



IFA

Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

Arbeitsschutz bei Kollaborierenden Robotern

18. Vortragsveranstaltung ELEKTROTECHNIK der BG ETEM

Dr. Michael Huelke, IFA

08.06.2016

Überblick

- Normung
- Was ist ein kollaborierender Roboter?
- Generelle und spez. Biomechanische Anforderungen
- Forschung: Biomechanische Anforderungen und Validierung
- Validierung: Biofideles Kraft-Druck-Messgerät des IFA
- Validierung: Erfahrungen bei Prüfungen/Zertifizierungen
- Zusammenfassung, weitere Informationen, Diskussion

Normung für „Robots and robotic devices“ im ISO/TC 184/SC 2

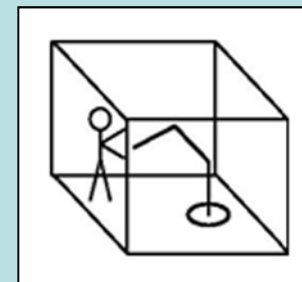
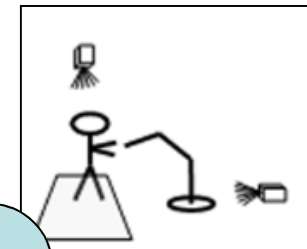
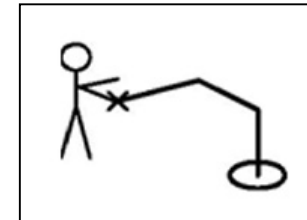
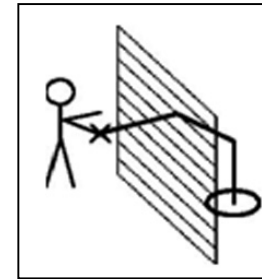
- Anforderungen an kollaborierende Roboter verteilt auf EN ISO 10218 Teil 1 und Teil 2 - Safety requirements for industrial robots
- ISO/TS 15066: “Robots and robotic devices - Safety requirements - Industrial collaborative workspace”
- ISO 13482 - Safety requirements for personal care robots; Weitere Normen in Arbeit: Medizinroboter, Serviceroboter usw.

Definition eines kollaborierenden Roboters

- Aus DIN EN ISO 10218-2:2012
- Roboter, der für das direkte Zusammenwirken mit dem Menschen innerhalb eines festgelegten **Kollaborationsraums** konstruiert ist
- **Arbeitsraum** innerhalb des geschützten Bereichs, in dem der Roboter und der Mensch während des Produktionsbetriebs gleichzeitig [*vorher festgelegte*] Aufgaben ausführen können
- Roboter einschließlich Werkzeug und Werkstück
- Vier unterschiedliche Szenarien (je nach Autonomie des Roboters/Schutzmaßnahmen)

Kollaborations-Szenarien

- Sicherer Halt
- Handführung
- Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung
- Leistungs- und Kraftbegrenzung
(Kontakte mit bewegtem Roboter möglich)



Bildquellen:
ISO 10218-2:2011

Voraussetzungen für kollaborierende Roboter

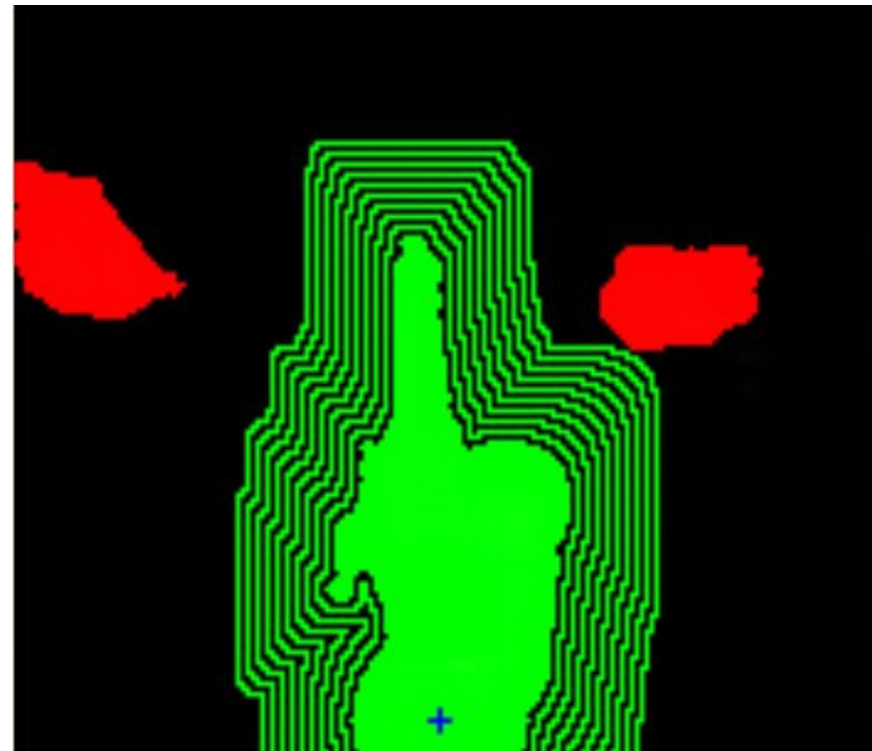
- Meist kleine, dafür konstruierte sichere Roboter
- Es sind geeignete techn. Schutzmaßnahmen zu implementieren
 - PL d, Kategorie 3 bzw. SIL 2, HFT 1
- Wesentlicher Baustein sind sichere Steuerungen. Sie können alle Bewegungen der Roboter gezielt überwachen.
- Voraussetzung: Über sichere Sensoren wie z.B. Kameras, Ultraschallsysteme oder taktile Sensoren erkennt die Robotersteuerung, wo der Mensch sich bewegt
- Dennoch verbleibt ein Restrisiko eines Kontaktes

Anforderungen in der Übersicht

- Technische Anforderungen
 - > Design und Steuerung des Roboters
- Biomechanische Anforderungen (bei Leistungs- und Kraftbegrenzung)
 - > Design und Steuerung des Roboters
- Ergonomische Anforderungen
 - > Design von Arbeitsplatz und Roboter
- Arbeitsorganisatorische Anforderungen
 - > Arbeitszeit, Eignung, Zugangsbeschränkungen, ...

