

# *Hard- und Software-Ergonomie*

---

## **Hardware-Ergonomie**

**Dr.-Ing. Rainer Skrotzki**

Informations- und Technikmanagement

Institut für Arbeitswissenschaft, Ruhr-Universität Bochum

[www.imtm-iaw.rub.de](http://www.imtm-iaw.rub.de)

# Was ist Hardwareergonomie

---

*Hardware-Ergonomie* stellt die Prinzipien und Hilfsmittel zur Verfügung, um die zu einem EDV-System gehörenden technischen Artefakte an den Menschen anzupassen.

Im Einzelnen geht es um die Gestaltung der Ein- und Ausgabegeräte und um die hardwaremäßigen Schnittstellen zwischen Mensch und EDV-System.

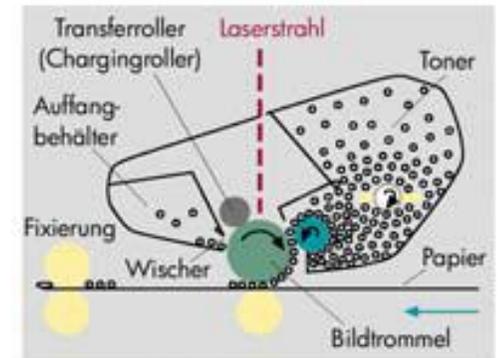
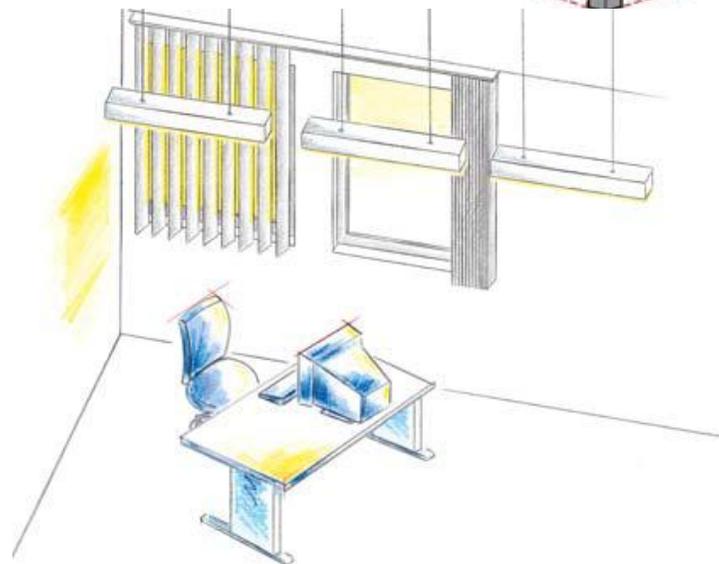
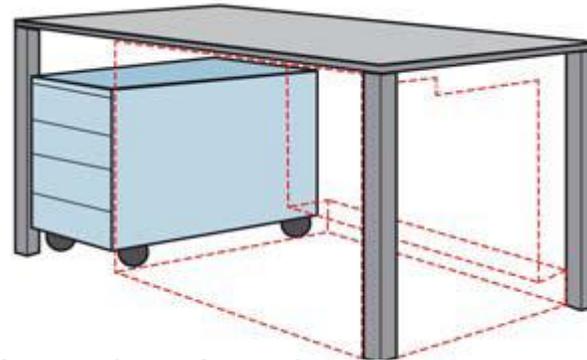
Geht es um die generelle Gestaltung von Produkten, sprechen wir von *Produktergonomie*.

# Human-Computer-Interaction

---

Mit der Human-Computer-Interaction (HCI) (Mensch-Computer Interaktion) beschäftigen verschiedene wissenschaftliche Disziplinen. Es geht inhaltlich um die benutzergerechte Gestaltung interaktiver Systeme und den implementierten Mensch-Maschine-Schnittstellen. Es werden neben Erkenntnissen der Informatik auch solche aus anderen wissenschaftlichen Disziplinen verwandt. Die Arbeitswissenschaft spielt in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle.

# Hardware



# Benutzerschnittstellen

---

**EN ISO 9241**, diese internationale Normenreihe setzt internationale Standards, die die Interaktion zwischen Mensch und Computer beschreiben.

Sie beschreibt Anforderungen an die Arbeitsumgebung, Hardware und Software.

Die folgenden Teile sind Bestandteile der Norm

Teil 3: Anforderungen an visuelle Anzeigen

Teil 4: Anforderungen an Tastaturen

Teil 5: Anforderungen an die Arbeitsplatzgestaltung und Körperhaltung

Teil 6: Anforderungen an die Arbeitsumgebung

Teil 9: Anforderungen an Eingabegeräte - außer Tastaturen

Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit - Leitsätze

Teil 12: Informationsdarstellung

Ziel der Richtlinien ist es, gesundheitliche Schäden beim Arbeiten mit Computern zu vermeiden und dem Benutzer die Ausführung seiner Aufgaben zu erleichtern.

# Definition von Belastung

---

***Gesamtheit aller auf den Menschen einwirkenden Einflüsse aus der Arbeitsaufgabe, Arbeitsumgebung und der Arbeitsorganisation, die Auswirkungen auf den Menschen haben können.***

Zahlreiche Belastungen sind messbar:

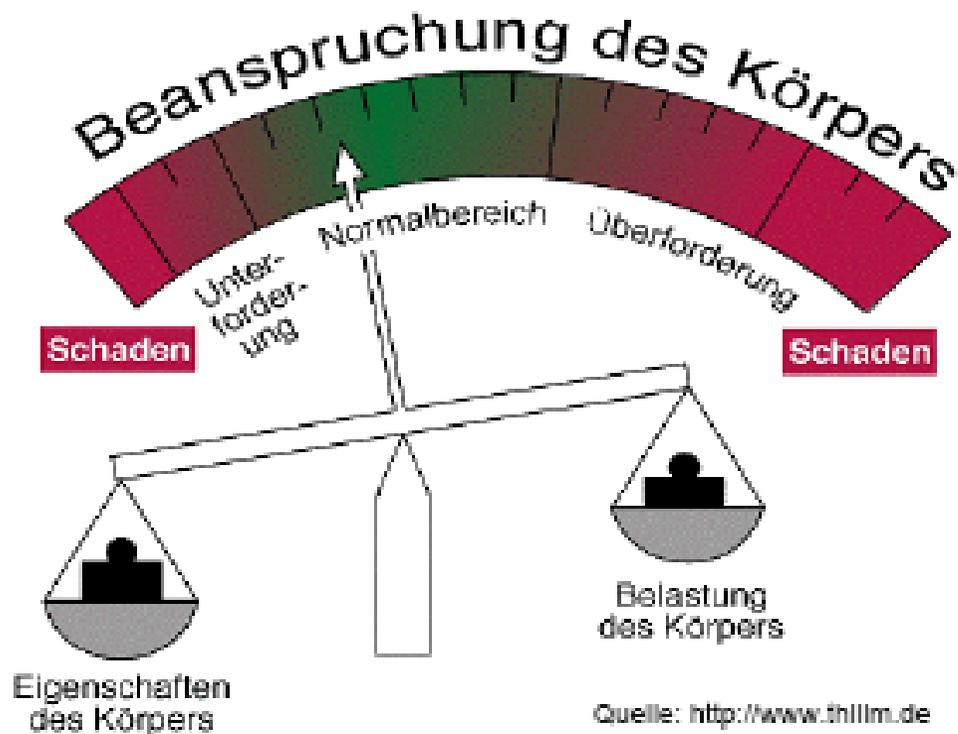
Klima, Schadstoffe, Lärm, Licht, Schwingungen, Kräfte etc.

# Belastung und Beanspruchung

---



Obwohl das Gewicht (→ Belastung) gleichmäßig verteilt ist, zeigt die Abbildung deutlich unterschiedliche Anzeichen für körperliche Anstrengung (→ Beanspruchung) der beiden Männer.



Quelle: <http://www.th111m.de>

	<i>Mechanik</i>	<i>Arbeitswissenschaft</i>
<i>Belastung</i>	Gesamtheit der äußeren Einwirkungen: Kräfte auf ein Bauteil	äußere Merkmale der Arbeitssituation, wie Arbeitsaufgabe, Umgebungsbedingungen, Ausführungsbedingungen
<i>Beanspruchung</i>	die aus den Belastungen resultierenden inneren Spannungen	Summe der Reaktionen des arbeitenden Menschen auf die Belastungen (physisch, körperlich-physiologisch, mental, emotional erlebensmäßig)

## Belastung

- Arbeitsaufgabe
- Umgebungseinflüsse
- ...



## Beanspruchung

- Physische Beanspruchung
- Psychische Beanspruchung

## Intervenierende Faktoren

- Alter
- Geschlecht
- Training
- Erfahrung
- Ausbildung
- Konstitution
- Tagesrhythmik
- Vorermüdung
- ...

# Definition Beanspruchung

---

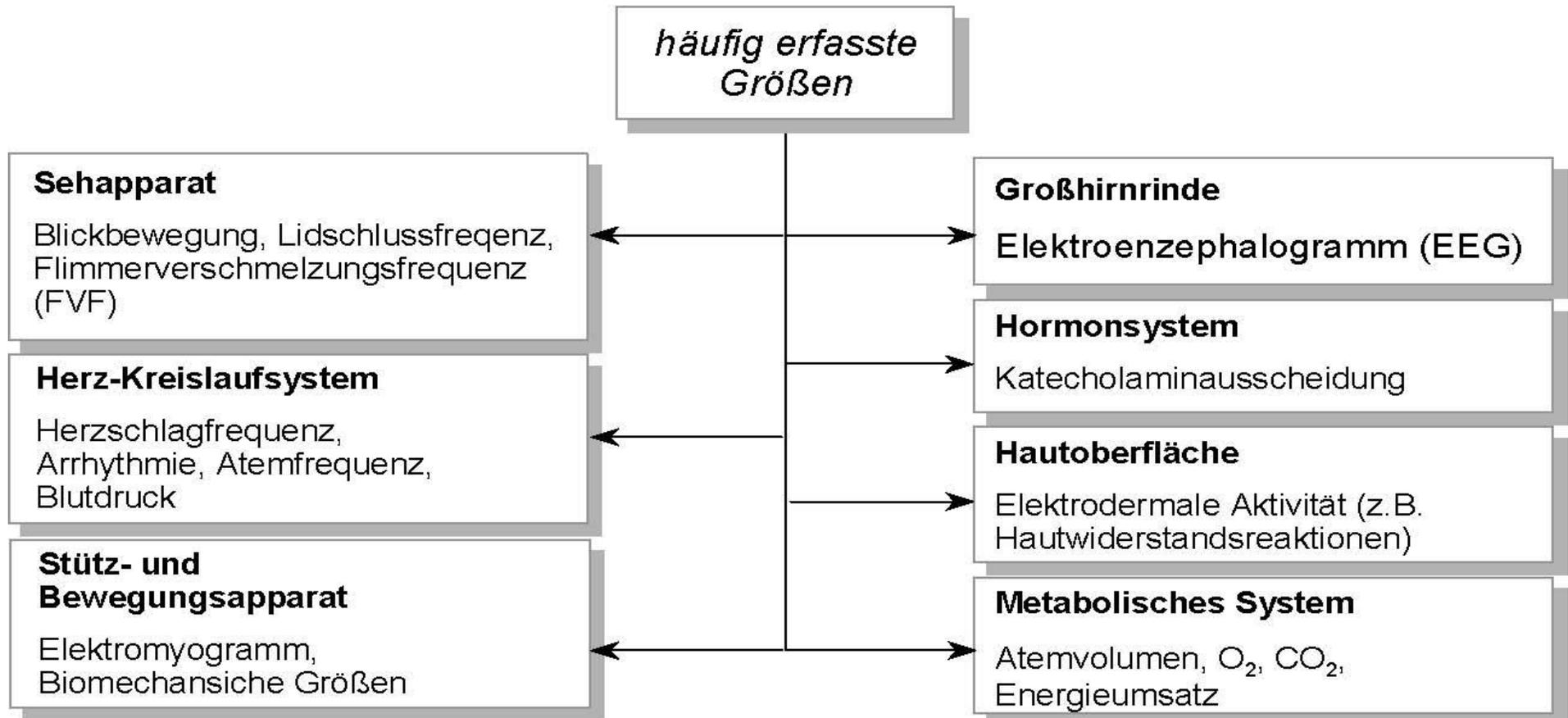
*Die individuelle psychophysiologischen Reaktionen auf einwirkende Belastungen.*

Beanspruchungen sind nicht direkt messbar. Man kann lediglich physikalische Größen am Menschen messen und diese in Relation zu den Beanspruchungen setzen.

