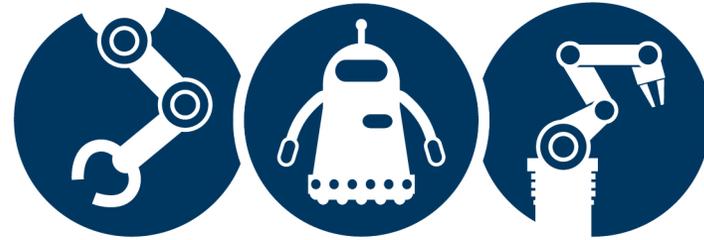


SICHERHEITSTECHNIK IN DER ROBOTIK

Siemens AG



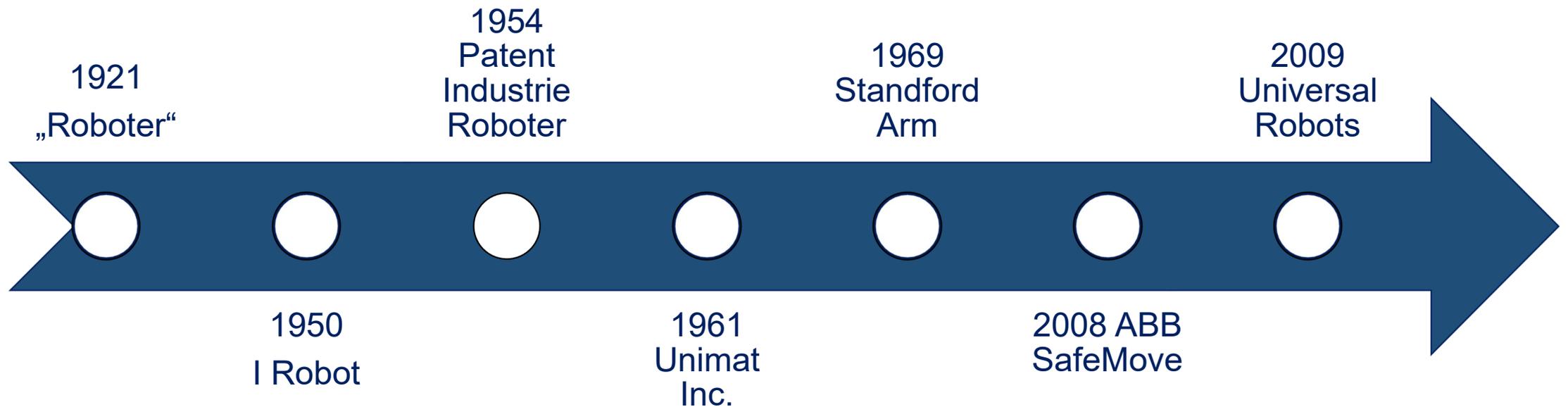
ROBOTICS
CONSULTING

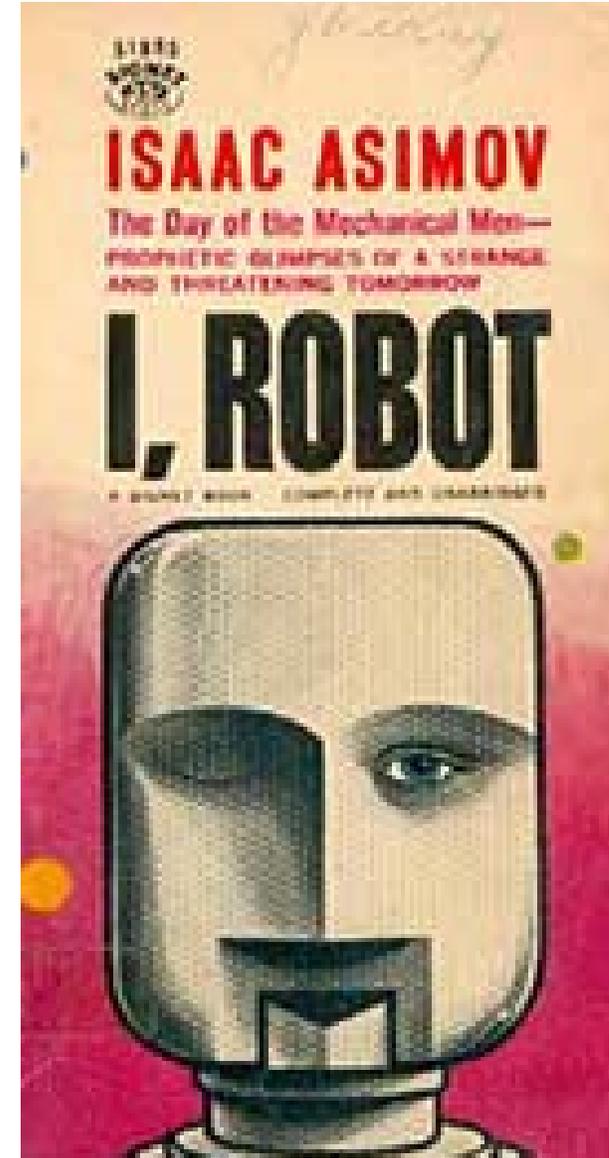
... für einen erfolgreichen Tag

- Dialog statt Monolog
- Fragen immer gleich stellen, ich würde auch nicht warten

