



DGUV

Fachbereich Holz und Metall
Berufsgenossenschaft
Holz und Metall

Workshop: Ergonomie in der Fahrzeugproduktion

Ulm 06.12.2017

Workshop 4: Exoskelette und kollaborative Robotik

Motivation

Elimination
klassischer
Unfallursachen

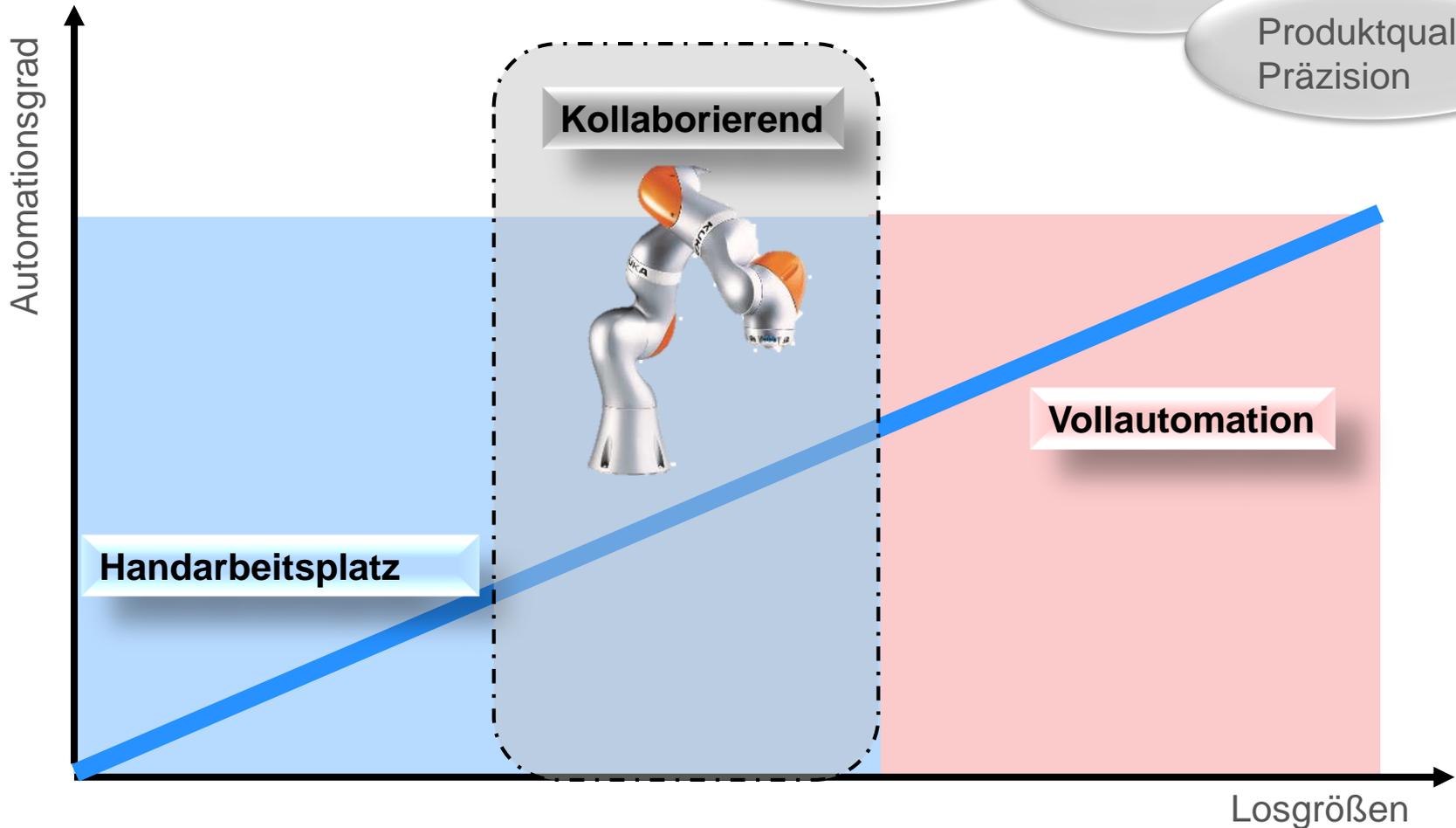
Ergonomie

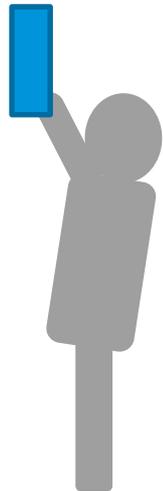
Demografischer
Wandel

Flexibilität

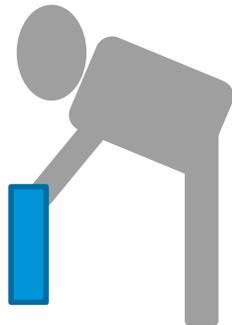
Wirtschaftlichkeit

Produktqualität /
Präzision

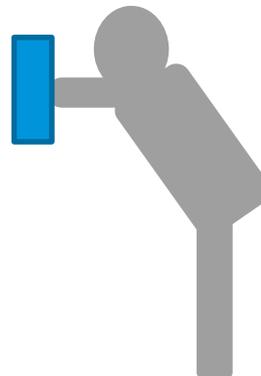




Überkopfarbeit

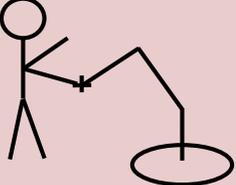
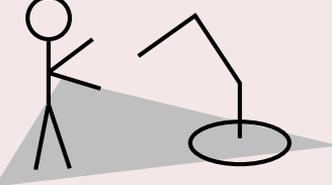
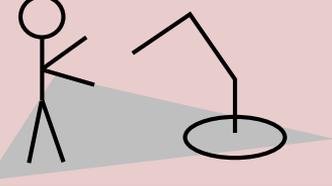


Häufiges Bücken



Montage in vorgebeugter Haltung

Kollaborationsarten

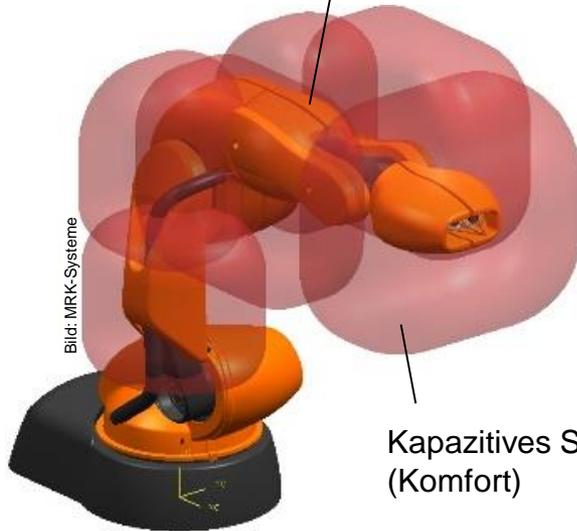
Kollaborationsart	Zweck	Sicherheitsanforderungen	Beispiel Anmerkung
<p>Handführung</p> 	<p>Manuelle Führung z.B. durch Joystick. und Zustimmschalter</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sichere Geschwindigkeit (Kategorie 3, PLd) ▪ Not-Halt leicht erreichbar ▪ Zustimmschalter (Kategorie 3, PLd) 	<p>Manuelle Feinpositionierung schwerer Teile Achtung Handführung ≠ Programmieren</p>
