



## Ergonomische Aspekte der MRK

# Ergonomic Aspects of Human-Robots-Collaboration

Mag. Julia Lebersorg-Likar

HUB - Hauptstelle Unfallverhütung und  
Berufskrankheitenbekämpfung  
Tel.: +43 5 9393 - 21708  
Mobil: +43 676 833 95 1863  
Julia.lebersorg-likar@auva.at



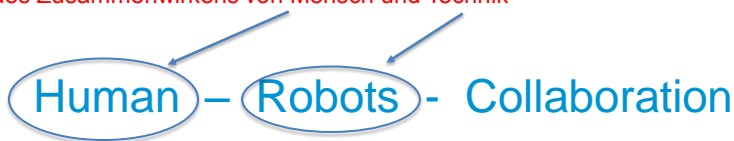
## Was bedeutet Ergonomie? What does ergonomics mean?

„Ergonomie ist die Lehre zur gezielten

**Gestaltung des Zusammenwirkens von Mensch und Technik.**

Sie umfasst die Gestaltung von Produkten, Produktdetails, von Arbeitsplätzen und komplexen Arbeitssystemen nach Kriterien, welche durch Eigenschaften bzw. Leistungsvoraussetzungen des Menschen bestimmt werden.“ Merkel & Schmauder 2012

„...Gestaltung des Zusammenwirkens von Mensch und Technik“



02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)


### Eigenschaften Mensch/ Characteristics Human

Fähigkeit der Urteilsbildung  
 Fähigkeit Teile zu lokalisieren  
 Fähigkeiten auf Ereignisse zu reagieren;  
 kreatives Problemlösen  
 Fähigkeit Tätigkeiten zu wechseln ohne „neu  
 programmiert“ zu werden  
 Überblick über mehrere Anlagen  
 Benötigt keine Instandhaltung  
 Interpretation von unstrukturierten Daten  
 Ermüdungserscheinungen und Fehlzeiten  
 Eingeschränkte Handhabung von schweren  
 Teilen oder Gefahrenstoffen  
 Benötigt angepasste Arbeitsbedingungen  
 Erhöhte Variabilität beim Arbeitsergebnis

### Eigenschaften Roboter/ Characteristics robot

Ohne Ermüdung Durchführung von einfache repetitive  
 Arbeiten  
 Abnahme von belastenden Tätigkeiten wie schweres Heben  
 und Tragen oder Überkopf-Arbeiten  
 Einsatz ohne Rücksicht auf Arbeitsbedingungen wie Klima und  
 Licht  
 Einsatz jeder Zeit und ohne Pausen  
 Geringe Variabilität beim Arbeitsereignis  
 Keine Entlohnung, Sozialversicherungsbeiträge etc. notwendig  
 Arbeiten nach vorgegebenen Zeitintervallen  
 Keine schnelle Anpassung auf neue oder unvorhersehbare  
 Gegebenheiten  
 Keine soziale Interaktionen und Weiterentwicklung  
 Anschaffungskosten  
 Keine intentionale Handlungsfähigkeit

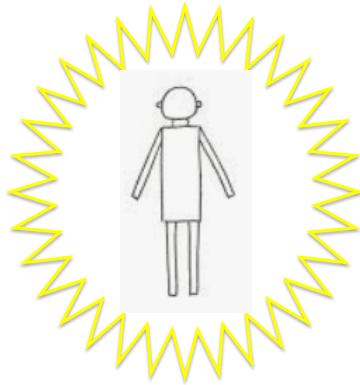
02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)

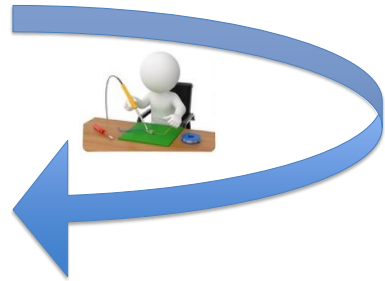


## Was ist bei einer Kollaboration zu beachten? What do I need to bear in mind when collaborating?

Maschine/Roboter



Umgebung/Umwelt



02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)