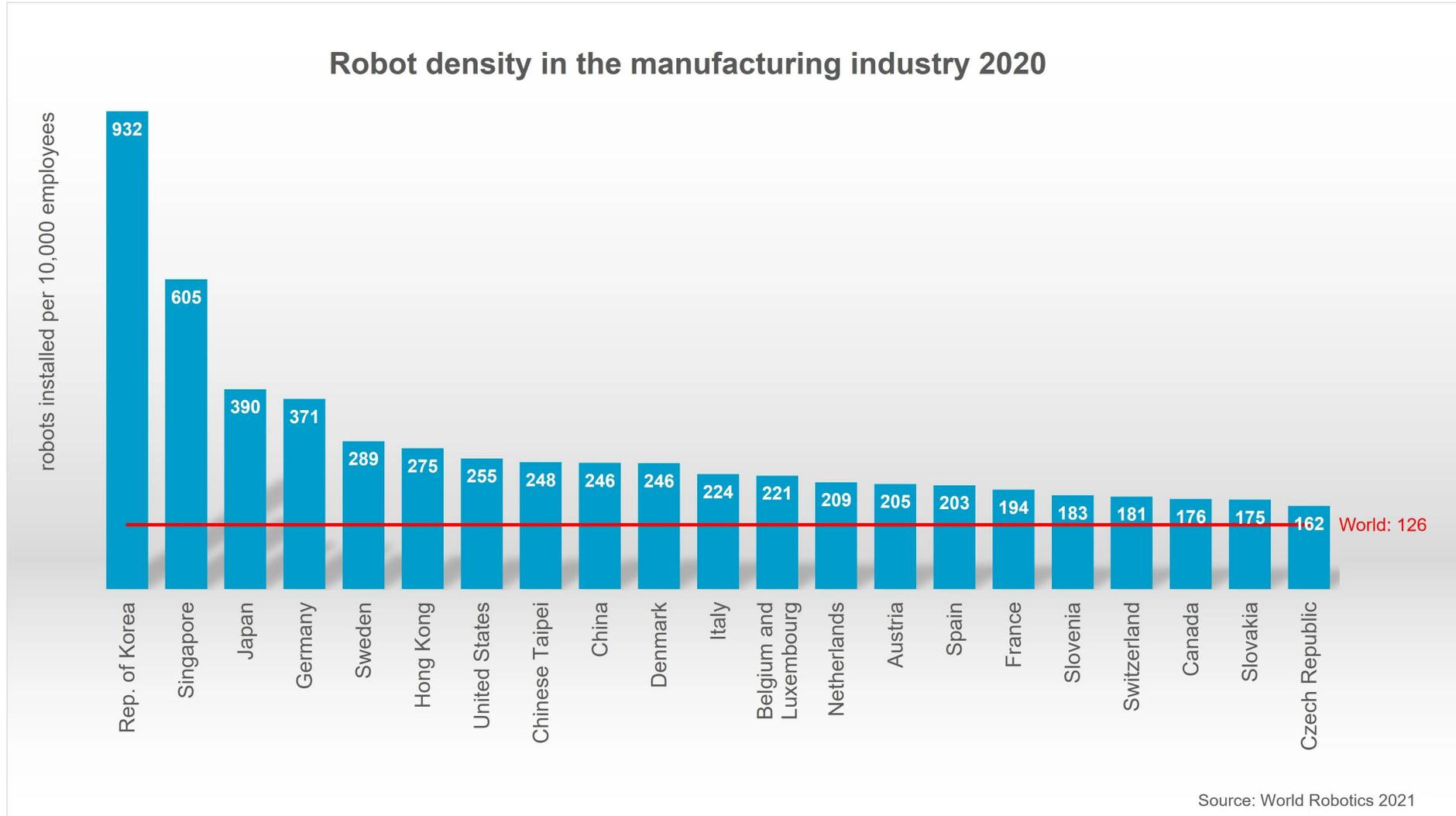


Geschichte der Robotik



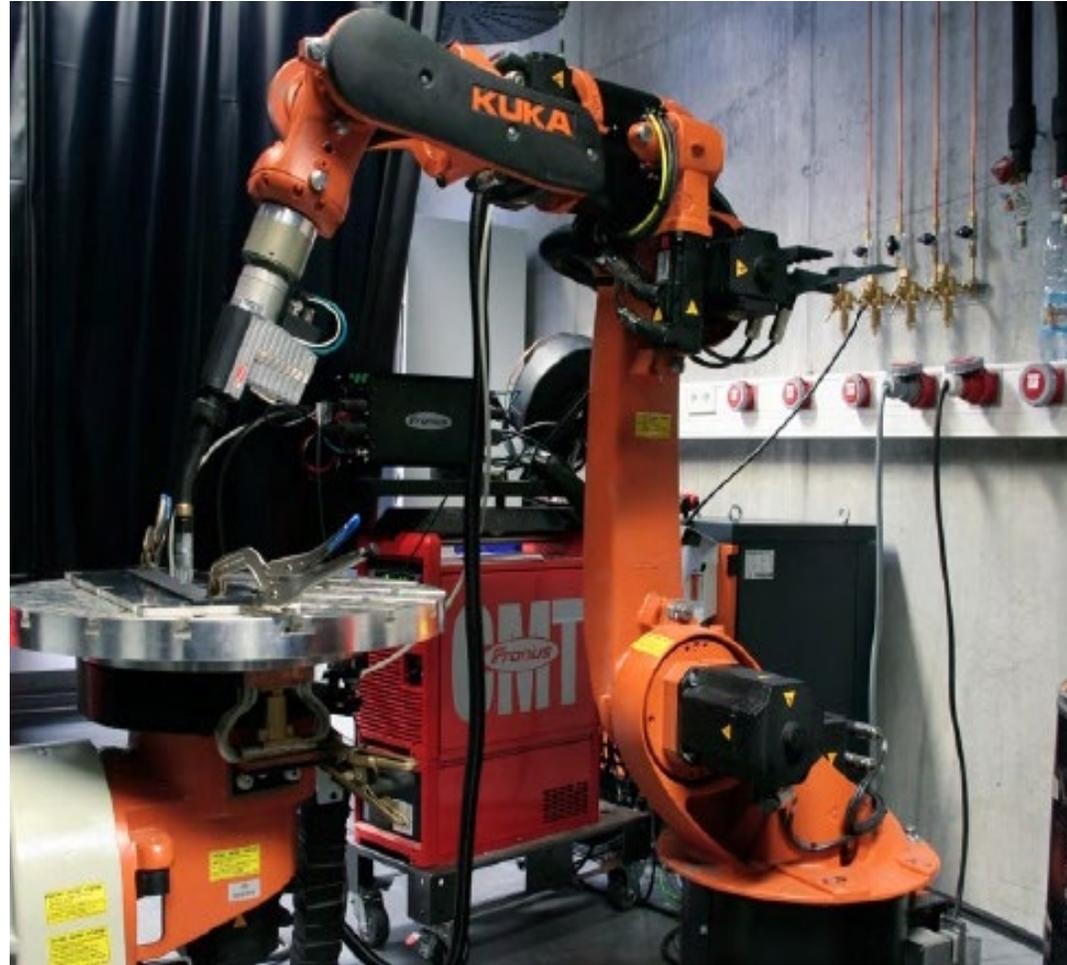
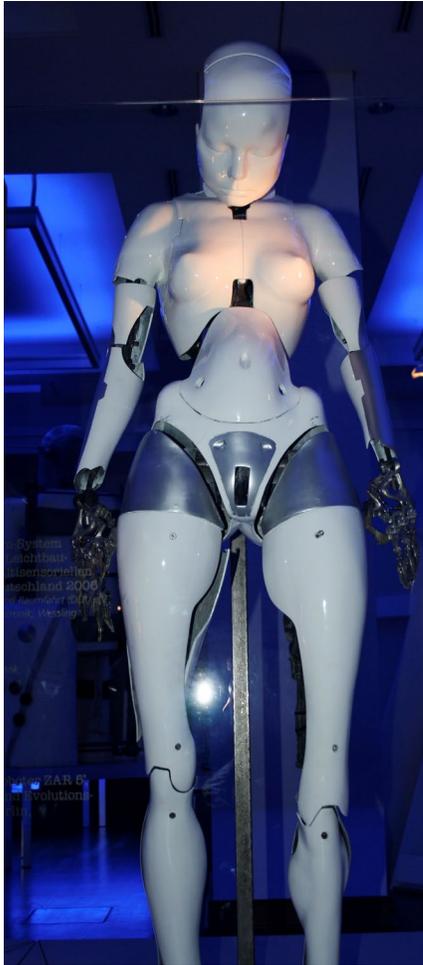
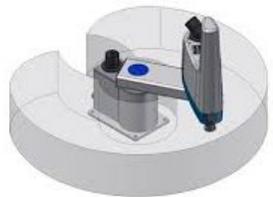


Roboter je 10.000 Werker



Zum Nachdenken





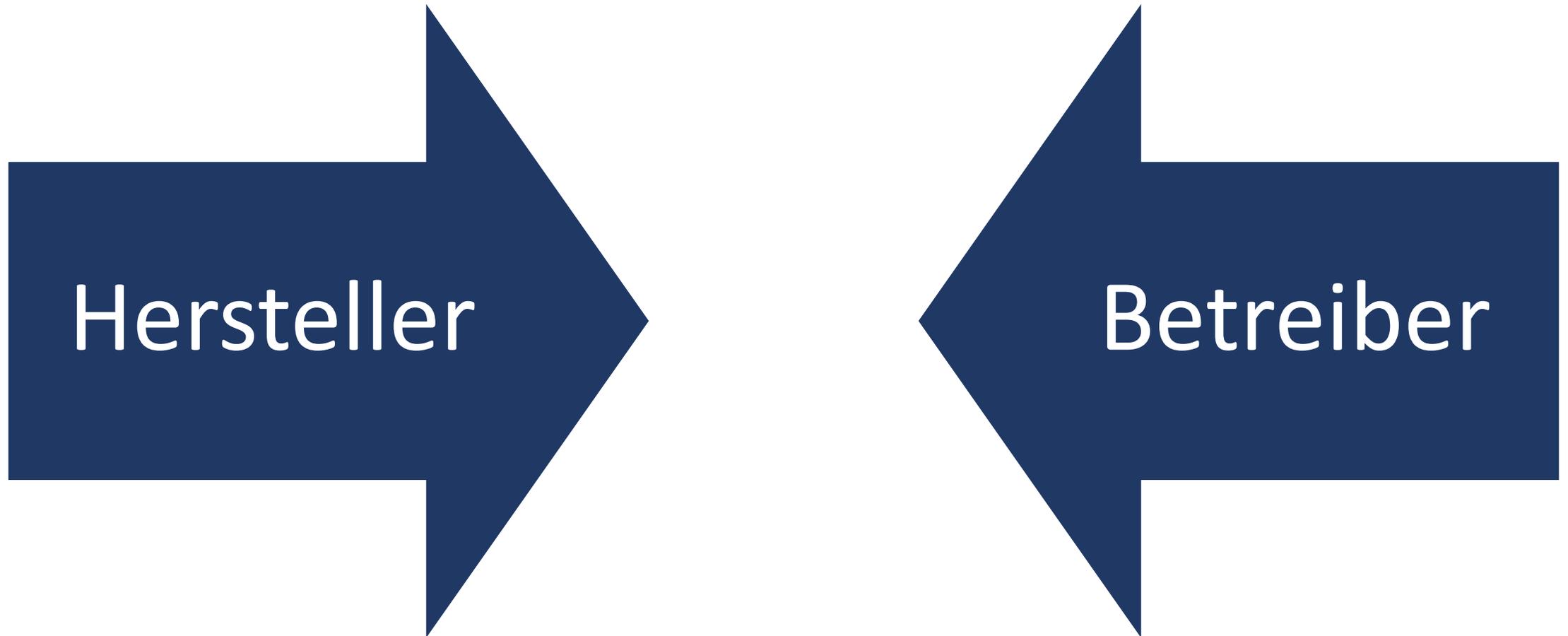
Was ist alles ein Roboter?