Hinzu kommt, daß sowohl die körperliche als auch die mentale Beanspruchung in die Messung mit einfließen.

Bei energetischer, also vorwiegend körperlicher Arbeit ist als Beobachtungswert die Herzfrequenz geeignet. Sie kann mit Hilfe der Elektrokardiographie ermittelt werden

# Physiologische Messungen



# Elektrokardiografie (EKG)

---

Das Elektrokardiogramm leitet elektrische Potenzialänderungen des Herzens ab, welche seine Kontraktionen und Entspannungen auslösen.

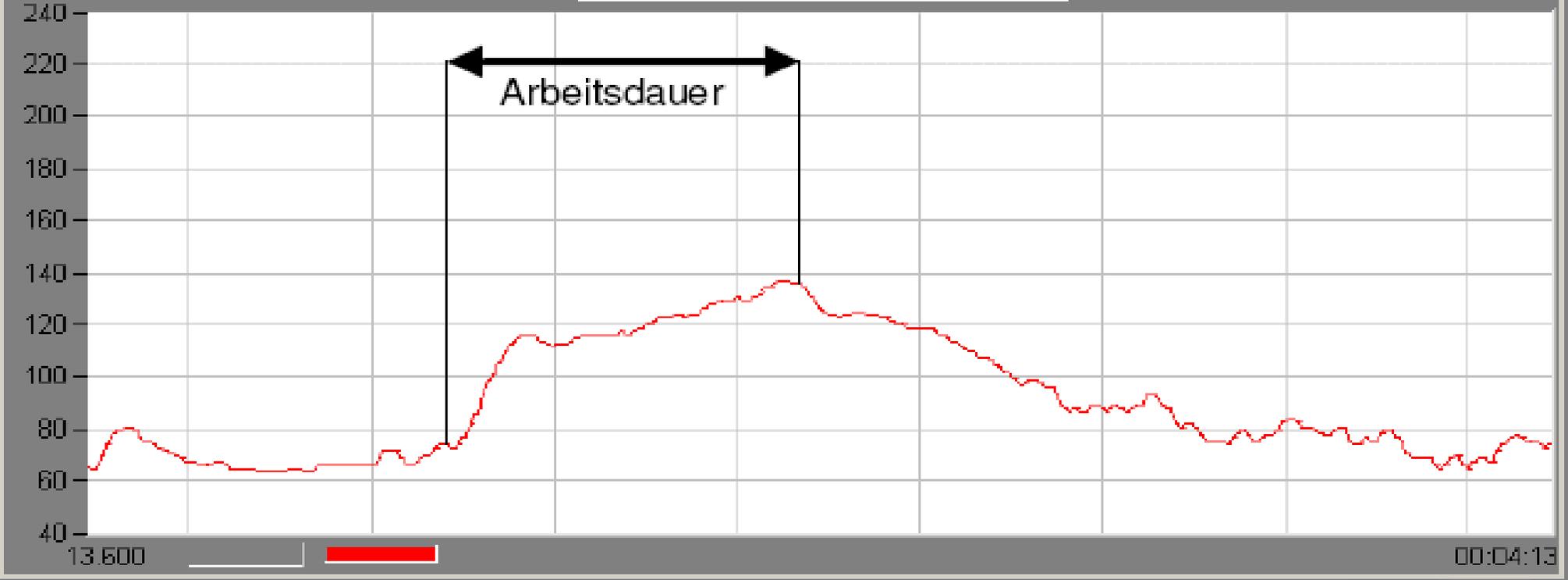
Diese periodischen Kurven werden visualisiert, um Aussagen über die Aktivität des Herzens treffen zu können.

Bei schwerer körperlicher Arbeit eignet sich besonders die Herzfrequenz als Beobachtungsparameter, da durch die erhöhte Muskelaktivität mehr Sauerstoff verbraucht wird. Eine wichtige Aufgabe besteht darin, sauerstoffreiches Blut zu den Organen zu transportieren.

Die Herzfrequenz steigt auch bei sehr starker mentaler und emotionaler Belastung an.

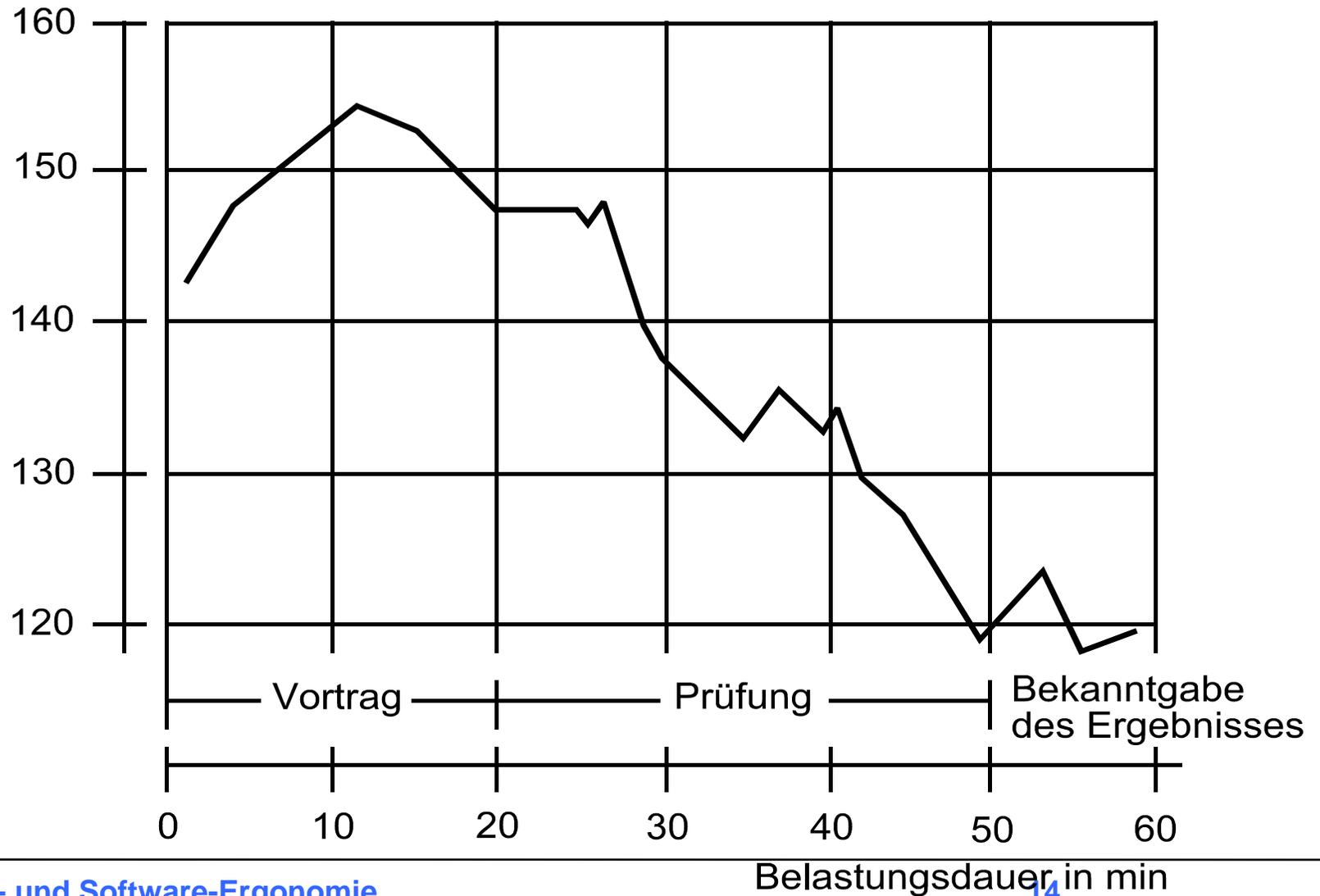
Ein weiterer im Rahmen des Praktikums betrachteter Parameter ist die Herzschlagarrhythmie.

Herzschlag-Frequenz [1/min]

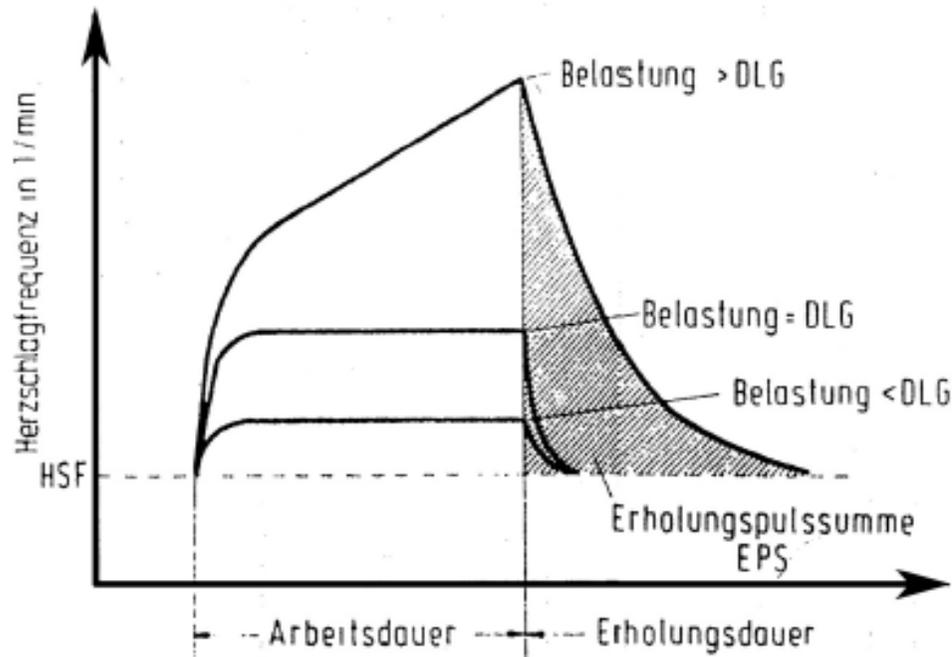


# Herzschlagfrequenz während einer mündlichen Doktorprüfung

Herzschlagfrequenz in Schläge je min



# Herzschlagfrequenz bei Belastung



## ≤ DLG

Herzschlagfrequenz pendelt sich auf einer bestimmten Höhe ein ( $O_2$ -Gleichgewicht.). Dieser Zustand wird auch **Steady State** genannt.