<p>Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung</p> 	<p>Roboter verlangsamt bei Annäherung Roboter beschleunigt bei Entfernung</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Personendetektionssystem (Kategorie 3, PLd), z.B. Laserscanner, Sicherheits-3-D-Kamera ▪ Sichere Geschwindigkeit (Kategorie 3, PLd) ▪ Sicherheitsabstände nach EN ISO 13855 	<p>Kontrollaufgaben Achtung: Sicherheitsabstände nach EN ISO 13855 sind im Betrieb meist nicht vorhanden</p>
<p>Sicherheitsgerichteter Stopp</p> 	<p>Roboter stoppt bei Annäherung Roboter startet bei Entfernung</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Personendetektionssystem (Kategorie 3, PLd), z.B. Laserscanner, Sicherheits-3-D-Kamera ▪ Sicherer Stopp bei jedem Zutritt ▪ Sichere Geschwindigkeit (Kategorie 3, PLd) ▪ Kein automat. Wiederanlauf im Detektionsbereich ▪ Sicherheitsabstände nach EN ISO 13855 ! 	<p>Kontrollaufgaben Achtung: Sicherheitsabstände nach EN ISO 13855 sind im Betrieb meist nicht vorhanden</p>
<p>Leistungs- und Kraftbegrenzung</p> 	<p>Roboter stoppt bei Kontakt wenn Kraft oder Druck über Limit</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pauschale Begrenzung auf 80W oder 150N entfällt ab Jan. 2012 ▪ Begrenzung von Kraft und/oder Druck bei Kontakt (Körperregion) ▪ Z.B. taktile Schutzeinrichtungen, Drehmomentsensoren (Kategorie 3, PLd) ▪ Sichere Geschwindigkeit (Kategorie 3, PLd) 	<p>Unterstützung manueller Tätigkeiten, Kommissionierauf- gaben leichter Teile</p>