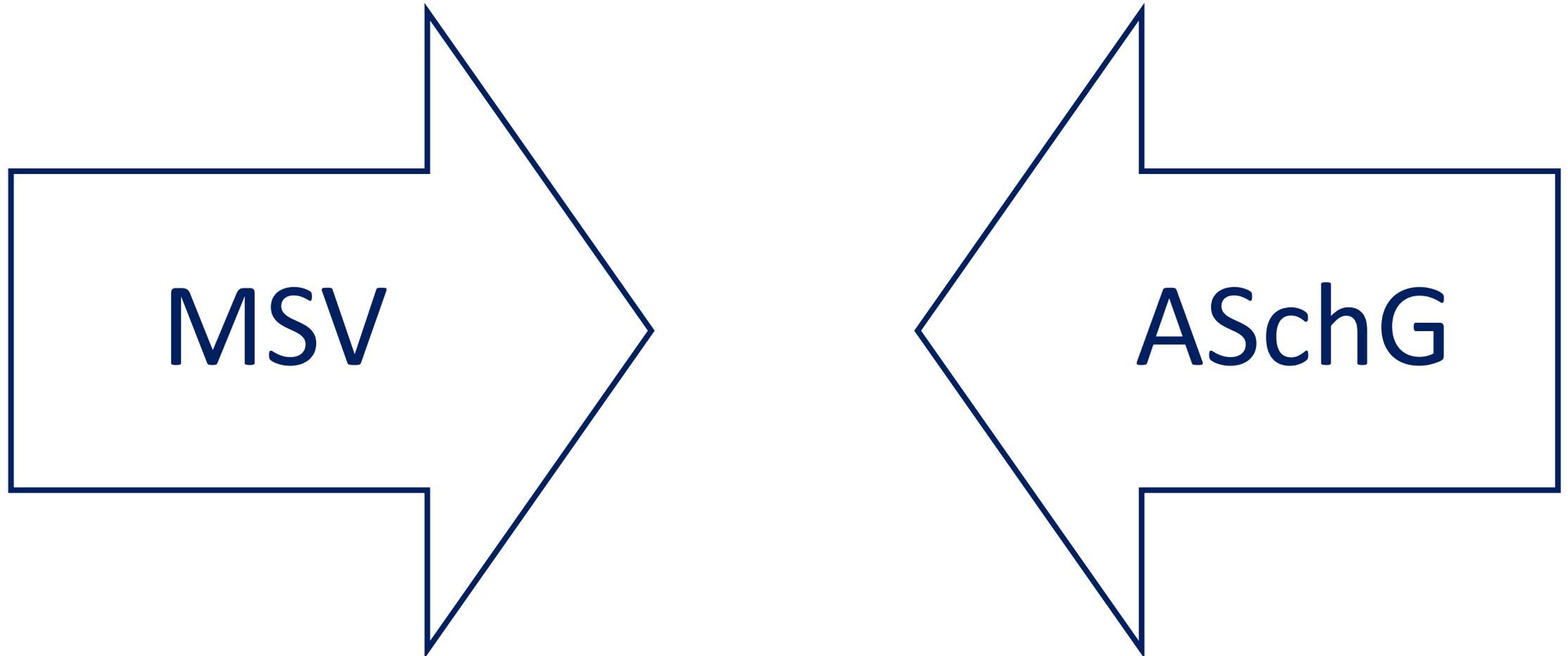
Rechtliche Grundlagen

Was ist erlaubt, was aber auch nicht

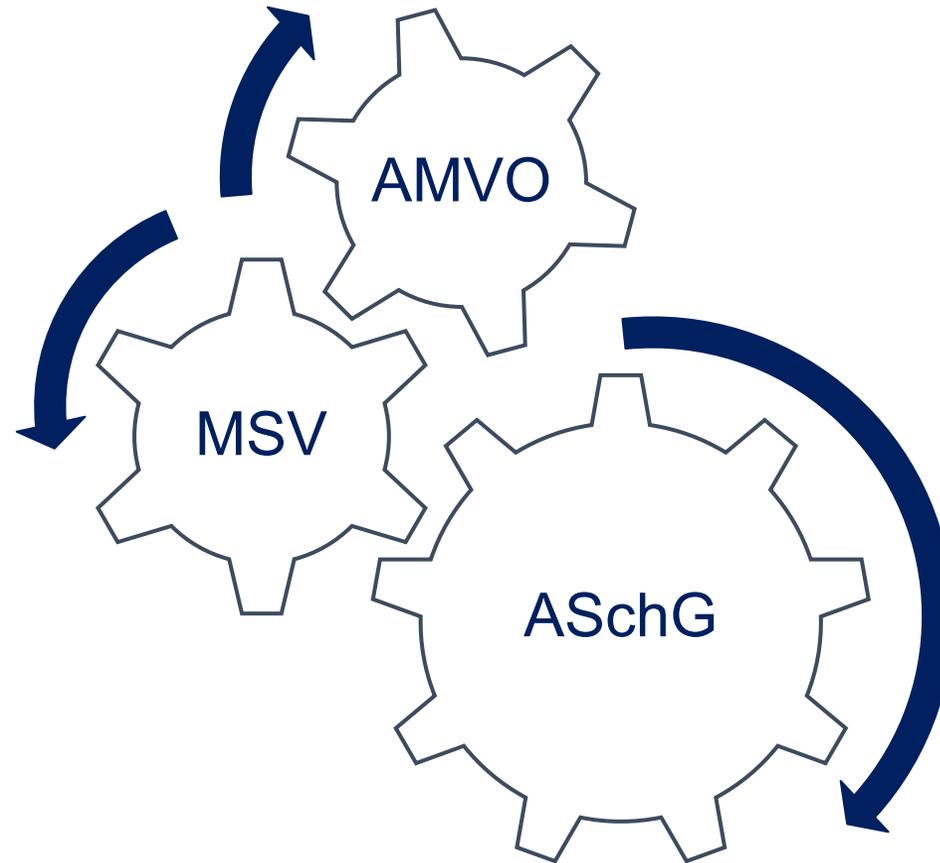
Die 2 Seiten der Macht



Die 2 Seiten der Macht



Gesetze in Österreich



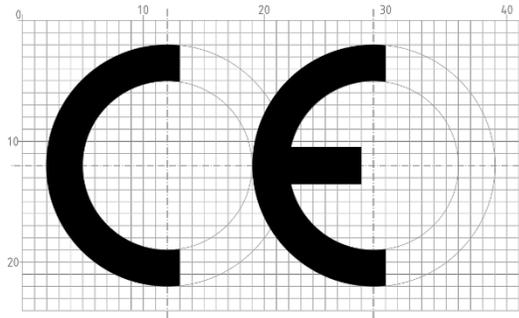
CE Kennzeichnung

Mit der **CE-Kennzeichnung** erklärt der Hersteller, Inverkehrbringer oder EU-Bevollmächtigte gemäß EU-Verordnung 765/2008:

„dass das Produkt den geltenden Anforderungen genügt, die in den Harmonisierungsrechtsvorschriften der Gemeinschaft über ihre Anbringung festgelegt sind.“

Gültigkeit der CE-Kennzeichnung

- Europäischer Wirtschaftsraum (EWR)
 - Europäische Union (EU28)
 - Europäische Freihandelsassoziation (EFTA)
Island, Lichtenstein, Norwegen
- Schweiz (Verträge 1999, In Kraft 2002)
- Türkei
- UK bis 31.12.2022! Dann nur noch UKCA



Hersteller oder Betreiber



| Hersteller | Betreiber |
|--|---|
| Maschinenrichtlinie 2006/42/EG MSV 2010 | Arbeitsmittelbereitstellungsrichtlinie AMBR 2009/104/EG ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG) Arbeitsmittelverordnung (AM-VO) |
| Fertigung/Herstellung der Maschine | Betreiben/Bereitstellen der Maschine |
| Risikobeurteilung | Gefährdungsbeurteilung ASchG §4 |
| CE-Kennzeichnung | Prüfungen ASchG §37 |
| Inverkehrbringen | Abnahme unmittelbar vor Inbetriebnahme ASchG §33 (3) |

CE - Kurzfassung

Gemäß MRL 2006/42/EG

1. Einstufung des Produktes
 2. Anwendung weiter Richtlinien?
 3. Sicherheitsbestimmungen A-I
 4. Risikobeurteilung
 5. Validierung
 6. Technische Dokumentation erstellen A-VII → oft Ergänzungen in C-Normen
 7. Konformitätserklärung A-IIA → Hersteller oder Bevollmächtigter
 8. CE Kennzeichnung A-III → Hersteller oder Bevollmächtigter
- Anhang IV? gibt es C-Normen?
 - NSpRL oder EMV?
 - oder gemäß der C-Norm
 - Formfrei nach 12100 oder C-Norm
 - oft Checklisten in C-Normen



Normen Basis

Normen



Definition:

Normung bezeichnet die Formulierung, Herausgabe und Anwendung von Regeln, Leitlinien oder Merkmalen durch eine anerkannte Organisation und deren Normengremien. Sie sollen auf den gesicherten Ergebnissen von Wissenschaft, Technik und Erfahrung basieren und auf die Förderung optimaler Vorteile für die Gesellschaft abzielen. Die Festlegungen werden mit Konsens erstellt und von einer anerkannten Institution angenommen.

Quelle: EN 45020:2007-03 *Normung und damit zusammenhängende Tätigkeiten – Allgemeine Begriffe* (ISO/IEC Guide 2:2004); dreisprachige Fassung.

Normen



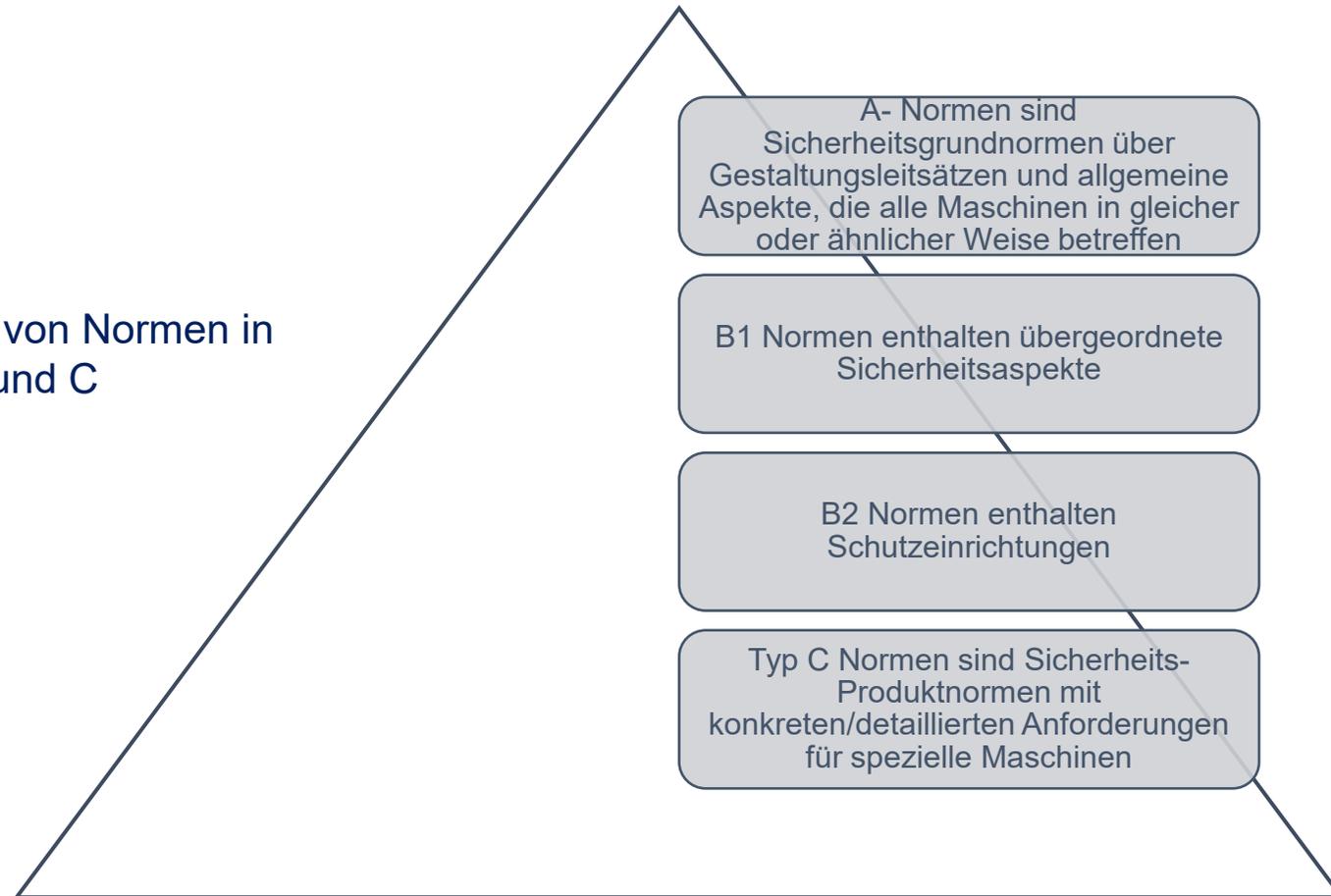
Definition:

Harmonisierte **Norm ist eine nicht verbindliche technische Spezifikation**, die von einer europäischen Normenorganisation, nämlich dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), dem Europäischen Komitee für Elektronische Normung (Cenelec) oder dem Europäischen Institut für Telekommunikationsnormen (ETSI), aufgrund eines Auftrages der Kommission nach den in der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft festgelegten Verfahren angenommen wurde.

Quelle: MRL2006/42/EG Artikel 2 (1)

Normentypen

Klassifizierung von Normen in
Typ A, B1, B2 und C



Der Weg zur sicheren Maschine

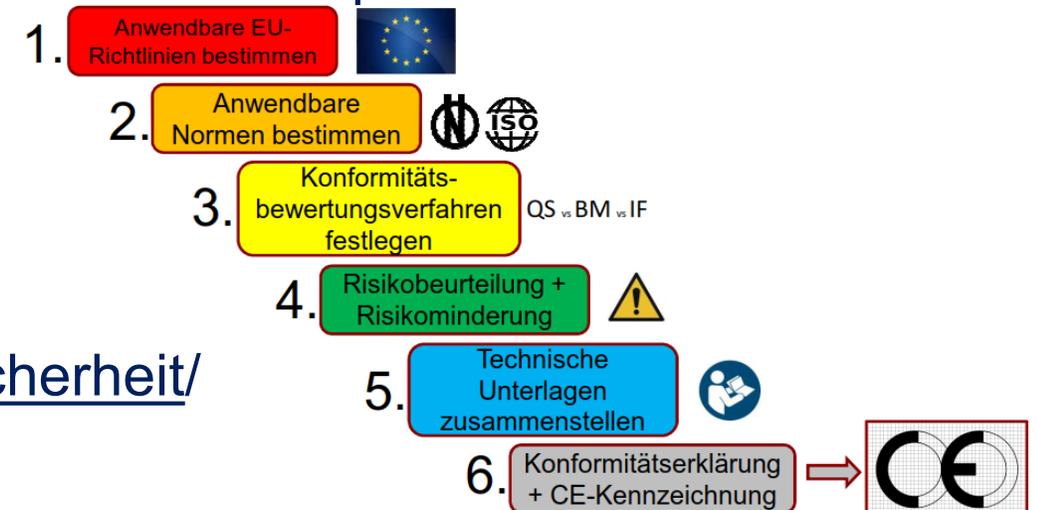
Safety Integrated Workshops

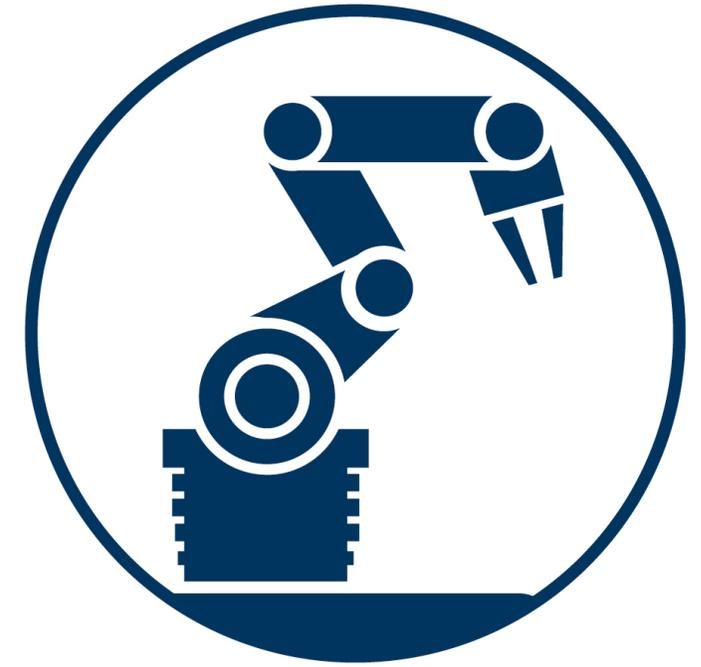
Maschinensicherheit verstehen und umsetzen (2 Tage)