Nach Arbeitsende fällt der Herzschlag schnell wieder bis auf den Ruhewert ab.

Ein Arbeiter kann eine ganze Schicht lang dieser Arbeit ohne Pause nachgehen.

## > DLG

Herzschlagfrequenz erhöht sich immer mehr und pendelt sich nicht ein, da kein  $O_2$ -Gleichgewicht erreicht werden kann. Abbruch durch Erschöpfung. Die Zeit bis der Ruhewert der Herzfrequenz erreicht ist, ist relativ hoch. Kurzfristiges Arbeiten über der DLG kann durch Kurzpausen kompensiert werden.

# Arbeitspuls und DLG

---

***Arbeitspuls = aktueller Puls – Ruhepuls (in der „Arbeitshaltung“)***  
(Plusschläge, die man über den Ruhepuls hinaus aufbringen muss)

## **Dauerleistungsgrenzwerte:**

40 Arbeitspuls/min: bei Einsatz von 20% der Muskelmasse

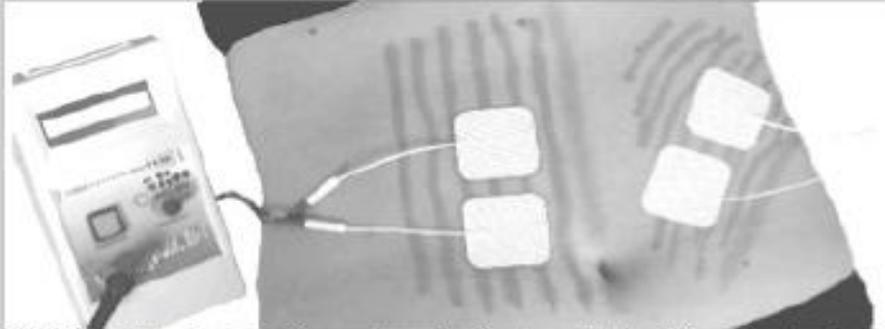
35 Arbeitspuls/min: bei 10% der Muskelmasse

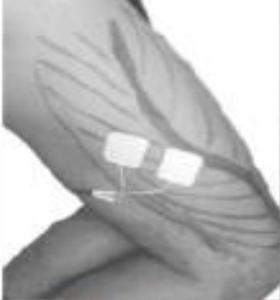
15 Arbeitspuls/min: bei 1-2% der Gesamtmuskelmasse

← häufigster Fall

# Elektromyogramm

**Beispiele der Elektrodenanordnung für bestimmte Muskelpartien**



<p><b>Wichtig:</b> Elektroden immer in <b>Faserrichtung</b> des zu messenden Muskels aufkleben!</p>	<p>gerader Bauchmuskel (m. rectus abdominis)</p>	<p>schräger Bauchmuskel (m. obliquus abdominis externus)</p>
		
<p>Bizeps (m. biceps brachii, C. breve)</p>	<p>Trizeps (m. triceps brachii, C. radiale)</p>	<p>Oberschenkelmuskel (m. rectus femoris)</p>
		
<p>Schenkelbeuger (m. vastus fibularis)</p>	<p>Trapezmuskel (m. trapezius)</p>	<p>großer Brustmuskel (m. pectoralis major)</p>

# Biochemische Verfahren

---

- Adrenalin (mentale Belastung, emotionale Belastung)
- Noradrenalin (Muskelanspannung, emotionale Belastung)

Die Werte werden entweder im Blut oder im Urin (hohe Latenzzeit) gemessen.

Bei emotionaler Belastung steigt sowohl die Konzentration von Adrenalin als auch Noradrenalin, da es fast immer zu Muskelverspannungen kommt.

# Beobachtung

---

verdeckte  
teilnehmende  
systematische  
künstliche  
Selbstbeobachtung



offene  
nicht-teilnehmende  
unsystematische  
natürliche  
Fremdbeobachtung

# Befragung

---

- ➔ **standardisierte Fragen und standardisierte Antworten**
- ➔ **nicht-standardisierte Fragen und standardisierte Antworten**
- ➔ **standardisierte Fragen und nicht-standardisierte Antworten**
- ➔ **nicht-standardisierte Fragen und nicht standardisierte Antworten**
- ➔ **Selbstaufschreibung**
- ➔ **Methoden des lauten Denkens / verbale Protokolltechnik**
- ➔ **Videoselbstkonfrontation**

---

# Arbeitsplatzgestaltung



## Inhalte

- Warum beschäftigen wir uns mit Arbeitsplatzgestaltung?
- Was bedeutet Anthropometrie
- Was bedeutet Ergonomie?
- Wie sollte ein Arbeitsplatz eingerichtet sein?
- Welche Prinzipien sollte man beachten?

# Antrophrometrische Arbeitsplatzgestaltung

---

- Arbeitsplatzausrüstung
- Gestaltung von Arbeitsmitteln
- Gestaltung der Umgebung
- Die Arbeit an den Menschen anpassen, nicht umgekehrt

# Anthropometrie

---

- **Anthropometrie ist die Lehre von der Vermessung des menschlichen Körpers in anthropologischen Klassifizierungen und Vergleichen.**
- **Im 19. und frühen 20. Jahrhundert war Anthropometrie eine Pseudowissenschaft, die hauptsächlich zur Einteilung potentieller Verbrecher durch Gesichtszüge verwendet wurde. So behauptete zum Beispiel Cesare Lombroso in *Criminal Anthropology* (1895), dass Mörder hervorspringende Kiefer und Taschendiebe lange Hände und Dreitagebärte hätten.**
- **Die berücktesten Anwender der Anthropometrie waren die Nationalsozialisten, deren Propagandaabteilung für Bevölkerungspolitik und Rassenwohl die Einteilung von Ariern und Nichtariern auf der Basis von Schädelmessungen und anderer körperlicher Eigenschaften empfahl. Schädeleinteilung war gesetzlich vorgeschrieben; die Nazis riefen eigene Institute ins Leben, um ihre Rassenpolitik zu fördern. Wenn man den Normen nicht entsprach, bedeutete dies Entzug der Heirats- oder Arbeitserlaubnis und für viele den Weg in die Todeslager.**