Typische Sicherheitsfunktionen (ISO/TS 15066)

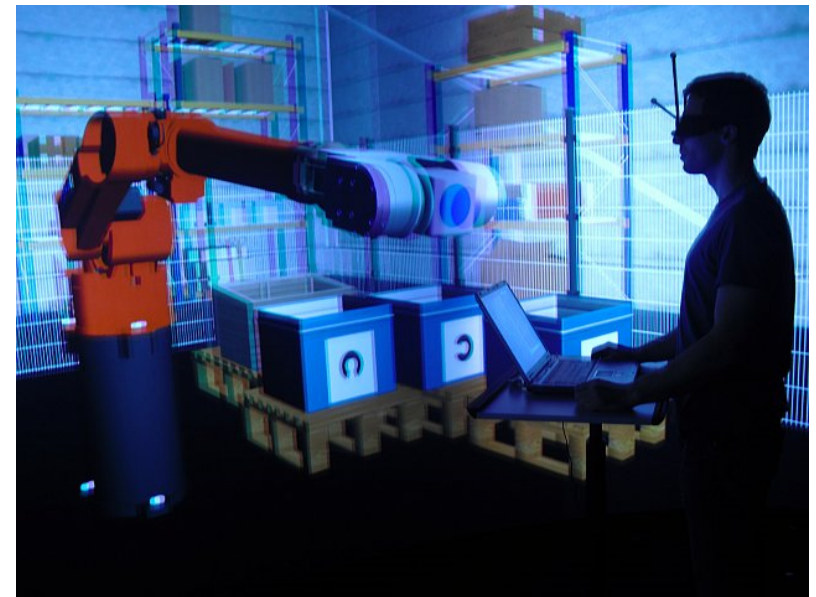
- Emergency stop function
- Protective stop function
- Minimum separation distance
- Maximum collaborative speed
- **Power/force limiting**
- ...



Bildquelle: IFA

Ergonomische Anforderungen

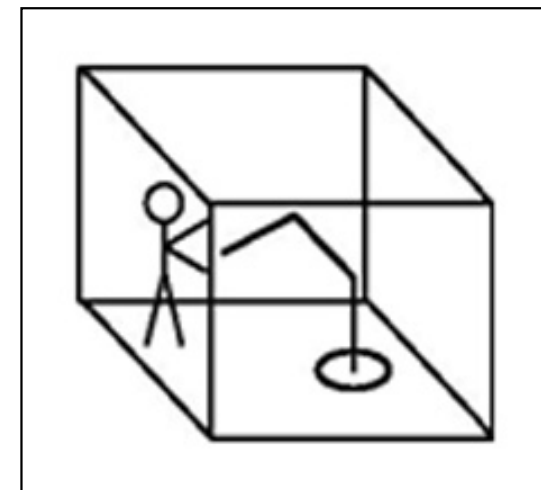
- ISO/TS 15066: “Die Wahrnehmung, die Aufmerksamkeit und das Denken der Person darf durch die Arbeitsumgebung und den kollaborierenden Roboter nicht eingeschränkt oder gestört werden.“
- Ziel der Forschung: Konkrete Empfehlungen wie Abstand, Geschwindigkeit, Trajektorien, usw. damit Personen sicher und gesund arbeiten können
- Untersuchungen im IFA mit virtueller Realität im SUTAVE-Labor



Bildquelle: IFA

Biomechanische Anforderungen im Detail

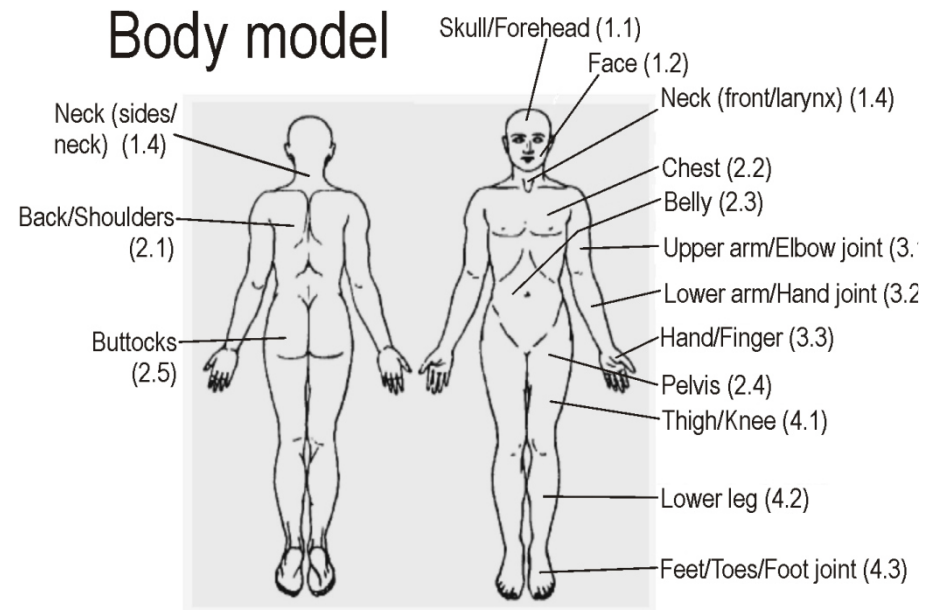
Leistungs- und Kraftbegrenzung
(Kollisionen mit bewegtem
Roboter möglich)