Dieser Workshop behandelt das Thema CE Kennzeichnung von Maschinen und gibt Ihnen einen Überblick über die rechtliche Situation. Anhand eines praktischen Beispiels wird mit diversen Übungen eine Risikobeurteilung und ein Sicherheitskonzept ausgearbeitet. Dieses wird dann nach EN ISO 13849-1 bewertet und die entsprechende CE Dokumentation erstellt.

Anmeldung & Auskunft:
Herr Sascha Steinkrauß, BSc
4s@4s.at

www.safety-services.at/workshops-maschinensicherheit/





Grundlagen der Industrierobotik

Definitionen

Industrieroboter nach ISO 10218-1:

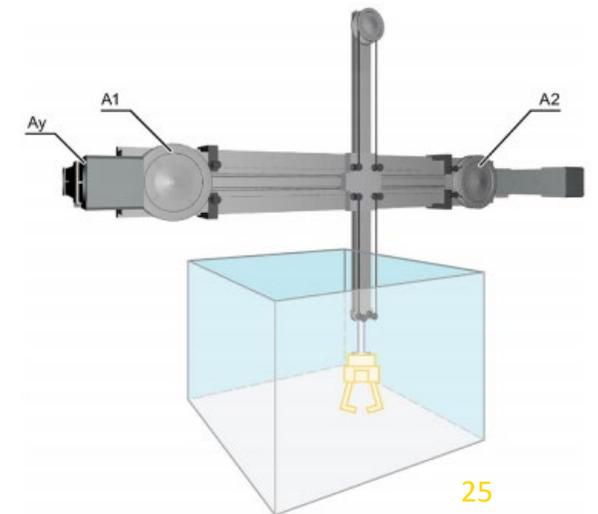
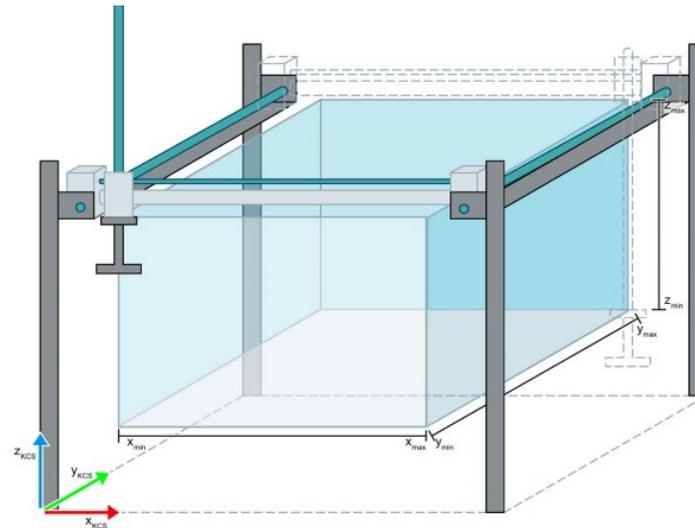
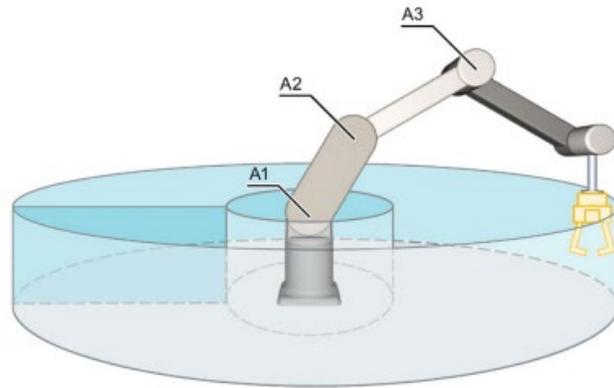
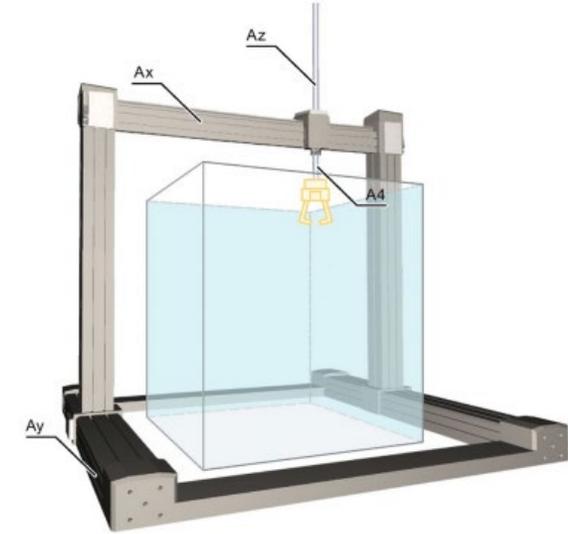
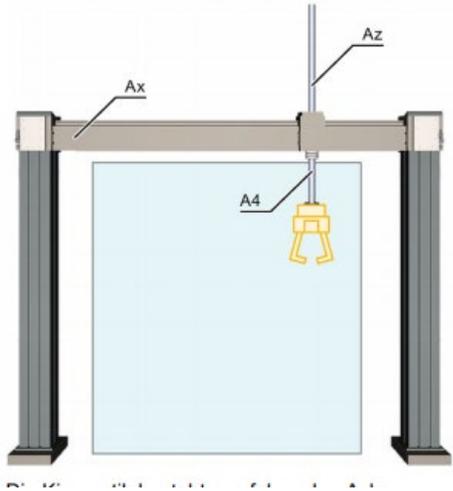
- Automatisch gesteuerter
- Frei programmierbarer Mehrzweckmanipulator
- In drei oder mehr Achsen programmierbar
- Zur Verwendung in der Automatisierungstechnik
- An einem festen Ort oder beweglich angeordnet

Industrierobotersystem nach ISO 10218-2:

- Systeme mit
 - Industrierobotern
 - Endeffektoren
 - Maschinen, Ausrüstungen, Geräte, externe Hilfsachsen oder Sensoren für die Unterstützung von Robotern bei der Ausführung ihrer Aufgaben

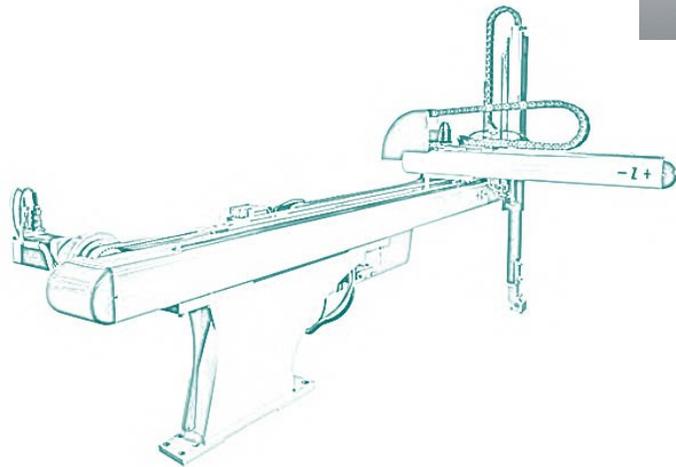
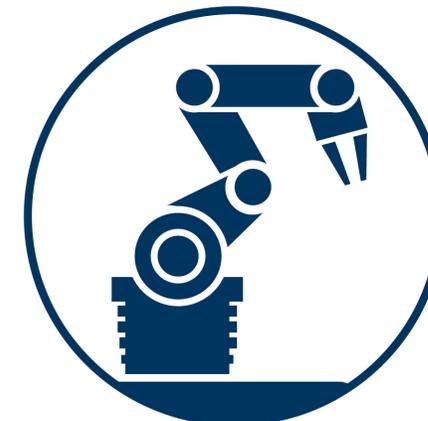
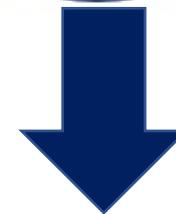
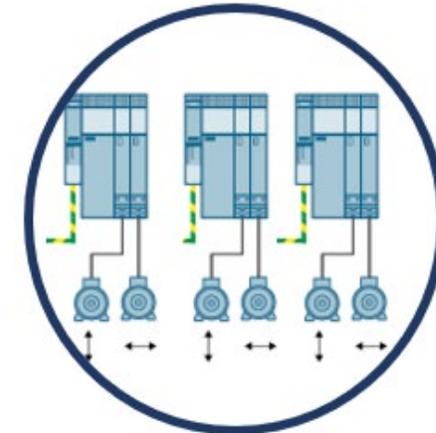


Roboter selbst gebaut?



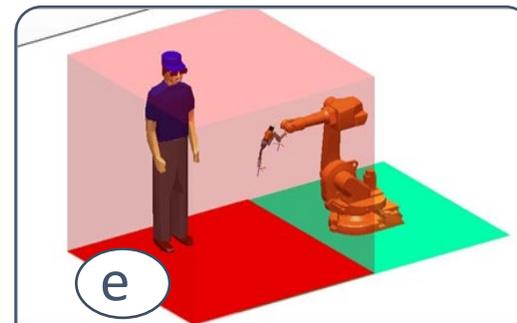
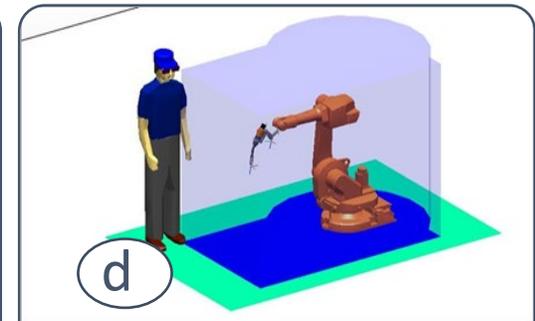
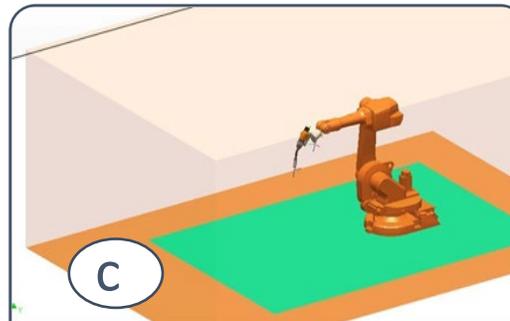
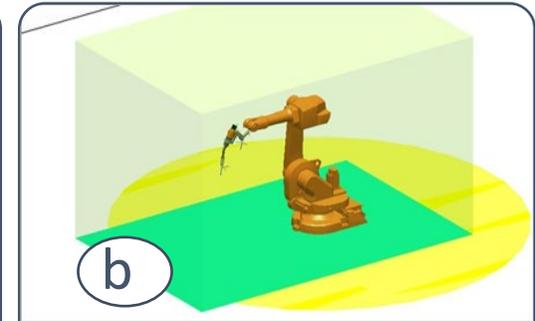
Roboter selbst gebaut?

