zu beurteilen, ob die Arbeit bei täglicher Wiederholung über ein Arbeitsleben ohne Gesundheitsschädigung möglich ist. Z. B.

- Ist die Belastung durch Lärm sicher unterhalb der schädigenden Grenze?

- Ist die Höhe der körperlichen Belastung ohne Schädigung zu ertragen?

Zur Beantwortung dieser Fragen sind Methoden der Ergonomie und der Arbeitsmedizin anwendbar.

3. Ebene: Zumutbarkeit

Es ist zu beurteilen, ob die Arbeit von den Betroffenen als zumutbar empfunden wird.

Die Beantwortung dieser Frage ist mit empirischen Methoden der Sozialwissenschaften – nicht mit Methoden der Ergonomie und Arbeitsmedizin – möglich.

4. Ebene: Zufriedenheit

Es ist zu beurteilen, ob die Betroffenen mit der Arbeit zufrieden sind. Z. B.

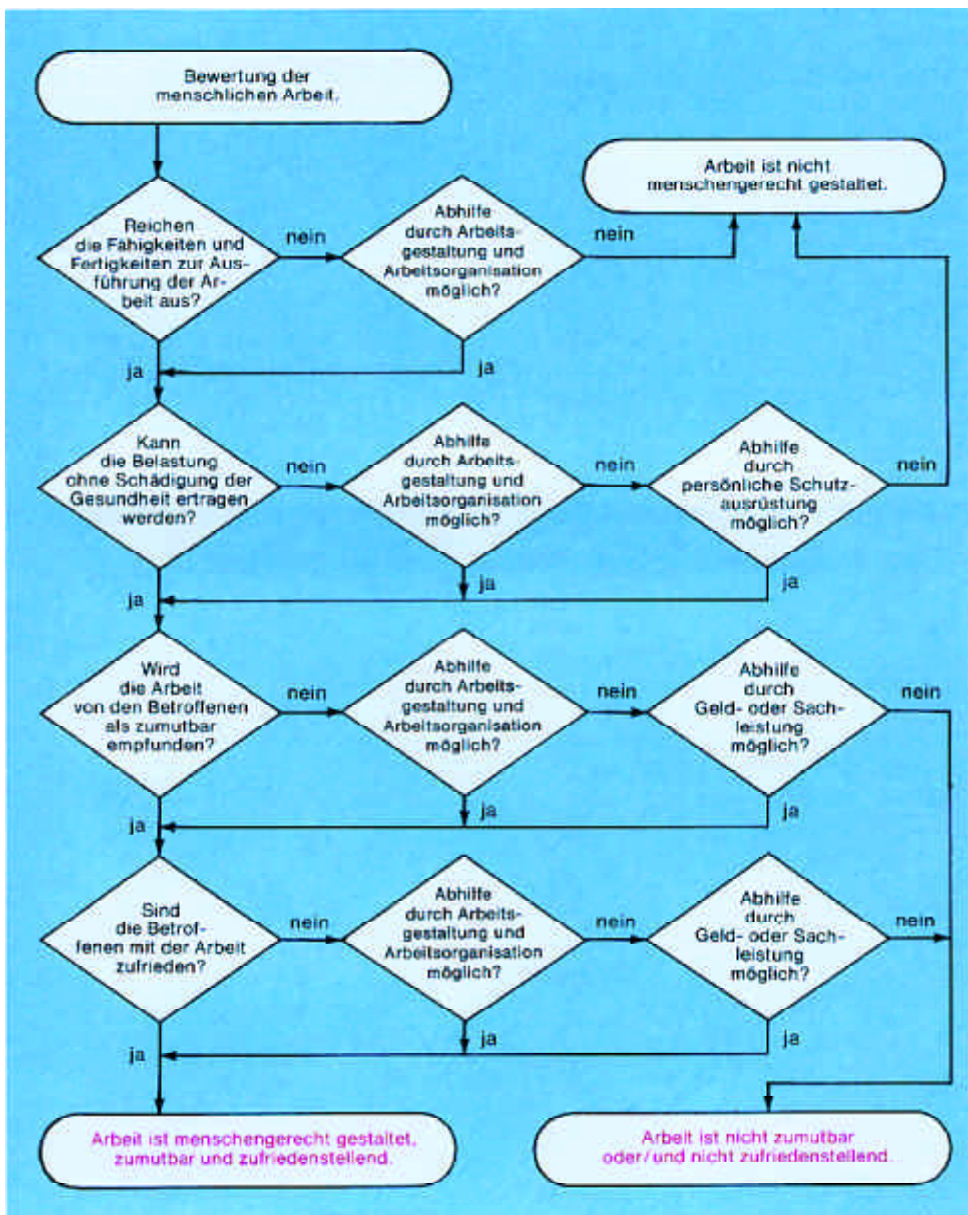
- Sind die Betroffenen mit taktgebundener Arbeit zufrieden?

Die Beantwortung dieser Frage ist nur mit Methoden der Psychologie und der Soziologie – nicht mit Methoden der Ergonomie – möglich.

Für die Gestaltung menschlicher Arbeit ergeben sich folgende Forderungen.

- Arbeit muss ausführbar und erträglich sein,
- Arbeit sollte zumutbar und zufriedenstellend sein.

Bild 4-1: Schema zur Bewertung der menschlichen Arbeit



Für die räumliche Gestaltung von Arbeitsplätzen und Betriebsmitteln müssen die Körpermaße bekannt sein und berücksichtigt werden.

Die Körpermaße sind durch repräsentative Stichproben der Gesamtbevölkerung der Bundesrepublik Deutschland ermittelt worden.

Sie sind in DIN 33402 „Körpermaße des Menschen“ zusammengestellt. Der untere Wert gibt das 5. Perzentil an: 5 Prozent aller ermittelten Körpergrößen sind kleiner als der angegebene Wert. Der obere Wert gibt das 95. Perzentil an: 95 Prozent aller ermittelten Werte sind kleiner als der angegebene Wert. Die angegebenen Zahlenwerte umfassen 90 Prozent aller ermittelten Körpermaße um den Mittelwert für Personen zwischen 16 und 60 Jahren, d. h. der arbeitenden Bevölkerung.

Körpermaße für andere Altersstufen sind ebenfalls in DIN 33402 „Körpermaße des Menschen“ zusammengestellt.

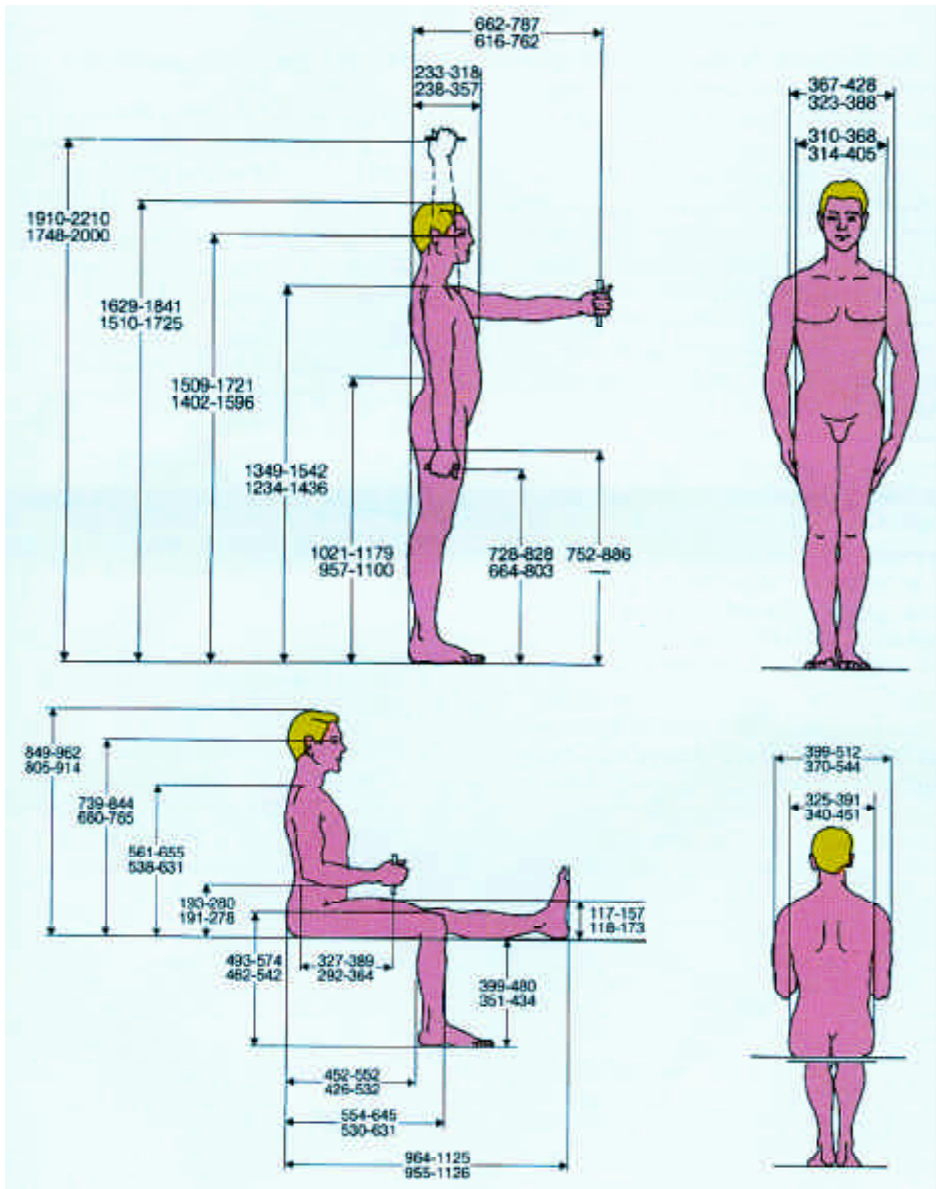
Die Körpermaße des Menschen sind nicht als feststehende Größen zu verwenden. Die Beweglichkeit des Körpers und seiner Gliedmaßen ist bei der Ermittlung der Werte nicht berücksichtigt worden.

Alle Maße gelten für den unbedeckten Menschen.

Für Arbeits- und Schutzkleidung sind entsprechende Zuschläge erforderlich.

Körpermaße des Menschen können auch dem „Internationalen Anthropometrieatlas“ der Internationalen Arbeitsorganisation ILO aus dem Jahre 1989 (Teil: Nordeuropäer) entnommen werden.

Bild 5-1: Körpermaße des Menschen nach DIN 33402 Teil 2
 obere Zeile: 5. bis 95. Perzentil Männer von 16 – 60 Jahren
 untere Zeile: 5. bis 95. Perzentil Frauen von 16 – 60 Jahren



Bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen, Maschinen und Werkzeugen nach ergonomischen Gesichtspunkten sind Körpergrößenbereiche und nicht konkrete Körpermaße einer einzelnen Person zu verwenden.

Anzustreben ist ein Bereich der Körperhöhe von 1510 bis 1841 mm (5. Perzentil Frau bis 95. Perzentil Mann).

Damit werden 95 Prozent der erwachsenen Bevölkerung erfasst, wenn Männer und Frauen in gleicher Häufigkeit vorhanden sind. Häufig sind die genannten Größenbereiche nur durch Verstellmechanismen erreichbar. Werden kleinere Größenbereiche vorgegeben, ist auch nur ein kleinerer Verstellbereich notwendig.

Ein praktisches Verfahren zur Berücksichtigung der Körpermaße ist die Verwendung von Schablonen der menschlichen Gestalt bei der zeichnerischen Gestaltung der Arbeitsplätze. Bekannt sind z. B. die Körperumriss-Schablonen nach Bosch/Jenik oder nach DIN 33408 „Körperumriss-Schablonen für Sitzplätze“. Diese Schablonen sind große Vereinfachungen, z. B. im Maßstab 1:10, die für den angegebenen Zweck gut verwendbar sind.

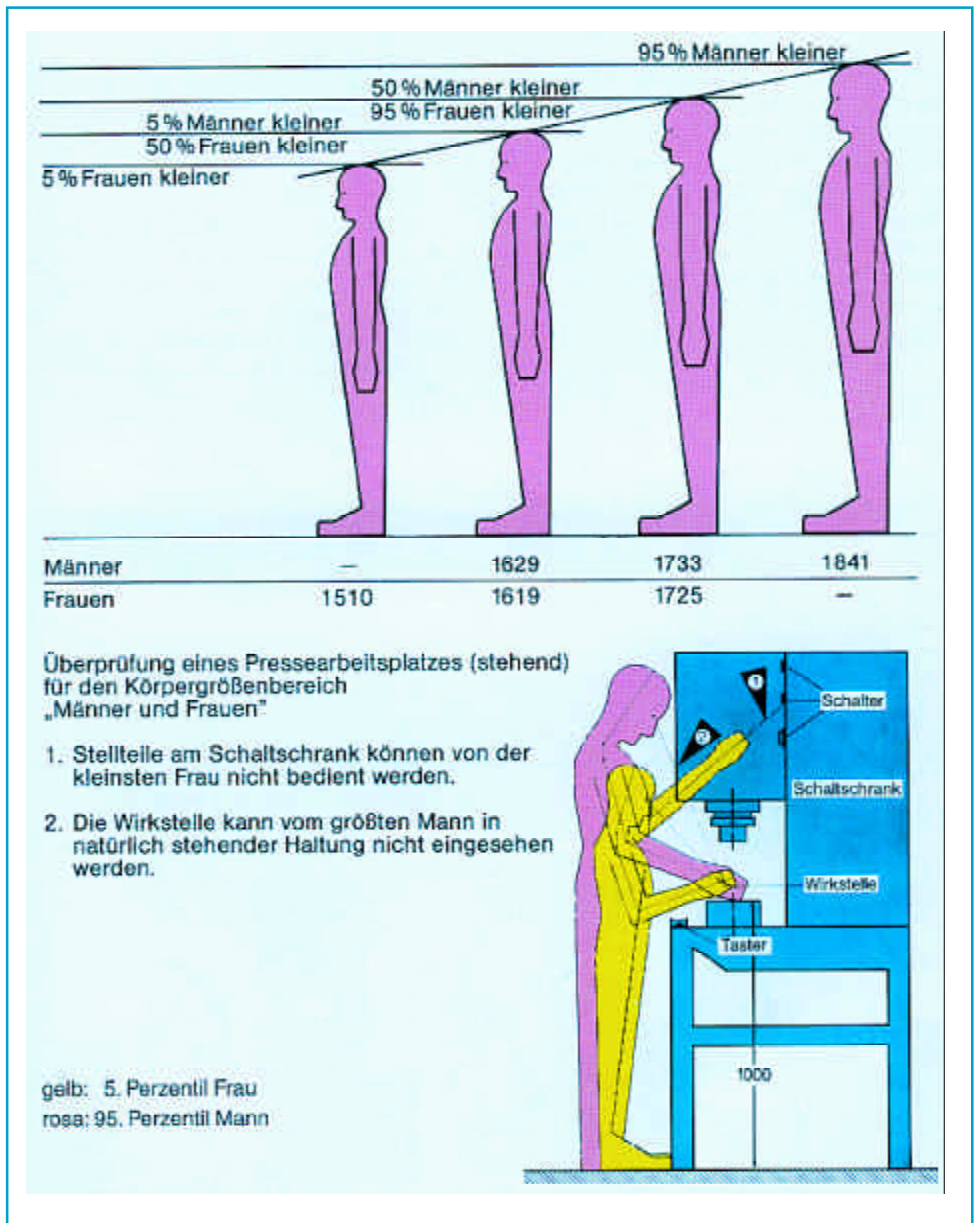
Wesentliche Vereinfachungen sind:

- Der Umriss der menschlichen Gestalt besteht nur aus Geraden und Kreisbögen und schließt Arbeitskleidung und Schuhwerk ein.
- Von der Körperhöhe sind die Körpermaße, z. B. Arm- und Beinlängen, und die Körperumrisse abgeleitet.
- Die Gelenke werden vereinfacht durch Drehpunkte dargestellt. Weitere anatomische Bewegungsmöglichkeiten wie z. B. des Hüft- oder Schultergelenkes sind nicht berücksichtigt.

Bei der Benutzung der Schablonen sind die Regeln des technischen Zeichnens und der Projektionslehre anzuwenden. Mit diesen Schablonen kann

- der Konstrukteur den Menschen mit seinen Körpermaßen in den Arbeitsplatz „hineinkonstruieren“,
- der Anwender überprüfen, ob sowohl „kleinste“ (1510 mm Körperhöhe) als auch „größte“ (1841 mm Körperhöhe) Personen an dem Arbeitsplatz tätig sein bzw. Maschinen und Werkzeuge benutzen können.

Bild 6-1: Anwendung der Körperumriss-Schablonen nach Bosch/Jenik zur Überprüfung der räumlichen Gestaltung des Arbeitsplatzes



7

Wirkraum

Der Wirkraum ist der Mindestbewegungsraum des Menschen und seiner Gliedmaßen bei der jeweiligen Tätigkeit. Dieser Raumbedarf, der von der auszuführenden Tätigkeit und den Körpermaßen abhängig ist, muss dem Menschen angepasst sein. Dadurch werden gesundheitsgefährdende oder ermüdende Körperhaltungen vermieden.

Damit Arbeiten ohne Behinderung ausführbar sind, sollten die angegebenen Richtmaße mindestens eingehalten werden.

Diese Maße sind Richtwerte für bestimmte Körperhaltungen und Körperstellungen. Sie können zur Gestaltung und zeichnerischen Planung der Arbeitsplätze herangezogen werden. Im Einzelfall sollten die DIN 33402 „Körpermaße des Menschen“ bzw. die Körperumriss-Schablonen verwendet werden.