Bildquelle:
ISO 10218-2:2011

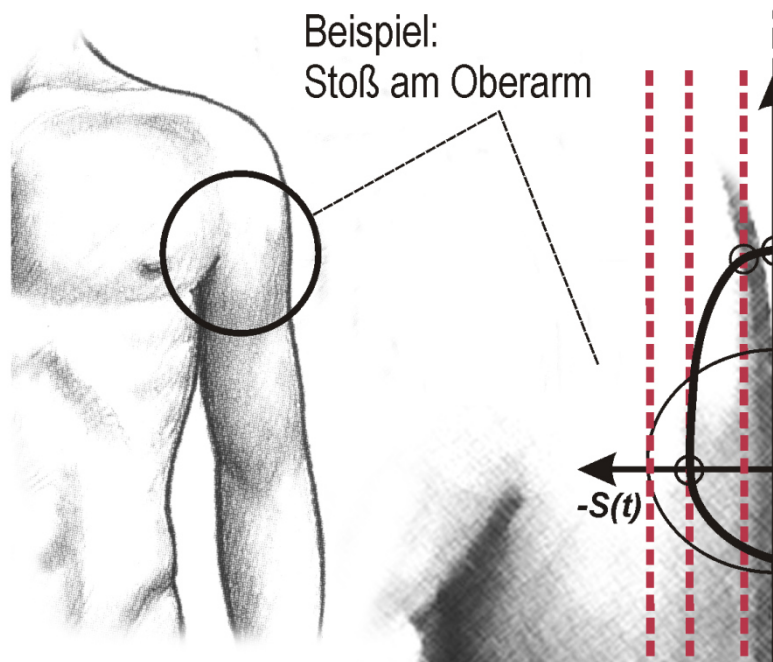
Risikoanalyse anhand eines Körpermodells

- Mechanische Belastungen führen am Körper zu unterschiedlichen Beanspruchungen
- Risikoanalyse: Welche Körperbereiche sind betroffen?
- Kollaborationsraum sollte so minimal wie möglich sein
- Möglichst wenig exponierte Körperbereiche
- Sicherheitskonzept muss Kontakte soweit möglich vermeiden
- Vom Roboter darf kein Kontakt ausgehen!