# Perzentil

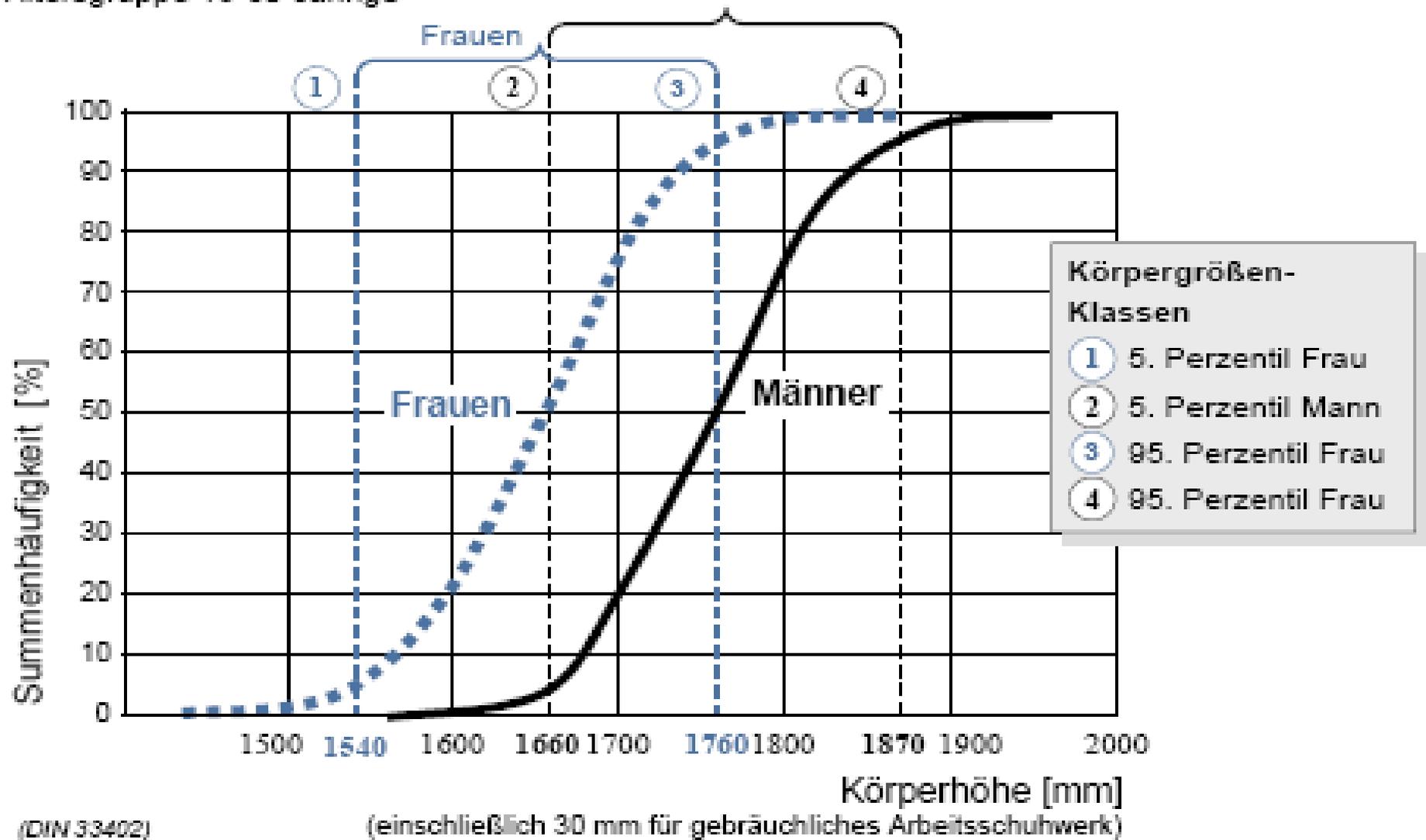
---

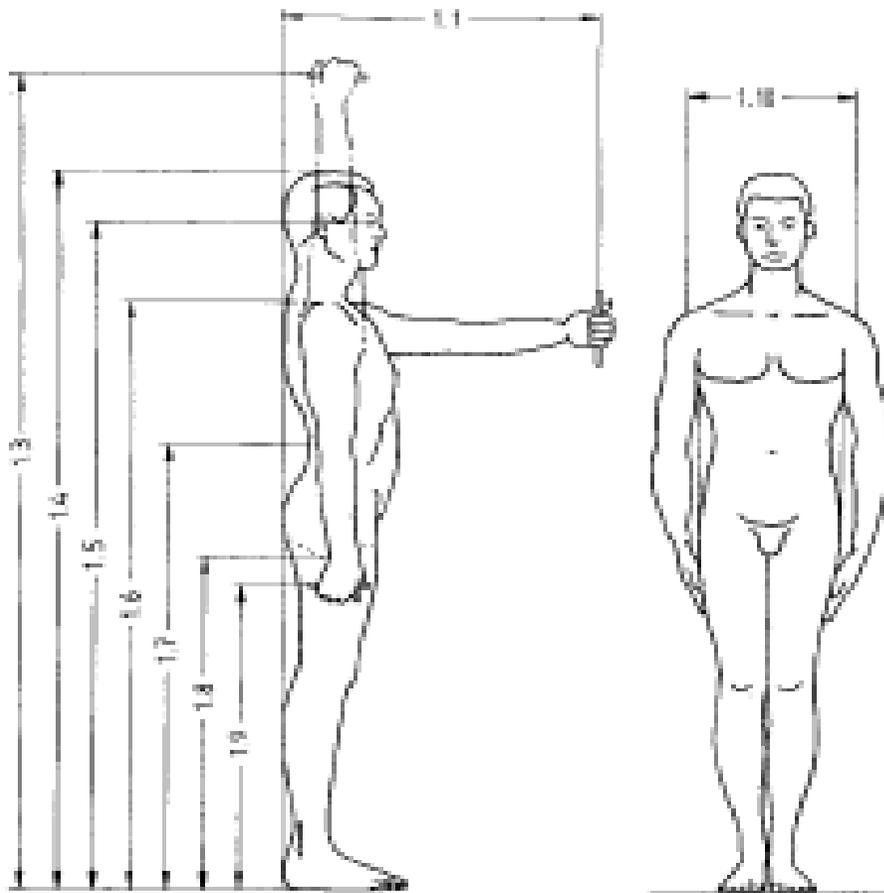
- Gibt an, wie viel Prozent der Menschen (bzgl. eines Körpermaßes) kleiner sind als der angegebene Wert
  - 5-Perzentil: kleines Körpermaß
  - 50-Perzentil: mittleres Körpermaß
  - 95-Perzentil: großes Körpermaß



Bild: Instrumententasche mit Anthropometer, Stangenzirkel, Tastenzirkel und Gleitzirkel. Quelle: Greil u.a. Optimierung der ergonomischen Eigenschaften von Produkten für ältere Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer

Altersgruppe 16-60-Jährige





	Maßbezeichnung		Perzentilmaße			Anwendungsbeispiele
			5.	50.	95.	
1.4	Körperhöhe	F	1510	1619	1725	Türöffnungen
		M	1629	1733	1841	
1.5	Augenhöhe	F	1402	1502	1596	Anordnung von Anzeigen, Arbeitsbereiche visueller Perception
		M	1509	1613	1721	
1.6	Schulterhöhe	F	1234	1339	1436	Stadion-Stehplatz, Rampen
		M	1349	1445	1542	
1.7	Ellenbogenhöhe	F	957	1030	1100	Arbeitsplatten für Steharbeit, Theken und Bars
		M	1021	1096	1179	
1.9	Höhe der Hand (Griffachse)	F	664	738	803	Koffer, Taschen, "Rollis"
		M	728	767	828	
1.1	Reichweite nach vorne	F	616	690	762	Bedienelemente, Tastenfelder
		M	662	722	787	
1.10	Schulterbreite	F	323	355	388	Fluchtöffnungen, Fenster, Gitterweite in Gefängnissen
		M	367	398	428	

Mittelwerte von 16-60-jährige Deutschen

(DIN 33402)

Daneben gibt es auch Körpermaßstabellen für sitzende Personen sowie Maßstabellen für Größen von Fingern, Händen, Füßen und Köpfen.

# Akzeleration

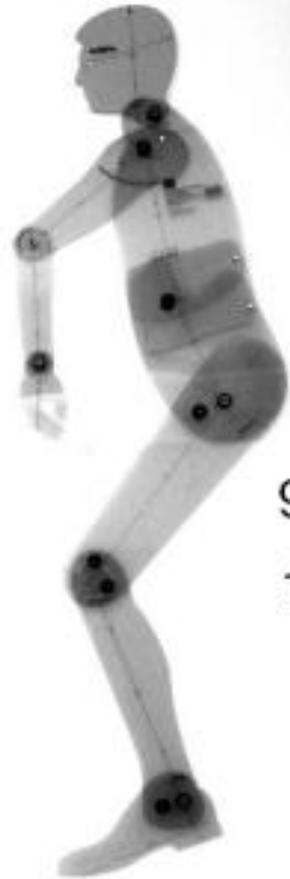
---

- **Akzeleration** bezeichnet die Tatsache, dass die Körpergröße der Menschen von Generation zu Generation zunimmt.
- Aus medizinischer Sicht problematisch ist die Akzeleration insofern, als die Umwelt nicht auf diese Entwicklung eingestellt ist. Obsolet gewordene Normen führen zu ergonomischen Problemen und in der Folge beispielsweise zu Haltungsschäden.
- Als problematisch erweist sich die Akzeleration in Fragen der ergonomischen Gestaltung beispielsweise von Kraftfahrzeugen. Bei der Fahrzeugauslegung werden in der Regel Personengrößen von der "5%-Frau" (nur 5% aller Frauen sind kleiner) bis zum "95%-Mann" (nur 5% aller Männer sind größer) berücksichtigt. Die Akzeleration liegt zwischen 1,4 mm bei der 5%-Frau und 2,3 mm pro Jahr beim 95%-Mann. Deren Körperlängendifferenz stieg dadurch von 331 mm im Jahr 1974 auf 350 mm im Jahr 1995. Dies macht es immer schwieriger, Fahrzeuge so zu konstruieren, dass alle Menschen gleichermaßen günstig im Fahrzeug untergebracht werden können.
- Deutlich werden die Ausmaße der Akzeleration am Beispiel des Mannes: war der 95%-Mann im Jahr 1975 noch 184,1 cm groß, so lag er im Jahr 2000 schon bei 191,0 cm.

5-Perzentil-Frau  
1550 mm Körperhöhe



95-Perzentil-Mann  
1895 mm Körperhöhe



# Funktionelle Unterarmlänge (Angulare bizepale – Daktylion III)

---



## *Messstrecke:*

Horizontale Entfernung von der Ansatzsehne des Zweiköpfigen Armmuskels in der Ellenbeuge (Angulare bizepale ) zu dem am weitesten distal befindlichen Punkt der rechten Mittelfingerbeere (Daktylion III) bei gestreckter Hand.

Messinstrument: Reißschiene mit Messhülse

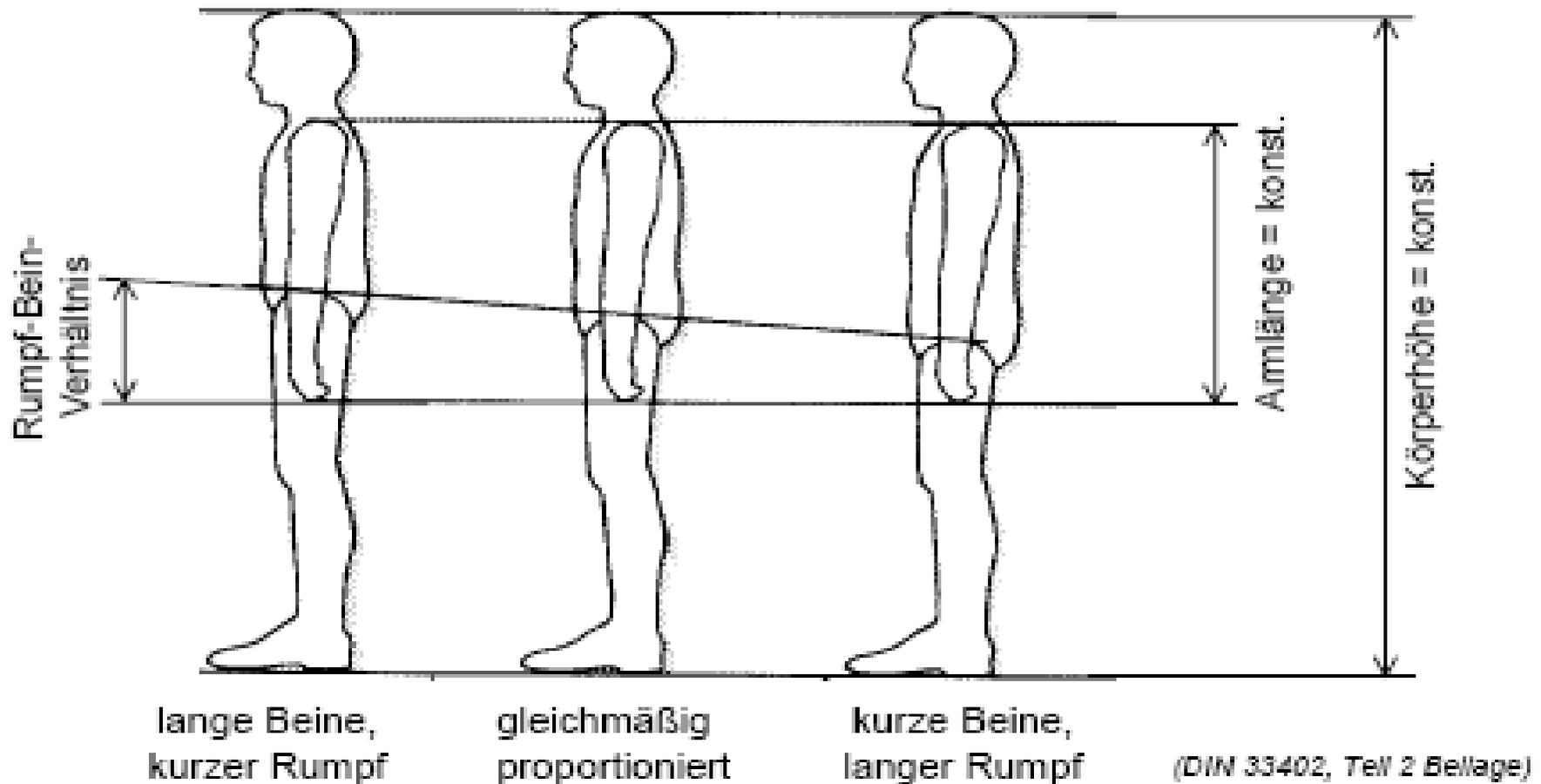
Messmethode: Der rechte Unterarm wird aus der Grundhaltung heraus mit der Handfläche nach oben im Ellenbogengelenk rechtwinklig gebeugt. Die rechte Hand ist mit aneinander anliegenden Fingern gestreckt. Unterarm und Hand bilden eine gemeinsame Längsachse. Die Reißschiene wird so auf Unterarm und Hand gelegt, dass ihre Nulllinie in der Ellenbeuge die Ansatzsehne des Zweiköpfigen Armmuskels berührt.

Dieses Körpermaß ist eine funktionelle Reichweite des Unterarms. Die Abnahme der Funktionellen Unterarmlänge mit zunehmendem Alter steht im Zusammenhang mit der Zunahme der Korpulenz der Arme.