Industrieroboter



Räume gemäß EN ISO 10218-1/2

- a) Maximaler Raum inkl. Endeffektor
- b) Eingeschränkter Raum (Anschläge)
- c) Schutzraum
- d) Tatsächlicher Betriebsraum
- e) Kollaborationsraum



Quelle: Ryll 2010

Bewegungen

➤ PTP:

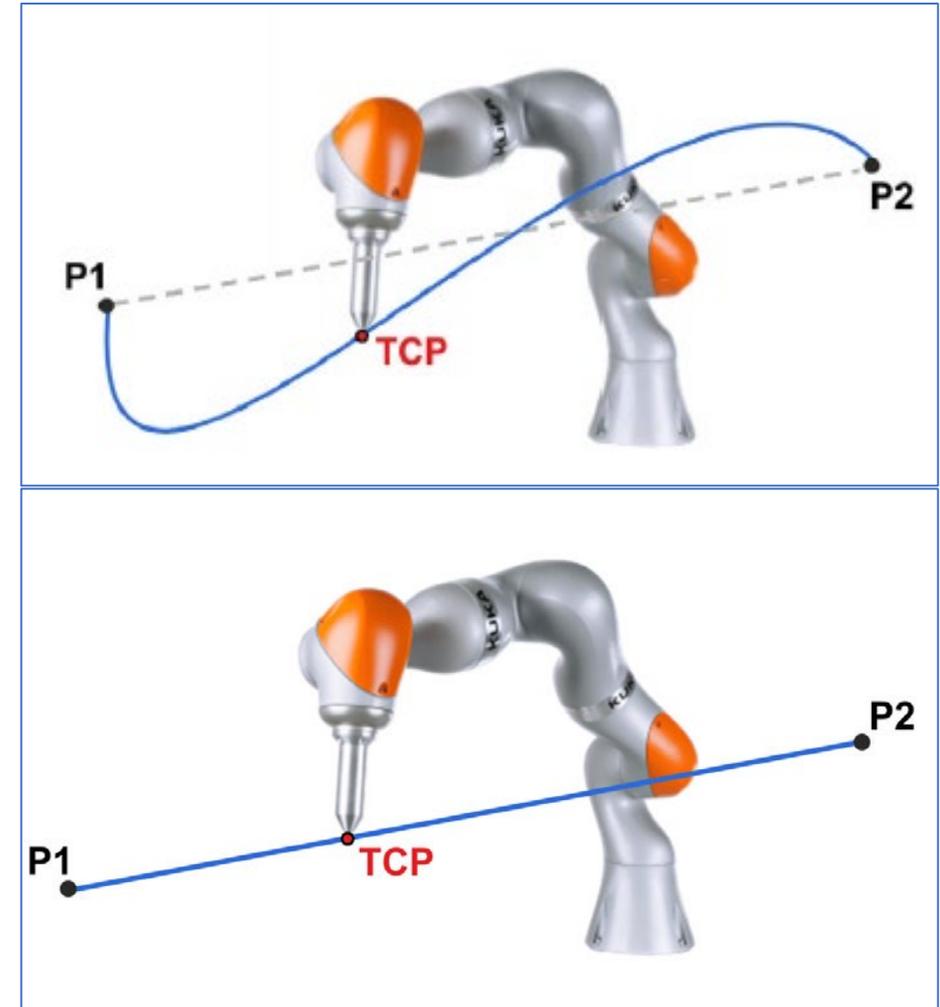
Der Roboter führt den TCP entlang der **schnellsten Bahn** zum Zielpunkt. Die schnellste Bahn ist in der Regel nicht die kürzeste Bahn im Raum.

Der PTP ist eine schnelle Zustellbewegung. Der exakte **Verlauf der Bewegung ist nicht vorhersehbar**, aber solange die Rahmenbedingungen nicht verändert werden, immer gleich.

➤ LIN:

Der Roboter führt den TCP mit der **definierten Geschwindigkeit entlang einer Geraden** im Raum zum Zielpunkt.

Bei der LIN-Bewegung wird die Roboterkonfiguration der Zielpose nicht berücksichtigt.

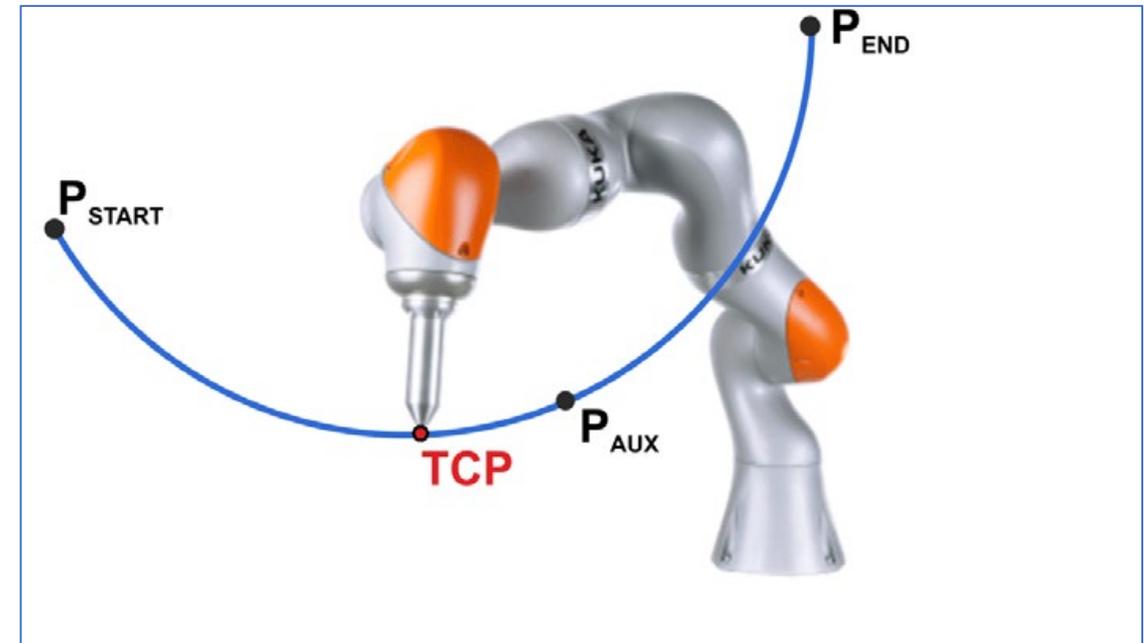


Bewegungen

➤ CIRC:

Der Roboter führt den TCP mit der definierten **Geschwindigkeit entlang einer Kreisbahn** zum Zielpunkt. Die Kreisbahn ist definiert durch Startpunkt, Hilfspunkt und Zielpunkt.

Bei einer CIRC-Bewegung wird die Roboterkonfiguration der Zielpose nicht berücksichtigt.

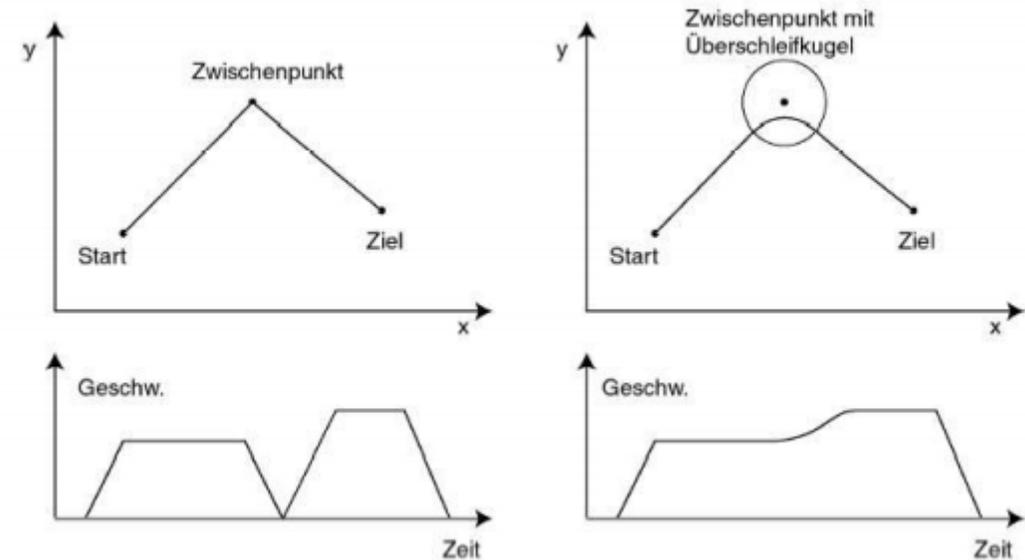
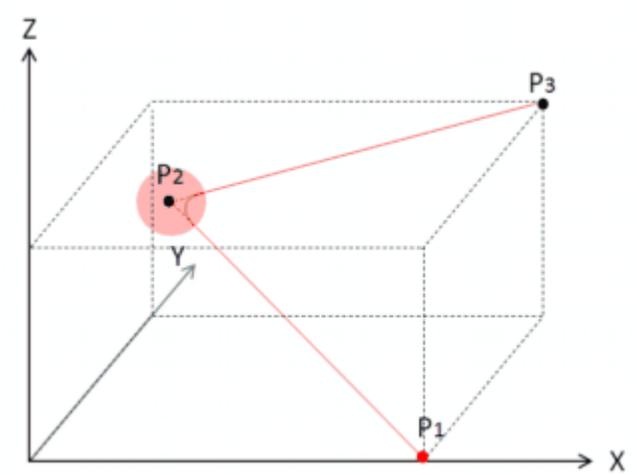


Genau und Überschleifen

Der Zielpunkt einer programmierten Bewegung wird nicht genau angefahren und ermöglicht eine kontinuierliche Roboterbewegung ohne Beschleunigungen.

Ohne wird der anzufahrende Punkt exakt angefahren und der Roboter stoppt kurz an dem Punkt (Ruckeln).