Leistungs- und Kraftbegrenzung Beispiele



Taktiler Schutzfeld

Kapazitiver Schutzfeld



Kapazitiver Schutzfeld
(Komfort)



Kritische Zone

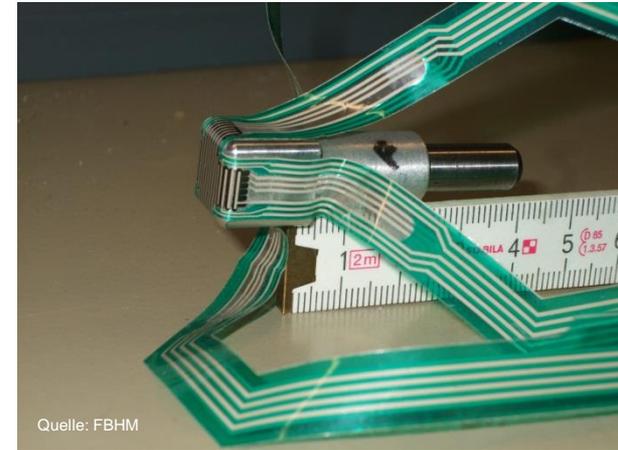
Statischer Druck
(Klemmen)

Statische Kraft
(Klemmen)

Faktor transienter Druck
(dynamischer Stoß)

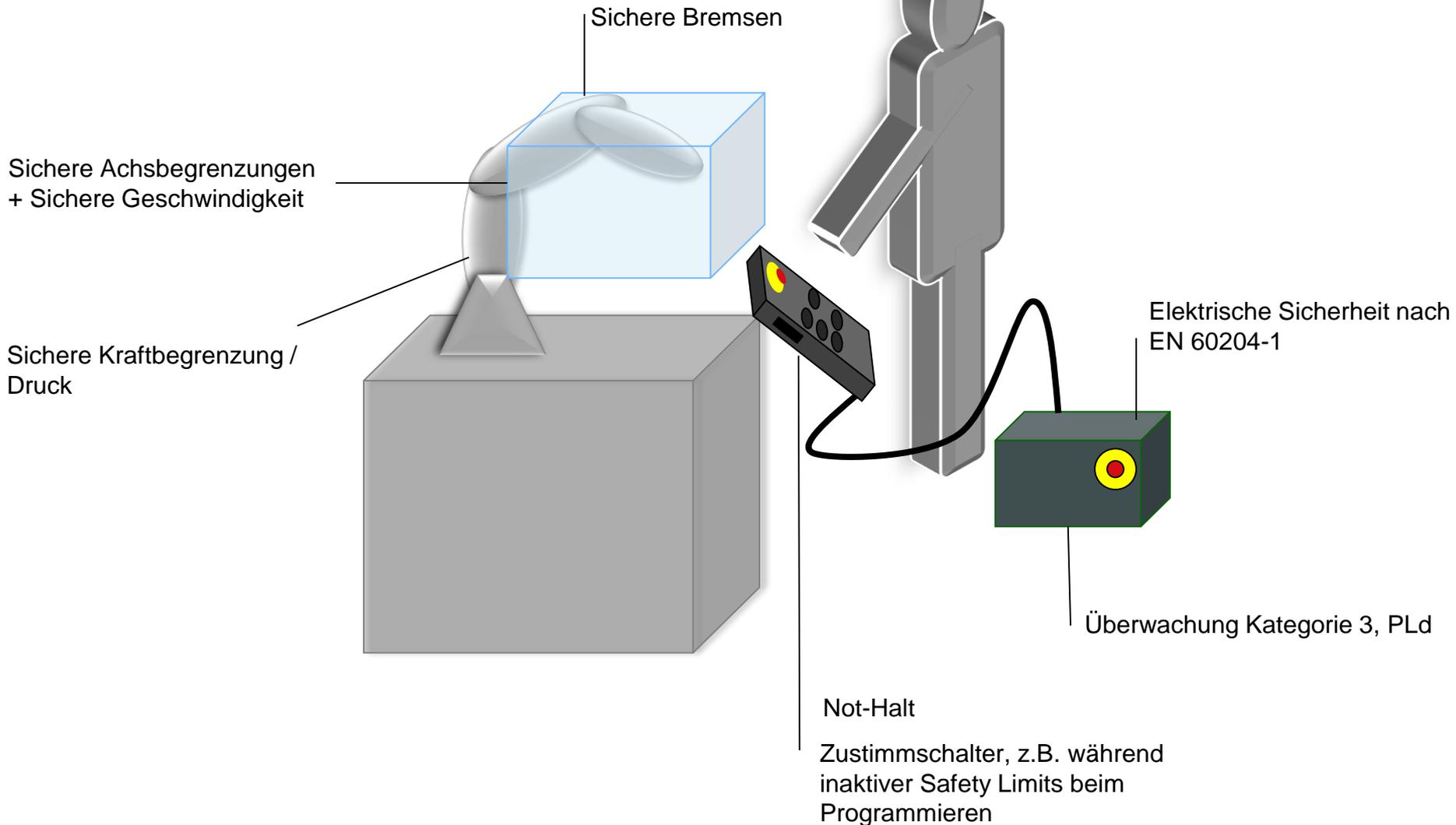
Faktor transiente Kraft
(dynamischer Stoß)