Quelle: Greil u.a. Optimierung der ergonomischen Eigenschaften von Produkten für ältere Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer

In Bein- und Rumpflängen ungleichmäßig proportionierte Menschen.



Die relativ starke Unabhängigkeit der verschiedenen Körpermaße voneinander erfordert es, die einzelnen Körpermaße unabhängig voneinander zu berücksichtigen!

---

Was muss man beachten?

- Orientierung am 5- oder 95-Perzentil?
- Perzentile von Land zu Land unterschiedlich
- Perzentile ändern sich auch im Lauf der Zeit

- 
- Wenn bei der Beinlänge von Männern das 5. Perzentil 964 mm beträgt, dann heißt das: 5% aller Männer haben Beine die höchstens 964 mm lang sind.
  - Wenn bei der Beinlänge von Männern das 50. Perzentil 1035 mm beträgt, dann heißt das: 50% aller Männern haben Beine die höchstens 1035 mm lang sind.
  - Will man eine Sitzschiene für den Fahrersitz eines Autos dimensionieren, den sich mindestens 90% aller Kunden richtig einstellen können, so muss man wie folgt rechnen:
    - 90% aller Männer haben eine Beinlänge zwischen 964 mm (5. Perzentil) und 1125 mm (95. Perzentil)
    - 90% aller Frauen haben eine Beinlänge zwischen 955 mm (5. Perzentil) und 1126 mm (95. Perzentil)
  - Wenn man also mehr als 90% seiner Kunden eine gute Sitzposition ermöglichen will, muss die Sitzschiene so ausgelegt werden, dass sich alle Kunden mit einer Beinlänge zwischen 955...1126 mm den Sitz richtig einstellen können.

# Altersbedingte Veränderungen

---

Generell zu beobachten ist eine Abnahme der **Längenmaße** mit zunehmendem Alter und eine Zunahme der Korpulenzmaße. Handlänge und Handbreite verändern sich mit zunehmendem Alter kaum. Es wird jedoch eine deutliche Zunahme der Handdicke und der Breite von Daumen und Zeigefinger beobachtet. Die auf der Beweglichkeit der Halswirbelsäule beruhende Beweglichkeit des Kopfes nimmt mit zunehmendem Alter ab.

Die Abnahme der Reaktionsgeschwindigkeit beginnt jedoch bereits zwischen den Altersgruppen 20 bis 29 Jahre und 50 bis 59 Jahre.

Die mittlere maximale Differenz der **Antwortzeiten** zwischen jungen und älteren Erwachsenen auf eine unbekannte Aufgabe ist jedoch nicht größer als 320 ms und damit für die meisten Arbeitsprozesse irrelevant.

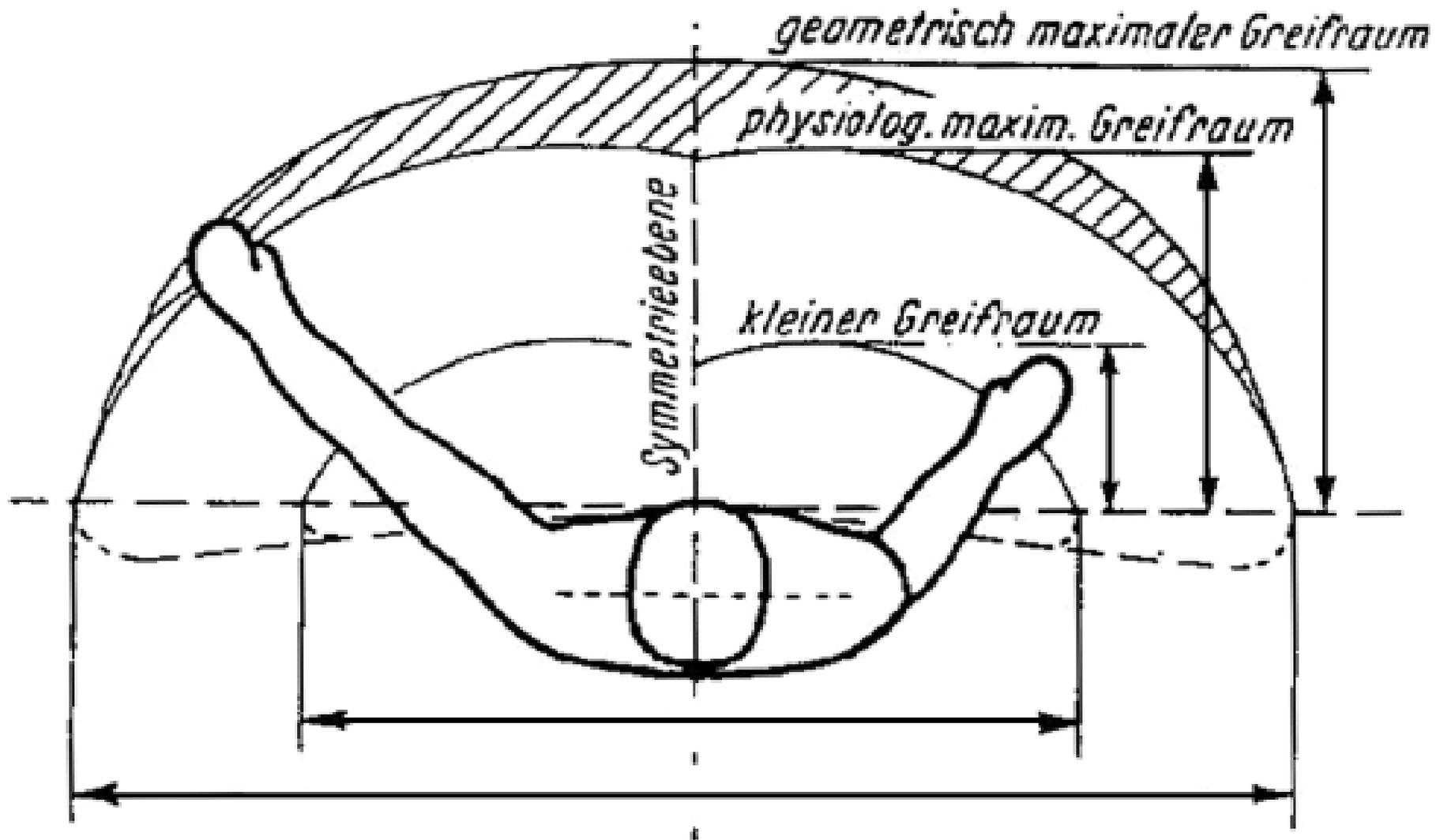
Neuere Forschungsergebnisse bestätigen nicht die in der älteren Literatur erwähnten starken anthropometrisch erfassbaren Veränderungen zwischen dem sechsten und dem siebten Lebensjahrzehnt.

Quelle: Greil u.a. (2008): Optimierung der ergonomischen Eigenschaften von Produkten für ältere Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer. Teil 1: Ergonomie/Anthropometrie – Projekt F 1299 – im Auftrag der BAUA

# Gestaltung des Greifraumes

---

- Gestaltung des Sehraumes
- Wahl der Körperhaltung
- Bemessung des Beinraumes
- Bestimmung der Arbeitsplatzhöhe
- Gewährleistung der Bewegungsfreiheit



# Beinraumabmessungen

---

- Beinraum wird durch Beinraumhöhe, -breite, und -tiefe definiert
- Beinraum sollte am 95-Perzentil-Mann ausgelegt werden, ggf. sind Fußstützen vorzusehen

# Sehraum

---

- in entspannter Körperhaltung Blicklinie leicht nach unten geneigt
- Sehobjekte um diese Blicklinie anordnen

## RAMSIS - 3D-CAD-Werkzeug zur ergonomischen Konzeption von Fahrzeuginnenräumen und Cockpitumgebungen.

- Aufgabenbasierte Haltungssimulation
- Animationsfunktionen
- Aufgabenbezogene Bewegungssimulation
- Typanalyse
- Gesundheits- und Komfortanalyse
- Sicht- und Spiegelsichtanalyse
- Kraftanalyse
- Gurtanalyse
- Erreichbarkeitsanalyse



([www.human-solutions.de](http://www.human-solutions.de))



## ANTHROPHOS

System zur ergonomischen Analyse und Gestaltung der von Menschen genutzten Technik.

- **Typauswahl**

Nationalität, Alter, Geschlecht, Perzentil, Proportionalität, Somatotyp, Akzeleration

- **Ergonomieleistungen**

Sehen, Erreichen, Haltungsanalyse, Heben und Tragen, Beinkraft



([www.human-solutions.de](http://www.human-solutions.de))

# Eingabegeräte: Tastaturen



Tru-Form Keyboard  
(Bild: <http://www.infogrip.com>)



Bild oben: Vandalismussichere  
Tastatur aus Metall  
(Hersteller Rafi)



Gaming Tastatur  
(Bild: Hersteller Logitech)

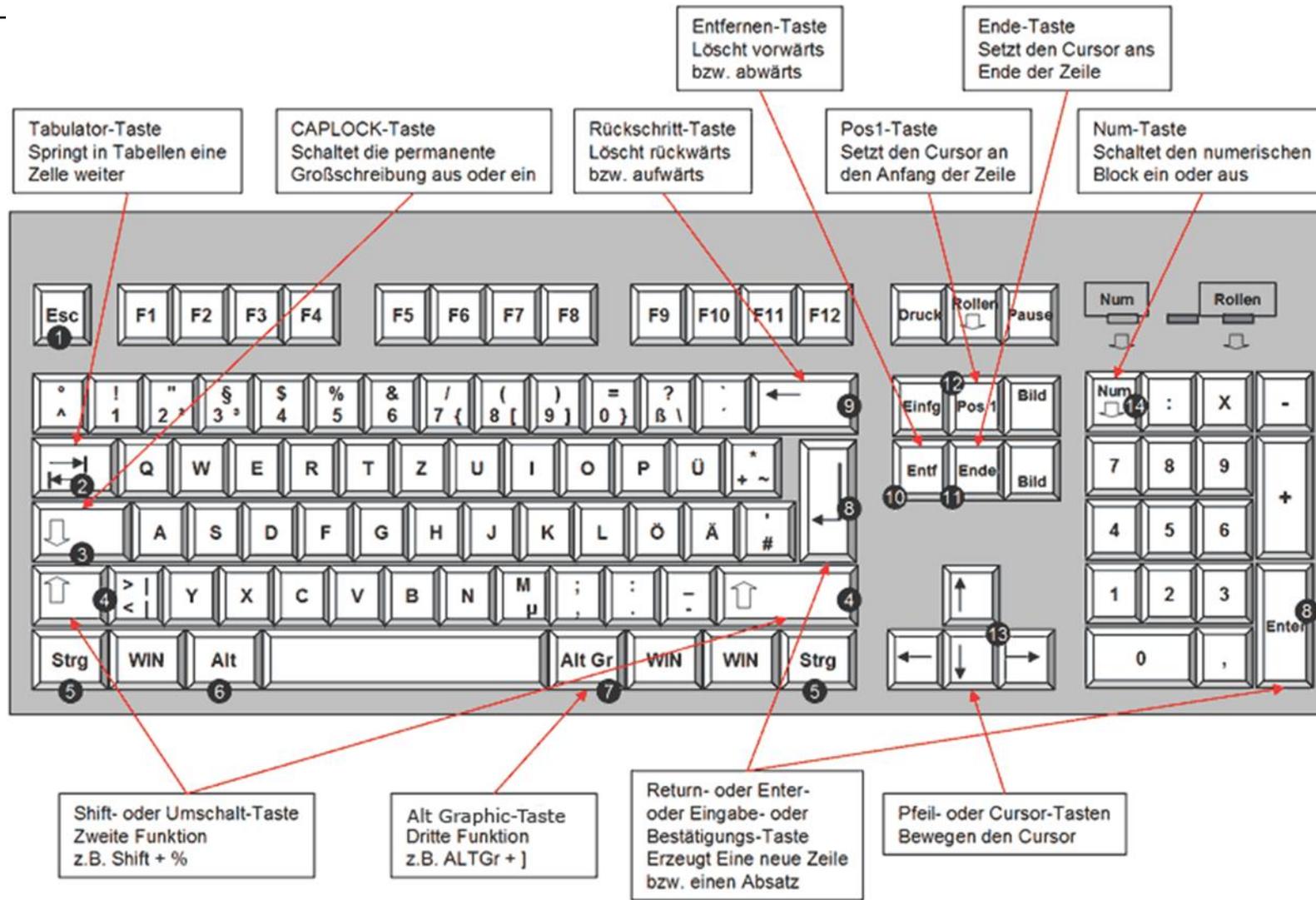


Dvorak-Layout für rechtshändige Benutzer



Tastatur modifiziert für Video-Schnitt

# Eingabegeräte: QWERTZ-Tastatur



Quelle: <http://sbox.bgweiz.at/alexander.hofbauer/Info/referat/info%201/Tastatur.html>