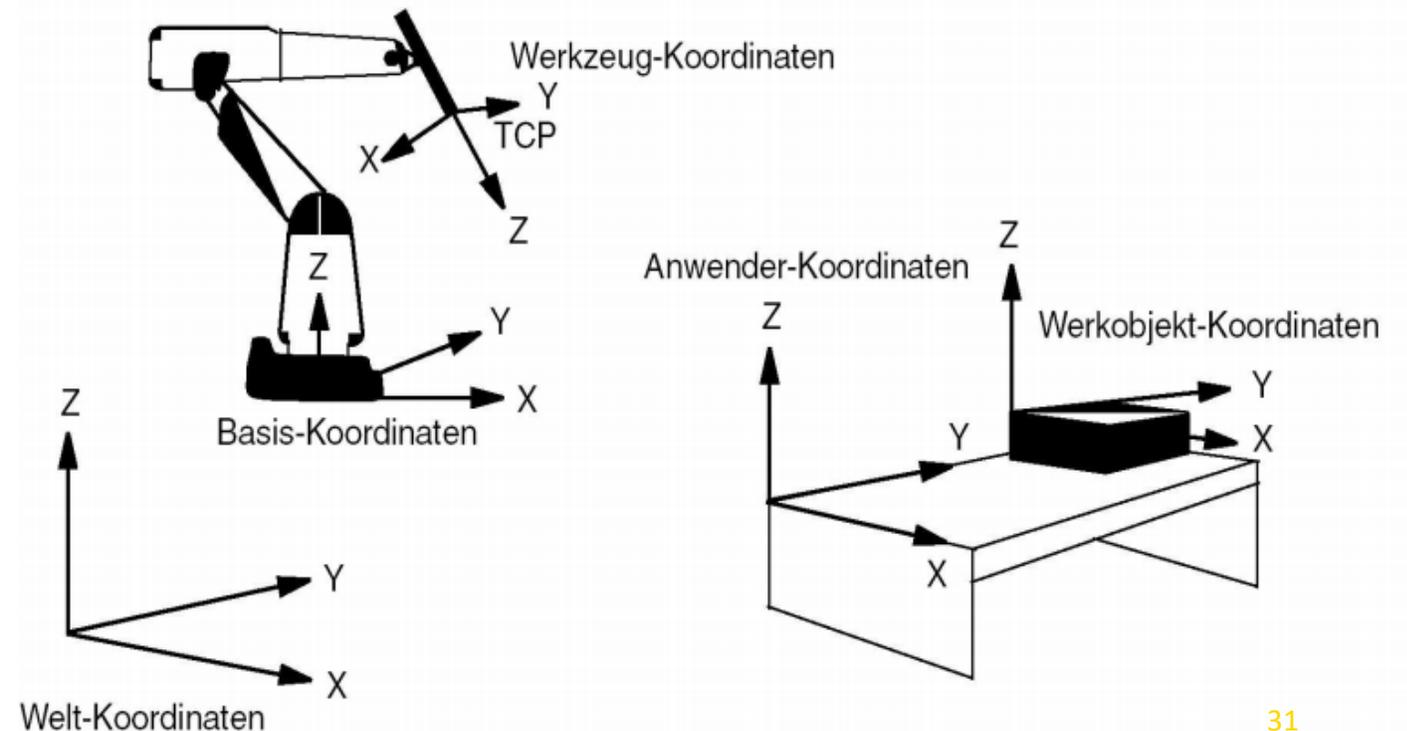
Der Punkt, an dem die ursprüngliche Bahn verlassen wird und der Überschleifbogen beginnt, wird als Überschleifkugel bezeichnet (Z100 = 100mm vor dem Punkt).



Koordinatensysteme

Koordinatensysteme oder Frames bestimmen die Position und Orientierung eines Objekts im Raum. Für die Robotersteuerung sind folgende Koordinatensysteme relevant:

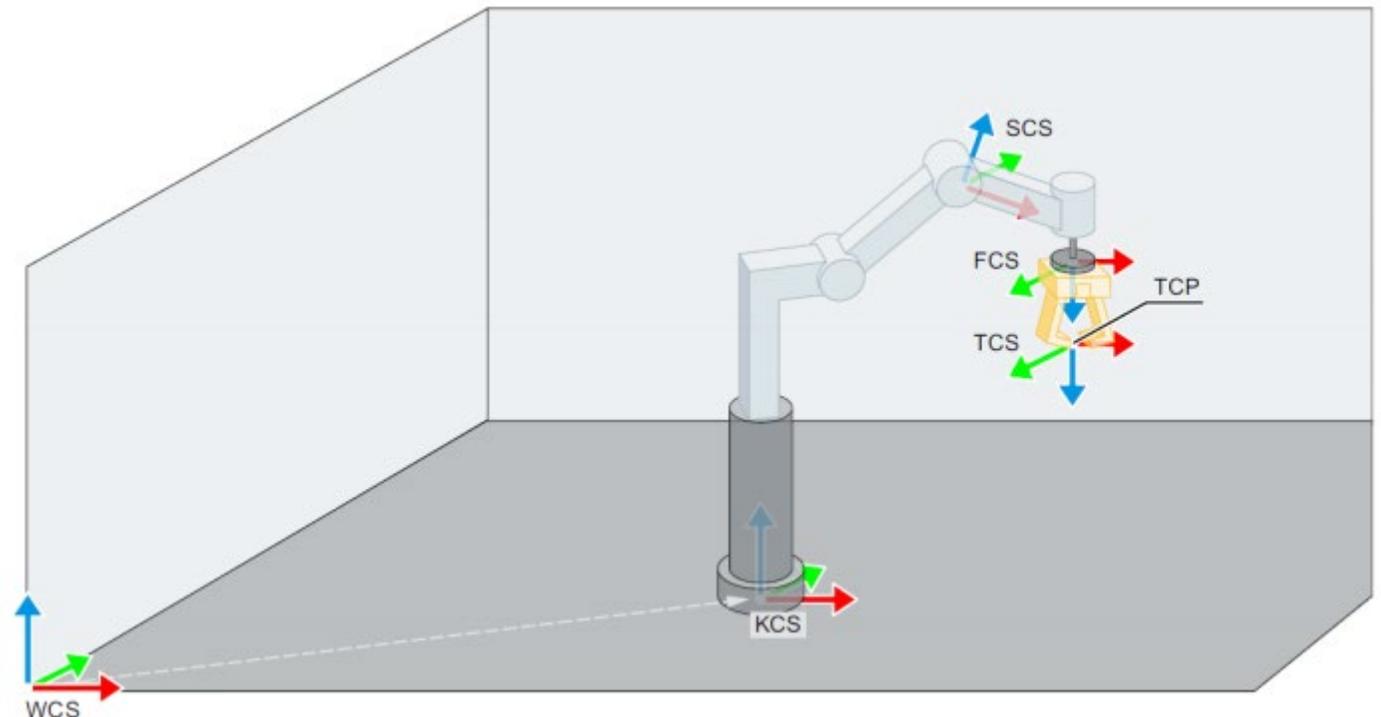
- Welt
- Roboterfuß / Basis
- Flansch
- Werkzeug / Tool / TCP
- Anwender



Koordinatensysteme

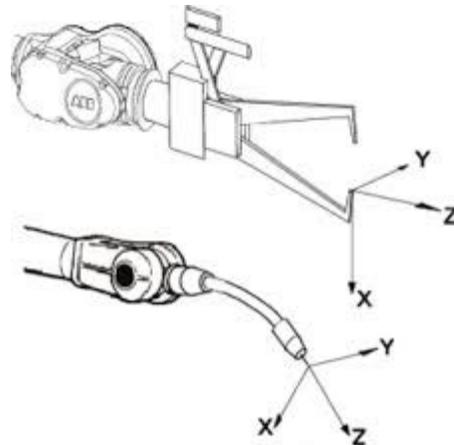
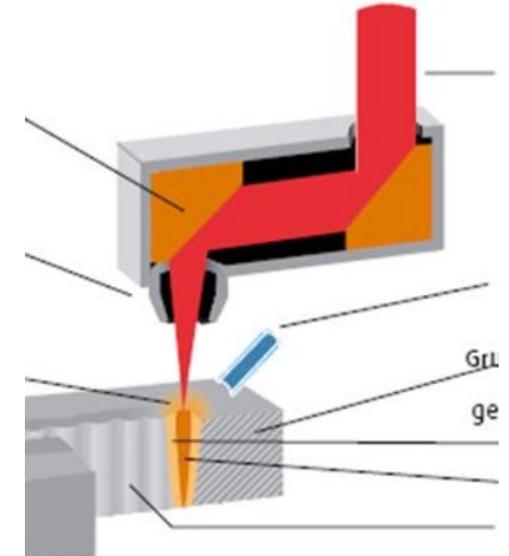
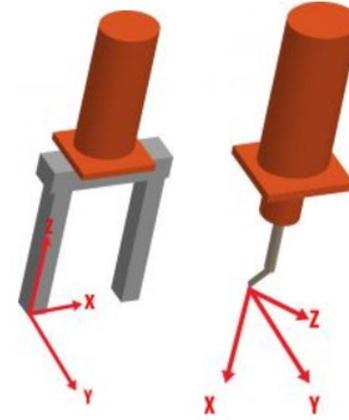
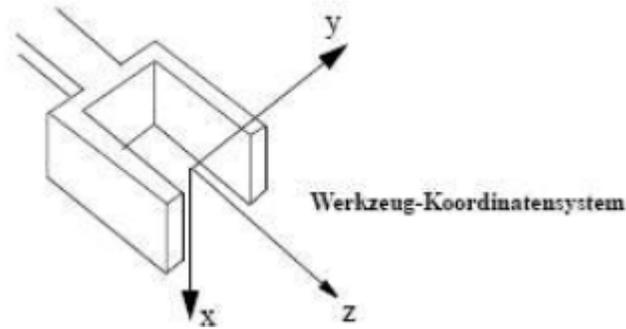
Koordinatensysteme oder Frames bestimmen die Position und Orientierung eines Objekts im Raum. Für die Robotersteuerung sind folgende Koordinatensysteme relevant:

- Welt (WCS)
- Roboterfuß / Basis (KCS)
- Achsen (SCS)
- Flansch (FCS)
- Werkzeug / Tool / TCP
- Anwender



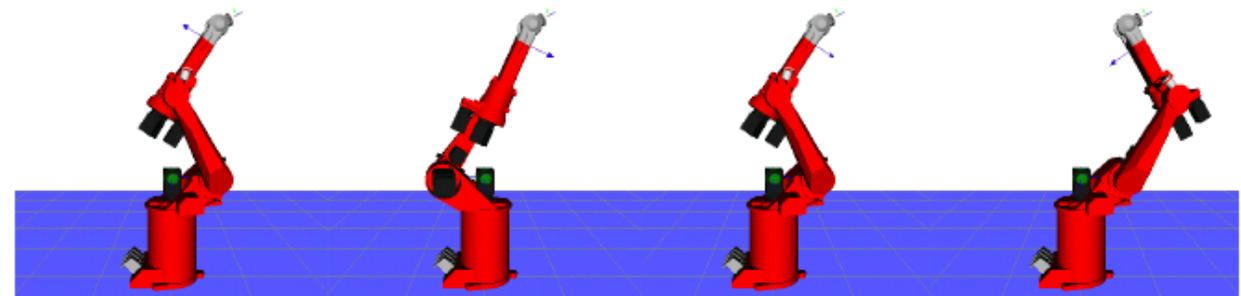
Besonderheiten TCP

- Greifer
- Spitze
- Schweißpistole
- Laserschneider
- Schweißzange



Identische TCP-Koordinaten können in verschiedenen Achskonfigurationen angefahren werden.