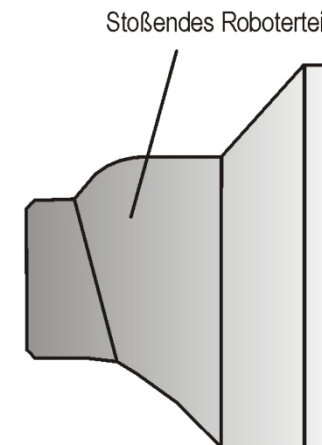


Bildquelle: IFA

Definition von Beanspruchungskriterien

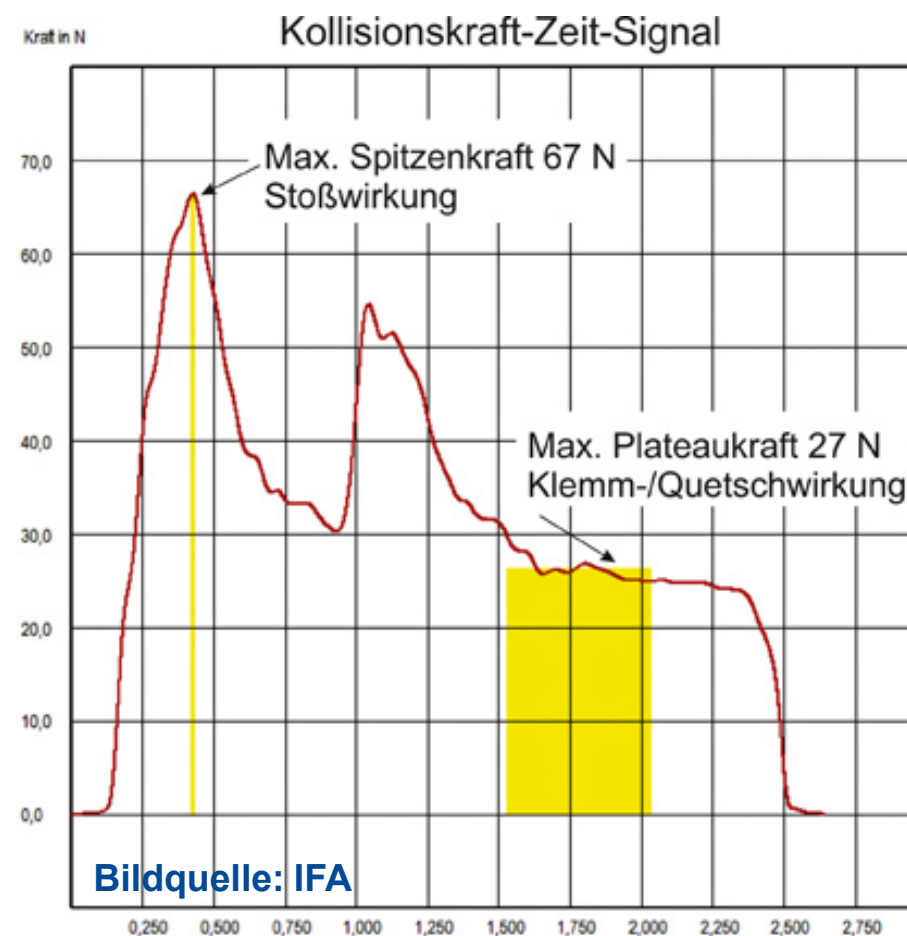


Bildquelle: IFA



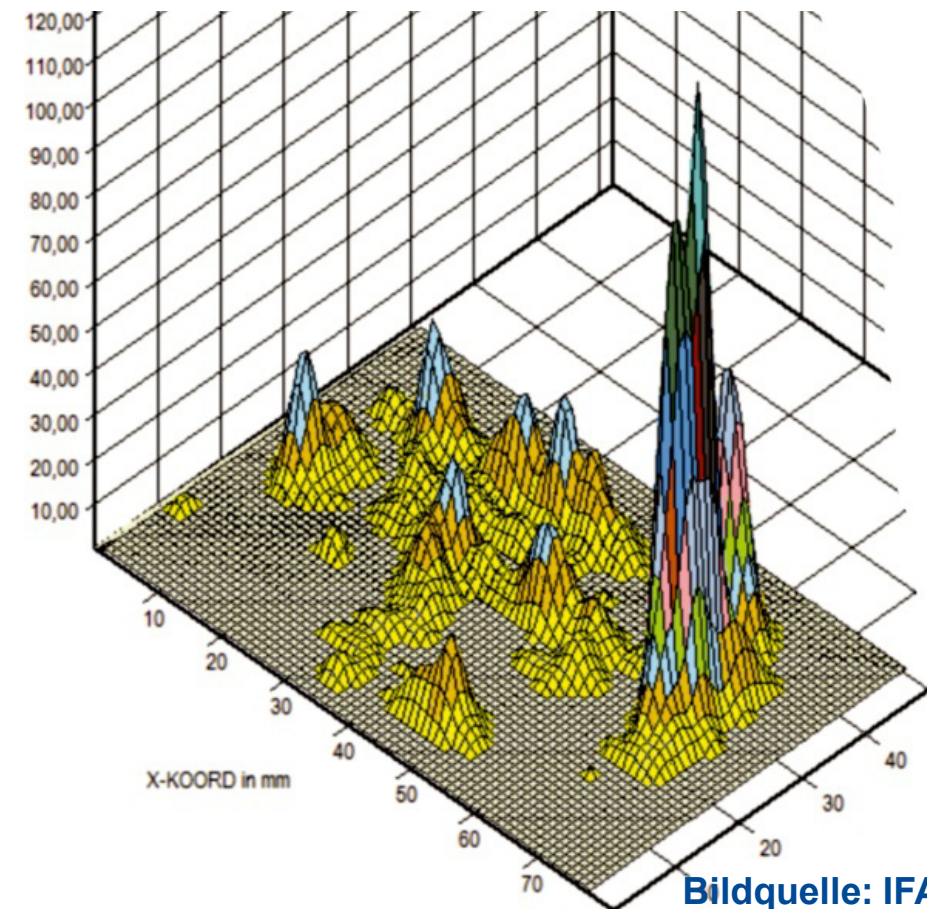
Definition von Beanspruchungskriterien

- Klemm-/Quetschkraft in [N]
- Stoßkraft in [N]



Definition von Beanspruchungskriterien

- Druck/Flächenpressung in $[N/cm^2]$
- Begrenzte lokale Beanspruchung (bis zur Verletzung) in der Kontaktfläche durch Druckspitzen

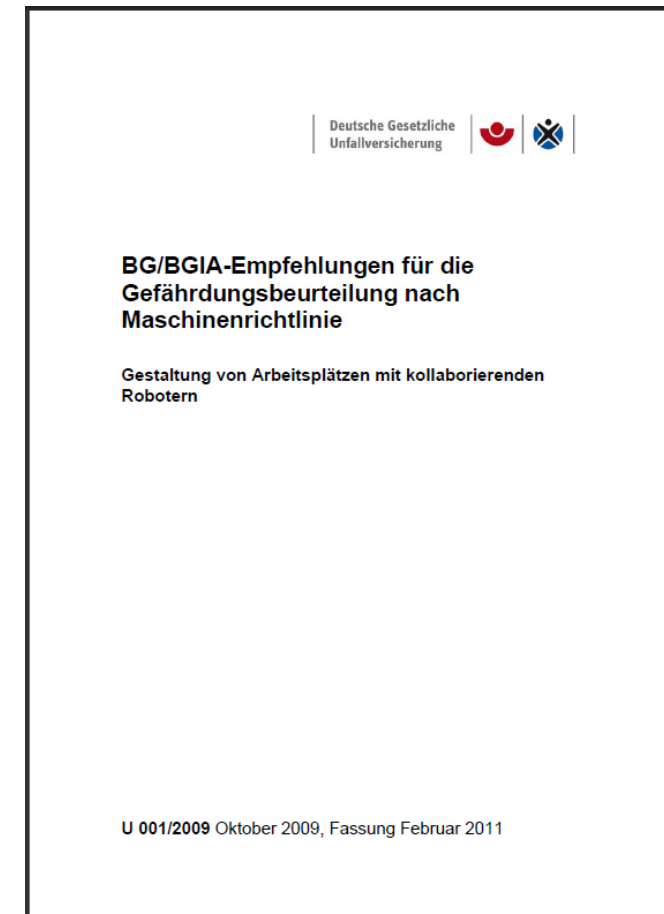


Bildquelle: IFA

BG/BGIA Empfehlungen (2009)

- Beanspruchungskriterien
- Anforderungen, orientierende Grenzwerte
- Prüfung der Anforderungen
- Vorgehensweise bei der messtechnischen Erfassung der Verletzungskriterien
- Beispiel
- Dokumentation
- Checkliste und Anwendungshilfen