# Tastenlayout

---



Das Dvorak-Layout ist für rechtshändige Benutzer, sie hat sich aber nicht durchgesetzt obwohl eine bessere Effizienz nachgewiesen wurde. (200 Wörter im Gegensatz zu 150 mit QWERTZ-Layout schaffen geübte Nutzer.



Die Texteingabe ist mit einem Wörterbuch kombiniert. Tippfehler können automatisch korrigiert werden. Leerzeichen und Enter-Taste sind vergrößert. Im vertikalen Layout (links) sind die Tasten schwerer zu treffen als im horizontalen (rechts). Links werden drei Möglichkeiten für den zu wählenden Buchstaben eingeblendet. (Quelle: B. Preim, R. Dachzelt, *Interaktive Systeme*, eXamen.press, 2nd ed., 2010)

# Virtuelle Tastaturen

---



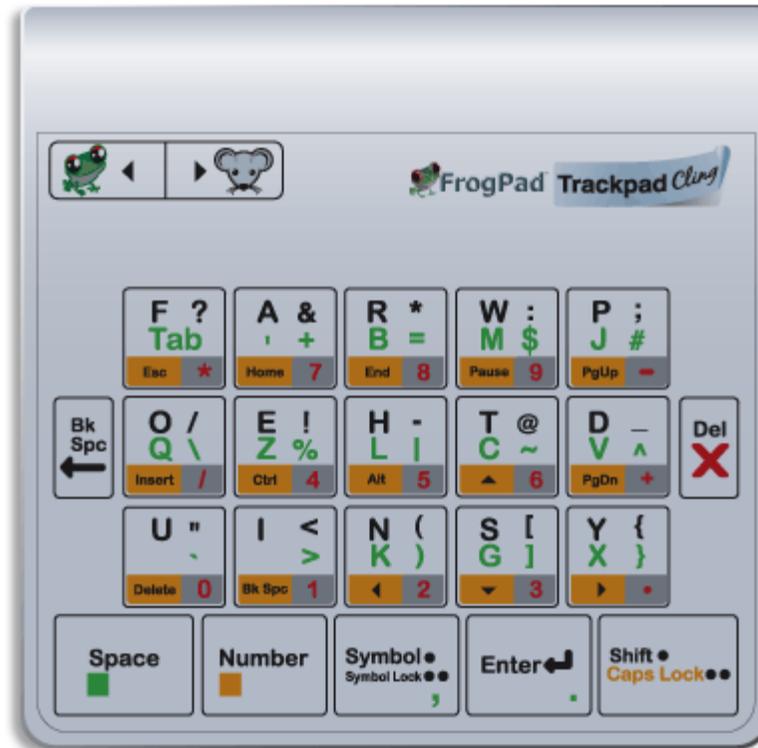
Eine virtuelle Tastatur wird auf eine physische Unterlage projiziert und mittels Stift oder Fingern bedient. Es sollte nicht in die Luft projiziert werden, da die taktile Rückmeldung fehlt.

# Spezielle Tastaturen

---



Ein speziell gestaltetes Function-Pad für die Befundung von Mammographien. Das Umschalten zwischen den einzelnen Bildern, z.B. Voraufnahmen und aktuellen Aufnahmen, wird dadurch unterstützt (Quelle: MeVis Breastcare).





Fingertaster am Klettband



Der Grasp Taster dient speziell der Bedienung von Computer- und Kommunikationshilfsmitteln sowie Umfeldsteuerungen. Dieser Taster wird durch Zusammendrücken ausgelöst.

Quelle: [hidrex-reha.de](http://hidrex-reha.de)

# Augensteuerung

---



Augensteuerungssysteme ermöglichen dem Nutzer multimediale Kommunikationsgeräte nur mit der Augenbewegung zu steuern.



Touchscreen-Gerät, das mit einer Augensteuerung nachrüstbar ist. Durch seine Größe als mobiles und stationäres Gerät nutzbar.

Quelle: [hidrex-reha.de](http://hidrex-reha.de)

# Brain Computer Interfaces

---



Quelle: g.tec.at



Quelle: ct 27.01.2011, Bild TU Braunschweig

Die links abgebildeten Hilfsmittel dienen zur Ableitung von Gehirnstrompotentialen.

Der rechts abgebildete Helm nutzt kapazitive Elektroden.

Früher musste Kontaktgel zur Befestigung der Elektroden und Ableitung der Potentiale am Kopf eingesetzt werden.

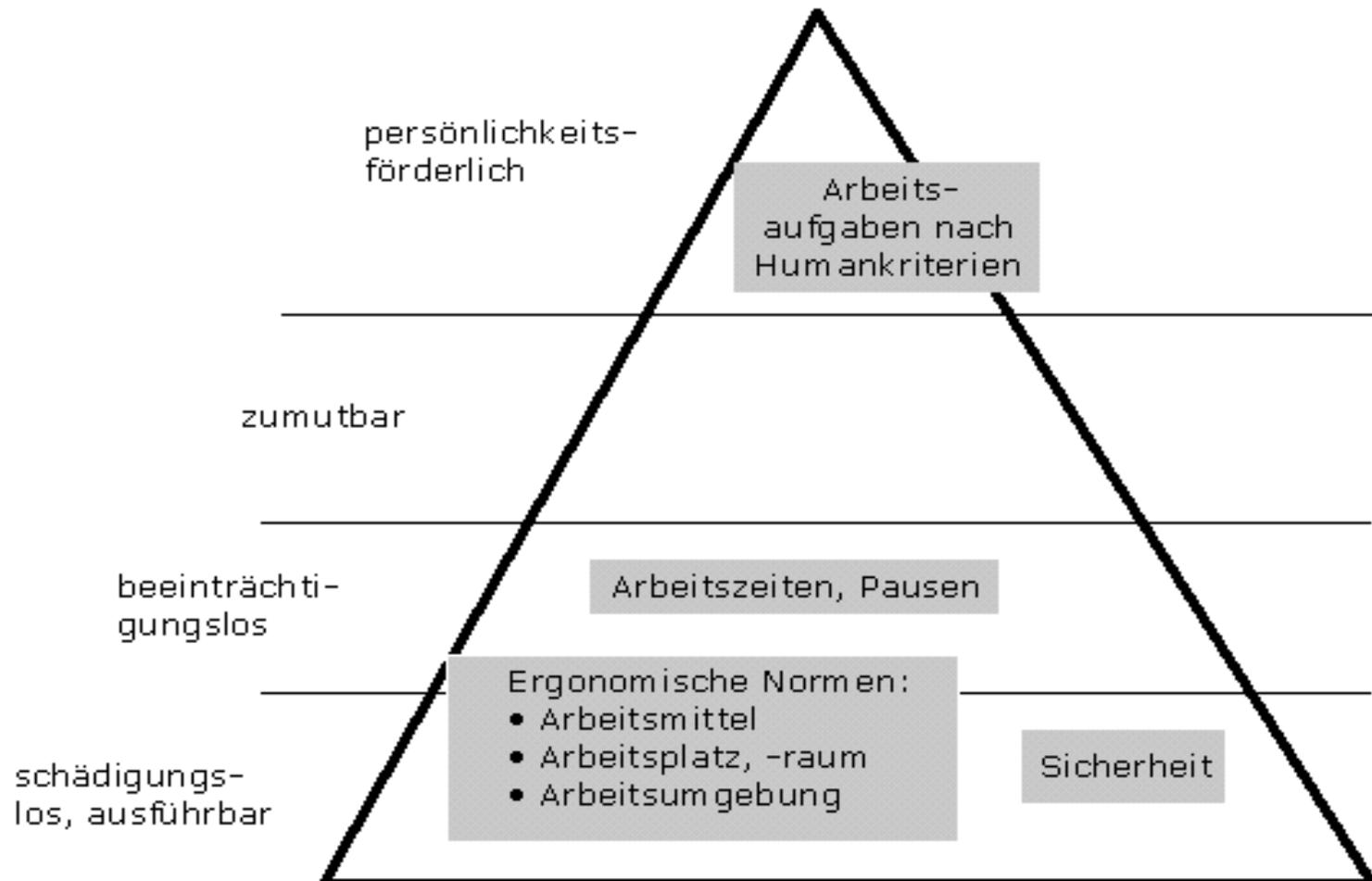
Computersysteme könnten sich in Zukunft über Gedanken steuern lassen. Erste Anwendungen sind im Einsatz zum Beispiel als Schreibunterstützung für körperbehinderte Menschen.