## Anthropometrie/ anthropometry

**Anthropometrie** ist die Lehre der Ermittlung und Anwendung der Maße des menschlichen Körpers.

### Anwendungsbereich:

- Körpermaßen gerechte Dimensionierung von Maschinen, Arbeitsplätzen, Fahrzeugen, Werkzeugen, Gebäuden, Möbel, etc.
- Festlegung sinnvoller Verstell-Bereiche
- Festlegung von Sicherheitsabständen

02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)



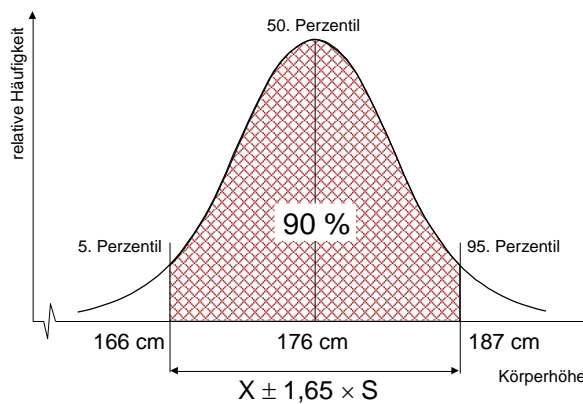
## Anthropometrie/ anthropometry



02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)


An welchen Maßen kann man sich orientieren?  
What measures can be used to orientate oneself?



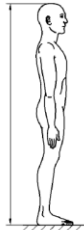
02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)



## Körperhöhe/ body height

Tabelle 3 — Körperhöhe



Altersgruppen	Körperhöhe mm					
	Männer			Frauen		
	Perzentil					
Jahre	5	50	95	5	50	95
18-65	1 650	1 750	1 855	1 535	1 625	1 720
18-25	1 685	1 790	1 910	1 560	1 660	1 760
26-40	1 665	1 765	1 870	1 545	1 635	1 725
41-60	1 630	1 735	1 835	1 525	1 615	1 705
61-65	1 605	1 710	1 805	1 510	1 595	1 685

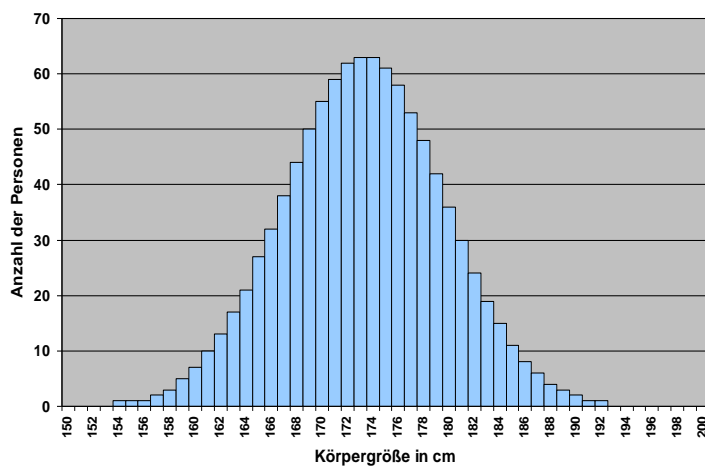
Quelle: ÖNORM DIN 33402-2

[www.auva.at](http://www.auva.at)

02.08.2019



## Verteilung der Körperhöhen/ body height distribution

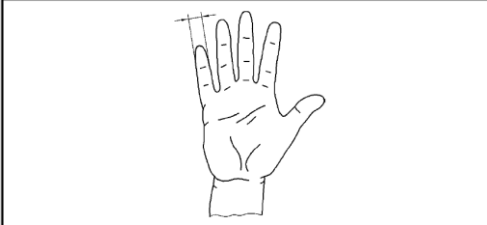
[www.auva.at](http://www.auva.at)