Körperllokalisierung		Quasi statischer Kontakt (Klemmen)		Transienter Kontakt (Freier Stoß)	
Spezifische Lokalisation	Körperregion	Spitzendruck p_s [N/cm ²] (Anmerkung 1)	Kraft F_s [N] (Anmerkung 2)	Spitzendruck P_T Faktor (Anmerkung 3)	Kraft F_T Faktor (Anmerkung 3)
1	Stimmritze	130	130	Kein	Kein
2	Schläfe	130	130		
3	Kaumuskel	110	65		
4	Halsmuskel	140	150	2	2
5	Domfortsatz 7. Halswirbel	210			
6	Schultergelenk	160	210		
7	Domfortsatz 5. Lendenwirbel	210			
8	Brustbein	120	140		
9	Brustmuskel	170			
10	Bauchmuskel	140	110		
11	Beckenknochen	210	180		
12	Deltamuskel	190	150		
13	Oberarmknochen	220			
14	Speichenknochen	190	160		
15	Unterarmmuskel	180			
16	Armnerve	180			
17	Zeigefingerbeere d	300			
18	Zeigefingerbeere nd	270	140		
19	Zeigefingerendgelenk d	280			
20	Zeigefingerendgelenk nd	220			
21	Daumenballen	200			
22	Handinnenfläche d	260			
23	Handinnenfläche nd	260			
24	Handrücken d	200			
25	Handrücken nd	190			
26	Oberschenkelmuskel	250	220		
27	Kniescheibe	220			
28	Schienbein	220	120		
29	Wadenmuskel	210			



- Forschungsprojekt: DGUV – Uni Mainz
- Algometer entwickelt am IFA (Institut für Arbeitssicherheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung)
- Spezieller Stößel nach Anforderungen von Roboterherstellern und- Anwendern
- Algometer stoppt wenn Druckgefühl übergeht in Schmerz
- 100 Probanden