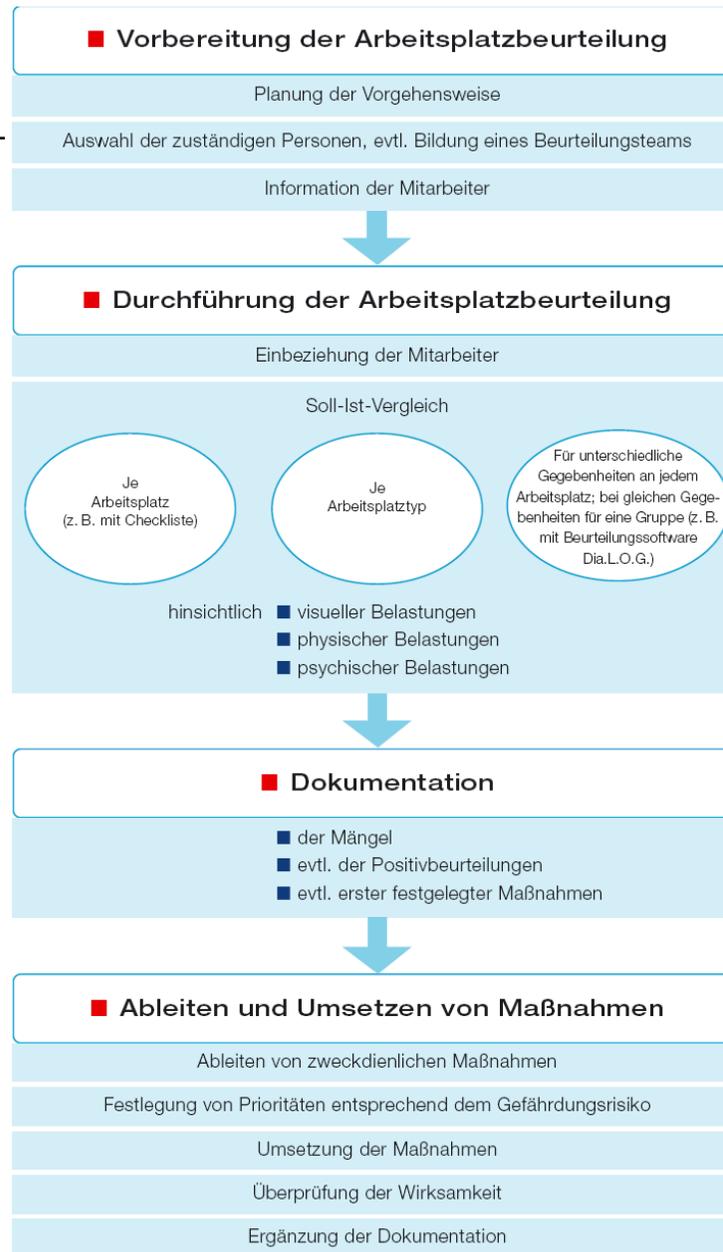
Ein Monitoring von Gehirnaktivitäten ist jetzt auch während der Arbeit möglich oder zur Erfassung der kognitiven Erschöpfung von Autofahrern.

# Gestaltung der Bildschirmarbeit

---

## Konzept der menschengerechten Arbeitsgestaltung





Regelmäßige Wiederholung der Beurteilung

# Gefährdungen durch Bildschirmarbeit

---

Bei der Arbeit an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen können durch erhöhte körperliche, visuelle und psychische Belastungen gesundheitliche Gefährdungen auftreten. Zwischen den Belastungen bestehen vielfältige Wechselwirkungen.

## **Körperliche Belastungen**

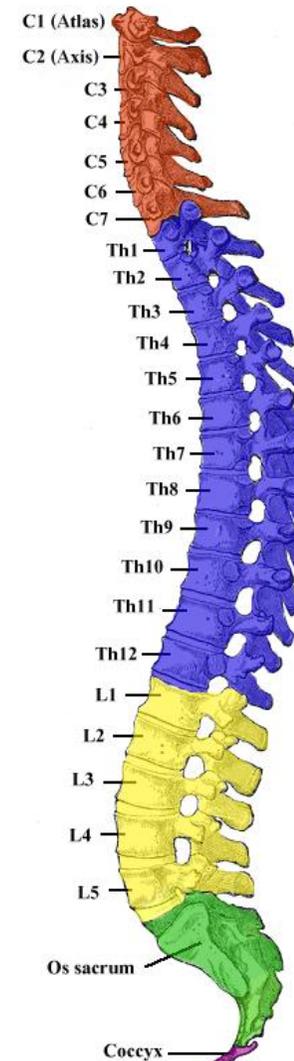
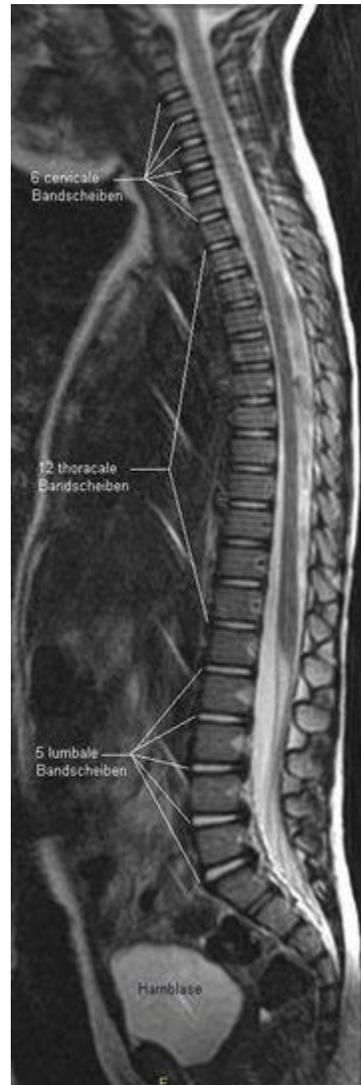
Grundsätzlich werden Bildschirmarbeitsplätze als belastungsarme Arbeitsplätze eingestuft, wenngleich durch Bewegungsmangel oder Vorschädigungen Beschwerden im Bereich des Bewegungsapparates ausgelöst oder verschlimmert werden können.

Chronische Erkrankungen des knöchernen und muskulären Anteils des Rückens bei Beschäftigten an Bildschirmarbeitsplätzen spielen jedoch im Hinblick auf das Berufskrankheitengeschehen keine Rolle. Berufskrankheiten sind in diesem Zusammenhang bisher nicht bekannt.

---

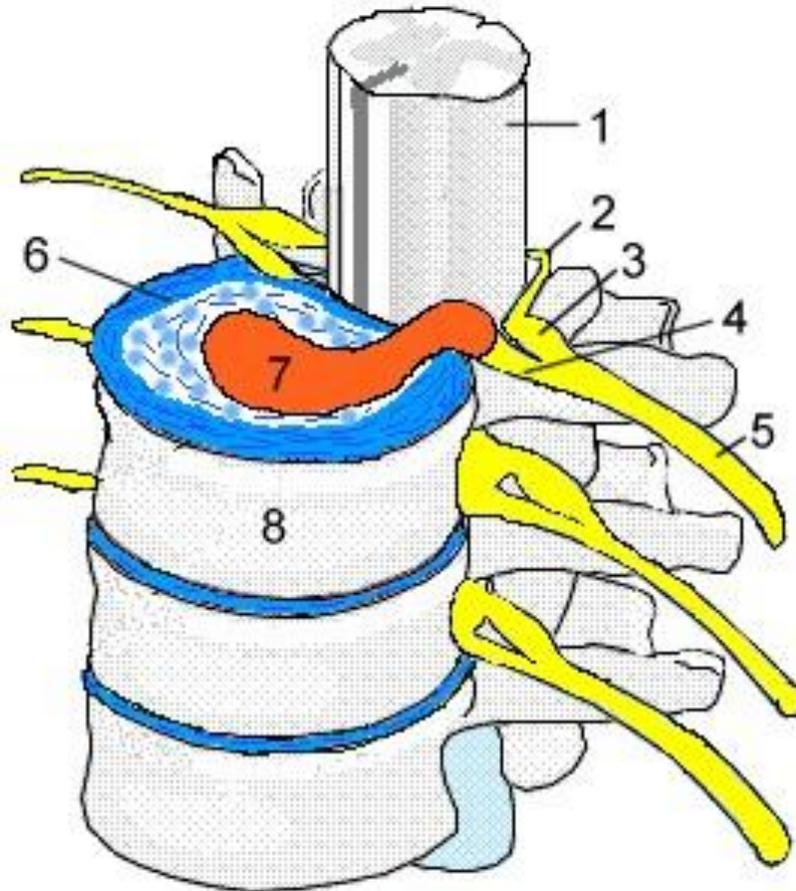
Rund zwei Drittel der Bildschirmarbeitskräfte klagen über *Beschwerden im Rücken* - ca. 40% klagen über *Augenprobleme* am Computer.

# Wirbelsäule



<http://www.youtube.com/watch?v=aDvbAvBLQuM&feature=related>

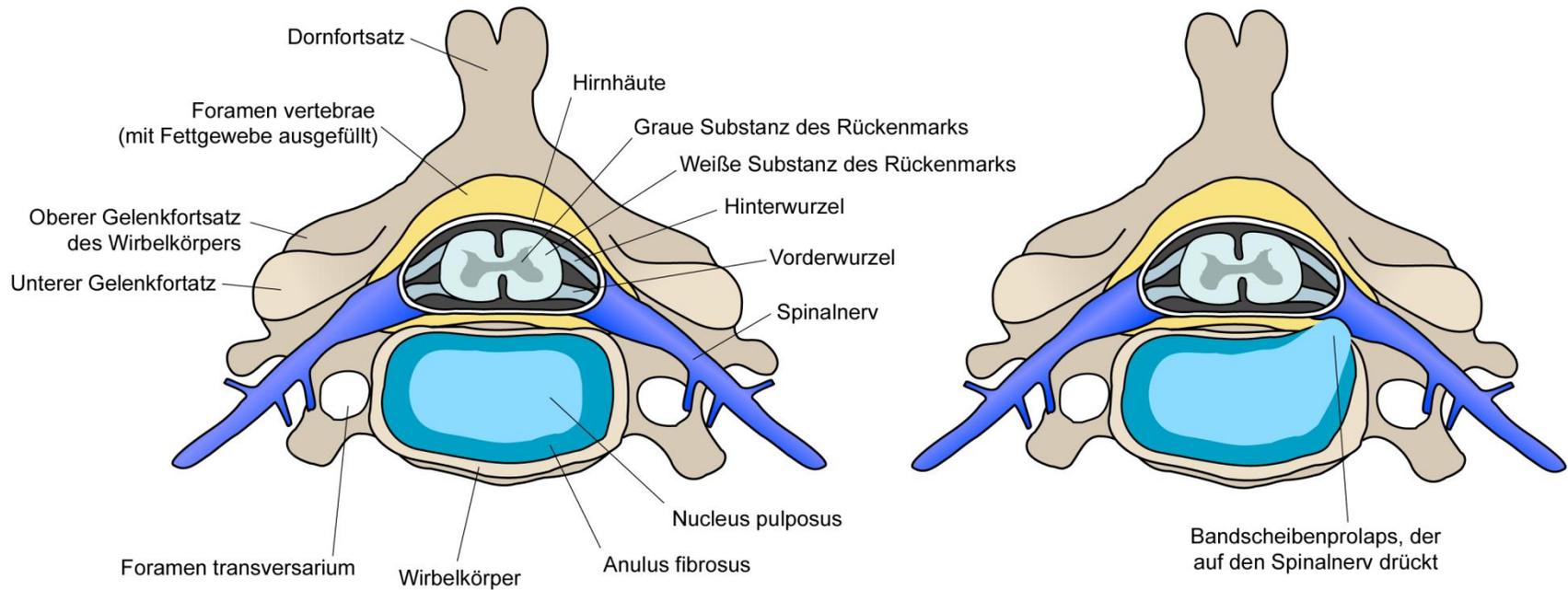
# Bandscheibenvorfall



- 1 Rückenmark
- 2 Dorsalwurzel
- 3 Spinalganglion
- 4 Ventralwurzel
- 5 Spinalnerv
- 6 + 7 Bandscheibe:
  - 6 Faserring,
  - 7 Degenerierter Gallertkern, dazwischen die Knorpelringe,
- 8 Wirbelkörper

<http://www.youtube.com/watch?v=aDvbAvBLQuM&feature=related>

# Bandscheibenvorfall



# Bandscheibenvorfall operieren

---

Die **Nukleotomie** ist eine Operation bei der hervorgetretene Bandscheibenanteile aus dem Rückenmarks- oder Spinalnervenkanal entfernt werden. Eine Nukleotomie wird notwendig, wenn durch die vorgefallenen Bandscheibenanteile Nerven abgeklemmt oder bedrängt werden und dadurch Muskellähmungen, Sensibilitätsstörungen der Haut oder Harn- sowie Stuhlinkontinenz auftreten. Ob eine Nukleotomie zur Schmerzbehandlung sinnvoll ist, ist in der Fachwelt umstritten.