Bild 7-1: Richtmaße für den Raumbedarf (Maße sind nur Anhaltswerte)

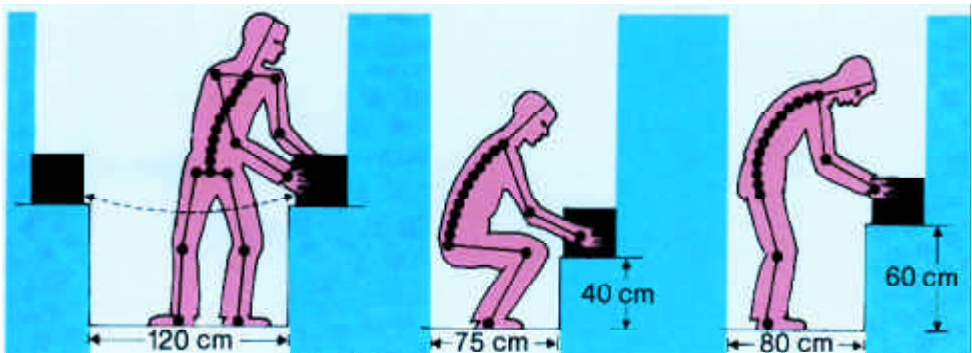
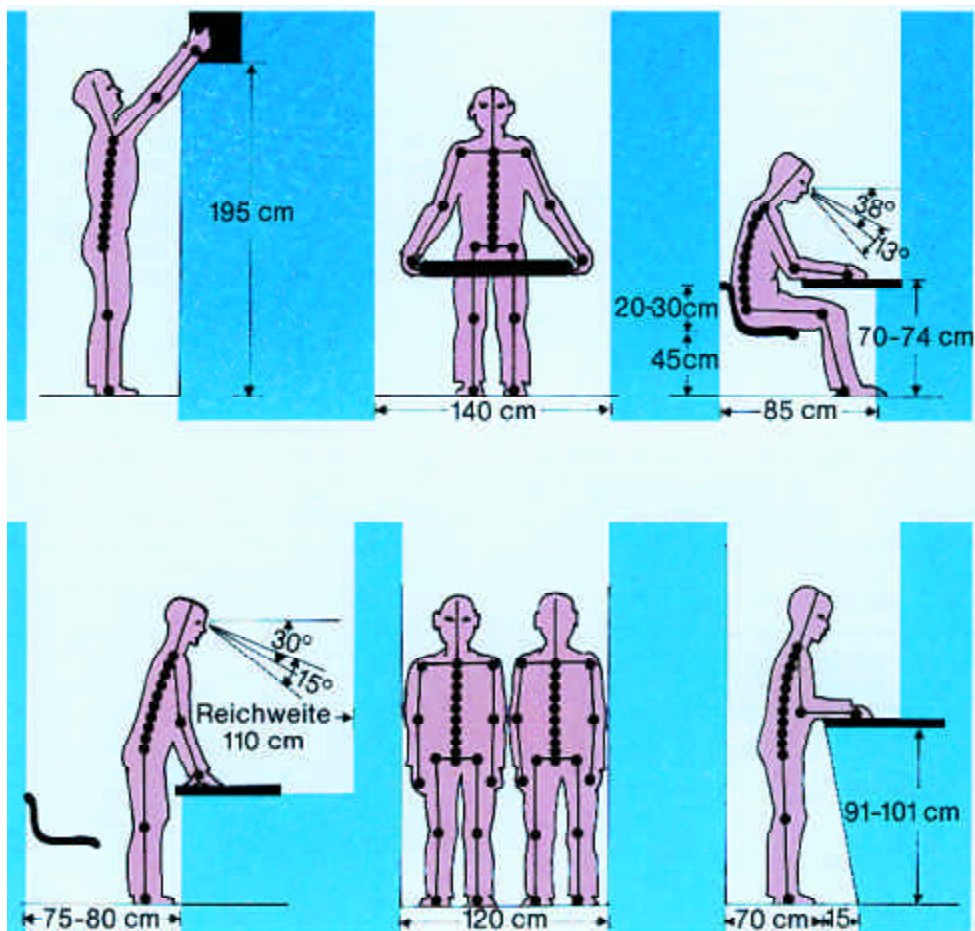


Bild 7-2: Richtmaße für den Raumbedarf (Maße sind nur Anhaltswerte)





Der Umfang des Raumes, in dem der Mensch greifen kann, ist abhängig von der Größe der Gliedmaßen, ihren Bewegungsmöglichkeiten sowie Körperhaltung und Körperstellung.

Die Beweglichkeit der Gliedmaßen im Greifraum ist verschieden.

Verschiedene Stellungen der Gelenke engen die Beweglichkeit ein. Harmonische Bewegungsabläufe sind nur in bestimmten Bewegungsräumen und -richtungen möglich.

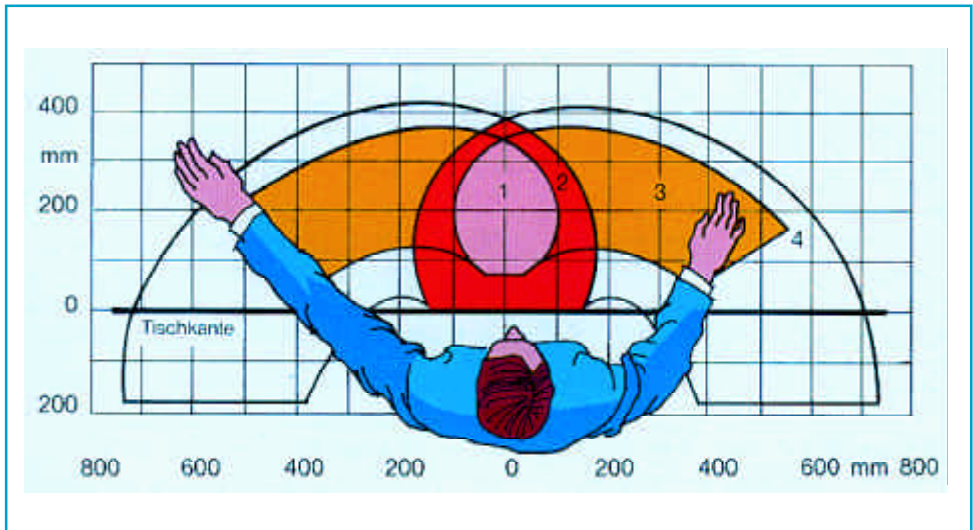
Stellteile, Werkzeuge und Werkstücke, die häufig und bewegungsintensiv zu handhaben sind, sollten in Zone 1 oder 2 angeordnet sein.

Die angegebenen Werte sind Mittelwerte. Ein Streubereich entsprechend den Körpermaßen (siehe Seite 13) ist zu berücksichtigen.

Bei der Gestaltung der Arbeitsplätze ist zu beachten:

- Bewegungen, bei denen der Arbeitende aus dem Gleichgewicht kommt, z. B. weites Reichen, sind zu vermeiden.
- Die Muskelkräfte und die Genauigkeit der Bewegungen sind an der Grenze der Zonen 1 und 2 eingeschränkt.
- Für kleine, genaue Bewegungen, die mit den Augen kontrolliert werden müssen, sollte Zone 1 bevorzugt werden, damit zusätzliche Blickverschiebungen vermieden werden.
- Bei der Montage von Kleinteilen haben sich spezielle Greifbehälter in Zone 3 oder 4 bewährt.

Bild 8-1: Maße des Greifraumes in normaler Arbeitshöhe



Zone 1 Arbeitsraum:

Beide Hände arbeiten nahe beieinander, Montageart, Ort für Aufnahmevorrichtung.

Zone 2 erweitertes Arbeitszentrum:

Beide Hände erreichen alle Punkte dieser Zone.

Zone 3 Einhandzone:

Zone zum Lagern von Teilen und Werkzeugen, die mit einer Hand oft gegriffen werden.

Zone 4 erweiterte Einhandzone:

Äußerste, noch nutzbare Zone, beispielsweise für Greifbehälter.

Soweit Gefahrstellen und Gefahrquellen nicht durch

- sicherheitsgerechtes Gestalten,
 - Begrenzung der wirksamen Energie,
 - andere konstruktive Maßnahmen
- vermeidbar sind, müssen Schutzeinrichtungen zur Sicherung von Personen vorhanden sein.

Gefahrstellen sind

- Quetschstellen,
z. B. Schraubstock, Spannvorrichtung,
- Scherstellen,
z. B. Stanzwerkzeug, Speichenrad,
- Schneid- und Stichstellen,
z. B. Blechschere, Nähmaschine,
- Stoßstellen,
z. B. pendelnde Last,
- Fangstellen,
z. B. umlaufende Wellen mit vorstehenden Teilen, Bohrer,
- Einzugs- und Auflaufstellen,
z. B. gegeneinanderlaufende Walzen, Zahn- und Kettentriebe.

Gefahrquellen sind Stellen, von denen

- Teile des Arbeitsmittels,
 - Werkzeuge oder seine Teile,
 - Werkstücke oder seine Teile,
 - Abfälle
- unkontrolliert herabfallen, herumschlagen, wegfliegen und daher Personen verletzen können.

Schutzeinrichtungen können ausgeführt sein als:

- I Trennende Schutzeinrichtungen, z. B.
 - Verkleidungen,
 - Verdeckungen,
 - Umwehrungen,
 - Umzäunungen.

- I Ortsbindende Schutzeinrichtungen, z. B.
 - Zweihandschaltungen,
 - Schaltplatten bzw. -matten mit Personenbindung,
 - Befehlseinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung,
 - Zustimmungsschalteinrichtungen bei Mehrpersonenbetätigung.

- I Abweisende Schutzeinrichtungen, z. B.
 - Handabweiser.

- I Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion, z. B.
 - Lichtschranken,
 - Lichtvorhänge,
 - zwangsläufig wirkende Schaltleisten,
 - zwangsläufig wirkende Schaltleinen.

Zur Sicherung von Personen und deren Körperteilen muss an Gefahrstellen ein festgelegter Sicherheitsabstand eingehalten werden.

Bild 9-1: Mindestabstände bei Quetschgefahr

Eine Gefährdung durch Quetschen besteht, wenn sich ein bewegtes Teil auf ein festes oder anderes bewegtes Teil zubewegt.



Mindestabstand zwischen Wagen
und Torkante $\geq 0,5$ m

Mindestabstand zwischen Werkzeug
und Abschirmung
 ≥ 120 mm, wenn Öffnungsweite e
 > 12 mm und ≤ 20 mm (siehe Bild 10-4)

Eine Quetschstelle wird nach DIN EN 294 / 349 / 811 für die angegebenen Körperteile nicht als Gefahrstelle angesehen, wenn folgende Abstände nicht unterschritten werden:

Körperteil – Mindestabstand							
Körper	Kopf	Bein	Fuß	Zehen	Arm	Faust/Hand/ Handgelenk	Finger
≥ 500 mm	≥ 300 mm	≥ 180 mm	≥ 120 mm	≥ 50 mm	≥ 120 mm	≥ 100 mm	≥ 25 mm

10

Sicherheitsabstände

Technische Erzeugnisse müssen nach DIN EN 294 gestaltet sein.

Die Abstände der Schutzeinrichtungen (schützende Konstruktion) von der Gefahrstelle sind in den folgenden Tabellen angegeben. Durch eine Risikobewertung nach DIN EN 292-1 bzw. DIN EN 1050 ist festzulegen, ob der größere oder kleinere Abstand anzuwenden ist. Dabei sind die Eintrittswahrscheinlichkeit und die voraussichtliche Schwere einer Verletzung zu berücksichtigen. Ein geringes Risiko besteht z. B. bei einer Gefährdung durch Reibung oder Abrieb, ein hohes Risiko z. B. bei einer Gefährdung durch Aufwickeln.

Die Schutzeinrichtungen müssen so ausgebildet sein und angeordnet werden, dass die Sicherheitsabstände nicht verändert werden. Bei der Festlegung der Sicherheitsabstände ist davon ausgegangen worden, dass keine Hilfsmittel zum Erreichen der Gefahrstelle verwendet werden. Durch Hilfsmittel wie Kisten, Stühle oder Leitern sind die Sicherheitsabstände veränderbar.

Bild 10-1: Sicherheitsabstände beim Hinaufreichen in mm nach DIN EN 294

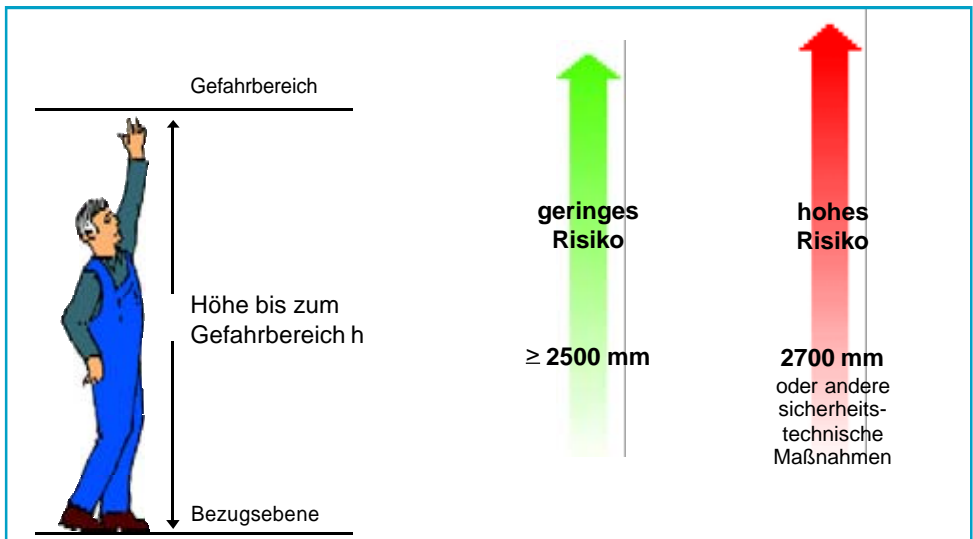
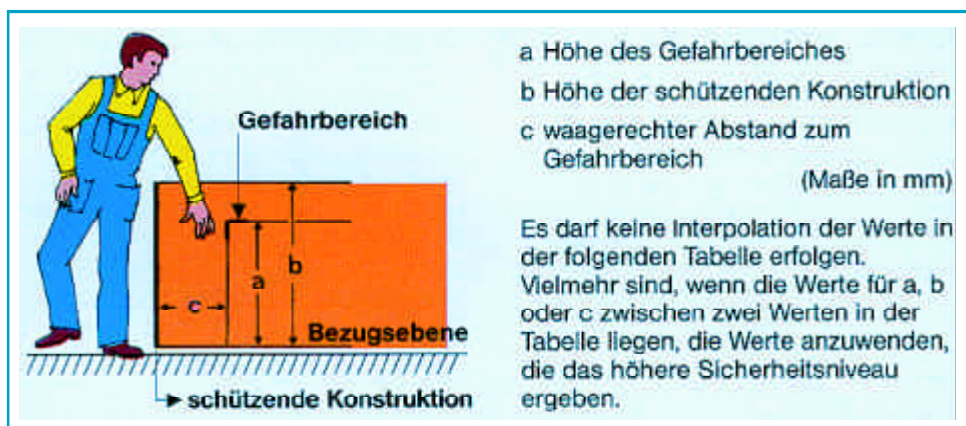


Bild 10-2: Sicherheitsabstände beim Hinüberreichen in mm nach DIN EN 294



Höhe des Gefahrenbereiches a ²⁾	Höhe der schützenden Konstruktion b ¹⁾								
	1000	1200	1400 ³⁾	1600	1800 ⁴⁾	2000	2200	2400	2600
Horizontaler Abstand zum Gefahrenbereich c ⁴⁾									
2600	—	—	700	600	600	500	400	300	100
2400	100 1100	100 1000	100 900	100 800	100 700	100 600	100 400	100 300	— 100
2200	600 1300	600 1200	500 1000	500 900	400 800	350 600	250 400	— 300	—
2000	1100 1400	900 1300	700 1100	600 900	500 800	350 600	— 400	—	—
1800	1100 1500	1000 1400	900 1100	900 900	600 800	— 600	—	—	—
1600	1300 1500	1000 1400	900 1100	900 900	500 800	— 500	—	—	—
1400	1300 1500	1000 1400	900 1100	800 900	100 800	—	—	—	—
1200	1400 1500	1000 1400	900 1100	500 900	— 700	—	—	—	—
1000	1400 1500	1000 1400	900 1000	300 800	—	—	—	—	—
800	1300 1500	900 1300	600 900	— 600	—	—	—	—	—
600	1200 1400	500 1300	— 800	—	—	—	—	—	—
400	1200 1400	300 1200	— 400	—	—	—	—	—	—
200	1100 1200	200 900	—	—	—	—	—	—	—
0	1100 1100	200 500	—	—	—	—	—	—	—

¹⁾ Schützende Konstruktionen mit einer Höhe unter 1000 mm sind nicht enthalten, da sie die Bewegung nicht zufriedenstellend einschränken.
²⁾ Für Gefahrenbereiche über 2500 bzw. 2700 mm siehe Sicherheitsabstände gegen Hinüberreichen.
³⁾ Schützende Konstruktionen niedriger als 1400 mm sollten bei hohem Risiko nicht ohne zusätzliche sicherheitstechnische Maßnahmen benutzt werden.
⁴⁾ Der obere Wert gilt bei geringem Risiko.
 Der untere Wert gilt bei hohem Risiko oder es müssen andere sicherheitstechnische Maßnahmen angewendet werden.

Der Sicherheitsabstand zu einer Gefahrstelle entspricht der Reichweite eines Körperteiles zuzüglich eines Sicherheitszuschlages. Die Reichweiten von Körperteilen sind durch Messung bekannt (siehe Seiten 12 und 13).

Der Sicherheitsabstand wird von Verkehrswegen gemessen und von Stellen, die zum betriebsmäßigen Betätigen und Instandhalten (Warten, Pflegen, Inspizieren, Instandsetzen) technischer Erzeugnisse erreichbar sind.

Der Sicherheitsabstand frei schwenkender Körperteile um beliebige Kanten wird vom Bewegungsradius der Körperteile bestimmt. Die auf Seite 25 angegebenen Sicherheitsabstände müssen mindestens eingehalten werden, wenn diese Körperteile die Gefahrstelle nicht erreichen dürfen. Wenn Schutzvorrichtungen mit Öffnungen verwendet werden, sind die Sicherheitsabstände abhängig davon, wie weit Körperteile hinein- oder hindurchreichen können. Die Abhängigkeit dieses Sicherheitsabstandes von der Öffnungsweite ist entsprechend DIN EN 294 auf Seite 25 angegeben.

Bild 10-3: Sicherheitsabstände beim Herumreichen in mm nach DIN EN 294 für Personen ab 14 Jahre

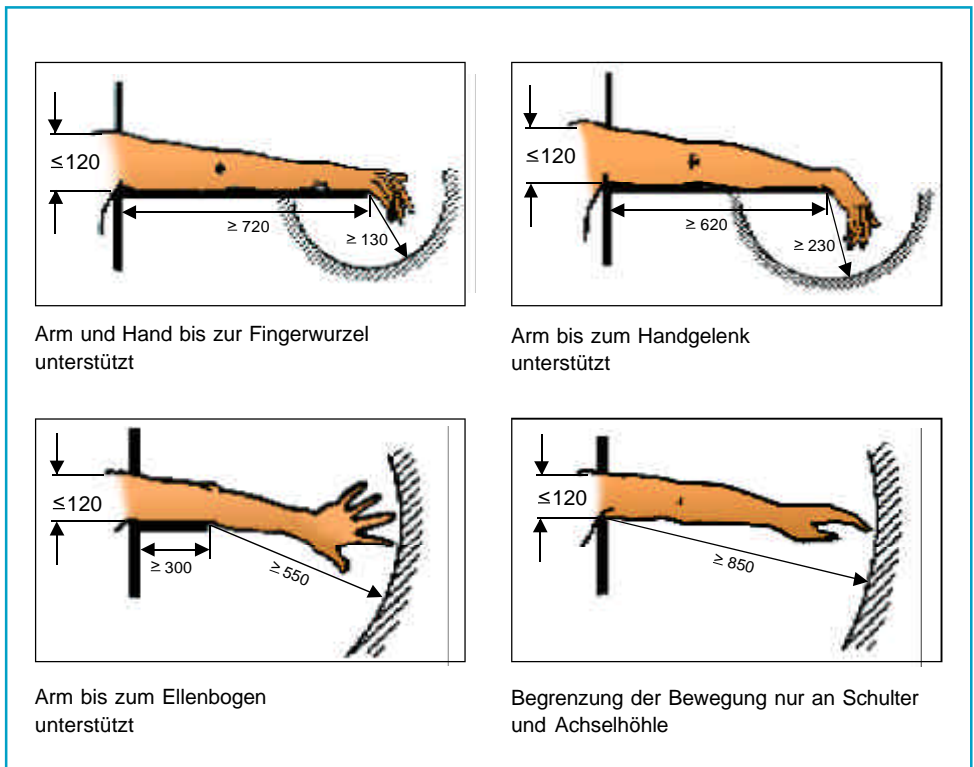


Bild 10-4: Sicherheitsabstände gegen Hindurchreichen durch regelmäßige Öffnungen für Personen ab 14 Jahre (nach DIN EN 294)

Körperteil	Bild	Öffnung ²⁾	Sicherheitsabstand s_r		
			Schlitz	Quadrat	Kreis
Fingerspitze		$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
Finger bis Fingerwurzel oder Hand		$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
		$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
		$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
		$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
		$20 < e \leq 30$	≥ 850 1)	≥ 120	≥ 120
Arm bis Schultergelenk		$30 < e \leq 40$	≥ 850	≥ 200	≥ 120
		$40 < e \leq 120$	≥ 850	≥ 850	≥ 850

1) Wenn die Länge einer schlitzförmigen Öffnung ≤ 65 mm ist, wirkt der Daumen als Begrenzung, und der Sicherheitsabstand kann auf 200 mm reduziert werden.