Hier eine Auswahl:

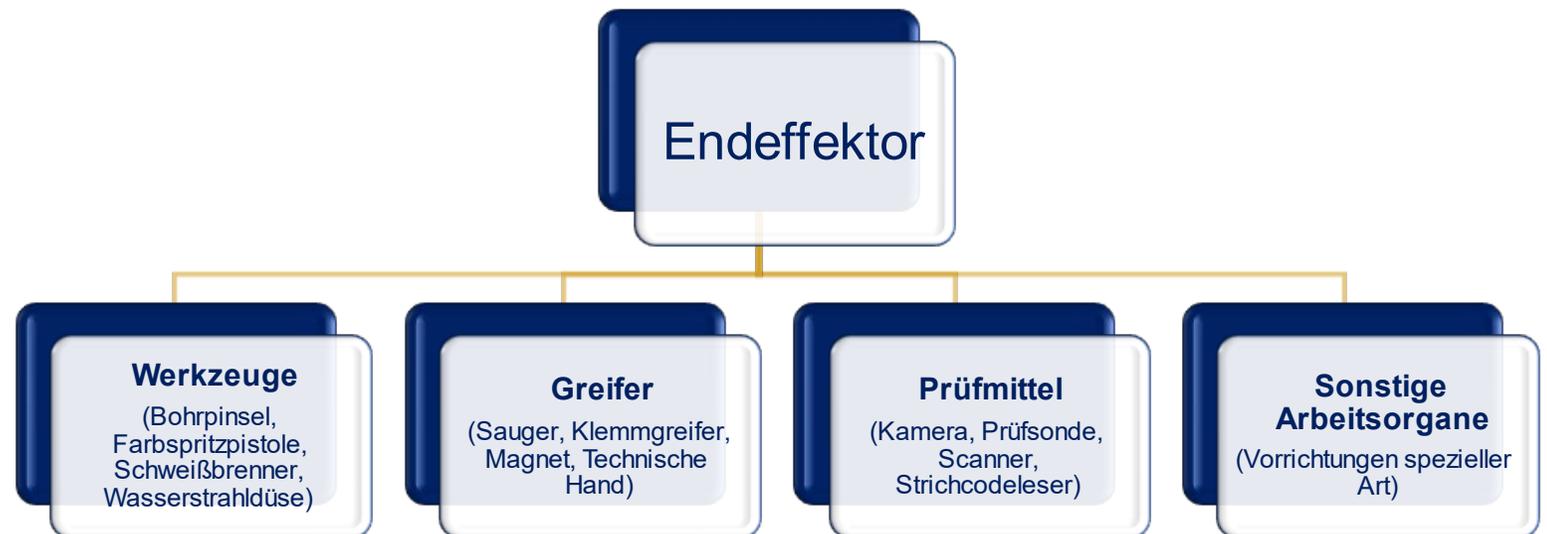


Exkurs Endeffektoren (EEF)

Erst das Tool gibt dem Roboter einen Verwendungszweck

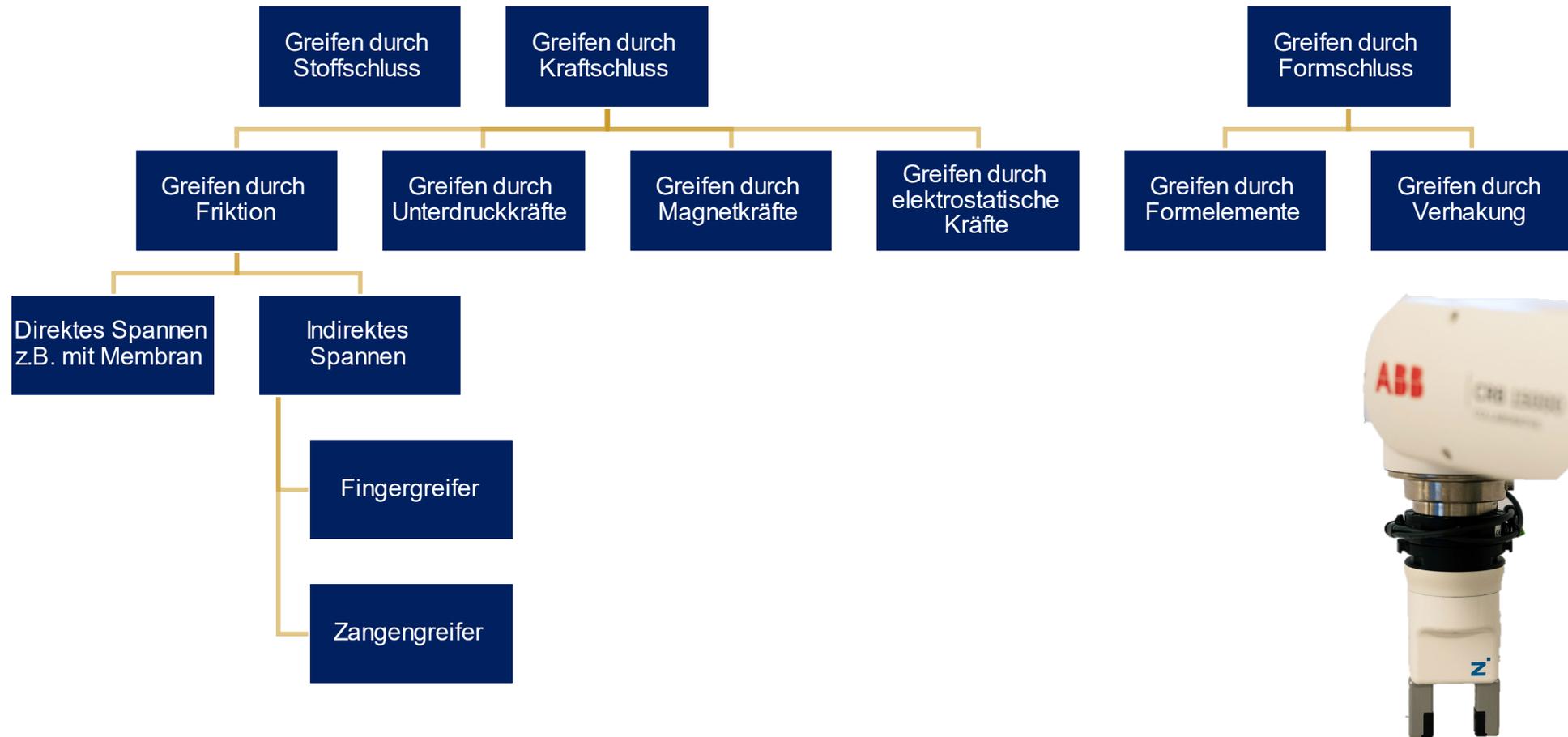
Endeffektor ist ein Oberbegriff für eine einen „Effekt“ erzielende Einrichtung an der entferntesten Stelle einer kinematischen Kette gegenüber der Gestellbefestigung.

Bessere Bezeichnung:
Funktionselement, Arbeitsorgan



Eigenbau nach Dr. Hesse 2005 - Handhabungstechnik

Exkurs Greifprinzipien



Eigenbau nach Dr. Hesse 2005 - Handhabungstechnik



Normen in der Robotik

Normen speziell für Robotik



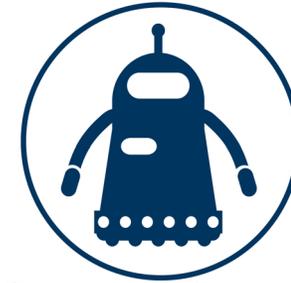
Klassische Industrierobotik

EN ISO 10218-1
EN ISO 10218-2
EN ISO 11161



Kollaborative Robotik

EN ISO 10218-1
EN ISO 10218-2
ISO/TS 15066



Service Robotik

EN ISO 10218-1
EN ISO 13482
(ISO/TS 15066)



Inhalte der EN ISO 10218-1:2011

- Allgemeine Anforderungen
 - Kraftübertragung
 - Energie nach EN 60204-1
 - EMV
 - Leistungsfähigkeit der **Steuerung im PL D K3 / SIL 2**
 - Stoppfunktion (Not Halt)
 - Steuerung der Geschwindigkeit
 - Reduziert = 250 mm/s als Grenzwert
 - Falls vorgesehen, sicher überwacht
 - Betriebsarten
 - Achsbegrenzungen
 - Kennzeichnung

Betriebsarten nach EN ISO 10218-1

- Automatik
 - Aktive Schutzfunktionen
 - Programmgesteuert
- Manuell reduzierte Geschwindigkeit < 250 mm/s
 - Tippbetrieb mit Zustimmungstaster 3 Stufig
 - Programmüberprüfung
- Manuell hohe Geschwindigkeit > 250 mm/s
 - Programmverifizierung
 - mit Zustimmungstaster 3 Stufig
 - Freiraum 500 x 500 mm für sichere Beobachtung

| Unterabschnitt | Betriebsart | Grafisches Symbol | ISO 7000 Bezug |
|----------------|---|--|----------------|
| 5.7.2 | Automatik |  | 0017 |
| 5.7.3 | „Manuell mit reduzierter Geschwindigkeit“ |  | 0096 |

EN ISO 10218-1 Sicherheitsstopp

unkontrollierter Stopp

- Kategorie 0
- sofortiges Ausschalten der Antriebseinheit
- sofortiges Bremsen der Achsen
- führt zu Mechanischen Belastungen des Roboters
- Bahn kann verlassen werden

kontrollierter Stopp

- Kategorie 1
- Bewegung wird vollständig beendet
- kontrolliert auf Bahn gebremst
- Achsen bremsen kontrolliert
- "Softstopp"

EN ISO 10218-1 Sicherheitsstopp

| Parameter | Not-Halt | Sicherheitshalt |
|--|--|--|
| Position der Auslösevorrichtung | der Bediener hat schnellen, ungehinderten Zugang/Zugriff | Für nicht trennende Schutzeinrichtungen, wird die Position anhand der Formeln für den (sicheren) Mindestabstand, wie in ISO 13855 beschrieben, bestimmt. |
| Auslösung | manuell | manuell, automatisch oder kann automatisch durch sicherheitsbezogene Funktion ausgelöst werden |
| Sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit des Steuerungssystems | muss Leistungsanforderung nach 5.4 erfüllen | muss Leistungsanforderung nach 5.4 erfüllen |
| Rückstellung | nur manuell | manuell oder automatisch |
| Häufigkeit der Nutzung | selten | veränderlich; von zyklisch bis selten |
| Zweck | Notfall | technische Schutzmaßnahmen oder andere Risikominderung |
| Wirkung | Wegnahme der gefahrbringenden Energie | gesteuerte Beseitigung des gefahrbringenden Zustands) |
| | | |