# Bandscheibenvorfall operieren

---

## **Konventionelles Verfahren**

In Bauchlage wird bei einem Bandscheibenvorfall über den Dornfortsätzen des betroffenen Bewegungssegmentes ein Hautschnitt angelegt, anschließend wird auf der betroffenen Seite die [Muskulatur](#) von der [Wirbelsäule](#) abgeschoben. Mit einer speziellen Hohlmeisselzange wird das Gewebe entfernt. Es kann auch durch eine Bohrung ein spezielles Werkzeug eingeführt werden, das Bandscheibengewebe entfernt.

## **Mikrochirurgisches Verfahren**

Der notwendige Hautschnitt ist hierbei wesentlich kleiner, eine Art Rohr wird eingeführt, dann wird ein [Operationsmikroskop](#) über dieses Rohr eingebracht, das weitere Vorgehen entspricht dem beim konventionellen Verfahren,.

Das Bandscheibengewebe kann bei minimal invasiven Verfahren auch mit Hilfe eines durch eine Sonde geleiteten [Lasers](#) verdampft werden.

# Handgelenk- und Armbeschwerden

---

**Empfindungs- und Gesundheitsstörungen** im Handgelenk und Arm werden häufig durch ständige Wiederholung ein und derselben Bewegung, z.B. durch Mausbewegungen oder Tippen, verursacht.

Mögliche Folgen sind beispielsweise:

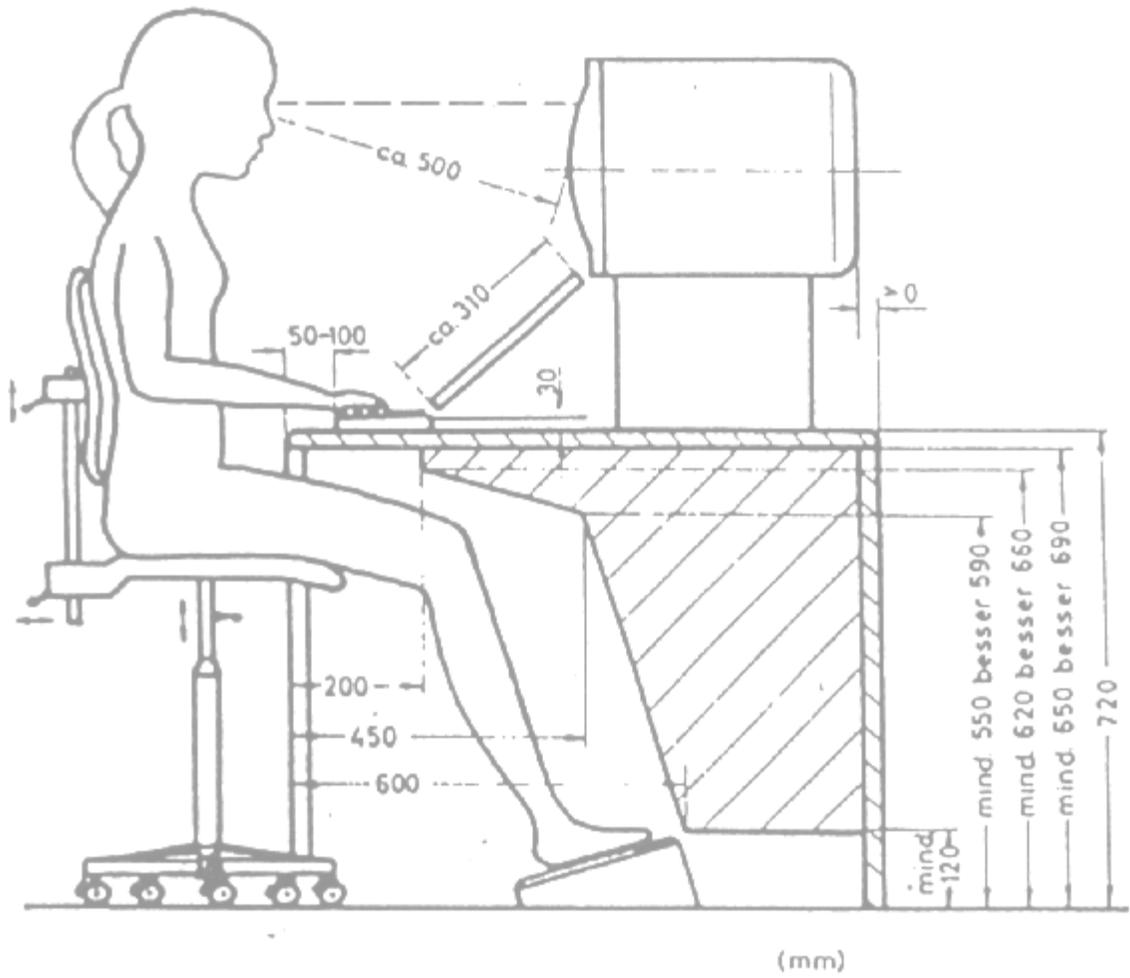
- Sehnenscheidenentzündung (Tenosynovitis)
  - Kraftverlust
  - "Überbein" (Ganglion Zysten)
  - Bewegungs- und Ruheschmerzen etc.
- Nach einer Untersuchung Andre und English **lehnen sich Surfer häufig zurück und erhöhten auf diese Weise den Abstand zur Maus**, was größere Belastungen für Handgelenke und Ellenbogen nach sich zieht. Auch erfordert das Blättern auf einer Internet-Seite u. U. ein ständiges Drücken des Mausknopfes, welches den Zeigefinger des Nutzers belasten kann.  
Viele Internet-Surfer behalten laut English und Andre die Hand an der Maus, während sie auf das Herunterladen einer Seite warteten, statt **die Zeit als Entspannungsphase zu nutzen**.
  - Die Autoren der Untersuchung raten den Internet-Surfern dazu, näher an der Maus zu sitzen, während längerer Ladevorgänge die **Haltung zu wechseln**, eine so genannte "Wheel-Maus" zu verwenden und sich nach Möglichkeit **nicht mit dem Arm aufzustützen, welcher die Maus nicht kontrolliert**.

# RSI-Syndrom

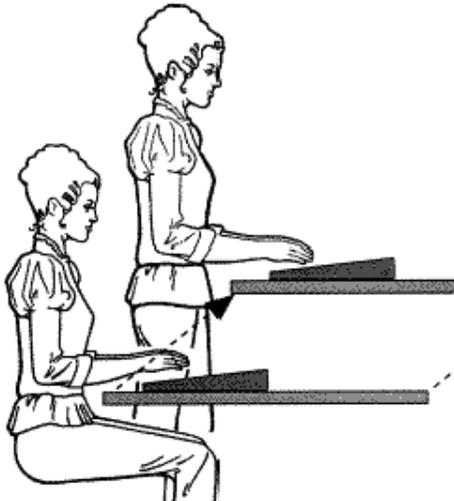
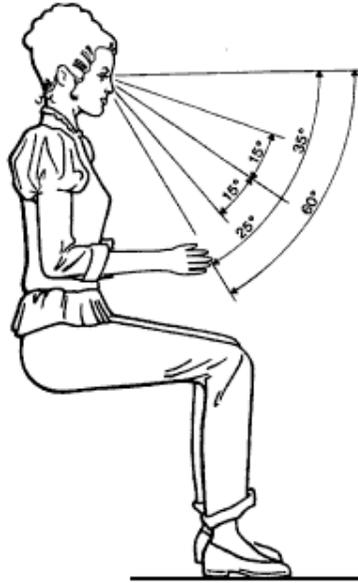
---

- Aus diesen Störungen kann sich das sog. *RSI-Syndrom* (engl.: "Repetitive Strain Injury") entwickeln.
- Bei dem RSI-Symptomen handelt es sich zumeist um **nicht mehr heilbare Micro-Verletzungen und Gewebeveränderungen**, welche sich in wahrnehmbaren Symptomen (Störungen, Schmerzen) äußern. Extreme Fälle von RSI erlauben erkrankten Personen kaum mehr das schmerzfreie Halten einer vollen Tasse Kaffee!

# Bildschirmarbeitsplatz



# Richtiges Sitzen bedeutet Bewegung



1. Sie können eine entspannte Haltung einnehmen; müssen Ihren Körper nicht verdrehen insbesondere nicht den Kopf oder den Oberkörper - um in den Monitor zu schauen.
2. Gesund am Bildschirmarbeitsplatz arbeiten bedeutet, zwischen Sitzen und Stehen die Körperhaltung öfter zu ändern.
3. Sie haben zwischen Tischkante und Tastatur Platz, um die Unterarme aufzulegen oder die Handgelenke abstützen zu können.

Quelle: <http://www.ergonomiecampus.de>

Quelle: DIN ISO 9241 Teil5

# Tipps zur Bildschirmarbeit

---

- Die meiste Ergonomie-Software unterbricht den Bildschirmarbeiter während seiner Arbeit und weist ihn mit einem visuellen/akustischen Signal auf eine Pause hin. (persuasive computing)
- Bisher gibt es kaum deutschsprachige Software zu diesem Thema.
- Durch häufigere Pausen und bewusste Körperhaltung und ergonomische Gestaltung der Arbeitsplätze können Beschwerden verringert werden.

# Rücken- und Schulterbeschwerden

---

## Tipps

- Vieles, was man im Sitzen durchführt, kann auch *stehend erledigt werden*: Post öffnen, Telefonieren, Lesen. Wenn möglich sollte ein *Stehpult* und ein *schnurloses Telefon* genutzt werden.
- Drucker oder Faxgeräte *in anderen Räumen* sorgen für Bewegung "zwischen durch".
- Büromaterialien, welche Sie *absichtlich nicht in Reichweite* platzieren, fördern die Bewegung.
- Häufig *fördert das Gehen die Konzentration*. Permanentes Sitzen hemmt die Kreativität.
- Achten Sie auf *ergonomisch gestaltete Büromöbel*

# Gymnastik

---

Es existieren eine Reihe von speziellen Gymnastikprogrammen für die Arbeit am PC. Speziell für Probleme mit dem Rücken und der Wirbelsäule.  
(Rückenschule)

# Unfallverhütungsvorschriften

---

[GUV 23.3 Bildschirmarbeitsplätze](#)

[GUV 50.12 Sichere und gesundheitsgerechte Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen](#)

[GUV 50.11.61 Beurteilung von Gefährdungen und Belastungen an Bildschirmarbeitsplätzen](#)