2) Die Abmessungen der Öffnungen e entsprechen der Seite einer quadratischen, dem Durchmesser einer kreisförmigen und der kleinsten Abmessung einer schlitzförmigen Öffnung.

Für Öffnungen > 120 mm müssen die Sicherheitsabstände gegen Hinüberreichen über schützende Konstruktionen angewendet werden. (Maße in mm)

Statisches Sitzen kann zu einer Dauerbelastung der Wirbelsäule führen. Besser ist sog. dynamisches Sitzen, d. h. wechselnde Sitzhaltung. Tätigkeiten, die gantztätig im Sitzen ausgeführt werden, sind aus ergonomischer Sicht zu vermeiden. Anzustreben sind vielmehr Tätigkeiten, bei denen die Körperhaltung – Sitzen, Stehen und Gehen – wechselt.

Bild 11-1: Arbeitsstuhl; Erläuterung des Standsicherheitsmaßes



Arbeitsstuhl

Für alle Arbeiten, die ganz oder teilweise im Sitzen verrichtet werden können, müssen entsprechend der Arbeitsstättenverordnung besondere Sitzgelegenheiten vorhanden sein. Hierfür sind Arbeitsstühle nach DIN 68877 geeignet. Das sind höhenverstellbare Sitzmöbel mit drehbarem Unterteil, deren Konstruktion verschiedene Tätigkeiten in unterschiedlicher Sitzhöhe ermöglicht.

Zur Verhütung von Unfällen müssen Arbeitsstühle gegen Kippen gesichert sein.

Der Widerstand gegen Kippen ist abhängig vom Abstand zwischen Drehachse des Stuhles und Kippkante.

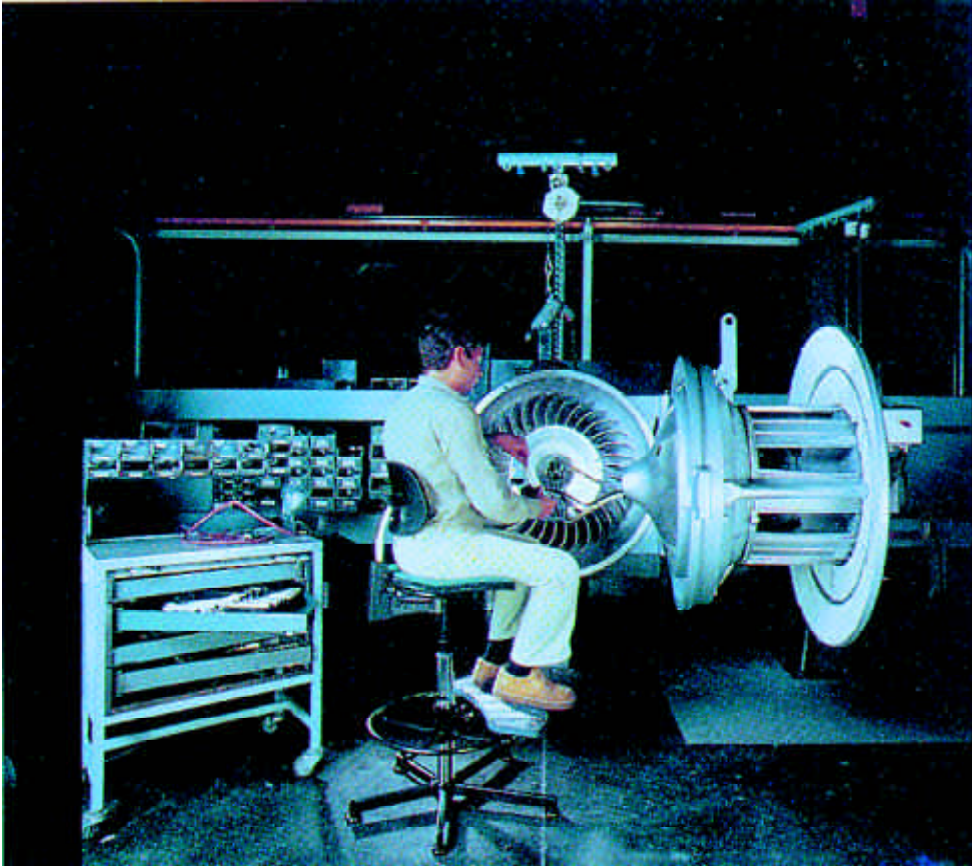
Dieser Abstand wird als Standsicherheitsmaß bezeichnet und in mm angegeben.

Die Kippkante wird durch die Verbindungslinie zweier benachbarter Rollen oder Gleiter des Arbeitsstuhles gebildet.

Das Standsicherheitsmaß ist abhängig von der Sitzhöhe.

Sitzhöhe	Standsicherheitsmaß
bis 570 mm	mindestens 195 mm
bis 700 mm	mindestens 220 mm
bis 800 mm	mindestens 240 mm
bis 900 mm	mindestens 260 mm

Bild 11-2: Höhenverstellbarer Arbeitsstuhl nach DIN 68877 im Einsatz



Bürostuhl

Büroarbeitsplätze müssen mit Drehstühlen oder Drehsesseln ausgestattet sein. Durch Gestaltung der Sitzmöbel muss der Körper in jeder Sitzhaltung die notwendige Abstützung erfahren. Der Sitz soll höhenverstellbar, die Rückenlehne horizontal und vertikal verstellbar sein. Die Unterarme können entweder auf der Arbeitsfläche oder einer geeigneten Armstütze aufliegen.

Durch Abrundung oder besondere Polsterung der Vorderkante des Sitzes soll der Druck auf der Oberschenkelbeugeseite gering gehalten werden.

Wünschenswert sind auch verstellbare Sitztiefen zur Anpassung an unterschiedliche Oberschenkel­längen. Dadurch lassen sich nämlich ungünstige Druckverhältnisse im Bereich der Kniekehlen und an der Rückseite der Unterschenkel im knienahen Bereich vermeiden.

Der Stoß beim Hinsetzen soll gedämpft werden, z. B. durch Mittelsäulenfederung. Ausreichende Kippsicherheit ist zu gewährleisten.

Drehstühle u. Drehsessel sind entweder mit 5 Rollen oder 4 bis 5 Gleitern auszurüsten. Bewegliche Rückenlehnen sowie ggf. auch bewegliche Sitze sollen die Möglichkeit bieten, Sitzhaltungen zu ändern (dynamisches Sitzen) und statische Belastungen der Wirbelsäule zu mindern.

Voraussetzungen für dynamisches Sitzen (siehe Bild 11-4) sind:

1. Maximale Sitzhöhe so wählen, dass bei Bodenkontakt der Füße der Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel ca. 90° beträgt.
2. Sitztiefe so wählen bzw. einstellen, dass zwischen Vorderkante des Sitzes und Kniekehle ein Freiraum von ca. 3 bis 4 cm verbleibt.
3. Rückenlehne so einstellen, dass
 - bei hinterer Sitzhaltung zwischen Oberkörper und Rumpf ein Winkel von 110 bis 120° entsteht und
 - der Rücken in der hinteren und mittleren Sitzhaltung gestützt wird.

Fußstütze

Wenn eine einwandfreie Sitzhaltung mit Hilfe des Arbeits- und Bürostuhls allein nicht erreicht werden kann, ist der Arbeitsplatz zusätzlich mit einer Fußstütze auszustatten. Fußstützen müssen so beschaffen sein, dass die Füße ganzflächig aufgesetzt werden können. Sie müssen in Höhe und Neigung verstellbar sein.

Die Verstelleinrichtung muss einfach zu handhaben sein. Sie muss so gestaltet sein, dass die jeweilige Einstellung nicht unbeabsichtigt verändert werden kann.

Sind Fußsteuerungen z. B. für Phonogeräte vorhanden, müssen sie in die Fußstütze flächenbündig und unverrückbar eingepasst werden können.

Bürotische

Bei Bürotischen darf die

- Beinraumbreite 580 mm
- Beinraumtiefe 600 mm

(gemessen 120 mm über Fußboden) nicht unterschreiten.

Die erforderlichen Abmessungen für Beinraum und Höhe nicht verstellbarer Tische können Bild 11-3 entnommen werden.

Empfehlenswert sind höhenverstellbare Tische. Sie gestatten, ergonomisch optimale und wechselnde Körperhaltungen einzunehmen und sollten dann auch die Möglichkeit bieten, daran stehend zu arbeiten.

Dynamisches Sitzen

Sind Tätigkeiten über längere Zeit im Sitzen auszuführen, sollte ein häufiger Wechsel zwischen vorderer, mittlerer und hinterer Sitzhaltung vorgenommen werden.

Dadurch wird eine Verringerung der statischen Belastung der Rückenmuskulatur und des Stützapparates erreicht.

Bild 11-3: Mindestabmessungen des Beinraumes von Büroarbeitstischen in cm

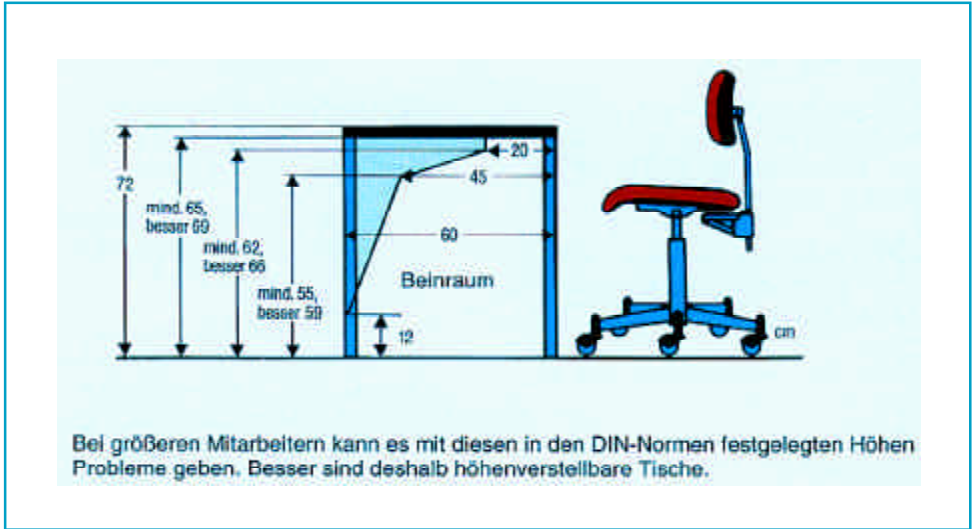
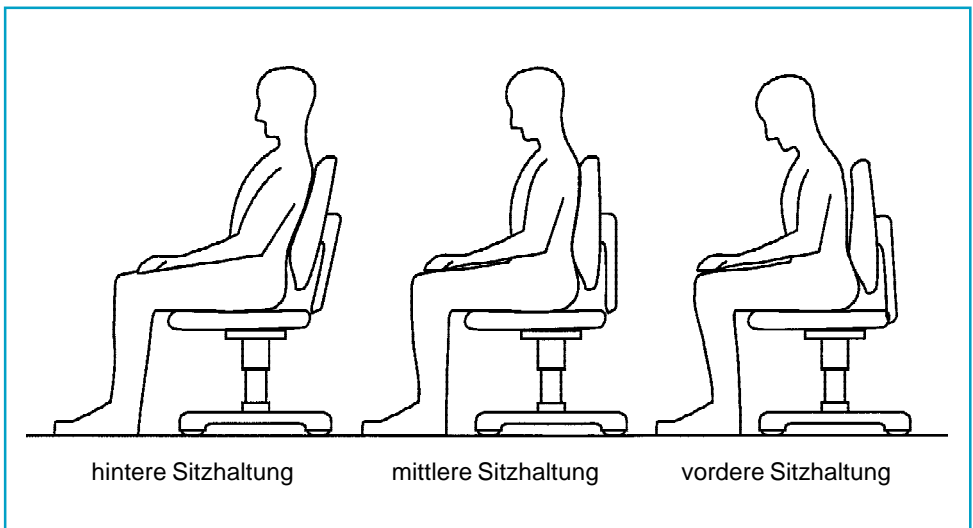


Bild 11-4: Dynamisches Sitzen



Die Körperkräfte des Menschen sind abhängig von Alter, Geschlecht, Körpergröße und -gewicht. Sie sind bei 20- bis 25jährigen Männern am größten.

Die nach außen abgegebenen Kräfte des Körpers werden durch den Energieumsatz im Muskel erzeugt.

Die vom Körper aufzubringende Muskelkraft dient

- zur Verrichtung einer Arbeit bei dynamischer Muskelbelastung
- zum Aufbringen einer Kraft bei statischer Muskelbelastung.

Bei dynamischer Muskelbelastung, z. B. Schaufelarbeit, kommt es zu stetigem Wechsel zwischen Spannung und Entspannung des Muskels.

Bei statischer Muskelbelastung, z. B. Bohren über Kopf, verharrt der Muskel in einem bestimmten Spannungszustand.

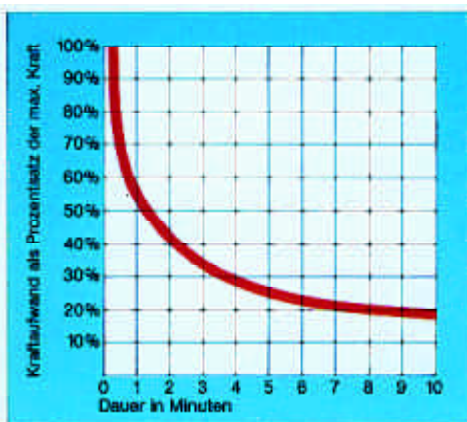
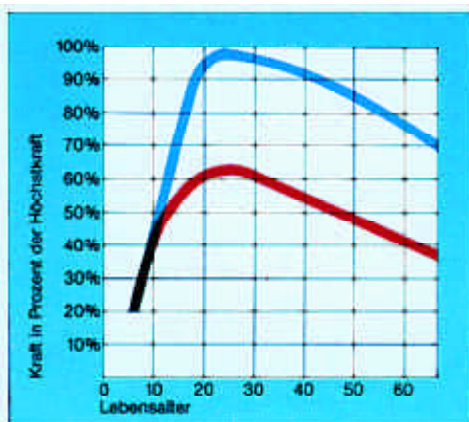
Die erträgliche Haltedauer bei statischer Belastung ist von der Belastungshöhe abhängig.

Bei statischer Muskelarbeit unterhalb 15 Prozent der Maximalkraft tritt keine messbare Abnahme der Muskelkraft auf. Dieser Wert gilt als Dauerleistungsgrenze für statische Muskelarbeit.

Deshalb: statische Muskelbelastung und ungünstige Körperhaltung vermeiden.

Die Größe der mit Armen und Beinen abgegebenen Kraft ist von der Körperhaltung, der Bewegungsrichtung und der Lage des Kraftangriffspunktes abhängig.

Bild 12-1: Dynamische und statische Körperkräfte



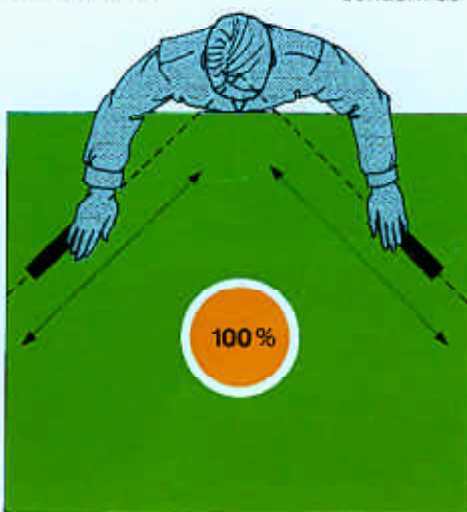
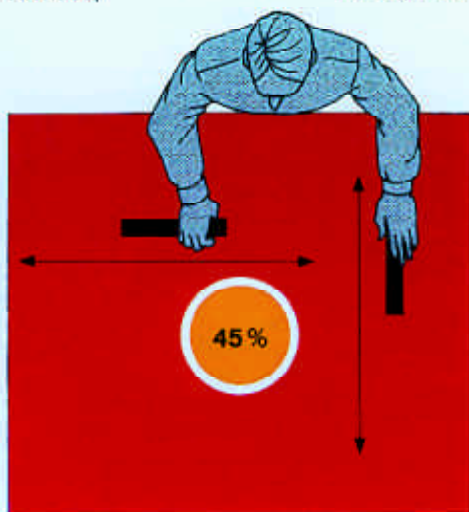
— Männer, — Frauen

Optimale Krafrichtungen sind nur in Richtung Kraftangriffspunkt – Körperlängsachse möglich.

Nicht so,

Bewegungsrichtung beachten!

sondern so



Lasten werden immer dann mit menschlicher Kraft abgestützt oder befördert, insbesondere durch Heben, Absetzen, Schieben, Ziehen, Tragen oder Bewegen, wenn das Handhaben der Lasten entweder gelegentlich ausgeführt wird oder maschinell nicht wirtschaftlich ausgeführt werden kann.

Beim Handhaben von Lasten werden besonders beansprucht:

- Skelett (Wirbelsäule, Gelenke, Fußskelett),
- Muskulatur (Bauchdecke, Oberschenkel, Rückenmuskulatur),
- Herz-Kreislauf-System (Herz, Gefäße, Lunge),
- Beckenbodenmuskulatur von Frauen.

Zur Vermeidung von Unfall- und Gesundheitsgefahren beim Handhaben von Lasten sollen

- die Handhabung so gestaltet sein, dass durch Druck auf die Wirbelsäule und Häufigkeit ihrer Belastung die Grenzen der Erträglichkeit nicht überschritten werden,
- die körperliche Eignung und der Gesundheitszustand der Beschäftigten berücksichtigt werden,
- Unterweisungen über Gesundheitsgefahren vorgenommen werden,
- Übung und Ausbildung der Beschäftigten über Heben und Tragen erfolgen.

Den Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen bei der manuellen Handhabung von Lasten regelt die „Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der manuellen Handhabung von Lasten bei der Arbeit (Lastenhandhabungsverordnung)“.