Sicherheitsbewertung Robotersystem - a) Roboter ISO 10218-1



Sicherheitsbewertung Robotersystem -

b) Applikation ISO 10218-2, ISO TS 15066

Kopf außerhalb Arbeitsbereich

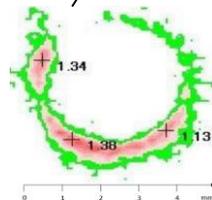
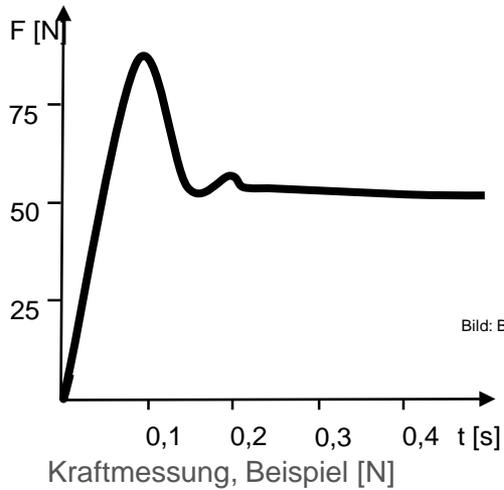
Parametrierung Safety Limits

Keine scharfen Kanten oder Spitzen, keine Scherkanten, insbesondere im Werkzeugbereich

Person kann sich selbst befreien

Reaktionszeit der Steuerung

Typenschild mit Name u. Anschrift des Integrators



Druckmessung, Beispiel [Mpa]

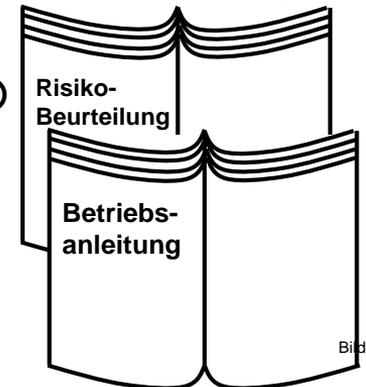
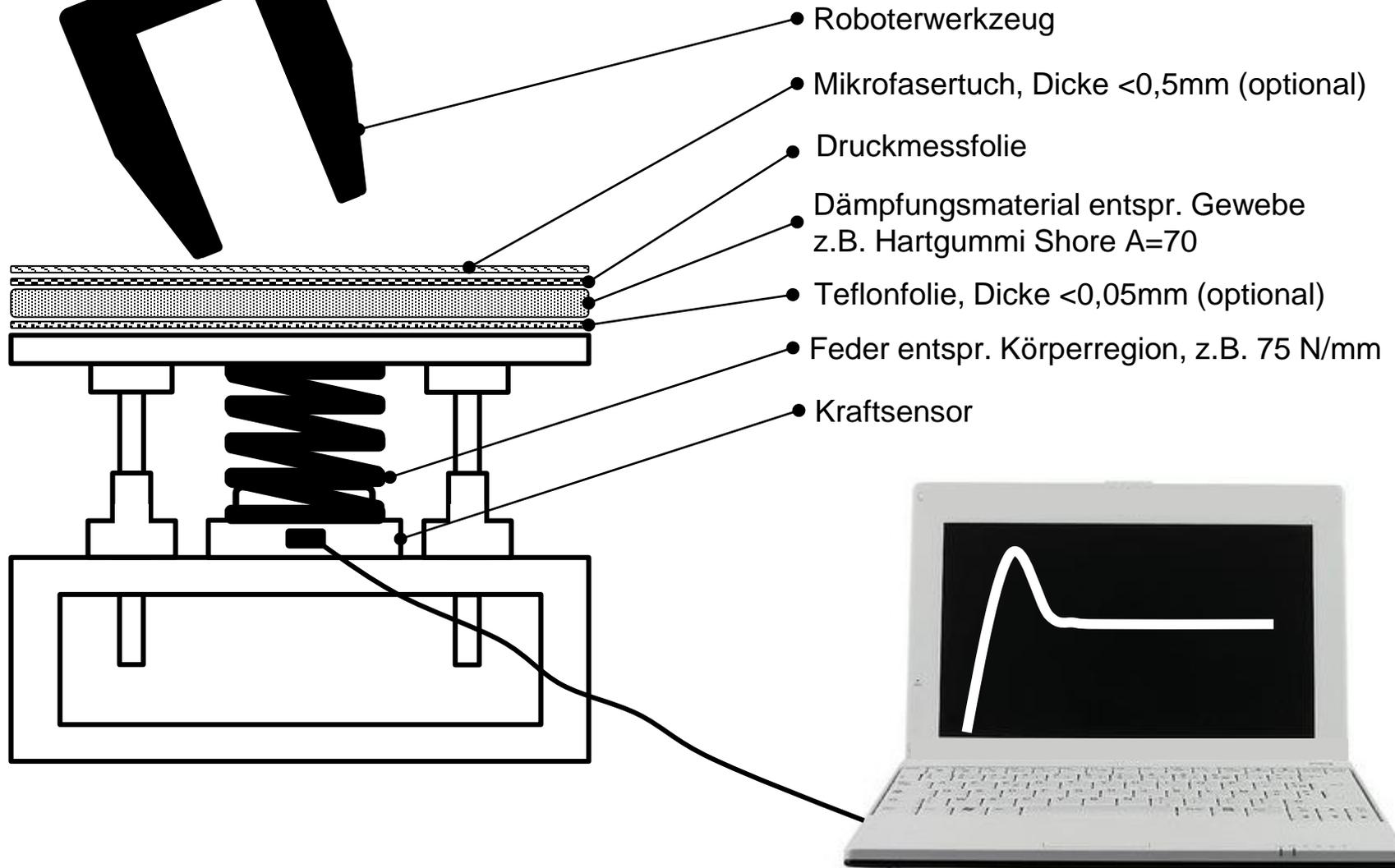
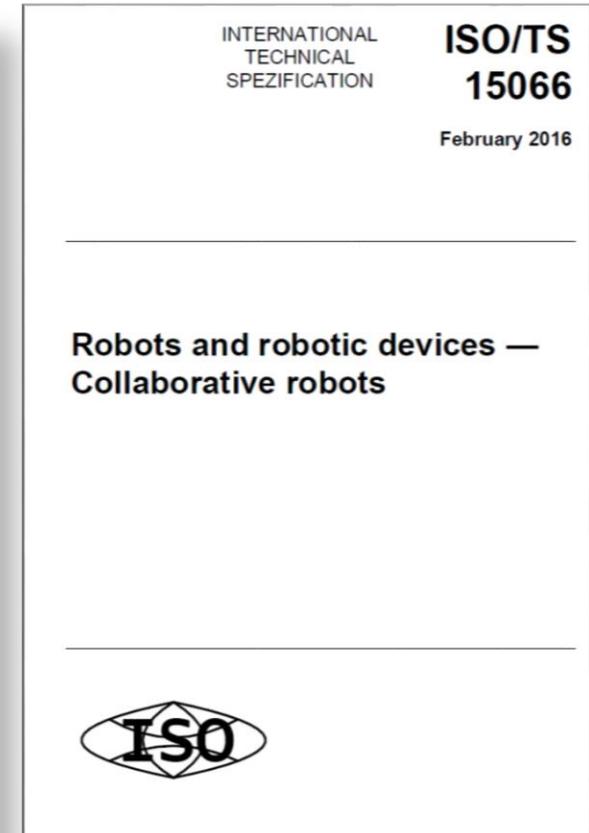