-> Entwurf für ISO/TS 15066



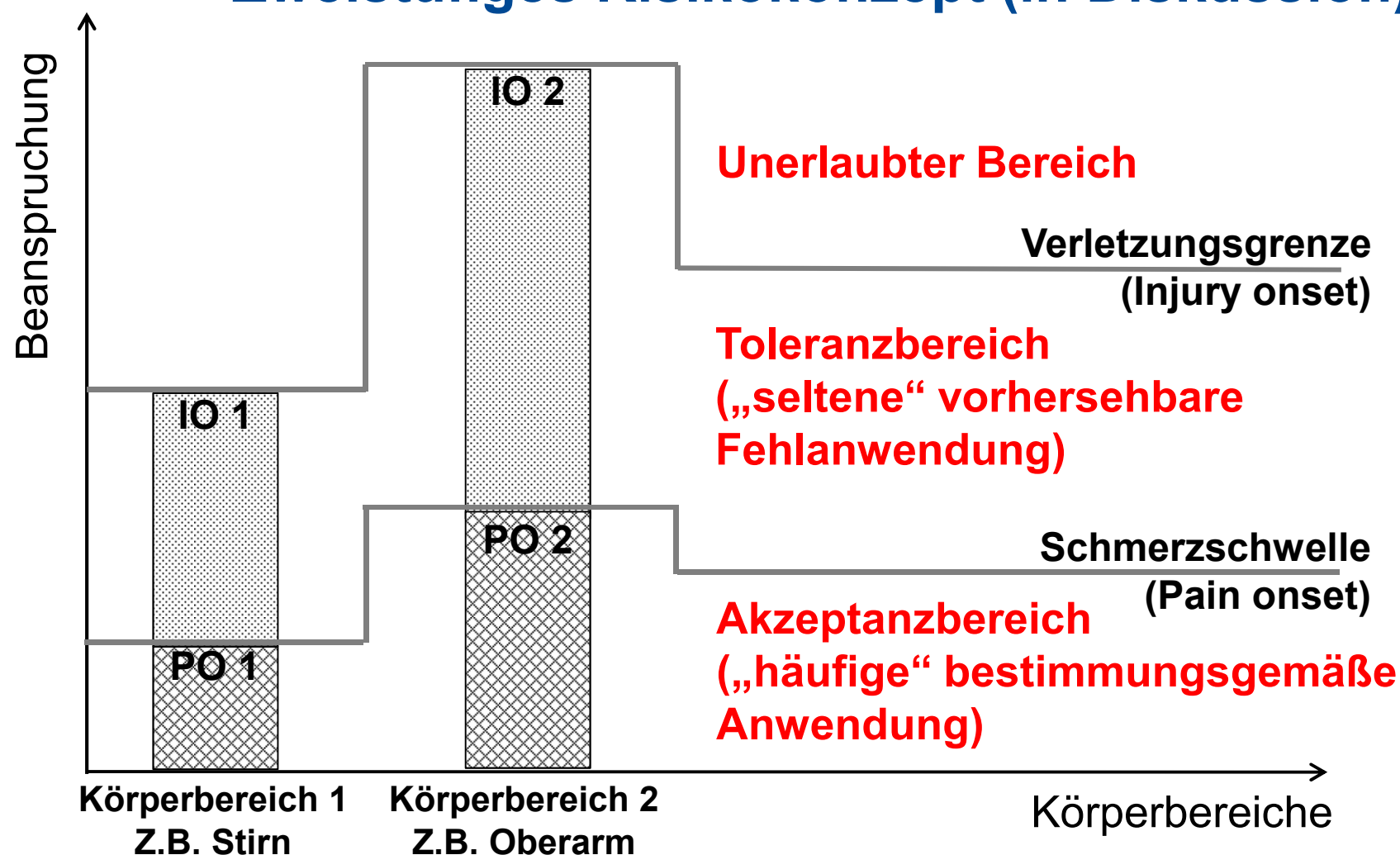
Bildquelle: IFA

Beispiel Grenzwerte

Körpermmodell (Hauptbereiche)	KB	Einzelkörperbereiche	Grenzwerte			KK
			KQK	STK	DFP	
			[N]	[N]	[N/cm ²]	
Hauptbereich 1: Kopf mit Hals	1.1	Schädel/Stirn	130	175	30	150
	1.2	Gesicht	65	90	20	75
	1.3	Hals (Seiten/Nacken)	145	190	50	50
	1.4	Hals (vorne/Kehlkopf)	35	35	10	10
Hauptbereich 2: Rumpf	2.1	Rücken/Schultern	210	250	70	35
	2.2	Brust	140	210	45	25
	2.3	Bauch	110	160	35	10
	2.4	Becken	180	250	75	25
	2.5	Gesäß	210	250	80	15
Hauptbereich 3: Obere Extremitäten	3.1	Oberarm/Ellenbogengelenk	150	190	50	30
	3.2	Unterarm/Handgelenk	160	220	50	40
	3.3	Hand/Finger	135	180	60	75

Bildquelle: IFA

Zweistufiges Risikokonzept (in Diskussion)

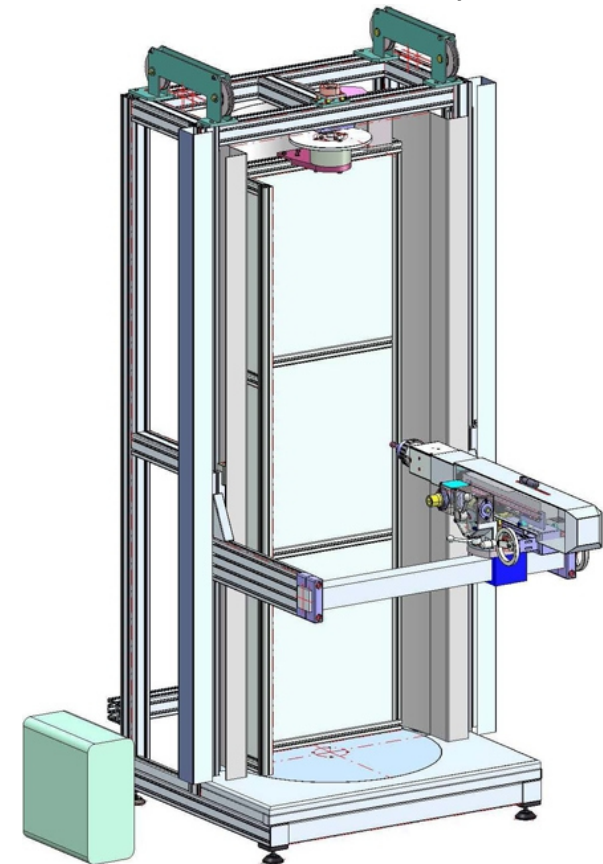


DGUV-Projekt FP 317 „Schmerzschwellenkataster“

- Forschungsnehmer „Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Arbeits,- Sozial- und Umweltmedizin“.
- Ziel: Bestimmung Schmerzschwellen für 29 Messlokalisationen
- vorab Recherche der JGU Mainz (479 verwertbare Schmerzschwellen)
- Entwicklung/Fertigung Versuchseinrichtung „Druckalgometer“ durch IFA
- Pilotstudie mit 10 Probanden zur Erprobung der Untersuchungsmethode
- Hauptstudie mit einer Stichprobe von 100 Probanden (Männer und Frauen), 2 Wiederholungen/Messung (87 Messungen/Proband)
- Messungen bis Mitte 2014, danach Auswertungen, statistische Analysen, Bericht
- Haupteergebnis: Schmerzschwellenkataster für Normung, bezogen auf die Belastungskriterien: Stößelform, quasistatische Klemmung

Versuchseinrichtung Druckalgometer (IFA)

Komplette Versuchseinrichtung im Labor in Mainz (CE nach MRL, SF mit PL e)



Was bedeutet Validierung?

- Validierung: Nachweis der Erfüllung der Sicherheitsanforderungen durch Analyse und Test
- Vision der Hersteller: Validierung aus Konstruktionsdaten des Roboters + Arbeitsplatz, Bewegungsprofilen und digitalen Menschmodellen
- Praxis der Arbeitssicherheit: Überprüfung der Einhaltung von Grenzwerten am konkreten Roboterarbeitsplatz (sofern keine Erfahrungen vorliegen)

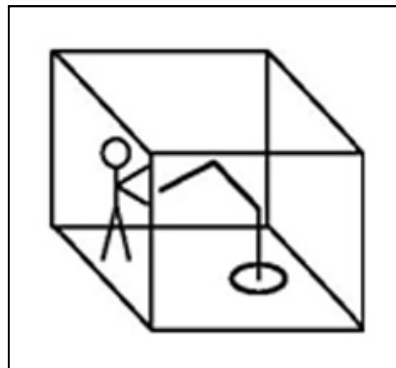


Bildquelle: MRK-Systeme

Validierung durch Messung – aber wie?