Bild 13-1: Merkmale, aus denen sich eine Gefährdung von Sicherheit und Gesundheit, insbesondere der Lendenwirbelsäule, der Beschäftigten ergeben kann (gemäß Anhang zur Lastenhandhabungsverordnung)

Die Höhe der Beanspruchung des Menschen hängt insbesondere ab von		
Last	Arbeitsaufgabe	Arbeitsplatz, Arbeitsumgebung
<ul style="list-style-type: none"> – Gewicht, Form, Größe – Lage der Zugriffsstellen – Schwerpunktlage – Möglichkeit einer unvorhergesehenen Bewegung 	<ul style="list-style-type: none"> – erforderliche Körperhaltung oder Körperbewegung, insbesondere Drehbewegung – Entfernung der Last vom Körper – durch Heben, Senken oder Tragen zu überbrückende Entfernung – Ausmaß, Häufigkeit und Dauer des Kraftaufwandes – persönliche Schutzausrüstung – Arbeitstempo – Erhol- oder Ruhezeiten 	<ul style="list-style-type: none"> – in vertikaler Richtung zur Verfügung stehender Platz und Raum – Höhenunterschied über verschiedene Ebenen – Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit – Beleuchtung – Ebenheit, Rutschfestigkeit oder Stabilität der Standfläche – Bekleidung, insbesondere Schuhwerk

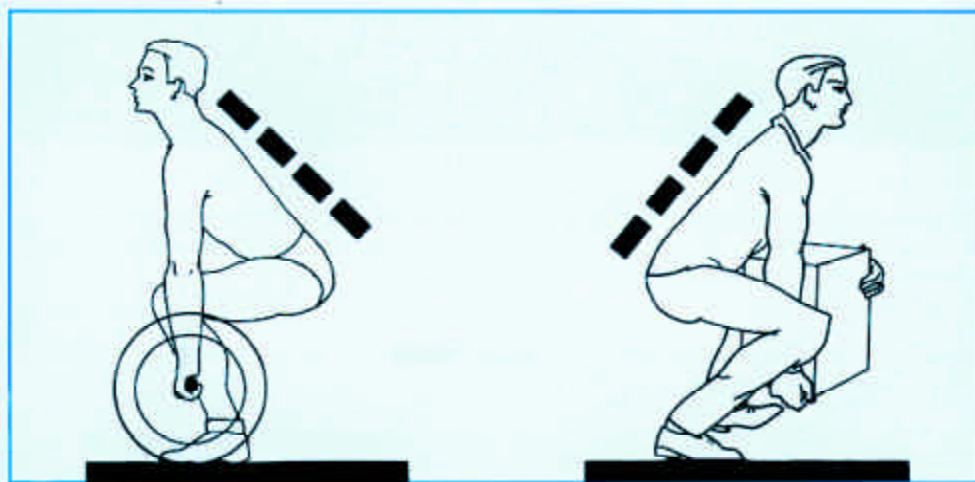


Bild 13-2: Sportler heben aus den Beinen; der Werker sollte das ebenfalls tun

Bild 13-3: Gesetzlich festgelegte Höchstwerte beim Handhaben von Lasten

Mutterschutzgesetz	gelegentlich	10 kg
	häufig	5 kg

Bild 13-4: Zumutbare Lasten

(Empfehlung des Bundesministers für Arbeit und Sozialordnung vom 1.10.1981)

Lebensalter	Zumutbare Last in kg			
	gelegentlich		häufiger	
	Frauen	Männer	Frauen	Männer
15 bis 18 Jahre	15	35	10	20
19 bis 45 Jahre	15	55	10	30
älter als 45 Jahre	15	45	10	25

nicht schraffiert = Grenzwerte, die im Normalfall ohne Gesundheitsgefährdung nicht überschritten werden dürfen
 schraffiert = Werte, die aus ergonomischer Sicht empfohlen werden

gelegentlich – höchstens 2mal je Stunde und bis zu 4 Schritten
 häufiger – mehr als 2mal je Stunde oder Transportwege von mehr als 4 Schritten

Klima ist der Sammelbegriff derjenigen physikalischen Größen, die den Wärmeaustausch des Körpers mit seiner Umgebung beeinflussen.

Das sind Lufttemperaturen, Luftfeuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit und Strahlungstemperatur der Umgebung.

Wohlbefinden, Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Menschen können nur gewährleistet werden, wenn die Temperatur des Körperkernes (Kopf, Brust, Bauchhöhle) im Bereich von $37,0^\circ \pm 0,8^\circ \text{C}$ gehalten werden kann.

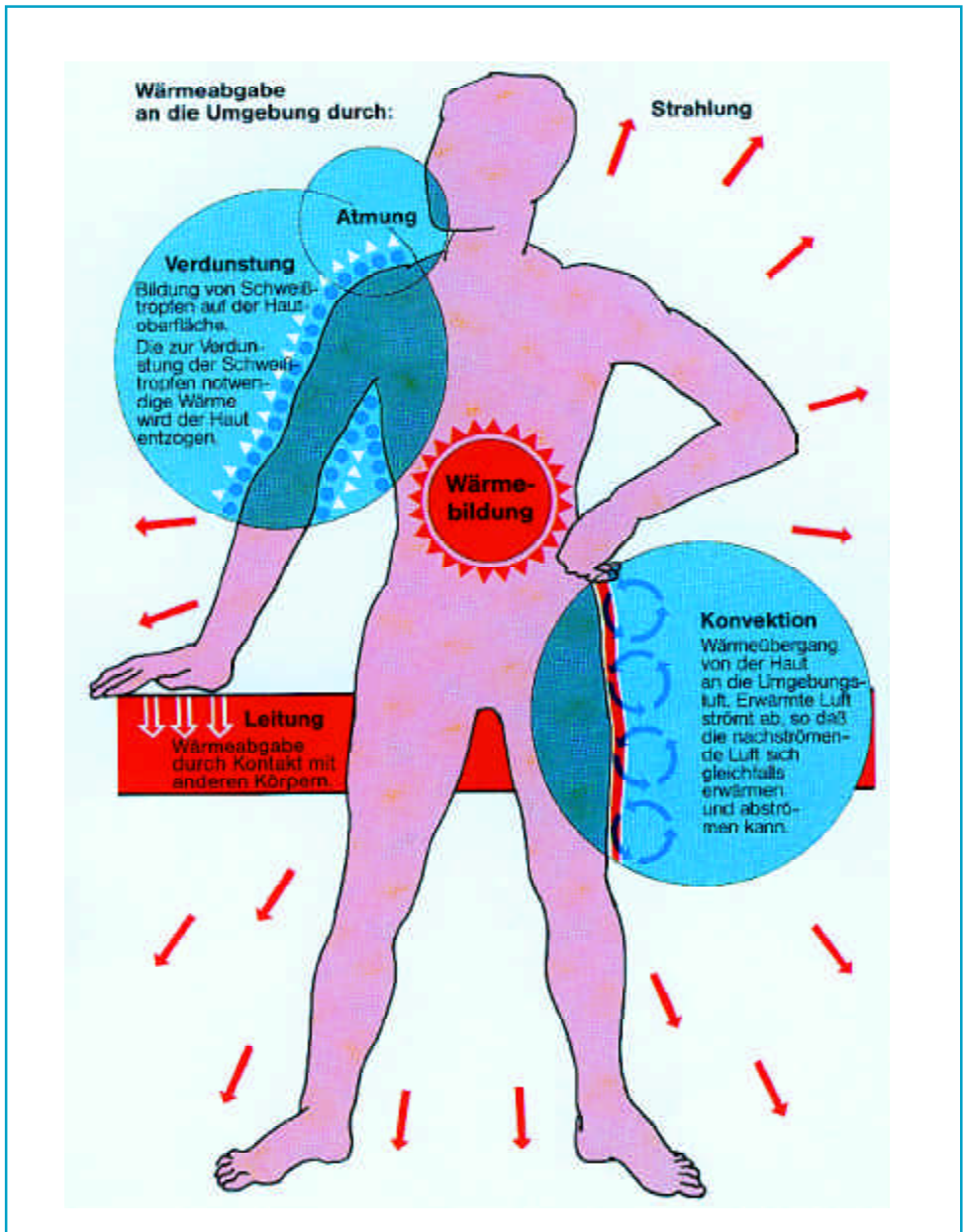
Deshalb muss Wärme, die in den Körperorganen und Muskeln erzeugt wird, an die Umgebung abgegeben werden.

Entsprechend den Klimabedingungen reguliert der Körper den Wärmeaustausch durch

- Änderung der Hautdurchblutung,
- Änderung der Puls- und Atemfrequenz,
- Änderung der Schweißabgabe.

Auch wenn sich keine Schweißtropfen auf der Haut bilden, gibt der Körper durch Verdunstung von Schweiß Wärme an die Umgebung ab.

Bild 14-1: Schema der Wärmeabgabe des menschlichen Körpers



Der Klimabereich, in dem sich der Mensch behaglich fühlt, ist abhängig von

- Alter,
- Geschlecht,
- Verfassung,
- Bekleidung,
- klimatischer Anpassung (Akklimation),
- Intensität der körperlichen Belastung.

Der Mensch empfindet einen Klimazustand als behaglich, wenn die Wärmebilanz des Körpers ohne verstärkte Inanspruchnahme des körpereigenen Regulationssystems – Schwitzen bei Wärme, Gänsehaut bei Kälte – ausgeglichen ist.

Das heißt insbesondere, wenn Personen weder kältere noch wärmere Verhältnisse wünschen, empfinden sie das Klima behaglich.

Im Sommer liegen die Behaglichkeitstemperaturen infolge der Klimaanpassung 2 bis 3° höher als im Winter.

Die relative Luftfeuchtigkeit soll möglichst um 50 Prozent liegen. Die Strahlungstemperatur der umgebenden Flächen soll höchstens 2 bis 3° C von der Lufttemperatur abweichen. Größere Abweichungen führen zu Unbehaglichkeit.

Die angegebenen Werte gelten für den normal bekleideten Menschen.

Bild 15-1: Mindesttemperatur und Behaglichkeitsbereiche in Abhängigkeit von der Schwere der körperlichen Arbeit

Arbeitsschwere	Mindesttemperatur °C Arb.Stätt. Richtlinie ASR 6/1	Behaglichkeitsbereiche							
		Trocken- temperatur °C		Feucht- temperatur °C		Rel. Luft- Feuchte %		Luftge- schwind. m/s	Normal- effektiv- temp. °C Mittelwert
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Max.	
Geistige Tätigkeit im Sitzen, z. B. Büroarbeit, Überwachungstätigkeit	20	20	24	12,5	20	40	70	0,1	19
Tätigkeit im Sitzen, leichte körperliche Arbeit, z. B. Steuertätigkeit, Sortieren kleiner Teile	19	19	24	11,5	20	40	70	0,1	18
Tätigkeit im Stehen, leichte körperliche Arbeit, z. B. Drehen, Fräsen, Maschinenarbeit	17	17	22	10	18,5	40	70	0,2	15,5
Tätigkeit im Stehen, schwere körperliche Arbeit, z. B. Montage schwerer Teile	12	15	21	7,5	17,5	30	70	0,4	14,5
Sehr schwere körperliche Arbeit, z. B. Gußputzen, Kies-schaufeln, Transport schwerer Lasten von Hand	12	12	20	5	16,5	30	70	0,5	13,5

Die Klimafaktoren

- Lufttemperatur,
- Luftfeuchtigkeit,
- Luftgeschwindigkeit,
- Strahlungstemperatur

bestimmen den Wärmeaustausch des Menschen mit seiner Umgebung.

Damit das Klima mit nur wenigen Angaben beschreibbar wird, sind Klimasummenmaße erarbeitet worden.

Ein Klimasummenmaß ist z. B. die Normal-Effektiv-Temperatur. Sie wird mit NET abgekürzt und in Grad Celsius angegeben.

Sie fasst die Faktoren Temperatur, Feuchtigkeit und Geschwindigkeit der Luft in einem Wert zusammen.

Bei gleicher Normal-Effektiv-Temperatur ist mit gleichem Klimaempfinden bei unterschiedlichen Klimafaktoren zu rechnen, wenn die Strahlungstemperatur der umgebenden Flächen nur unwesentlich von der Lufttemperatur abweicht.

Soll die Strahlungstemperatur berücksichtigt werden, ist an Stelle der Lufttemperatur die Globe-Temperatur einzusetzen. Sie ist die Temperatur im Innern einer geschwärzten Kugel von 15 cm Durchmesser und wird in °C angegeben.

Andere Klimasummenmaße sind ebenfalls gebräuchlich.

Zur Klimaermittlung dient DIN 33403 Teil 1.

Bild 16-1: Veränderte Klimawerte bei konstanter Normaleffektivtemperatur

Luft- temperatur (Trocken- thermo- meter- temperatur) °C	Luftfeuchtigkeit		Luft- geschwindig- keit m/s	Normal- Effektiv- temperatur °C
	relative Feuchte %	Feucht- thermo- meter- temperatur °C		
25	100	25	0,1	25
30	40	20	0,1	25
30	50	23	1,0	25
31	50	24	2,0	25
34	36	22	2,0	25

17

Licht und Sehen

Licht ist Strahlung elektromagnetischer Wellen, die nach Eintritt in das Auge eine Hellempfindung hervorruft. Sie unterscheidet sich von Höhen- und Röntgenstrahlung sowie Radar-, Fernseh- und Radiowellen allein durch die Wellenlänge. Im Wellenbereich zwischen 380 nm und 780 nm wird Strahlung für das menschliche Auge wahrnehmbar.

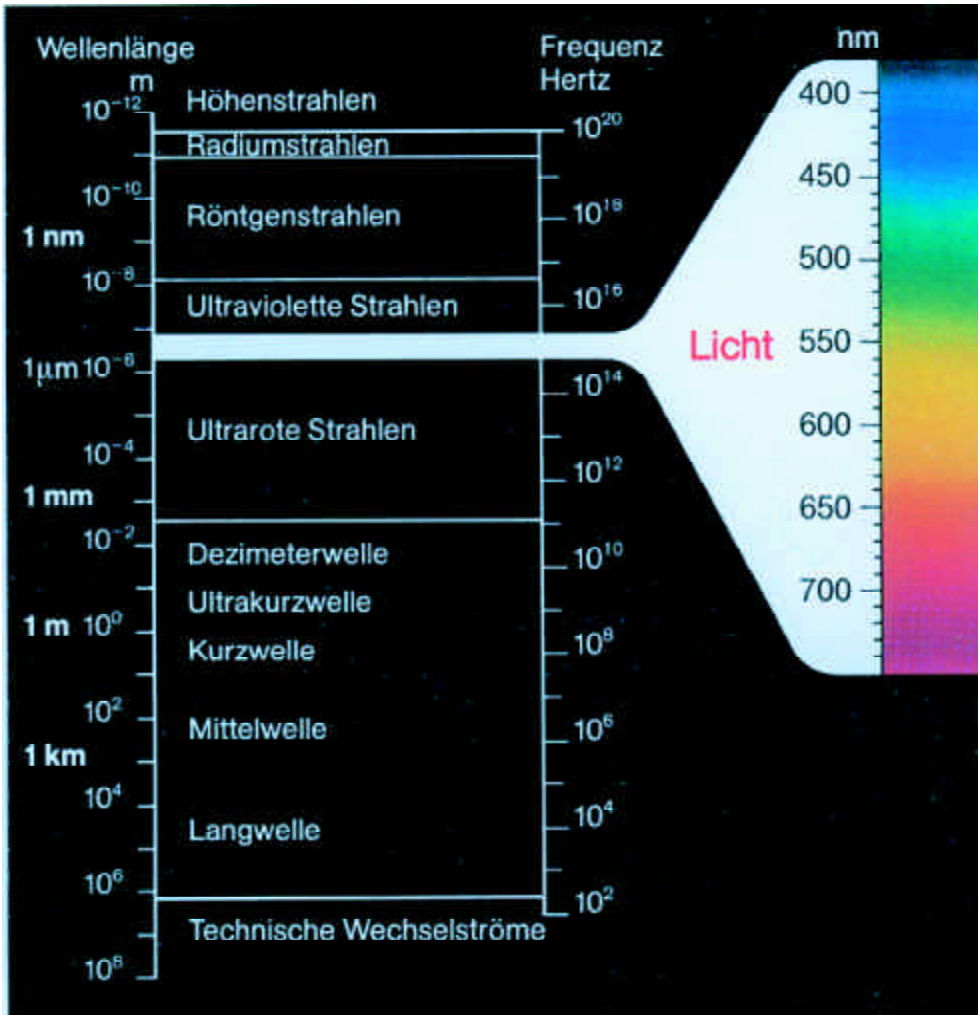
Weißes Licht wird durch ein Prisma in Regenbogenfarben zerlegt. Jede Farbe kann einer Wellenlänge zugeordnet werden.

Wellenbereiche oberhalb von 780 nm (Rot) sind Wärmestrahlung (Infrarot), unterhalb von 380 nm (Violett) Ultraviolettstrahlung. Beide werden mit dem Auge nicht mehr wahrgenommen.

Die Dimension Nanometer wird mit nm bezeichnet.

1 nm entspricht $\frac{1}{1\text{Mio}}$ mm

Bild 17-1: Sichtbares Licht im Spektrum elektromagnetischer Wellen



Sehen ist das Wahrnehmen und Erkennen von

- Helligkeits- und Farbunterschieden (Kontraste),
- Formen,
- Raum,
- Bewegung.

Das Sehvermögen ist abhängig von der Empfindlichkeit des Auges, die mit steigender Beleuchtungsstärke zunimmt.

Das menschliche Auge kann Beleuchtungsstärken von 0,2 Lux (klare Mondnacht) bis ca. 100.000 Lux (sonniger Sommertag) wahrnehmen.

Licht dient nicht nur zum Wahrnehmen von Informationen, sondern beeinflusst auch das vegetative Nervensystem. Es steuert auch die Lebensfunktion des Körpers, z. B. Atmung, Verdauung, Hormonhaushalt. Wahrnehmung, Konzentration und Aufmerksamkeit werden durch höhere Beleuchtungsstärken erhöht, Fehlerhäufigkeit, Ermüdung sowie Unfallhäufigkeit werden hingegen gesenkt.

Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke E wird in Lux (lx) gemessen. Sie ist das Licht, das auf eine bestimmte Fläche auftrifft - Lichtstrom pro Flächeneinheit.