02.08.2019



## Kleinfingerbreite, körperfern/ Small finger width, far from the body

Tabelle 39 — Kleinfingerbreite, körperfern



Altersgruppen	Kleinfingerbreite, körperfern mm					
	Männer			Frauen		
	Perzentil					
Jahre	5	50	95	5	50	95
18-65	14	16	17	11	13	16
18-25	13	15	17	11	14	17
26-40	14	16	18	11	14	17
41-60	14	15	17	11	13	15
61-65	14	15	17	11	13	15

02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)


## Farblichen Gestaltung von Maschinen Colour design of machines

- Maschinen und Arbeitsvorrichtungen sollen sich vom Hintergrund abheben
- Maschinenkörper sollen ruhige und nicht drängende Farben enthalten, matt und blendfrei



02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)



## Farblichen Gestaltung von Maschinen Colour design of machines

- Schwere Teile sollen optisch nicht leichter gemacht werden
- Maschinen sollen visuell gegliedert sein.



02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)


## Farblichen Gestaltung von Maschinen Colour design of machines

- Bedienteile und Gefährdungsstellen müssen als Blickfang gestaltet sein
- Äußere Schutzvorrichtungen sollen in der gleichen Farbe wie die Maschine sein, Gefahrenzonen hinter der Schutzvorrichtung in lebhaften Farben

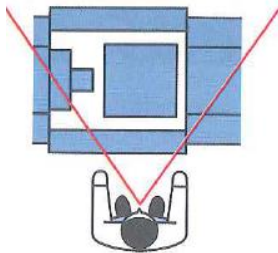


02.08.2019

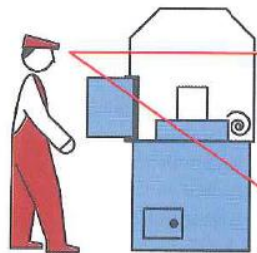


## Arbeitsbereich – Blickfeld/ Work Area - Field of View

Horizontales  
Blickfeld



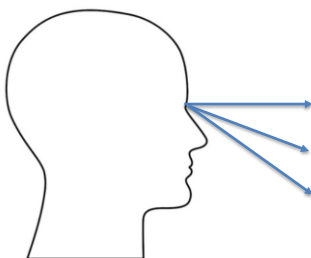
Vertikales  
Blickfeld



02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)


## Sehachse/ visual axis



**Sehachse** (auch Blicklinie): Ist gedachte Verbindungslinie zwischen einem fixierten Objekt und dem Mittelpunkt der Netzhautgrube. Blicklinie soll möglichst senkrecht auf die Betrachtungsebene treffen.

0°

Normale Sehachse im Stehen: Kopf- u. Blickneigung 25° - 35°

Normale Sehachse im Sitzen: Kopf- u. Blickneigung 35° - 40°

02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)





## Blickfeld – Gesichtsfeld – Umblickfeld

### Field of view - visual field - surrounding field

Sehbereich	Definition	Grenzen horizontal	Grenzen vertikal
Blickfeld	Bereich, in dem bei fester Kopfhaltung und bewegten Augen Gegenstände fixiert werden können	Maximal $\pm 35^\circ$ Optimal $\pm 15^\circ$	Maximal: $-20^\circ$ bis $+40^\circ$ Optimal: $-15^\circ$ bis $+15^\circ$
Gesichtsfeld	Visueller Wahrnehmungsbereich bei unbewegtem Kopf und Auge	$\pm 90^\circ$	$-45^\circ$ bis $+70^\circ$
Umblickfeld	Bei ruhendem Körperrumpf, bewegtem Kopf und bewegten Augen fixierbarer Raumsektor	$\pm 95^\circ$	$-60^\circ$ bis $+90^\circ$

02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)

## Bewegungsraum/ range of motion

- Unvorhersehbare Roboterbewegungen verändern die Leistung in der Aufgabenbearbeitung
- schnelle und unvorhersehbare Roboterbewegungen werden als gefährlich wahrgenommen
- geringerer Distanz steigert Angstepfinden

02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)



## Sehentfernung/ visual distance

Sehentfernung ist abhängig von:

- Individuellen Sehvermögen (Akkommodationsfähigkeit)
- Art der Sehaufgabe
- Beleuchtungsstärke
- Größe, Form, Farbe des Sehobjekts/Arbeitsbereich
- Struktur (Textur), Kontrast der Sehobjektumgebung

02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)


## Sehentfernung und Beleuchtungsanforderung Visual distance and lighting requirements

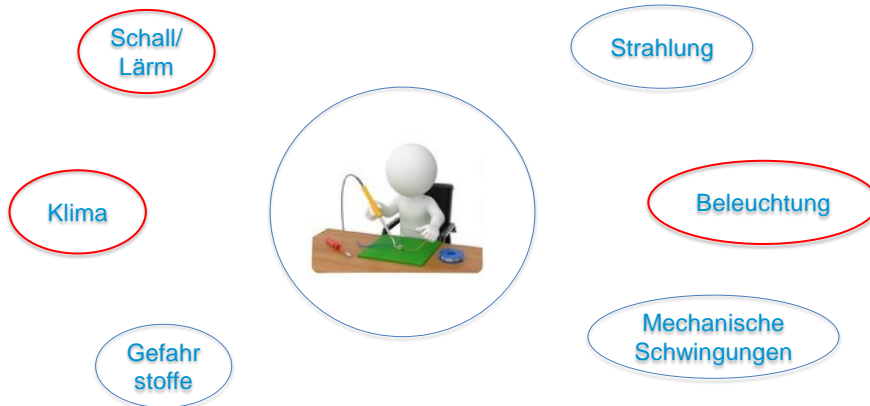
Art der Sehaufgabe	Beispiel	Sehentfernung in cm (Lange und Winkel)	Wartungswert der Beleuchtungsstärke in Lux (ÖNORM EN 12464)
Feinstarbeiten	Uhrmacherei (Handarbeit)	12-25cm	1500lx
	Elektroindustrie: sehr feine Montagearbeiten wie Messinstrumente		1000lx
Feinarbeiten	Elektroindustrie: sehr feine Montagearbeiten wie Telefone	25-35cm	750lx
Mittelgrobe Arbeiten	Feine Maschinenarbeiten	Bis 50cm	500lx
Grobe Arbeiten	Grobe Maschinenarbeiten	50-150cm	300lx
Fernsicht	Fahrzeugnutzung auf Verkehrsflächen und Fluren	Über 150cm	150lx

02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)



## Arbeitsumweltfaktoren/ environmental factors



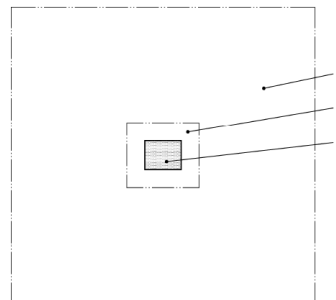
02.08.2019

www.auva.at



## Beleuchtung am Arbeitsplatz/ Workplace lighting

- Wichtigstes Kriterium für die Beleuchtungsplanung ist die Beleuchtungsstärke (lx)
- Grenz- und Richtwerte abhängig von der Arbeitsaufgabe, siehe ÖNORM; 12464-1:2011
- Unterschieden wird in drei Bereiche:
  1. Bereich der Sehaufgabe
  2. Unmittelbarer Umgebungsbereich
  3. Hintergrundbereich



02.08.2019

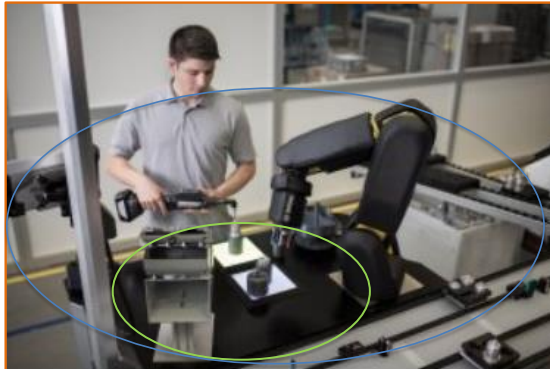
www.auva.at



## Beleuchtung am Beispiel MRK Workplace lighting using Human-Robots-Collaboration as an example

Feine Montagearbeiten:

1. Bereich der Sehaufgabe:  
**500lx** (ÖNORM EN 12464-1)
2. Unmittelbarer  
Umgebungsbereich (Streifen  
von min. 0,5m): **300lx**  
(ÖNORM EN 12464-1)
3. Hintergrundbereich (min 3m):  
**100lx** (1/3 des  
Umgebungsbereiches)



02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)



## Beleuchtung am Arbeitsplatz – Was ist noch zu beachten? Workplace lighting - What else needs to be considered?

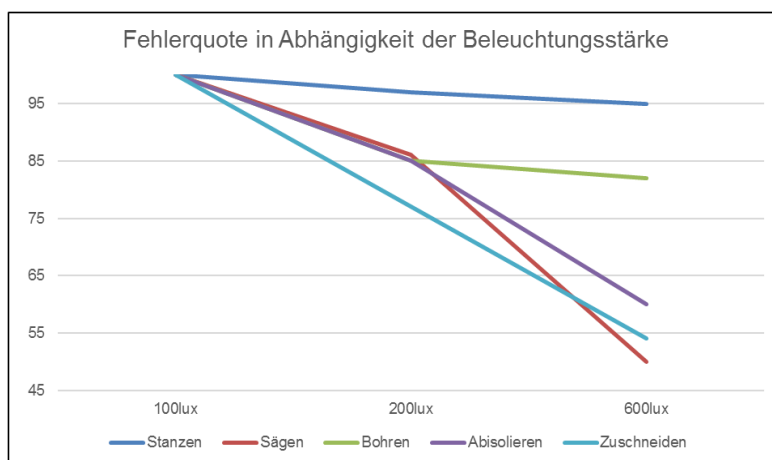
- Direkte oder Reflexionsblendungen müssen ausgeschlossen werden.
- Geringe Flächenkontraste,
- Beleuchtungsanlagen sollten mit einem Sicherheitsfaktor für Alterung und Verschmutzung ausgelegt sein.
- Eine blendfreie höhere Beleuchtungsstärke hat eine positive Wirkung auf Leistung und Qualität, aber VORSICHT ab 1000lx steigt der angestrebte Effekt nur marginal.
- Wahl der Lichtfarbe

02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)



## Error rate as a function of illuminance



02.08.2019

Quelle: Merkel und Schmauder, 2012

[www.auva.at](http://www.auva.at)


## Gehörgefährdender Lärm am Arbeitsplatz Noise at the workplace that endangers hearing

Lärm	
$L_{A,EX,8h} = 80\text{dB}$	Auslösewert: gehörgefährdender Lärm. Persönlicher Gehörschutz muss zur Verfügung gestellt werden
$L_{A,EX,8h} = 85\text{dB}$	Expositionsgrenzwert: gehörgefährdender Lärm. Persönlicher Gehörschutz muss verwendet werden
$L_{C,peak} = 135\text{dB}$	Auslösewert: gehörgefährdender Lärm. Persönlicher Gehörschutz muss zur Verfügung gestellt werden
$L_{C,peak} = 140\text{dB}$	Expositionsgrenzwert: gehörgefährdender Lärm. Persönlicher Gehörschutz muss verwendet werden

02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)



## Störender Lärm/ Disturbing noise

Laut §5 VOLV:

1.  $L_{A,r} = 50\text{dB}$  in Räumen, in denen überwiegend geistige Tätigkeiten ausgeführt werden
2.  $L_{A,r} = 65\text{ dB}$  in Räumen, in denen einfache Bürotätigkeiten oder vergleichbare Tätigkeiten durchgeführt werden
3.  $L_{A,r} = 50\text{ dB}$  ortsbezogen, in Aufenthalts- und Bereitschaftsräumen, Sanitätsräumen und Wohnräumen, wobei Geräusche, die durch Personen im Raum verursacht werden, nicht einzubeziehen sind.