Wie muss man korrekt messen?

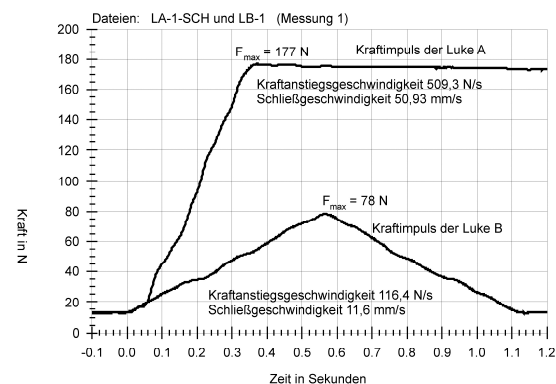
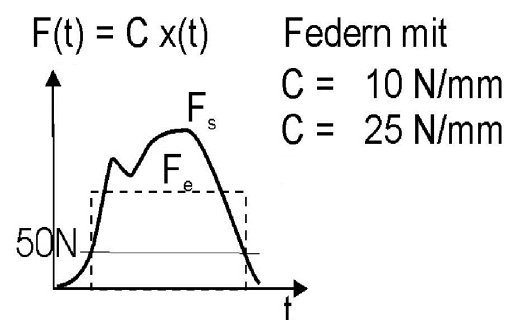
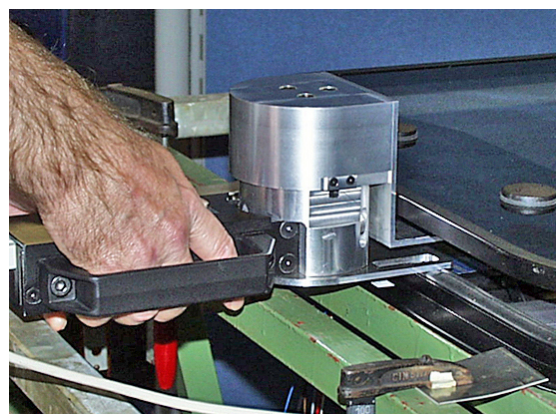
Welche biomechanisch/physikalischen Merkmale hat eine Person, wenn sie im Kollaborationsraum einem Kollisionsrisiko ausgesetzt ist?



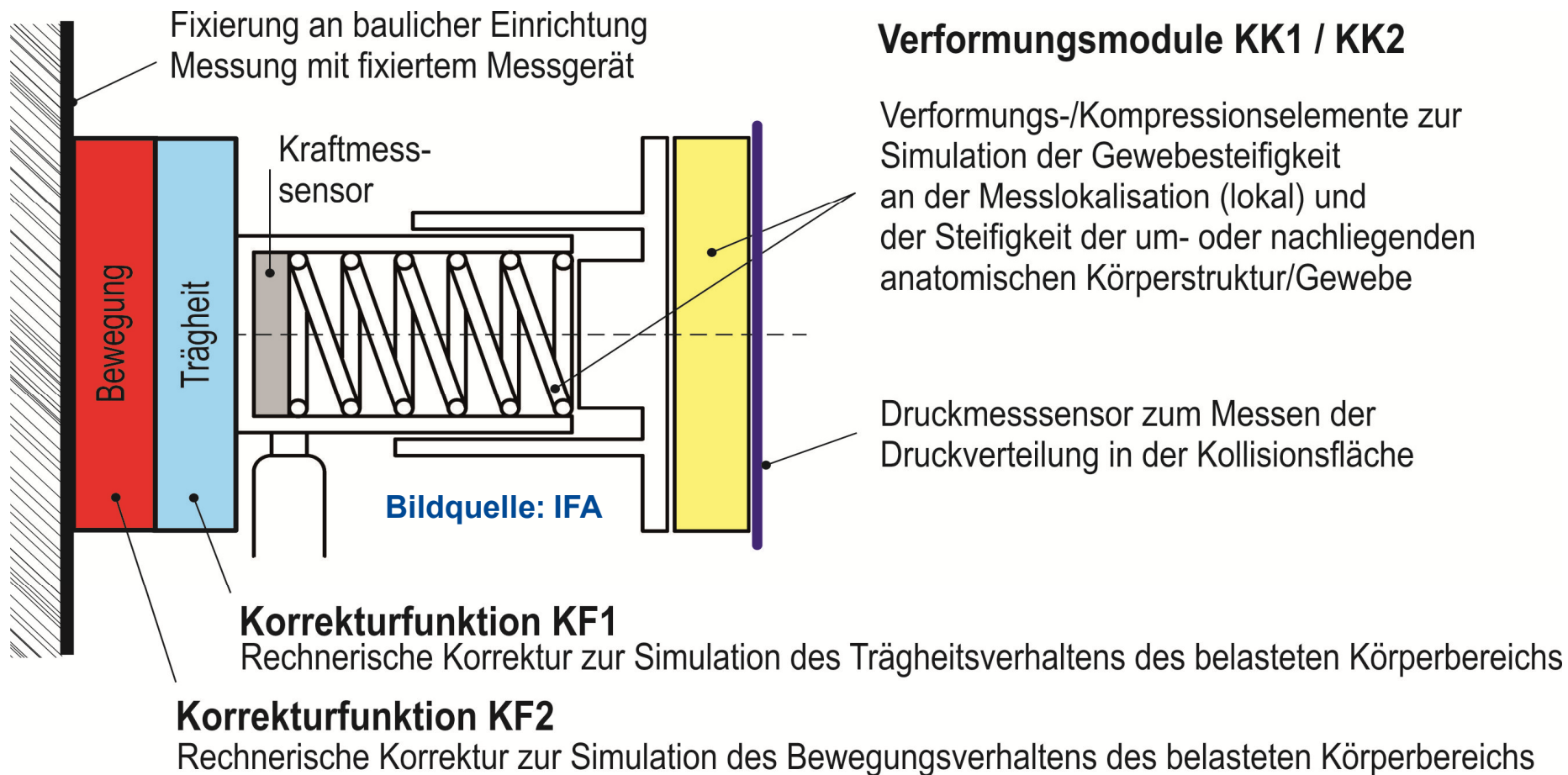
Für die Validierung müssen diese Merkmale durch ein **mechanisch menschenähnliches** Messgerät angemessen simuliert werden ...
... denn wir können keine Testpersonen zur Validierung einsetzen!