Bild 18-1: Beleuchtungsstärke ist das auf eine bestimmte Fläche auftreffende Licht

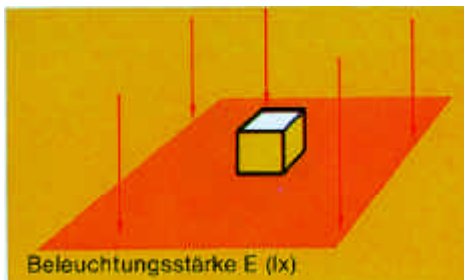


Bild 18-2: Der auf 1 m² Fläche auftreffende Lichtstrom von 1 Lumen entspricht der Beleuchtungsstärke von 1 Lux

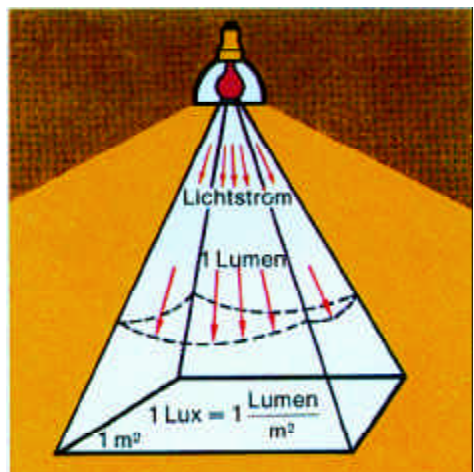
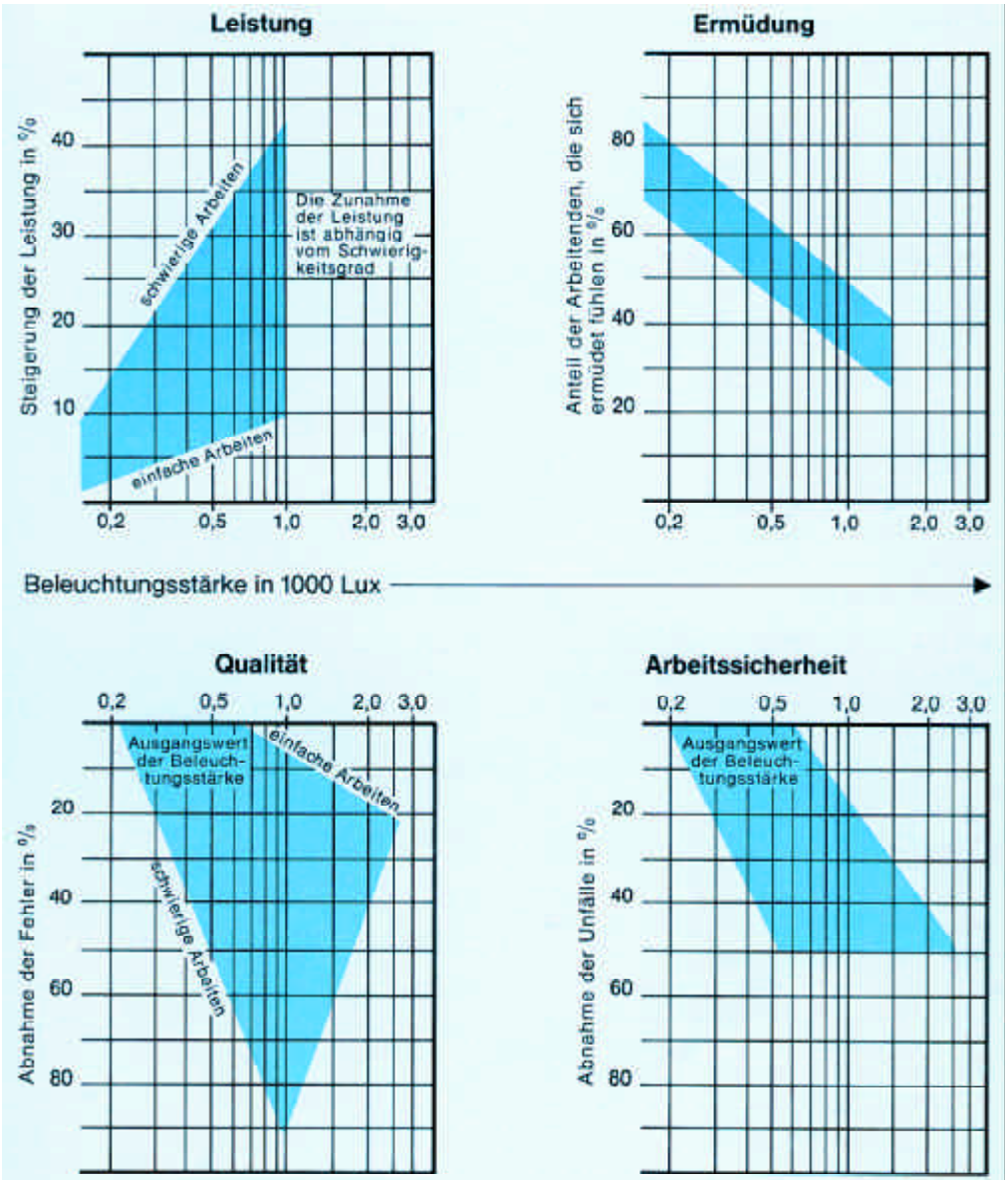


Bild 18-3: Auswirkungen der Beleuchtungsstärke auf Leistung, Ermüdung, Qualität und Arbeitssicherheit



- Beleuchtungsniveau (Beleuchtungsstärke),
 - Leuchtdichteverteilung,
 - Begrenzung der Blendung,
 - Lichtrichtung und Schattigkeit,
 - Lichtfarbe und Farbwiedergabe
- bestimmen die Güte der Beleuchtung.

Wahrnehmung, Konzentration, Aufmerksamkeit werden dadurch beeinflusst. Nur bei Beachtung aller genannten Faktoren kann gute Beleuchtung erzeugt werden.

Beleuchtungsniveau (Beleuchtungsstärke)

Mit steigender Beleuchtungsstärke wird sowohl die Sehleistung als auch die Aufmerksamkeit, Wachsamkeit und Konzentration erhöht.

Die Beleuchtungsstärke in einem Raum oder einer Raumzone ist abhängig von der Anzahl und den Abständen der vorhandenen Leuchten. Deshalb ist die Beleuchtungsstärke nicht an jeder Stelle eines Raumes gleich groß.

Damit die Unterschiede der Beleuchtungsstärken nicht zu groß werden, sollten die Beleuchtungsstärken an keinem Arbeitsplatz des Raumes oder der Raumzone kleiner sein als 60 Prozent der erforderlichen Beleuchtungsstärke.

Als Messebene dient die Arbeitsebene, üblicherweise 85 cm über dem Fußboden.

Die Höhe der erforderlichen Beleuchtungsstärke für eine Tätigkeit oder Art des Raumes richtet sich nach der Sehaufgabe.

Zum gefahrlosen Verlassen von Räumen und Arbeitsplätzen müssen bei Ausfall der Allgemeinbeleuchtung folgende **Mindestbeleuchtungsstärken** vorhanden sein:

| Rettungswege 1 lx

| Arbeitsplätze mit besonderer Gefährdung

0,1 x Nennbeleuchtungsstärke

Bild 19-1: Erforderliche Beleuchtungsstärke nach Art des Raumes und Tätigkeit

Art des Raumes bzw. Tätigkeit (Beispiele)	Nennbeleuchtungsstärke in Lux (lx)
Lagerräume für gleichartiges oder großteiliges Lagergut Verkehrswege für Personen Produktions- und verfahrenstechnische Anlagen ohne manuelle Eingriffe (Fernbedienung)	50
Treppen, Fahrtreppen, geneigte Verkehrswege Kesselhaus, Maschinenhallen Verfahrens- u. Produktionsanlagen mit gelegentlichem manuellem Eingriff Lagerräume mit Suchaufgabe	100
Ständig besetzte Arbeitsplätze Arbeitsplätze an Mischern, Öfen, Zerkleinerern Grobmontagen, Kaltwalzwerke, Schmieden Räume mit Publikumsverkehr in Büros, Lagerräume mit Leseaufgabe	200
Schlosserei, Bauschreinerei, Kfz-Werkstätten Grobe Maschinenarbeit, Bearbeitungszentren, Schweißen Schaltwarten, Steuerbühnen, Messstände, Laboratorien Buchbindearbeit, Sitzungsräume, Telefonvermittlung Arbeitsplätze in Schlachtereien, Mühlen, Verkaufsräume	300
Büroräume, Küchen, Sanitätsräume Reparaturwerkstätten für Radio, Fernsehen, Apparate, Maschinen Spinnen, Sticken, Weben, Zuschneiden, Nähen Vergolden, Prägen, Arbeiten an Druckmaschinen Arbeiten an Holzbearbeitungsmaschinen, Modelltischlerei Montage kleiner Motoren und Maschinen, Karosserien Metallbearbeitung: Genauigkeit > 0,1 mm, Drehen, Fräsen	500
Großraumbüros mit hoher Reflexion, Lackiererei Schleifen optischer Gläser, Gravieren Anreiß- und Kontrollplätze in der Metallverarbeitung Handdruck, Papiersortierung	750
Farbkontrolle, Farbprüfung, Qualitätskontrolle, hohe Anforderung Werkzeug-, Lehren- und Vorrichtungsbau, Feinstmontage Großraumbüro mit mittlerer Reflexion	1000
Optiker- und Uhrmacherwerkstatt, Montage elektronischer Bauteile Farbkontrolle bei Mehrfarbdruck, Kunststopfen	1500

Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld

Die Leuchtdichte ist der Helligkeitseindruck einer selbstleuchtenden oder Licht reflektierenden Fläche. Bei Licht reflektierenden Flächen ist die Leuchtdichte abhängig von der Beleuchtungsstärke sowie vom Reflexionsgrad und Glanzgrad der Oberfläche.

Da sich die Empfindlichkeit des Auges entsprechend der vorhandenen Leuchtdichten im Gesichtsfeld anpasst, sollten die Unterschiede der Leuchtdichten im Gesichtsfeld (Kontraste) nicht zu groß sein. Bei häufigem Wechsel zwischen sehr hellen und sehr dunklen Flächen (große Kontraste) wird das Auge durch ständiges Ändern der Empfindlichkeit stark belastet.

Deshalb sollte der Unterschied der Leuchtdichte am Arbeitsplatz nicht größer als 3:1 und im weiteren Umfeld nicht

größer als 10:1 sein. Die Anordnung heller Flächen am Arbeitsplatz und dunkler Flächen in der weiteren Umgebung lenkt die Konzentration auf den Arbeitsplatz.

Bild 19-2: Empfohlene Reflexionsgrade von Flächen in Arbeitsräumen

Fläche	Reflexionsgrad %
Decke	70 – 90
Wände	40 – 60
Boden	15 – 35
Möbel	25 – 45
Maschinen, Apparate	30 – 50
Instrumententafeln, Infeld	80 – 95
Instrumententafeln, Umfeld	20 – 40
Arbeitsstischoberflächen	20 – 40

Begrenzung der Blendung

Durch zu hohe Unterschiede der Leuchtdichten im Blickfeld fühlt sich der Mensch geblendet. Durch Blendung wird die Sehleistung herabgesetzt, das Wohlbefinden beeinträchtigt und die Ermüdung erhöht.

Das Blendempfinden hängt von der Leuchtdichte, der Größe der leuchtenden Flächen, dem Winkel zwischen Blickrichtung und Blendquelle ab. Leuchten sind durch Reflektoren, Raster bzw. Einbauten in ihrer Blendwirkung zu begrenzen. Entsprechend der Art des Raumes bzw. der Tätigkeit sind bestimmte Güteklassen für die Blendbegrenzung vorzusehen.

Bild 19-3: Güteklassen für die Blendbegrenzung

Güteklasse	Anforderung an die Blendbegrenzung	Beispiel
1	hoch	Technisches Zeichnen, Büroräume
2	mittel	Gießerei, Maschinenhallen
3	gering	Kesselhaus, Produktionsanlagen in Hüttenwerken

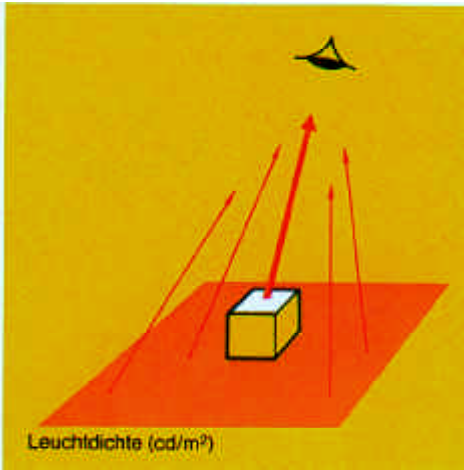


Bild 19-4: Leuchtdichte ist der Helligkeitseindruck einer selbstleuchtenden oder Licht reflektierenden Fläche

Bild 19-5: Unterschiede in der Leuchtdichte am Arbeitsplatz

- oben: Kontrast weich, flau unbefriedigend
- Mitte: Kontrast 1:3 bis 3:1, ausgewogen
- unten: Kontrast größer als 3:1, hart

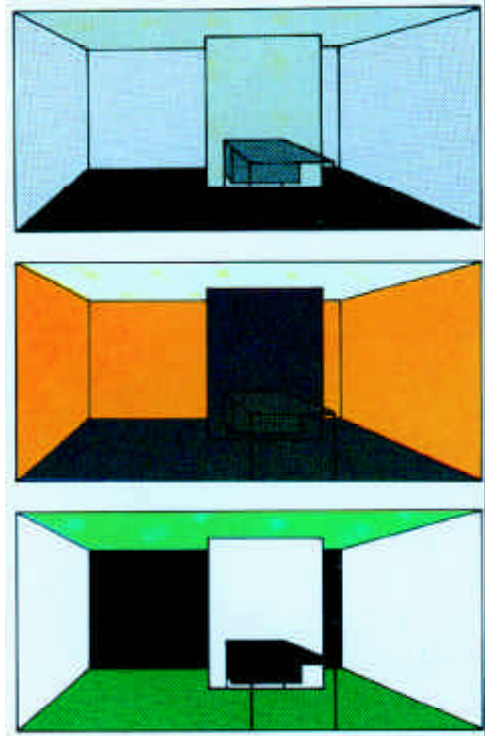
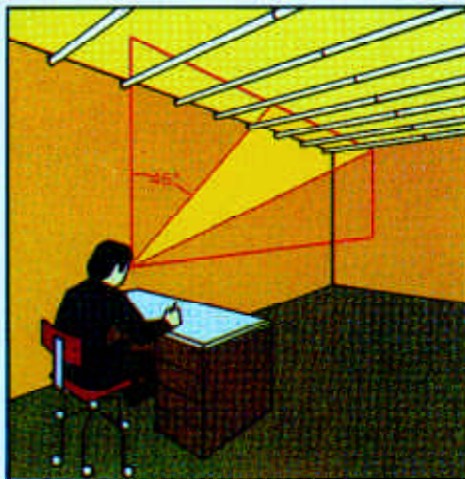


Bild 19-6: Blendung durch zu hohe Unterschiede der Leuchtdichten im Blickfeld

Direktblendung



Reflexblendung



Lichtrichtung und Schattigkeit

Anzahl, Verteilung und Anordnung der Leuchten im Raum bestimmen die Lichtrichtung und die Schattigkeit. Zur guten Erkennbarkeit von Körpern und ihrer Flächen im Raum muss eine ausreichende Schattenwirkung durch die Lichtquellen erzielt werden.

Indirekte Beleuchtung wird wegen ihrer Schattenarmut ebenso unangenehm empfunden wie direkte Beleuchtung mit

z. B. nur einer Lichtquelle und harten Schlagschatten.

Anzustreben sind ausgewogene Schatten mit weichen Rändern. Dabei sollte der Hauptanteil des Lichtes wie bei natürlichem Licht seitlich von oben einfallen. Ein geringer Teil sollte als Licht durch Wand- u. Deckenreflexion indirekt erzeugt werden.

Nur für Sonderfälle, z. B. Fehlerkontrolle auf Gewebestrukturen, ist stark gerichtetes Licht mit harten Schatten erwünscht.

Farbwiedergabe und Lichtfarbe

Weißes Licht enthält Strahlung verschiedener Wellenlängen, die nach Durchgang durch ein Prisma als Farben wie beim Regenbogen sichtbar werden.

Das Licht künstlicher Lichtquellen weicht in seiner Farbzusammensetzung von der des Sonnenlichtes ab. Je nachdem welche Farbanteile überwiegen, wirkt weißes Licht der Glühlampe gelblich-warm oder der Quecksilberdampfhochdrucklampe bläulich-kalt. In Bezug auf ihre Lichtfarbe unterscheidet man:

- Tageslichtweiß (tw)
- Neutralweiß (nw)
- Warmweiß (ww)

Für Büroräume, Produktionsstätten, Räume zur Erholung und Entspannung, wird warmweiße Beleuchtung, für Farbprüfung und Qualitätskontrolle mit hohen Nennbeleuchtungsstärken tageslicht-weiße Beleuchtung bevorzugt.

Die Lichtfarbe und die Farbzusammensetzung des weißen Lichtes beeinflussen

nicht nur seine psychische Wirkung, z. B. Entspannung oder Aufmerksamkeit, sondern auch die Farbwiedergabe.

Ein Schild erkennt man als „Rot“, weil nur die Wellenlänge „Rot“ reflektiert wird und alle übrigen Wellenlängen absorbiert werden.

Enthält die Lichtquelle aber nur einen geringen Rotanteil, kann auch nur wenig Rot reflektiert werden.

Das farbige Aussehen beleuchteter Gegenstände ist abhängig von ihren Körperfarben und der Farbwiedergabe der Lampen.

Bild 19-7: Lampen werden in 4 Farbwiedergabestufen eingeteilt

Stufe	Anforderung
1	hoch
2	mittel
3	gering
4	sehr gering

Bild 19-8: Schattenwirkung durch schräg oben einfallendes Licht

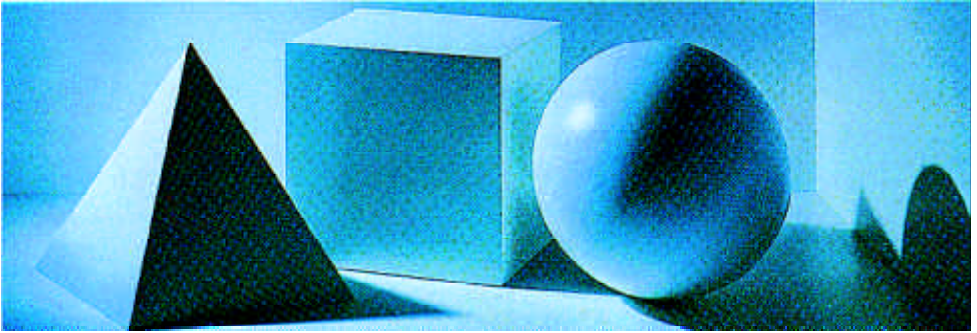


Bild 19-9: Geringe Schattenwirkung durch stark diffuses Licht

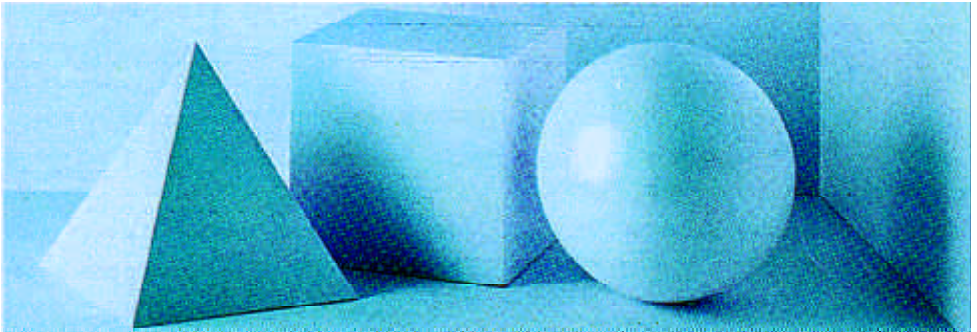
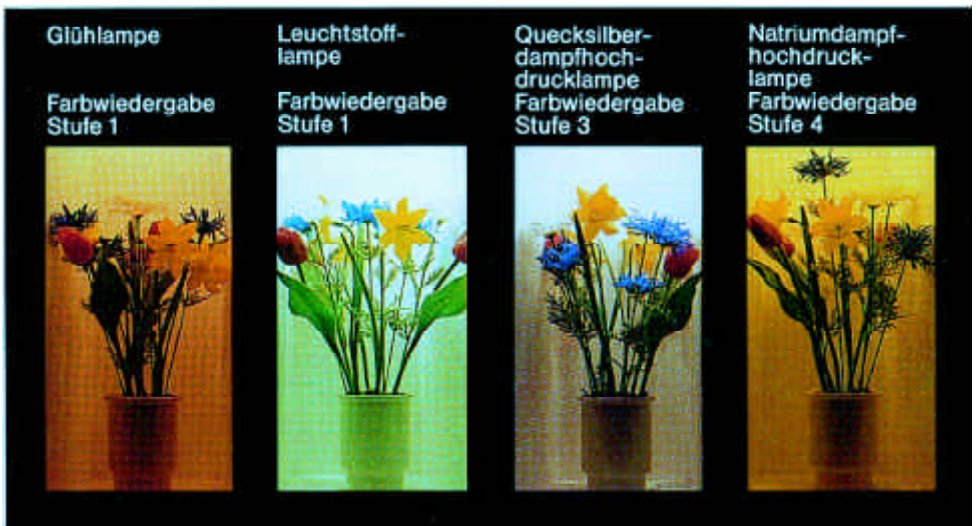


Bild 19-10: Farbeindruck verschiedener Lampen



Zum Erleichtern der Orientierung und zum visuellen Erfassen des Arbeitsgutes soll zu der Umgebung ein Farbkontrast bestehen. Bei größeren Flächen ist zu beachten, dass keine starken Helligkeitskontraste auftreten und keine leuchtenden Farben eingesetzt werden.