02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)



## Physische und psychische Reaktionen auf Lärm Physical and psychological reactions to noise

### Physiologische und vegetative Reaktionen, z.B.:

- Verengung der peripheren Blutgefäße
- Vermehrte Ausschüttung von Stresshormonen
- Veränderung des Herzschlags, Steigerung des Blutdrucks
- Reduzierung der Magen- und Darmaktivität
- Verzögerte Signalverarbeitung im Gehirn

### Psycho-soziale Wirkung:

- Konzentrationsbeeinträchtigungen
- Anspannung
- Nervosität
- Verärgerung, Reizbarkeit/Aggressivität
- Resignation
- Soziale Isolation

02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)



## Physische und psychische Reaktionen auf Lärm Physical and psychological reactions to noise

### **Leistungsminderung und/oder erhöhte Unfallgefahr:**

- Herabsetzen der Aufmerksamkeit und Konzentration
- Beeinträchtigung der Kommunikation bis hin zu Fehlentscheidungen
- Erhöhte Fehlerquote
- Verlangsamung von Denkprozessen
- Veränderung des eigenen Leistungsanspruches und der Motivation
- Erhöhung der Risikobereitschaft bei Entscheidungen
- Verminderung des Handgeschicks

02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)

## Lärmeinflussfaktoren auf die Leistungsfähigkeit Noise influencing factors on performance

- Höhe des Schalldruckpegels
- Frequenzzusammensetzung der Geräusche
- Natur der Geräusche
- Informationsgehalt der Geräusche
- Merkmale der zu erfüllenden Aufgabe

02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)



## Raumklima in Arbeitsräumen/ Indoor climate in workspaces

Beeinflussbare Parameter	Körperliche Aktivität		
	gering	normal	hoch
Raumtemperatur	19 bis 25 °	18 bis 24°	Mind. 12°
Luftgeschwindigkeit	Max. 0,1m/s	max. 0,2m/s	Max. 0,3m/s
Luftqualität	Ohne Verunreinigungen		
Relative Luftfeuchtigkeit	mind. 40% bis max. 70% (bei Verwendung einer Klimaanlage)		

02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)

## Negative Auswirkungen von Klimafaktoren/ Negative effects of climate factors



Bedingung		Effekt	Wirkung auf die Gesundheit
Temperatur	Zu kalt	Der Körper gibt mehr Wärme an die Umgebung ab, als er durch den Energieumsatz erzeugt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unangenehm</li> <li>• Feinmotorische Arbeiten werden schwieriger</li> <li>• Häufiges Auftreten von Erkältungskrankheiten</li> </ul>
	Zu warm	Der Körper kann die erzeugte Wärme nicht an die Umgebung abgeben.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unangenehm</li> <li>• Konzentration lässt nach</li> <li>• Reizbarkeit nimmt zu</li> <li>• Körperliche Leistungsfähigkeit nimmt ab</li> <li>• Ermüdung tritt früher ein</li> </ul>
Luftfeuchtigkeit	Zu trocken	Die Schleimhäute trocknen aus.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unangenehm</li> <li>• Heiserkeit tritt auf</li> <li>• Erkrankung des Nasen-Rachen-Raums und der Atemwege entstehen</li> </ul>
	Zu feucht	Die Schweißverdunstung wird verhindert.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unangenehm</li> <li>• Bei gleichzeitiger Hitze besteht die Gefahr schneller Überhitzung</li> </ul>
Luftgeschwindigkeit	Zu hohe Luftgeschwindigkeit	Örtliche Unterkühlung, besonders bei gleichzeitigem Schwitzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkältungen treten auf</li> <li>• Schleimhäute trocknen aus</li> <li>• Erkrankung des Nasen-Rachen-Raums und der Atemwege entstehen</li> </ul>
Wärmestrahlung	Zu starke Wärmeeinstrahlung	Der Körper wird lokal oder als Ganzes stark aufgeheizt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unangenehm</li> <li>• Die Thermoregulation wird gestört</li> </ul>





# DANKE/KÖSZÖNÖM

02.08.2019

[www.auva.at](http://www.auva.at)