Beispiele biofideler Messgeräte - BG Tradition

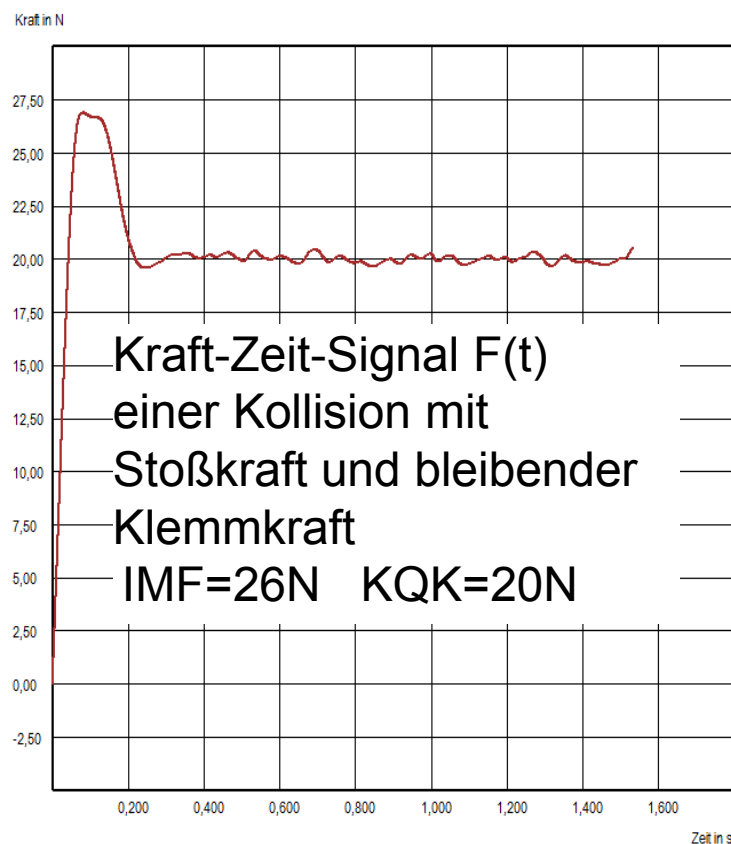
Geräte für Bustüren, Fenster, Luken



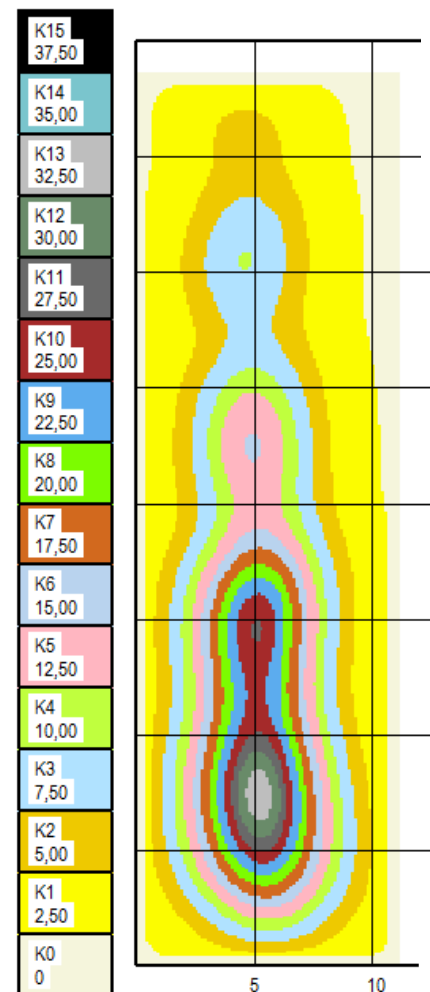
Physikalisches Messkonzept (IFA-Konzept)



Messbeispiel

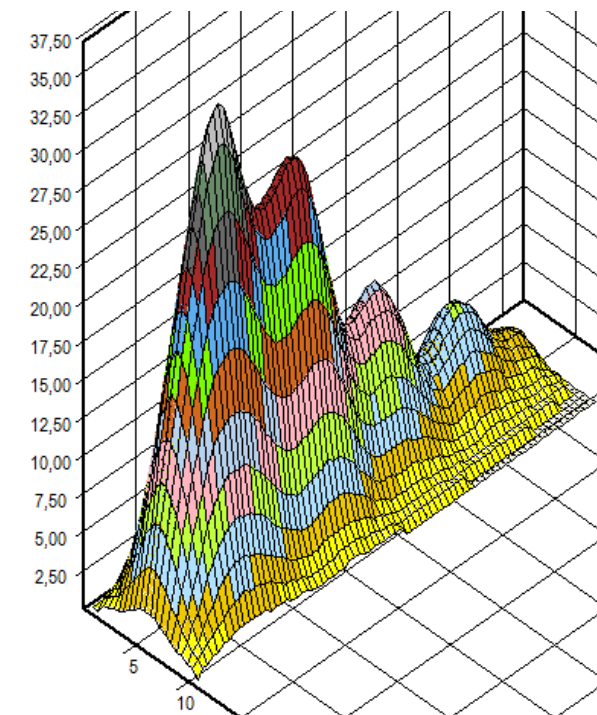


Druckverteilung in N/cm^2



Bildquelle: IFA

2D und 3D – Druckverteilung
 $P_{max}=32N/cm^2$



Erfahrungen erster Prüfungen im IFA

- Die Anforderungen sind verständlich und umsetzbar!
- Die notwendige starre Fixierung des Messgerätes kann aufwendig sein
- Kontrollparameter sind die maximalen Achsgeschwindigkeiten und die Oberflächengestaltung
- Für jede neue Applikation eine Risikoanalyse und Validierung durch Messungen
- Es gibt nicht den eigenständigen zertifizierten, sicheren kollaborierenden Roboter