Bei Arbeitsgut aus Material von Ocker bis Brauntönen ist z. B. eine Unterlage von mattgrüner, hellwassergrüner oder mattbläulicher Farbe zu empfehlen.

Wichtige Griffe, Hebel o. ä. sollen mit hervorstechenden Farben als Blickfang gestaltet werden. Ein solches Maschinenteil ist besser sichtbar, die Zeit zur Erfassung einer Sehaufgabe wird verkürzt, eine Ablenkung durch Suchen vermindert. Dabei ist zu berücksichtigen, dass man sich auf 3 bis max. 5 Blickfänge an einem

Arbeitsplatz beschränkt. Den größten Kontrast erzielt man zwischen Gelb und Schwarz.

Helle Farben wirken leicht, freundlich, aufheiternd. Sie verbreiten mehr Licht und hellen die Räume auf. Dunkle Farben wirken bedrückend und entmutigend.

Ein Arbeitsplatz sollte zunächst nach diesen Prinzipien farbig gestaltet werden. Monotone Arbeit erfordert einige anregende Farbelemente, z. B. an Säulen, Türen, Trennwänden.

Bei hohen Anforderungen an die Konzentration müssen Ablenkungen und Beunruhigung vermieden werden, das heißt es sind helle, unauffällige Farben zu verwenden.

Bild 20-1: Psychologische Wirkung von Farben








Farbe	Distanzwirkung	Temperaturwirkung	Psychische Stimmung
	Entfernung	kalt	beruhigend
	Entfernung	sehr kalt bis neutral	sehr beruhigend
	Nähe	warm	sehr aufreizend beunruhigend
	sehr nahe	sehr warm	anregend
	Nähe	sehr warm	anregend
	sehr nahe, einengend	neutral	anregend
	sehr nahe	kalt	aggressiv, beunruhigend, entmutigend

Bild 20-2: Farbliche Abstimmung der Werkhalle und der Betriebseinrichtungen



Mit zunehmendem Alter lässt die Elastizität der Augenlinse nach.

Die Entfernung, bei der gerade noch scharf gesehen wird, nimmt zu. Etwa ab dem 40. Lebensjahr beginnt diese sogenannte „Alterssichtigkeit“.

Normalsichtige brauchen dann eine Brille.

Ebenfalls mit zunehmendem Alter wird die Pupille starrer und enger. Es gelangt weniger Licht auf die Netzhaut. Ältere

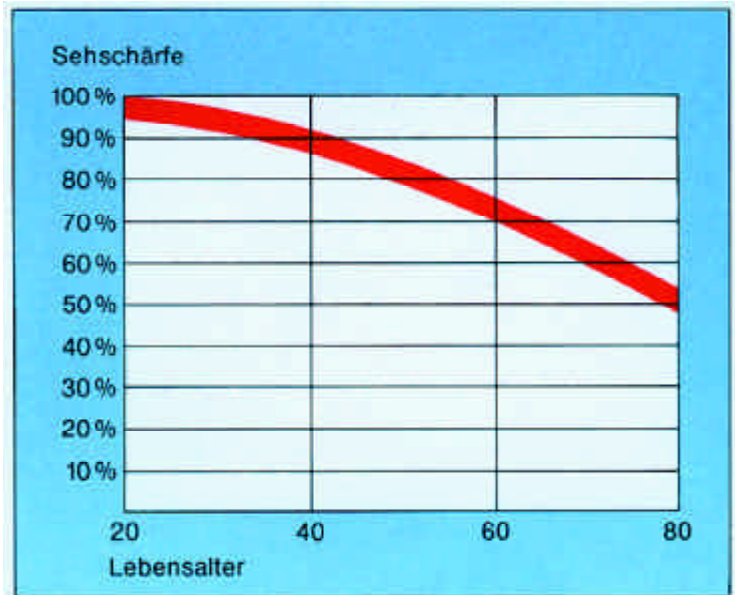
Menschen brauchen deshalb ein höheres Beleuchtungsniveau.

Bei hohem Beleuchtungsniveau ist der Unterschied des Lichtbedarfs geringer.

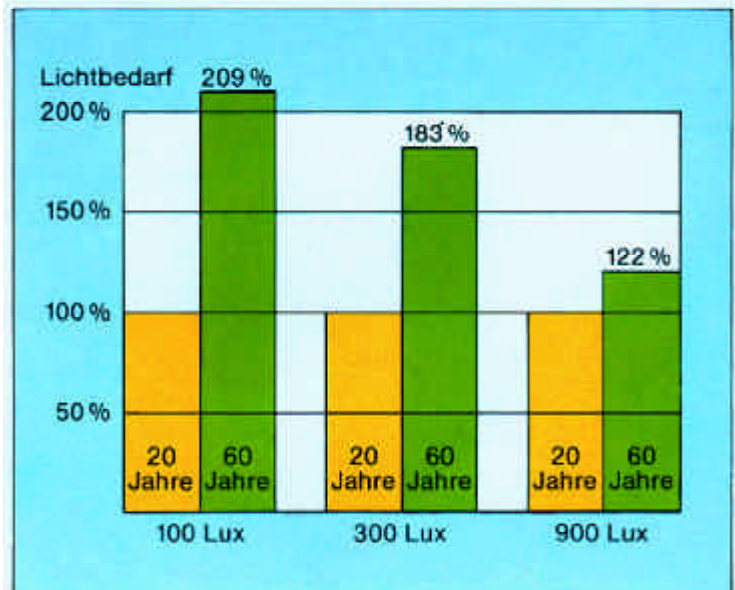
Ein hohes Beleuchtungsniveau wirkt sich positiv auf Sicherheit, Leistung und Qualität aus.

Bild 21-1: Einschränkung der Sehfähigkeit mit zunehmendem Alter

Die Grafik zeigt, dass die Sehschärfe eines 60jährigen Menschen gegenüber der eines 20jährigen nur etwa 75 % beträgt.



Für die gleiche Sehleistung brauchen ältere Menschen mehr Licht als junge Menschen. Die Unterschiede schwinden aber mit wachsendem Beleuchtungsniveau.



Die Kennzeichnung durch Warn- und Sicherheitsfarben erhöht die Bereitschaft, auf mögliche Gefahren zu achten. Längst eingeführte Farben sind:

- rot = Halt, Verbot,
- gelb = Vorsicht! Mögliche Gefahr,
- grün = Gefahrlosigkeit,
- blau = Hinweis, Gebot.

Je besser Warn- und Sicherheitsfarben von der Umgebung abgesetzt sind, desto besser werden sie wahrgenommen.

Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichen


Unter Berücksichtigung der psychischen Wirkung von Farben und Formen sind Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichen erarbeitet worden und in Unfallverhütungsvorschriften geregelt.

Die Kennzeichen sind so gestaltet, dass

- sie nicht übersehen werden,
- sie die Aufmerksamkeit auf sich lenken,
- sie mit anderen Zeichen nicht verwechselt werden können,
- der Sachverhalt eindeutig und leicht verständlich ist.

Die Größe ist abhängig von der Entfernung, aus der die Zeichen sicher erkannt werden müssen. Einzelheiten sind in der UVV „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (BGV A8 / bisherige VBG 125) geregelt.

Bild 22-1: Bedeutung der Sicherheitsfarben

Sicherheitsfarbe	Bedeutung oder Aufgabe	Anwendungsbeispiele
	Halt Verbot	Haltezeichen Notausschalteinrichtungen Verbotsschilder
	Diese Farbe wird auch zur Kennzeichnung von Material zur Feuerbekämpfung verwendet.	
	Vorsicht! Mögliche Gefahr	Hinweise auf Gefahren (Feuer, Explosion, Strahlen, chemische Einwirkungen usw.) Kennzeichnung von Schwellen, gefährlichen Durchlässen, Hindernissen
	Gefahrlosigkeit Erste Hilfe	Kennzeichnung von Rettungswegen und Notausgängen Rettungsduschen Erste-Hilfe- und Rettungsstationen
	Gebotszeichen Hinweise	Verpflichtung zum Tragen einer persönlichen Schutzausrüstung Standort eines Telefons

¹⁾ Gilt als Sicherheitsfarbe nur in Verbindung mit einem Bildzeichen oder einem Text auf Gebotszeichen oder Hinweiszeichen mit sicherheitstechnischen Anweisungen.

Bild 22-2: Kontrastfarben und Farben der Bildzeichen

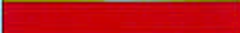
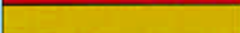


Sicherheitsfarbe	Kontrastfarbe	Farbe des Bildzeichens
	weiß	schwarz
	schwarz	schwarz
	weiß	weiß
	weiß	weiß

Bild 22-3: Kombination von Form und Farbe und ihre Bedeutung für Schilder

	Gebots- und Verbotsschilder	Warnzeichen	Rettungs-, Hinweis- und Zusatzzeichen
Form			
Farbe	Verbot	Vorsicht! Mögliche Gefahr!	Material zur Feuerbekämpfung
			Gefahrlosigkeit Rettungsmittel
	Gebot		Hinweis oder Unterrichtung

23

Stellteile

Stellteile dienen zum Ein- und Ausschalten, Steuern, Regeln und Bedienen von Maschinen, Anlagen und Apparaten.

Stellteile müssen der Funktion und Anatomie des Menschen angepasst sein.

Für kleine Stellkräfte und hohe Stellgeschwindigkeiten eignet sich Fingerbetätigung mittels:

- Tastatur
- Knopf
- Schalter
- Schieber

Für mittlere bis große Stellkräfte und mittlere und große Stellwege eignet sich Handbetätigung mittels:

- Hebel
- Handgriff
- Handrad
- Kurbel

für große Stellkräfte eignet sich Fußbetätigung mittels:

- Fußschalter
- Pedal

Stellteile sollen so angeordnet sein, dass sie hohe Greif- und Stellgeschwindigkeiten ermöglichen.

Einzelheiten sind in DIN EN 894-3 „Stellteile“ geregelt.

Bild 23-1: Einsatzmöglichkeiten von Stellteilen

Stellbewegung	Stellteile Beispiele		Greifart Tretart	mehrsäuliges Stellen	drehbares Stellen	Schwelles Einziehen nicht bestimmbar Stellung	Zweizeit Einziehen nicht bestimmbar Stellung	Scharf der Stellung	Verbindung unbeschäftigten Stellens
Drehen	Kurbel		Zufassungsgriff Umfassungsgriff	○	□	○	○	○	△
	Handrad		Zufassungsgriff Umfassungsgriff	□	□	○	□	△	△
	Drehknebel		Zufassungsgriff	□	□	○	□	□	○
	Drehknopf		Zufassungsgriff	□	□	○	□	○	○
	Schlüssel		Zufassungsgriff	○	△	○	○	□	○

Stellbewegung	Stellteile Beispiele		Greifart Tretart	metr. Apex Stahlh.	stumpfw. Schräg	Schweißes Einsetzen einer bestimmten Stellung	Graues Einsetzen einer bestimmten Stellung	Selen der Stellung	Veränderung unbeeinträchtigen Stellens
Schwenken	Schalthebel		Zufassungsgriff	□	○	□	○	□	△
	Stellhebel		Umfassungsgriff	□	□	□	○	□	△
	Hebeltaste		Kontaktgriff Zufassungsgriff	△	△	□	△	△	△
	Kippschalter		Kontaktgriff Zufassungsgriff	○	△	□	□	□	△
	Wippschalter		Kontaktgriff	△	△	□	□	○	△
	Pedal		Gesamt-Fußauflage	○	□	□	○	△	△
Drücken	Drahtauslöser		Kontaktgriff	△	○	△	△	△	□
	Druckknopf		Kontaktgriff, Vortuß- oder Fersenauflage	△	△	□	□	○	△
	Drucktaster		Kontaktgriff, Vortuß- oder Fersenauflage	△	△	□	□	△	△
	Tastatur		Kontaktgriff	△	△	□	□	△	△
Schieben	Griffschieber		Kontaktgriff Zufassungsgriff Umfassungsgriff	□	□	□	○	□	△
	Fingerschieber formschlüssig		Kontaktgriff Zufassungsgriff	□	□	□	○	□	△
	Fingerschieber reibschlüssig		Kontaktgriff	△	△	○	○	□	○
Ziehen	Zugbügel		Umfassungsgriff	○	○	□	○	□	△
	Zuggriff		Umfassungsgriff	○	○	○	○	□	○
	Zugring		Kontaktgriff Zufassungsgriff	○	○	○	○	□	○
	Zugknopf		Zufassungsgriff	○	○	○	○	□	○

□ = gut geeignet

○ = geeignet

△ = nicht geeignet

- | Stellteile von Kraft- und Arbeitsmaschinen gegen unbeabsichtigtes und irrtümliches Ingangsetzen sichern.
- | Betätigungsflächen der Stellteile durch entsprechende Gestaltung gegen Abgleiten sichern z. B. durch geriffelte Oberfläche.
- | Zur Vermeidung von Verwechslungen Stellteile durch Beschriftung oder Symbole eindeutig kennzeichnen.
- | Gute Erkennbarkeit der Stellung des Stellteils gewährleisten.
- | Stellteile und Aggregat bzw. Maschine oder Stellteil und Anzeigengerät örtlich zusammengehörig anordnen, z. B. rechts hinten angeordnetes Stellteil zum Stellen einer rechts hinten angeordneten Maschine bzw. Anlage.
- | Bewegung des Stellteils und der Maschine, Anlage, Anzeige sinnfällig zuordnen.
- | Häufig benutzte Stellteile im kleinen Greifraum – selten benutzte Stellteile im großen Greifraum anordnen.
- | Für Stellwege und Stellkräfte möglichst mittlere Tabellenwerte benutzen.

Bild 24-1: Stellwege und Stellkräfte beim Drehen der Stellteile

Stellteil	Stellwinkel	Drehmoment		
		Kurbelradius	Stellen einhändig	Stellen beidhändig
Kurbel	unbegrenzt	bis 100 mm	0,6 Nm bis 3 Nm	—
		über 100 bis 200 mm	5 Nm bis 14 Nm	10 Nm bis 28 Nm
		über 200 bis 400 mm	4 Nm bis 80 Nm	8 Nm bis 160 Nm
		Radius	Stellen einhändig	Stellen beidhändig
Handrad	unbegrenzt; ohne Nachgreifen Nachgreifen 60°	25 bis 50 mm	0,5 Nm bis 6,5 Nm	—
		über 50 bis 200 mm	—	2 Nm bis 40 Nm
		über 200 bis 250 mm	—	4 Nm bis 60 Nm
Drehknebel	15 bis 90° zwischen zwei Schaltstellungen	Knebellänge: bis 25 mm: 0,1 Nm bis 0,3 Nm über 25 mm: 0,3 Nm bis 0,7 Nm		
Drehknopf	unbegrenzt	Für Drehknopf- durchmesser	über 15 mm bis 25 mm: 0,02 Nm bis 0,05 Nm über 25 mm bis 70 mm: 0,035 Nm bis 0,7 Nm*)	
Schlüssel	15 bis 90° zwischen zwei Schaltstellungen	0,1 Nm bis 0,5 Nm		

*) Maximalwert nur empfehlenswert bei überwiegender Handbetätigung

Bild 24-2: Stellwege und Stellkräfte von Stellteilen

Stellbewegung	Stellteil	Stellweg ¹⁾ mm	Stellkraft N
Schwenken	Schalthebel	20 bis 300	5 bis 100
	Stellhebel (für einhändiges Stellen)	100 bis 400	10 bis 200
	Hebeltaste	3 bis 6	1 bis 20
	Kippschalter	10 bis 40	2 bis 10
	Wippschalter	4 bis 10	2 bis 8
	Pedal ²⁾	20 bis 150	30 bis 100
<p>¹⁾ Die Angabe der Stellwege geht aus vom Angriffspunkt der Kraft zwischen Körperteil und Stellteil.</p> <p>²⁾ Wenn Pedale in Form von Fußhebeln eingesetzt werden, sind bei seltener Betätigung dieser Stellteile und bei günstiger Anordnung Stellkräfte bis 900 N und Stellwege von 50 bis 150 mm möglich.</p>			
Drücken	Drahtauslöser	10 bis 20	0,8 bis 3
	Druckknopf	für Finger: 2 bis 40 für Hand: 6 bis 40	1 bis 8 4 bis 16 ¹⁾
	Drucktaster	für Fuß: 12 bis 60	15 bis 90
	Tastatur	für Finger: 2 bis 6 (elektr. Auslöser) für Finger: 6 bis 16 (mechan. Hebel)	0,8 bis 3
¹⁾ Für Notausschalter bis 60 N			
Schieben	Griffschieber	10 bis 400	20 bis 60
	Fingerschieber	5 bis 25	1,5 bis 20
Ziehen	Zugbügel	10 bis 400	20 bis 100
	Zuggriff	10 bis 400	20 bis 60
	Zugring	10 bis 100	5 bis 20
	Zugknopf	5 bis 100	5 bis 20

Anzeigergeräte dienen der Übermittlung von Informationen durch

- Ablesen,
- Beobachten,
- Vergleichen,
- Warnen.

In Verbindung mit Stellteilen dienen sie zum

- Regeln,
- Steuern,
- Nachführen
- Einregulieren.

Die Vereinbarkeit und Sinnfälligkeit von z. B. Stellteilbewegung und Bewegung der Anzeige (Kompatibilität) dient der

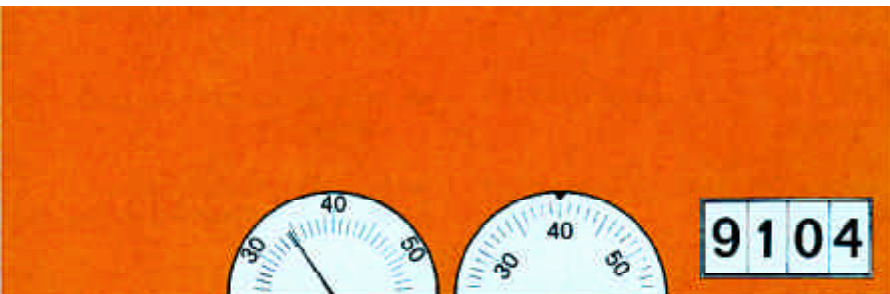
Erleichterung des Anlernprozesses und Verringerung des Risikos von Fehlleistungen. Deshalb sollten Stellteile und Anzeigergeräte nach folgenden Richtlinien angeordnet werden.