Bild: FBHM







Harmonisierte Normen nach EG-Maschinenrichtlinie

209-074

DGUV Information 209



Industrie

Januar 2015

Checkliste: Kollaborierende Robotersysteme
(Freilaufender Betrieb ohne äußere Schutzvorrichtungen)
Stand: 02/2014

Dokumentation	Liegen für die Roboterapplikation folgende technische Unterlagen vor:
	<ul style="list-style-type: none"> - EG-Konformitätserklärung - Risikoanalyse - Betriebsanleitung - CE-Zeichen <p><i>Anmerkung:</i> Dokumentation für Roboterapplikation einschließlich Werkzeugen und Vorrichtungen. Diese Unterlagen stellt in der Regel der sogenannte Integrator zusammen, d.h. die Firma, welche den Roboter prüft und dem Betreiber zur Nutzung übergibt. Die Unterlagen für den "nackten" Roboter sind nicht ausreichend. Wenn kein Integrator existiert muss der Betreiber die o.g. Unterlagen selbst erstellen.</p>
Äußere technische Merkmale	<ul style="list-style-type: none"> - Typenschild mit Name und Anschrift des Herstellers (Typenschild des Roboters ist nicht ausreichend) - Not-Halt-Taster leicht erreichbar - Keine scharfen oder spitzen Kanten an Werkzeugaufhängungen und Werkstück. Polsterung an Scherkanten - Kann sich der Mitarbeiter jederzeit von der Roboterzelle entfernen bzw. selbst befreien? - Keine großen Traglasten - Ist der Kopf außerhalb des Arbeitsbereichs?
Innere Sicherheit	<ul style="list-style-type: none"> - Ist der Roboter sicher? Sichere Geschwindigkeit, Position, Kraft (Kategorie 3, PLd) <p><i>Anmerkung:</i> Kann in der Regel nur durch ein Zertifikat einer zugelassenen Prüfstelle nachgewiesen werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wurden Geschwindigkeit, Kraft und Position für die Applikation gemessen, um sie zu minimieren?