Zusammenfassung

- Es entstehen in der Produktion neue Arbeitsformen mit Robotern
- Es gibt mehrere Kollaborationsformen: Bei einer davon kann es zu sicher begrenzten Kontakten kommen
- Forschung zur Bestimmung von Beanspruchungsgrenzwerten
- Normung für verschiedene Robotikanwendungen
- Ein kollaborierender Roboter kann nur im Zusammenhang einer Applikation geprüft werden (Werkzeug+Werkstück+Umgebung)
- Messgeräte beim IFA entwickelt und bei Lizenzpartner verfügbar
- Bei der Prüfung werden u.a. die gemessenen Kräfte/Drücke mit den normativen Grenzwerten verglichen und am Roboter eingestellt

Aktuelle IFA-Informationen und Ansprechpartner:

Aktuelles	Forschung	Fachinfos	Gefahrstoffdatenbanken	Praxishilfen	Prüfung/Zertifizierung	Publikationen	Veranstaltungen	Wir über uns
-----------	-----------	-----------	------------------------	--------------	------------------------	---------------	-----------------	--------------

Home > Fachinfos > Kollaborierende Roboter

- Arbeitsplatzgrenzwerte
- Asbest an Arbeitsplätzen
- Biologische Arbeitsstoffe
- Ergonomie
- Exposition-Risiko-Beziehung (ERB)
- GHS-Verordnung
- Hautgefährdung
- KMR-Liste
- Kollaborierende Roboter**
 - Technische Schutzmaßnahmen
 - Medizinisch/Biomechanische Anforderungen
 - Systemergonomische Gestaltung
 - Prüftechnik
 - Schmerzschwellenkataster
 - Kombinationen von Persönlicher Schutzausrüstung
 - Lärm
 - Mobile IT-Arbeit



Vergrößern (668 kB)

Armaturenblettmontage, Bild: Daimler AG

Ansprechpartner:

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)
 Fachbereich 5
 Dr. Michael Huelke
 Alte Heerstraße 111
 53757 Sankt Augustin
 Tel.: 02241 231-2644
 Fax: 02241 231-2234

Bildquelle: IFA

Kollaborierende Roboter (COBOTS)

Sichere Kooperation von Mensch und Roboter

Kollaborierende Industrieroboter sind komplexe Maschinen, die Hand in Hand mit Personen zusammenarbeiten. In einem gemeinsamen Arbeitsprozess unterstützen und entlasten Roboter den Menschen. Ein Beispiel: Ein Roboter hebt und positioniert ein schweres Werkstück, während eine Person leichte Eisenhaken anschweißt. Bei dieser Arbeitstätigkeit besteht zwischen der Person und verschiedenen Roboterelementen – beispielsweise Roboterarm, Werkzeug – eine große räumliche Nähe. Dabei kann es zu direktem Kontakt zwischen Roboter und Personen kommen. Eine vergleichbare Situation findet man bei mobilen Servicerobotern, die in steigender Zahl in der Arbeitswelt und in öffentlichen oder privaten Umgebungen nahe neben Personen eingesetzt werden.

Bisher waren beim Einsatz von Robotern trennende Schutzeinrichtungen notwendig, um Personen, die sich im Arbeitsfeld des Roboters befanden, sicher gegen mechanische Einwirkungen und damit gegen Verletzungen durch schnelle Roboterteile zu schützen. Im Zuge der Überarbeitung und Neuordnung der für Industrieroboter relevanten Normen wurde ergänzend das neue Anwendungsfeld der kollaborierenden Roboter geschaffen. Die überarbeitete Norm EN ISO 10218, Teile 1 und 2, sowie die 2010 begonnene Spezifikation ISO/TS 15066 definieren die sicherheitstechnischen Anforderungen für den

Google™ Benutzerdefinierte Suche

Suche starten

Webcode

Los

→ so geht's

Filmdokumentation herunterladen

Kollaborierende Roboter –
 Filmdokumentation zu den Forschungs- und Entwicklungsthemen des IFA (174 MB, Format: mp4)

Zum Download

BG/BGIA-Empfehlungen zur Gestaltung von

Informationen des Fachbereichs Holz und Metall



Geschäftsstelle

Fachbereich Holz und Metall
Sachgebiet Maschinen, Anlagen,
Fertigungsautomation und
-gestaltung
c/o Berufsgenossenschaft Holz
und Metall
Isaac-Fulda-Allee 18
55124 Mainz
Tel.: 06131 802-11442
✉ E-Mail

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Matthias Umbreit

Themenfeld Robotik

Industrieroboter sind fester Bestandteil unserer modernen Arbeitswelt. Sie erhöhen die Produktivität und die Fertigungsqualität, entlasten aber gleichzeitig auch von monotoner und schwerer körperlicher Arbeit.

Welche Sicherheitsbestimmungen gelten für Industrieroboter?

Dies ist in den Europäisch harmonisierten Normen EN ISO 10218-1 und EN ISO 10218-2 festgelegt. Diese Normen gelten gleichzeitig weltweit und können beim Beuth Verlag bezogen werden. Wer sich einen ersten Überblick über die Sicherheitsanforderungen verschaffen möchte, für den gibt die Berufsgenossenschaft die Schrift DGUV Information 209-074 heraus. Diese Informationsschrift kann kostenlos bei der BGHM bestellt werden.

Die Experten der BGHM befassen sich mit allen Fragen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes bei der Konstruktion und beim Betrieb von Industrierobotern und Industrieroboteranlagen.

Webcode

→ so geht's

Schriften



- ↓ DGUV Information 209-074:
Industrieroboter
- ↓ Kollaborierende
Robotersysteme, 10/2015
(Checkliste) (PDF, 240 kB)

DGUV-Informationen / FB-Informationsblätter



- ↓ Nr. 080: Kollaborierende
Robotersysteme - Planung
von Anlagen mit der Funktion
"Leistungs- und
Kraftbegrenzung" (PDF, 631
kB)

Vielen Dank
für Ihr Interesse und
Ihre Aufmerksamkeit !