Skala oder Zeiger des Anzeigergerätes bewegen sich in gleicher Richtung wie das Stellteil.

Drehen oder Bewegen	nach rechts nach vorn nach oben
dient zum	Anschalten Verstärken Beschleunigen Erhöhen

Ausnahme: Bei Ventilen und Absperrvorrichtungen bedeutet Drehen nach rechts „Drosseln“.

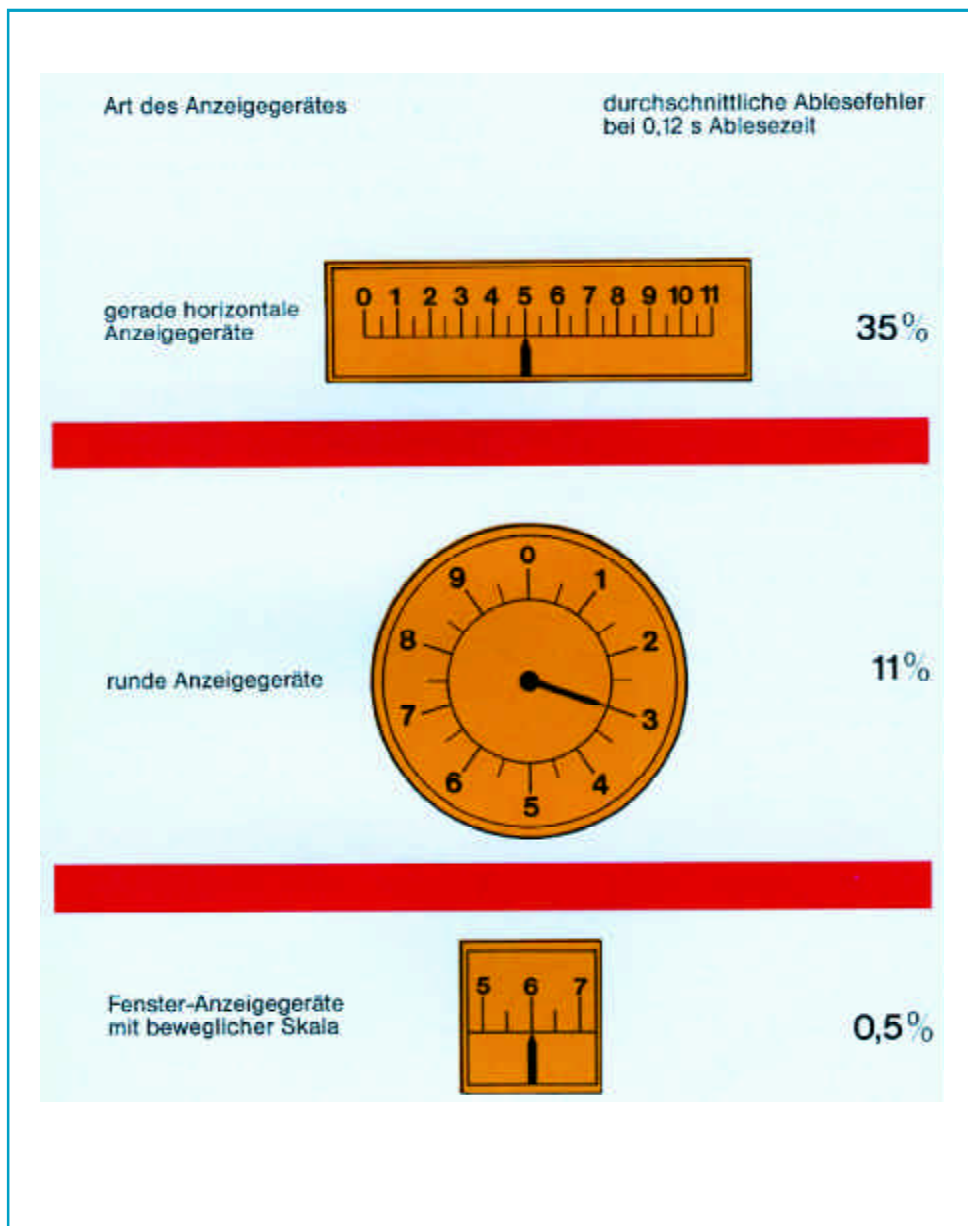
Bild 25-1: Je nach Anforderung werden verschiedene Arten von Anzeigegegeräten verwendet:



Skalentyp	Beweglicher Zeiger	Bewegliche Skala	Zähler
Werte ablesen	brauchbar	brauchbar	sehr gut
Beobachtung von Anzeige-bewegungen	sehr gut	brauchbar	ungünstig
Einstellen auf einen gewünschten Wert; Regelung eines Vorganges	sehr gut	brauchbar	brauchbar

- | Ablesegenauigkeit nicht größer als erforderlich gestalten.
- | Bei bewegter Skala: Ziffern tangential anordnen.
- | Zusätzliche und unnötige Informationen vermeiden.
- | Zeigerspitze und Skalenstrich gleich stark ausführen.
- | Anzeige einfach und unmißverständlich gestalten.
- | Ablesefehler durch Parallaxe bei schräger Beobachtung vermeiden.
- | Bei fester Skala: Ziffern aufrecht anordnen.
- | Skala nicht durch Zeiger verdecken.

Bild 26-1: Ablesezeit und Ablesegenauigkeit sind abhängig von Ausführung und Art der Anzeigergeräte



Lärm ist Schall (Geräusch), der stört, belästigt, die Gesundheit schädigen kann oder zu besonderer Unfallgefahr führt.

Das menschliche Ohr nimmt Druckschwankungen der Luft als Schall wahr. Der Schalldruckpegel wird in Dezibel (dB) angegeben. Der Mensch empfindet bei konstantem Schalldruck hohe Töne lauter als tiefe.

Die Tonhöhe hängt von der Frequenz, die Lautstärke von der Höhe der Druckschwankungen ab.

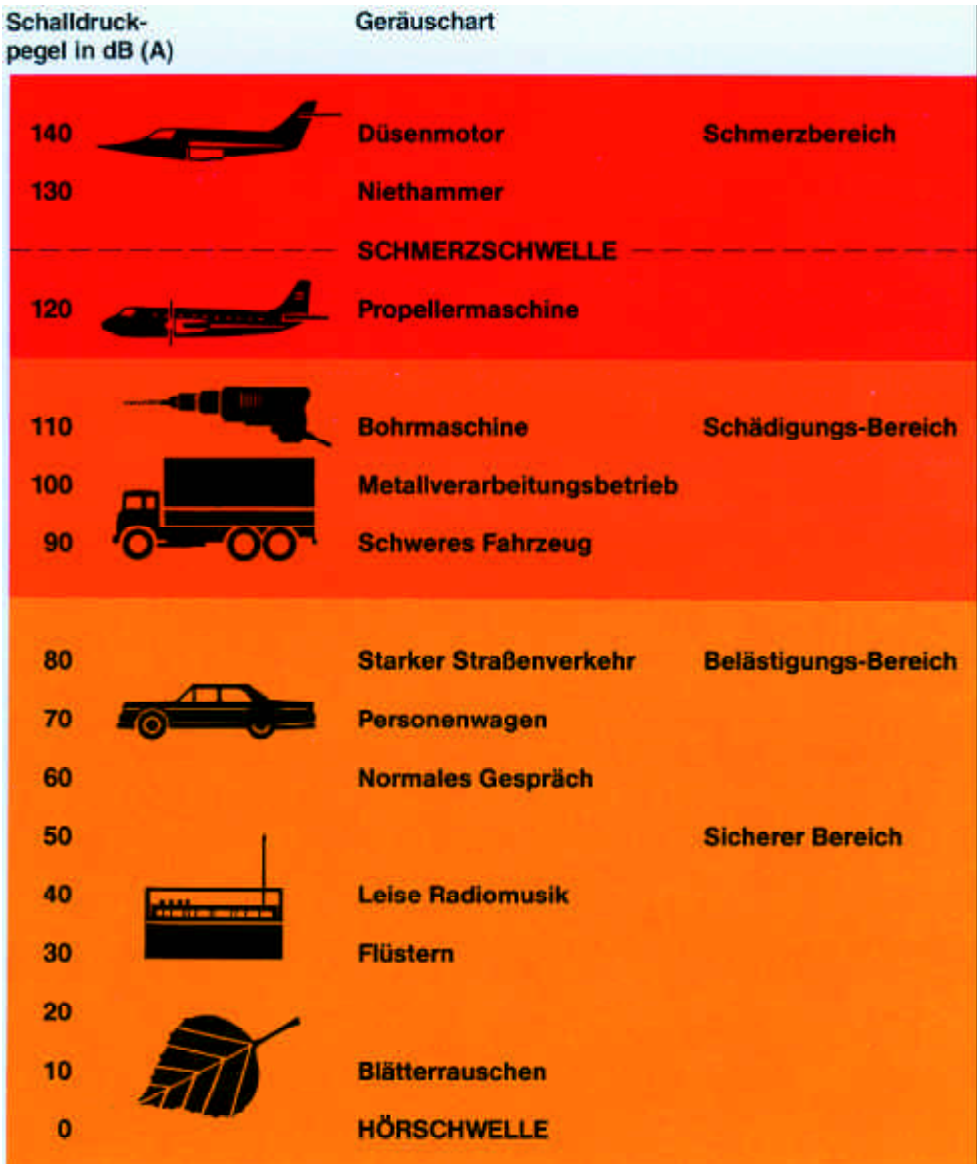
Soll das Ergebnis von Geräuschmessungen dem Empfinden des menschlichen Ohres entsprechen, müssen die Tonhöhen und damit die Frequenzen entsprechend bewertet werden.

Dies geschieht in den Schallmessgeräten durch genormte elektronische Filter A, B, C oder D. Im Arbeitsschutz wird vornehmlich das A-Filter verwendet. Der Schalldruckpegel wird dann als A-bewertet bezeichnet und in dB(A) angegeben.

Um den negativen Auswirkungen des Lärms zu begegnen, wurden verschiedene Vorschriften für den Arbeitsschutz und zum Schutz Dritter erlassen. Danach sind bestimmte Immissions-Grenzwerte einzuhalten.

Die Beurteilung des Lärms erfolgt für repräsentative Zeitabschnitte und Arbeitsabläufe. Sie berücksichtigt den Schalldruckpegel, die Einwirkdauer, Gehörgefährdung und ggf. Impulshaltigkeit der Geräusche. Möglich ist eine orts- oder personenbezogene Beurteilung, so dass den individuellen Belastungen Rechnung getragen werden kann.

Bild 27-1: Beispiele unterschiedlicher Schalldruckpegel (nach Bilsom)



Wirkt gehörschädigender Lärm [Beurteilungspegel ab 85 dB (A)] auf das ungeschützte Ohr längere Zeit ein, so kommt es zunächst zu einer Erhöhung der Hörschwelle (Vertäubung). Der Schall wird je nach Höhe der Vertäubung leiser empfunden.

Nach entsprechend langer Lärmpause bildet sich diese Hörschwellenverschiebung wieder zurück.

Bei lang andauernden Einwirkungszeiten von gehörschädigendem Lärm über mehrere Jahre bildet sich die Hörschwellenverschiebung nicht gänzlich zurück, und es entsteht eine Lärmschwerhörigkeit. Lärmschwerhörigkeit ist nicht heilbar.

Die schädigende Wirkung des Schalls auf das Gehör wird vom Schalldruckpegel und von der Einwirkungszeit beeinflusst. Als Maß gilt der Beurteilungspegel. Er wird auf 8 Stunden bezogen, in Ausnahmefällen auch als Mittelwert auf eine Arbeitswoche. Er wird grundsätzlich als energieäquivalenter Dauerschallpegel ($L_{Aeq, 8h}$) bestimmt. In Einzelfällen ist die Impulshaltigkeit der Geräusche gemäß UVV „Lärm“ (BGV B3/ bisherige VBG 121) zu berücksichtigen.

Bei Lärm mit einem Beurteilungspegel ab 85 dB (A) hat der Unternehmer Gehörschutzmittel zur Verfügung zu stellen. Sie sind von den Mitarbeitern zu benutzen.

Ab einem Beurteilungspegel von 90 dB (A) **muss** der zur Verfügung gestellte Gehörschutz benutzt werden.

Man unterscheidet:

- Gehörschutzstöpsel, z. B. Gehörschutzwatte oder Kunststoffe, die im Gehörgang oder in der Ohrmuschel getragen werden,
- Kapselgehörschützer, die über das Ohr gesetzt werden,
- Schallschutzhelme, die einen Teil des Kopfes gegen Schall schützen,
- Schallschutzanzüge, die den ganzen Körper gegen Schall schützen.

Das Bereitstellen von Gehörschutz entbindet den Unternehmer nicht, ein Lärm-minderungsprogramm aufzustellen und technische Lärmschutzmaßnahmen durchzuführen.

Bild 27-2: Höchstzulässige Beurteilungspegel an Arbeitsplätzen
(nach § 15 Arbeitsstättenverordnung)

Tätigkeit	Beurteilungspegel und Bemerkung
Überwiegend geistige Tätigkeit sowie in Pausen-, Bereitschafts-, Liege- und Sanitätsräumen.	bis 55 dB (A)
Einfache oder überwiegend mechanisierte Bürotätigkeit sowie vergleichbare andere Tätigkeit.	bis 70 dB (A)
Alle sonstigen Tätigkeiten.	ab 85 dB (A) Gehörschutz muß gestellt werden.
Alle sonstigen Tätigkeiten, bei denen der Beurteilungspegel von 85 dB (A) mit betrieblich möglichen Lärminderungsmaßnahmen nicht eingehalten werden kann.	ab 90 dB (A) Lärmbereich muß gekennzeichnet sein. Gehörschutz muß gestellt und getragen werden.

Bild 27-3: Immissionsgrenzwerte gemäß UVV „Lärm“ (BGV B3 / bisherige VBG 121) und erforderliche Maßnahmen

Grenzwert Beurteilungspegel L_{Ar} in dB oder dB(A)		Maßnahmen
$L_{Aeq,8h}$	$L_{Aim,8h}$	
< 85	> 85	– Geräuschmessung im Einzelfall
85 – 89	< 90	– Beurteilungspegel ermitteln – Lärminderung – Gehörschutz zur Verfügung stellen – Gehör-Vorsorgeuntersuchung
85 – 89	≥ 90	– Beurteilungspegel ermitteln – Lärminderung – Lärmbereich kennzeichnen – Gehörschutz benutzen – Lärminderungsprogramm aufstellen – Gehör-Vorsorgeuntersuchung
≥ 90		– Beurteilungspegel ermitteln – Lärminderung – Lärmbereich kennzeichnen – Gehörschutz benutzen – Lärminderungsprogramm aufstellen – Gehör-Vorsorgeuntersuchung

Mechanische Schwingungen (Vibrationen, Stöße) können auf den Menschen übertragen werden und in Abhängigkeit von Frequenzintensität (Amplitude) sowie Ortrichtung und Dauer der Einwirkung zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen:

- Gelenkverschleiß,
- Durchblutungsstörungen,
- Unwohlsein (Seekrankheit bei < 1 Hz).

Betroffen sind bei Teilkörpereinwirkungen auf das Hand-Arm-System (z. B. Arbeiten mit Drucklufthämmern, Winkelschleifern

und Bohrhämmern), insbesondere das Ellenbogen- und das Schultergelenk oder die periphere Durchblutung und Nervenfunktion der Hände.

Bei vorwiegend vertikaler Einwirkung von Ganzkörperschwingungen im Stehen oder Sitzen, z. B. beim Fahren mit Gabelstaplern, entstehen akute oder chronisch wiederkehrende Beschwerden; hauptsächlich in der Kreuz- oder Lendengegend.

Besonders unangenehm sind die Beeinträchtigungen, wenn Resonanzfrequenzen einzelner Organe oder Körperbereiche auftreten.

Bild 28-1

Resonanzfrequenzen verschiedener Körperbereiche des Menschen			
Körperhaltung/ Tätigkeit	Körperteil	Schwingungs- richtung	Bereich der Resonanzfrequenz
Stehen	Knie	X	1– 3 Hz
	Schulter	X	1– 2 Hz
	Kopf	X	1– 2 Hz
	Ganzkörper	Z	4– 7 Hz
Sitzen	Rumpf	X	3– 6 Hz
	Brustkorb	Z	4– 6 Hz
	Wirbelsäule	Z	3– 5 Hz
	Schulter	Z	2– 6 Hz
	Magen	Z	4– 6 Hz
	Auge	Z	20–25 Hz
Hand-Arm- Tätigkeit	Hand-Arm- System	Z	10–20 Hz

Bild 28-2: Koordinatensystem für die Schwingungsrichtungen X, Y und Z bei Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen (nach VDI 2057 Blatt 1)

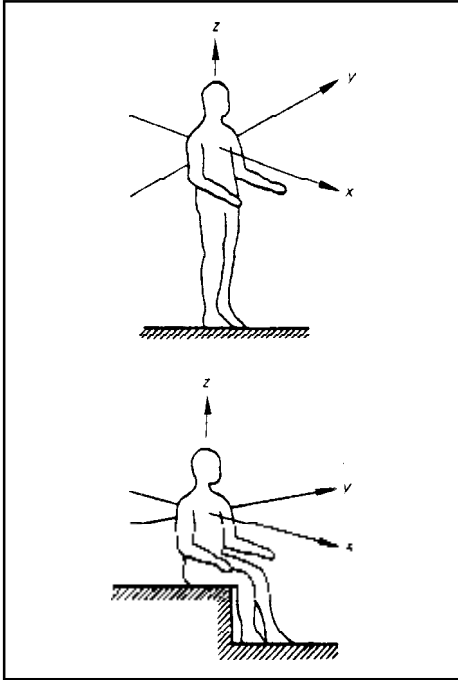


Bild 28-3: Kurven gleicher bewerteter Schwingstärke KZ bei Einwirkung auf den sitzenden und stehenden Menschen (nach VDI 2057 Blatt 2)

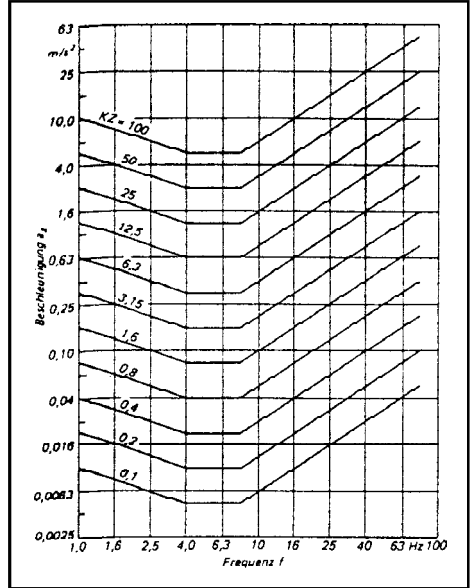
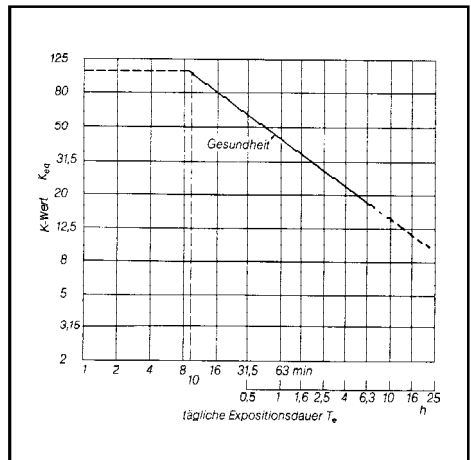


Bild 28-4: Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung (nach VDI 2057 Blatt 3)

Bewertete Schwingstärke KX, KY, KZ, KB	Beschreibung der Wahrnehmung
< 0,1	nicht spürbar
0,1	Fußschwelle
0,4	gerade spürbar
1,6	gut spürbar
6,3	stark spürbar
100	sehr stark spürbar
> 100	

Bild 28-5: Richt(wert)-Kurve für das Beurteilungskriterium „Gesundheit“ (nach VDI 2057 Blatt 3)



Für die Ermittlung der Schwingungsbelastung wird eine Frequenzbewertung für die drei Schwingungsrichtungen X, Y und Z vorgenommen.