DGUV-Information

Kollaborierende Robotersysteme
Planung von Anlagen mit der Funktion „Leistungs- und Kraftbegrenzung“
Entwurf 11/2015

FB HM-080

Kollaborierende Robotersysteme können in der Funktion „Leistungs- und Kraftbegrenzung (Power and Force Limiting)“ ohne traditionelle Schutzvorrichtungen wie Zäune und Lichtvorhänge zum Einsatz kommen. Bezüglich der Anforderungen zum Einsatz von Robotersystemen besteht ein Bedarf an praktischen Handlungsanleitungen für Hersteller, Systemintegratoren, Betreiber, Unfallversicherungs-träger und Zertifizierungsstellen.



Bild 1: Hinweisschild Kollaborierendes Robotersystem

1 Rechtsvorschriften und Normen

Kollaborierende Robotersysteme fallen unter den Geltungsbereich der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG [1]. Sie müssen zum Bereitstellen auf dem Markt mit einer EG-Konformitätserklärung und einem CE-Zeichen ausgestattet sein. Die harmonisierten Europäischen Normen EN ISO 10218-1 [2] und EN ISO 10218-2 [3] lösen die sogenannte Vermutungswirkung aus. Bei Anwendung dieser Normen darf davon ausgegangen werden, dass die Anforderungen der EG-Maschinenrichtlinie eingehalten wurden.

Die Anforderungen speziell zu kollaborierenden Robotersystemen sind in EN ISO 10218-1 und EN ISO 10218-2 festgelegt.

Gleiches gilt für die DGUV-Information 209-074 „Industrieroboter“ [4].

Inhaltsverzeichnis

- 1 Rechtsvorschriften und Normen
- 2 Risikoanalyse
- 3 Leistungs- und Kraftbegrenzung (Power an Force Limiting / PFL)
- 4 Anforderungen an die Roboter
- 5 Robotersystem (Applikation)
- 6 Bestimmung der biomechanischen Belastungen (Kraft und Druck)
- 7 Dokumentation und Kennzeichnung der Ausrüstung
- 8 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

Im Rahmen der Technischen Spezifikation ISO TS 15066 [5] werden die Anforderungen derzeit weiterentwickelt. Insbesondere fließen in diese Technische Spezifikation auch Forschungsergebnisse ein. Nach Fertigstellung von ISO TS 15066 ist mit deren Inhalten eine Überarbeitung der Normen EN ISO 10218-1 und EN ISO 10218-2 geplant.

Während dieser Phase und darüber hinaus sollen mithilfe dieser Fachinformation Hersteller, Systemintegratoren und wertzug von solchen kollaborierenden Robotersystemen unterstützt werden.

2 Risikoanalyse

Die Risikoanalyse ist ein nach Maschinenrichtlinie erforderliches Dokument. Sie muss spätestens zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme beim Maschinenhersteller bzw. beim Systemintegrator verfügbar sein. Risikoanalysen für kollaborierende Robotersysteme unterscheiden sich in der Vorgehensweise grundsätzlich nicht von solchen für andere Maschinen oder Roboteranlagen. Beispiele für Risikoanalysen sind in [4].

Risikoanalysen für kollaborierende Robotersysteme sollten insbesondere die unmittelbare Nähe von Mensch und Roboter berücksichtigen und entsprechende Schutzmaßnahmen ableiten. Eine ausführliche Zusammenfassung von möglichen Gefahren, die an kollabo-

Bilder: FBHM