Gemessen werden Schwingungsbeschleunigung und Frequenz. Hieraus wird die bewertete Schwingstärke ermittelt. Kurven gleicher bewerteter Schwingstärke sind auch Kurven gleicher Schwingungswahrnehmung.

Sollen Gesundheitsschäden durch die Einwirkung mechanischer Schwingungen vermieden werden, darf die Richtkurve „Gesundheit“ nach VDI 2057 Blatt 3 nicht überschritten werden.

Zur Minderung mechanischer Schwingungen kommen beispielsweise folgende Maßnahmen in Betracht:

- schwingungs isolierte Aufstellung von Maschinen,
- Schwingsitze mit Einstellmöglichkeiten auf das Fahrergewicht,
- vibrationsgeminderte Handgriffe an Elektro- und Druckluftwerkzeugen,
- Beseitigung unebener Fahrbahnen und Verhindern von Stößen,
- luftbereifte Räder,
- schwingungs isolierte Kabinen.

Mit diesen Maßnahmen wird in den meisten Fällen gleichzeitig eine längere Lebensdauer der Maschinen und Fahrzeuge erzielt.

Bild 28-6: Schwingungsgedämpfter Fahrersitz in einer Baumaschine



Chemische Stoffe oder Verbindungen, die durch ihre Eigenschaften Schäden an Menschen oder Umwelt verursachen können, werden als Gefahrstoffe bezeichnet. Solche Eigenschaften sind z. B.

- brand- und explosionsgefährlich,
- gesundheitsschädlich,
- fruchtschädigend,
- erbgutverändernd,
- umweltschädigend.

Der Grad der Gefährdung hängt insbesondere von Art, Dosis und Konzentration eines Stoffes ab.

Zum Schutz des Menschen vor Gefahren sind Maßnahmen in der Rangfolge ihrer Schutzwirkung anzuwenden:

- Gefahrstoffe durch ungefährliche Stoffe ersetzen,
- Arbeitsverfahren so gestalten, dass Gefahrstoffe nicht entstehen oder nicht frei werden,
- Gefahrstoffe an der Entstehungsstelle vollständig erfassen und beseitigen,
- Lüftungsmaßnahmen,
- Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung (siehe Bild 29-1).

Nähere Informationen enthalten insbesondere die BG-Informationen

- BGI 546 „Umgang mit Gefahrstoffen“ (bisherige ZH 1/97)
und
- BGI 593 „Schadstoffe beim Schweißen“ (bisherige ZH 1/223).

Bild 29-1: Benutzung von persönlicher Schutzausrüstung bei Lackierarbeiten



Ergonomische und arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse sind bereits in viele Regelwerke eingeflossen.

UVV Allgemeine Vorschriften

Allgemeine Anforderungen gemäß § 2 Absatz 1

Der Unternehmer hat zur Verhütung von Arbeitsunfällen Einrichtungen, Anordnungen und Maßnahmen zu treffen, die den Bestimmungen dieser Unfallverhütungsvorschrift und den für ihn sonst geltenden Unfallverhütungsvorschriften und im übrigen den allgemein anerkannten sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Regeln entsprechen. Soweit in anderen Rechtsvorschriften, insbesondere in Arbeitsschutzvorschriften, Anforderungen gestellt werden, bleiben diese Vorschriften unberührt.

Das Arbeitsschutzgesetz

§ 1 Zielsetzung und Anwendungsbereich

(1) Dieses Gesetz dient dazu, Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit durch Maßnahmen des Arbeitsschutzes zu sichern und zu verbessern. Es gilt in allen Tätigkeitsbereichen.

§ 2 Begriffsbestimmungen

(1) Maßnahmen des Arbeitsschutzes im Sinne dieses Gesetzes sind Maßnahmen zur Verhütung von Unfällen bei der Arbeit und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren **einschließlich Maßnahmen der menschengerechten Gestaltung der Arbeit.**

§ 4 Allgemeine Grundsätze

Der Arbeitgeber hat bei Maßnahmen des Arbeitsschutzes von folgenden allgemeinen Grundsätzen auszugehen:

1. Die Arbeit ist so zu gestalten, dass eine Gefährdung für Leben und Gesundheit möglichst vermieden und die verbleibende Gefährdung möglichst gering gehalten wird;
2. Gefahren sind an ihrer Quelle zu bekämpfen;
3. bei den Maßnahmen sind der Stand von Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene **sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse** zu berücksichtigen;
4. Maßnahmen sind mit dem Ziel zu planen, Technik, Arbeitsorganisation, sonstige Arbeitsbedingungen, soziale Beziehungen und Einfluss der Umwelt auf den Arbeitsplatz sachgerecht zu verknüpfen;
5. individuelle Schutzmaßnahmen sind nachrangig zu anderen Maßnahmen;
6. spezielle Gefahren für besonders schutzbedürftige Beschäftigtengruppen sind zu berücksichtigen;
7. den Beschäftigten sind geeignete Anweisungen zu erteilen;
8. mittelbar oder unmittelbar geschlechtsspezifisch wirkende Regelungen sind nur zulässig, wenn dies aus biologischen Gründen zwingend geboten ist.

Das Betriebsverfassungsgesetz

Unterrichtungs- und Beratungsrechte im § 90

Der Arbeitgeber hat den Betriebsrat über die Planung

- von Neu-, Um- und Erweiterungsbauten von Fabrikations-, Verwaltungs- und sonstigen betrieblichen Räumen,
- von technischen Anlagen,
- von Arbeitsverfahren und Arbeitsabläufen oder
- von Arbeitsplätzen

rechtzeitig zu unterrichten und die vorgesehenen Maßnahmen unter Berücksichtigung „**gesicherter arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse**“ mit dem Betriebsrat zu beraten.

Mitbestimmungsrecht im § 91

Werden Arbeitnehmer **in besonderer Weise belastet, weil gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse** bei Änderung

- der Arbeitsplätze,
- des Arbeitsablaufes,
- der Arbeitsumgebung

nicht beachtet wurden, so kann der Betriebsrat angemessene Maßnahmen zur Abwendung oder Minderung der Belastung verlangen.

Arbeitsstättenverordnung

Allgemeine Anforderungen im § 3

Der Arbeitgeber hat Arbeitsstätten nach dieser Verordnung, den UVV'en und den allgemein anerkannten sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen und hygienischen Regeln sowie den sonstigen „**gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen**“ einzurichten und zu betreiben.

In den Arbeitsstättenrichtlinien (ASR) sind diese Erkenntnisse z. T. konkretisiert.

Das Arbeitssicherheitsgesetz

- | Aufgaben der Fachkräfte für Arbeitssicherheit im § 6
- | Aufgaben der Betriebsärzte im § 3

Sie haben die Aufgabe, den Arbeitgeber in allen Fragen der Arbeitssicherheit einschließlich der „**menschengerechten Gestaltung der Arbeit**“ zu beraten.

UVVen	BGV A1	Allgemeine Vorschriften (bisherige VBG 1)
	BGV A4	Arbeitsmedizinische Vorsorge (bisherige VBG 100)
	BGV A8	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz (bisherige VBG 125)
	BGV B3	Lärm (bisherige VBG 123)
<hr/>		
BGR, BGI, ZH 1	BGR 131	Arbeitsplätze mit künstlicher Beleuchtung und für Sicherheitsleitsysteme (bisherige ZH 1/190)
	BGI 546	Umgang mit Gefahrstoffen (bisherige ZH 1/93)
	BGI 593	Schadstoffe in der Schweißtechnik (bisherige ZH 1/223)
	ZH 1/535	Sicherheitsregeln für Büro-Arbeitsplätze
<hr/>		
DIN-Normen, VDE-Bestimmungen	DIN EN 294	„Sicherheit von Maschinen; Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen“
	DIN EN 349	„Sicherheit von Maschinen; Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen“
	DIN EN 894-3	„Sicherheit von Maschinen; Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 3 Stellteile“
	DIN EN 1838	„Angewandte Lichttechnik – Notbeleuchtung“
	DIN 4551	„Bürodrehstühle und Bürodrehsessel; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung“
	DIN 4553	„Büromöbel; Begriffe“
	DIN 4554	„Büromöbel (ausgenommen Bürositzmöbel); Anforderungen und Prüfung“

DIN-Normen, VDE-Bestimmungen	DIN 5034	„Innenraumbeleuchtung mit Tageslicht; Grundsätze“
	DIN 5035	Teil 1 „Beleuchtung mit künstlichem Licht; Begriffe und allgemeine Anforderungen“
	DIN 5035	Teil 2 „Beleuchtung mit künstlichem Licht; Richtwerte für Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien“
	DIN VDE 1000	„Allgemeine Leitsätze für das sicherheitsgerechte Gestalten technischer Erzeugnisse“
	ENV 26385	„Prinzipien der Ergonomie in der Auslegung von Arbeitssystemen“
	DIN 33400	„Gestalten von Arbeitssystemen nach arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen; Begriffe und allgemeine Leitsätze“
	DIN 33400	Beiblatt 1 „Gestalten von Arbeitssystemen nach arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen; Beispiel für höhenverstellbare Arbeitsplattformen“
	DIN 33402	Teil 1 „Körpermaße des Menschen; Begriffe, Messverfahren“
	DIN 33402	Teil 2 „Körpermaße des Menschen; Werte“
	DIN 33403	Teil 1 „Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung“; Grundlagen zur Klimaermittlung“
	DIN 33407	„Arbeitsanalyse; Merkmale“
	DIN 33408	Teil 1 „Körperumriss-Schablonen für Sitzplätze“
	DIN 33416	„Zeichnerische Darstellung der menschlichen Gestalt in typischen Arbeitshaltungen“
	DIN 68877	„Arbeitsstuhl; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung“

**Gesetze und
Verordnungen**

Arbeitsschutzgesetz
 Arbeitssicherheitsgesetz
 Betriebsverfassungsgesetz
 Arbeitsstättenverordnung
 Lastenhandhabungsverordnung

Sonstige Schriften

- Bosch: Arbeitshilfen für die ergonomische Arbeitsgestaltung, Herausgeber Robert Bosch, 1978
- Fördergemeinschaft Gutes Licht:
Gutes Licht für Handwerk und Industrie, 1979
- Grandjean, E.: Physiologische Arbeitsgestaltung, 1967
- Hettinger, Kaminski, Schmale:
Ergonomie am Arbeitsplatz, 1980
- Institut für angewandte Arbeitswissenschaften e.V.,
Herausgeber: Taschenbuch der Arbeitsgestaltung, 1977
- Jenik, P.: Maschinen menschlich konstruiert, Somatographie als wissenschaftliche Methode für Konstrukteure, Maschinenmarkt Industriejournal 78/1972 S. 87-90
- Laurig, W.: Grundzüge der Ergonomie, Einführung, 1982
- Murrell, K.F.H.: Ergonomie, 1971
- Rohmert, W.: Arbeitswissenschaft I,
Umdruck der Vorlesung, 1976
- Schmidtke, H.: Lehrbuch der Ergonomie,
2. bearbeitete und ergänzte Auflage, 1981
- Taschenbuch Mensch und Arbeit, 1975
- VDI-Gesellschaft Produktionstechnik,
Herausgeber: Handbuch der Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation, 1980
- Wenzel, G. und Piekarski, C.: Kima und Arbeit, 1980
- Zeiss-Ikon: Licht und Leuchten, 1975
- VDI-Richtlinie 2057 „Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen“

- Seite 9 Laurig W., Grundzüge der Ergonomie, Einführung (1982)
- Seite 10 Rohmert W., Aufgaben und Inhalt der Arbeitswissenschaft;
Die Berufsbildende Schule 24 (1972) S. 3-14
- Seite 15 Jenik P., Maschinen menschlich konstruiert,
Somatographie als wissenschaftliche Methode für Konstrukteure,
Maschinenmarkt Industriejournal 78/1972 S. 87-90
- Seite 15 Robert Bosch (Hrsg.); Bosch: Arbeitshilfen für die ergonomische
Arbeitsgestaltung (1978)
- Seite 19 Schultetus W., Montagegestaltung; Köln, TÜV Rheinland (1980)
- Seite 29 Bildschirm-Arbeitsplätze, Anordnung und Aufstellung
Hrsg.: Berufsgenossenschaft Druck- und Papierverarbeitung
- Seite 31 Rohmert W., Arbeitswissenschaft I, Umdruck zur Vorlesung (1976)
- Seite 34-37 Wenzel G., Piekarski C., Klima und Arbeit (1980)
- Seite 41, 42 Zeiss-Ikon, Licht und Leuchten (1975)
- Seite 43, 46-48 Fördergemeinschaft Gutes Licht: Gutes Licht für Handwerk und
Industrie, 1979
- Seite 50 VDI Handbuch Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation (1980)
- Seite 61, 63 Grandjean E., Physiologische Arbeitsgestaltung (1967)



Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften

Federführung: Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft, Kreuzstraße 45,
40210 Düsseldorf, Telefax (02 11) 82 24-4 44 und 5 45 (02 11) 82 24-0

Verwaltungsgemeinschaft

Maschinenbau- u. Metall-Berufsgenossenschaft / Hütten- u. Walzwerks-Berufsgenossenschaft
Kreuzstraße 45, 40210 Düsseldorf, Telefax (02 11) 82 24-4 44 (02 11) 82 24-0
E-Mail: praevention@mmbg.de, Internet: <http://www.mmbg.de>

Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft – Präventionsabteilung (Aufsichtsdienst)

Leitung: 40210 Düsseldorf, Kreuzstraße 45, Telefax (02 11) 82 24-5 45 (02 11) 82 24-0

Außendienststellen der Präventionsabteilung:

44263 Dortmund, Semerteichstraße 98, Telefax (02 31) 41 96-199 (02 31) 41 96-0
33602 Bielefeld, Oberntorwall 13/14, Telefax (05 21) 9 67 04-99 (05 21) 9 67 04-70
40239 Düsseldorf, Graf-Recke-Straße 69, Telefax (02 11) 82 24-8 44 (02 11) 82 24-0
51065 Köln, Berg.-Gladbacher-Straße 3, Telefax (02 21) 67 84-2 22 (02 21) 67 84-0
06842 Dessau, Raguhner Straße 49 b, Telefax (03 40) 25 25-3 62 (03 40) 25 25-0
39104 Magdeburg, Ernst-Reuter-Allee 45, Telefax (03 91) 5 32 29-11 (03 91) 5 32 29-0
01109 Dresden, Zur Wetterwarte 27, Telefax (03 51) 8 86-45 76 (03 51) 8 86-50 41
04109 Leipzig, Elsterstraße 8 a, Telefax (03 41) 1 29 91-11 (03 41) 1 29 91-0

Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft – Präventions- und Schulungsabteilung

Leitung: 40210 Düsseldorf, Kreuzstraße 45, Telefax (02 11) 82 24-5 45 (02 11) 82 24-0

Außendienststelle der Präventions- und Schulungsabteilung:

45127 Essen, Hoffnungstraße 2, Telefax (02 01) 17 06-3 38 (02 01) 17 06-0

Norddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft

Seligmannallee 4, 30173 Hannover, Telefax (05 11) 81 18-2 00 (05 11) 81 18-0
Internet: <http://www.nmbg.de>

Präventionsbezirke:

30173 Hannover, Seligmannallee 4, Telefax (05 11) 81 18-5 69 (05 11) 81 18-0
12099 Berlin, Lorenzweg 5, Telefax (0 30) 7 56 97-2 40 (0 30) 7 56 97-0
28195 Bremen, Töferbohmstraße 10, Telefax (04 21) 30 97-1 11 (04 21) 30 97-0
20149 Hamburg, Rothenbaumchaussee 145, Telefax (0 40) 4 41 12-1 50 (0 40) 4 41 12-0
mit Außenstelle in 18055 Rostock, Blücherstraße 27,
Telefax (03 81) 49 56-1 50 (03 81) 49 56-0

Süddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft

Wilhelm-Theodor-Römheld-Straße 15, 55130 Mainz, Telefax (0 61 31) 8 02-5 72 (0 61 31) 8 02-0
E-Mail: pav.sekr@smbg.de, Internet: <http://www.smbg.de>

Technische Aufsichtsdienste:

80615 München, Arnulfstraße 283, Telefax (0 89) 1 79 18-1 19 (0 89) 1 79 18-2 35
83278 Traunstein (Außenstelle), Kernstraße 4, Telefax (08 61) 7 08 78-20 (08 61) 7 08 78-0
90403 Nürnberg, Weinmarkt 9 -11, Telefax (09 11) 23 47-1 52 (09 11) 23 47-0
70563 Stuttgart, Vollmoellerstraße 11, Telefax (07 11) 13 34-2 13 (07 11) 13 34-0
79100 Freiburg (Außenstelle), Basler Straße 65, Telefax (07 61) 4 56 88-88 (07 61) 4 56 88-60
68167 Mannheim, Dudenstraße 50, Telefax (06 21) 38 01-4 39 (06 21) 38 01-0
66119 Saarbrücken, Koßmannstraße 48-52, Telefax (06 81) 85 09-87 (06 81) 85 09-0
55130 Mainz, Wilhelm-Theodor-Römheld-Straße 15, Telefax (0 61 31) 8 02-1 33 (0 61 31) 8 02-4 00
99099 Erfurt, Lucas-Cranach-Platz 2, Telefax (03 61) 43 91-6 02 (03 61) 43 91-0
36251 Bad Hersfeld (Außenstelle), Seilerweg 54, Telefax (0 66 21) 4 05-2 30 (0 66 21) 4 05-0
09117 Chemnitz (Außenstelle), Nevoigtstraße 29, Telefax (03 71) 8 42 22-18 (03 71) 8 42 22-0
55027 Mainz – HA Prävention, PF 3780, Telefax (0 61 31) 8 02-5 72 (0 61 31) 8 02-0

Edel- und Unedelmetall-Berufsgenossenschaft

Vollmoellerstraße 11, 70563 Stuttgart, Telefax (07 11) 13 34-5 20 (07 11) 13 34-0
E-Mail: tad@edelbg.de, Internet: <http://www.edelbg.de>

Ausgabe 2001
Bestell-Nr. BGI 523
3.2001 / 37 200

Herausgeber:

Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften

Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft, Düsseldorf

Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft, Düsseldorf

Norddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft, Hannover

Süddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft, Mainz

Edel- und Unedelmetall-Berufsgenossenschaft, Stuttgart

Für Mitglieder anderer Berufsgenossenschaften zu beziehen durch
Carl-Heymanns Verlag KG., Luxemburger Straße 449, 50939 Köln