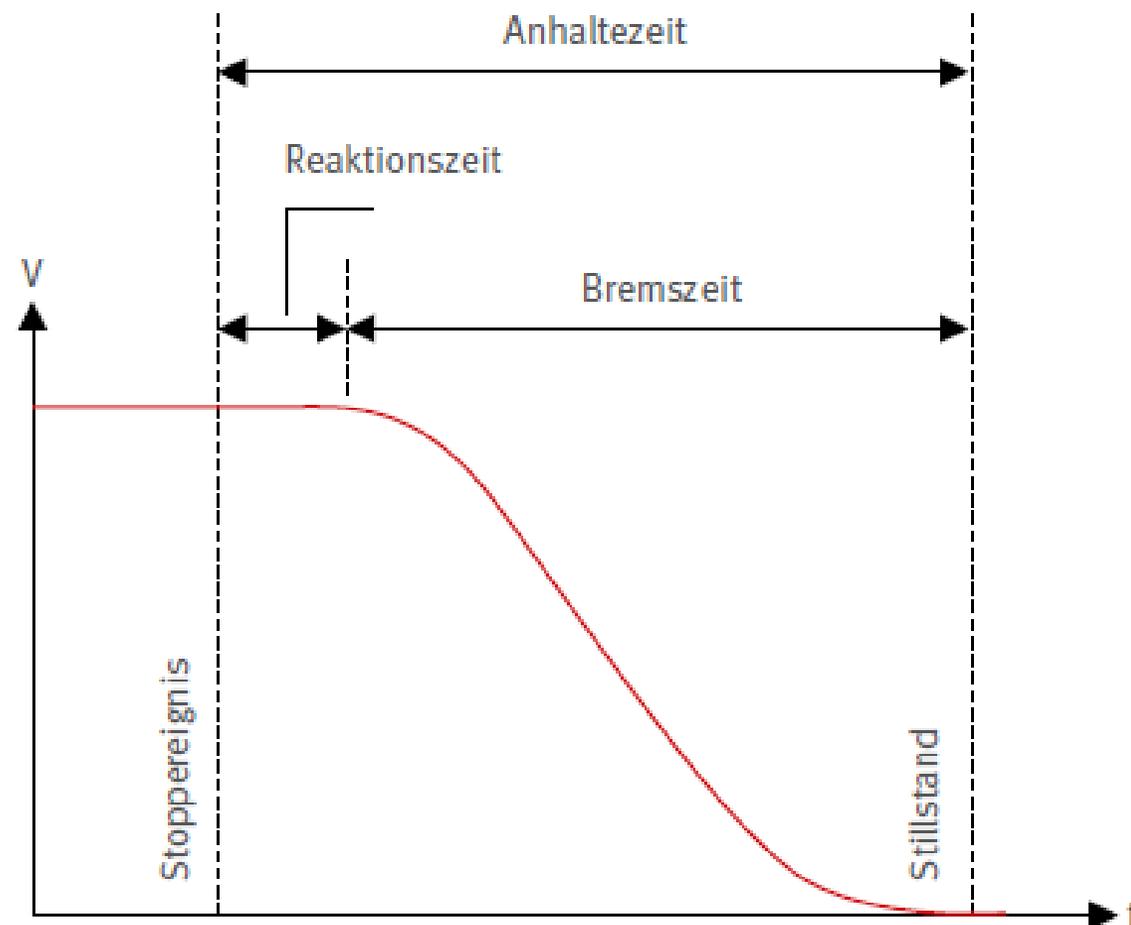
Nachlauf gemäß EN ISO 10218-1

Die EN ISO 10218-1 fordert im Anhang B vom Roboterhersteller Angaben zu Anhaltezeit und Anhalteweg.

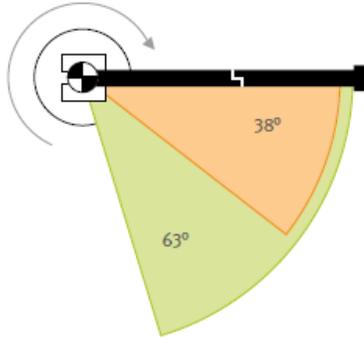
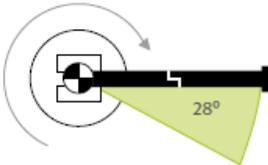
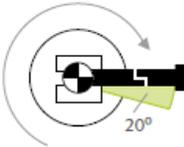
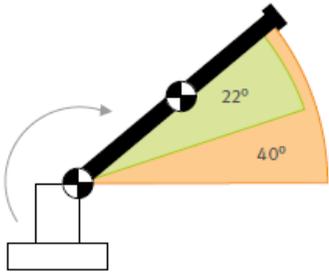
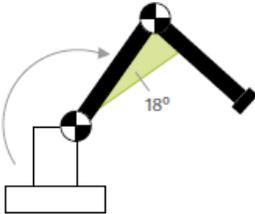
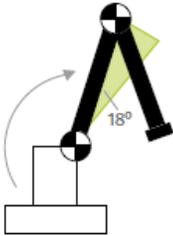
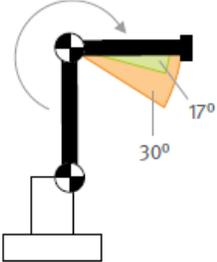
Diese Informationen werden vor allem zur Berechnung des Sicherheitsabstands bei der Anwendung von Schutzeinrichtungen benötigt. Auch für die Festlegung des eingeschränkten Raums muss die tatsächliche Halteposition unter Berücksichtigung des Anhalteweges ermittelt werden.

Als Anhaltezeit wird die Gesamtzeit vom Einleiten eines Stopps bis zum Stillstand der Roboterachsen verstanden. Das Gleiche gilt im übertragenen Sinne auch für den Anhalteweg.

Die Anhaltezeit setzt sich zusammen aus der Reaktionszeit und der Bremszeit.



Nachlauf gemäß EN ISO 10218-1

| | Ausladung 100 % | Ausladung 66 % | Ausladung 33 % |
|---------|---|--|---|
| Achse 1 |  |  |  |
| Achse 2 |  |  |  |
| Achse 3 |  | <p> = Nachlaufweg bei Stopp 0  = Nachlaufweg bei Stopp 1</p> | |

(Not) Halt alt und Neu

Tabelle 1 — Vergleich von Not-Halt und Sicherheitshalt

| Parameter | Not-Halt | Sicherheitshalt |
|--|--|--|
| Position der Auslösevorrichtung | der Bediener hat schnellen, ungehinderten Zugang/Zugriff | Für nicht trennende Schutzeinrichtungen, wird die Position anhand der Formeln für den (sicheren) Mindestabstand, wie in ISO 13855 beschrieben, bestimmt. |
| Auslösung | manuell | manuell, automatisch oder kann automatisch durch sicherheitsbezogene Funktion ausgelöst werden |
| Sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit des Steuerungssystems | muss Leistungsanforderung nach 5.4 erfüllen | muss Leistungsanforderung nach 5.4 erfüllen |
| Rückstellung | nur manuell | manuell oder automatisch |
| Häufigkeit der Nutzung | selten | veränderlich; von zyklisch bis selten |
| Zweck | Notfall | technische Schutzmaßnahmen oder andere Risikominderung |
| Wirkung | Wegnahme der gefährbringenden Energie | gesteuerte Beseitigung des gefährbringenden Zustands) |

Vergleichende Tabelle der Not-Halt- und Sicherheitshalt-Funktionen

Tabelle F.1 — Vergleich der Funktionen für das Stillsetzen im Notfall (Not-Halt) und des Sicherheitshalts

| Parameter | Not-Halt | Sicherheitshalt | |
|---|---|---|--|
| | | Direkter Schutz von Personen (Schutzeinrichtungen) | Dient dazu, das Risiko für den Schutz von Personen zu reduzieren |
| Position der Auslösevorrichtung | Der Bediener hat schnellen, ungehinderten Zugang/Zugriff | Für Schutzeinrichtungen wird die Position durch die in ISO 13855 beschriebenen Formeln für den (sicheren) Mindestabstand oder die Geschwindigkeit und den Trennungsabstand der Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung (ISO 10218-2) bestimmt, sofern anwendbar | |
| Auslösung | Manuell | Manuell, automatisch oder kann automatisch durch eine Sicherheitsfunktion ausgelöst werden | |
| Stoppkategorie nach IEC 60204-1 | 0 oder 1 | 0, 1 oder 2 | 0, 1 oder 2 |
| Leistung des sicherheitsbezogenen Steuerungssystems | Muss die Leistungsanforderung nach 5.3 und 5.4.2 5.4.2.1 erfüllen | Muss die Leistungsanforderung nach 5.3 und 5.4.3 erfüllen | Muss die Leistungsanforderung nach 5.3 und 5.4.3 erfüllen |
| Rücksetzung | Nur manuell | Manuell oder automatisch Kann je nach Sicherheitsfunktion, die einen Sicherheitshalt auslöst, variieren | |
| Häufigkeit der Nutzung | Selten | Variabel von dauerhaft (d. h. interne Robotersicherheitsfunktionen) bis selten | |
| Zweck | Notfall | Schutzmaßnahmen | Risikominderung |
| Wirkung | Wegnahme der Energie zu allen Gefährdungen | Sichere Kontrolle der geschützten Gefährdung(en) nach 5.4.3 (Sicherheitshalt, allgemein) oder 5.4.3.3 (Sicherheitsfunktion überwachter Stillstand) | |

Inhalt der EN ISO 10218-2:2011

K1 – Anwendungsbereich

K2 – Normative Verweise

K3 – Begriffe

K4 – Identifizierung der Gefährdungen und Risikobeurteilung

K5 - Sicherheitsanforderungen und Schutzmaßnahmen

K6 – Verifizierung und Validierung der Sicherheitsanforderungen und der Schutzmaßnahmen

K7 – Benutzerinformationen

AA – Liste der signifikanten Gefährdungen (informativ)

AB – Relevante Normen bzgl. Schutzeinrichtungen (informativ)

AC – Schutzmaßnahmen bei Materialzufuhr (informativ)

AD – Zustimmungseinrichtungen (informativ)

AE – Schemata von MRK (informativ)

AF – Prozessbeobachtung (informativ)

AG – Mittel zur Verifizierung (normativ)

EN ISO 10218-2 K4 Gefährdungen

- Zeigt alle bekannten Risiken
- Gestaltung der Räume
- Ergonomie
- Bekannte Grenzen bei Robotern

Man muss das Rad nicht immer neu erfinden!

EN ISO 10218-2 K5 Schutzmaßnahmen

- K5.2 Leistungsfähigkeit der Hard und Software PL=D K3
- K5.3.8 Stopp des Roboters (Not Halt, Sicherheitshalt)
- K5.4 Begrenzungen
- K5.6 Betriebsarten
- K5.10 Technische Maßnahmen
 - Trennende Schutzeinrichtungen
 - Sensitive Schutzeinrichtungen
- K5.11 Kollaborierender Roboterbetrieb

EN ISO 10218-2 K6 Validierung

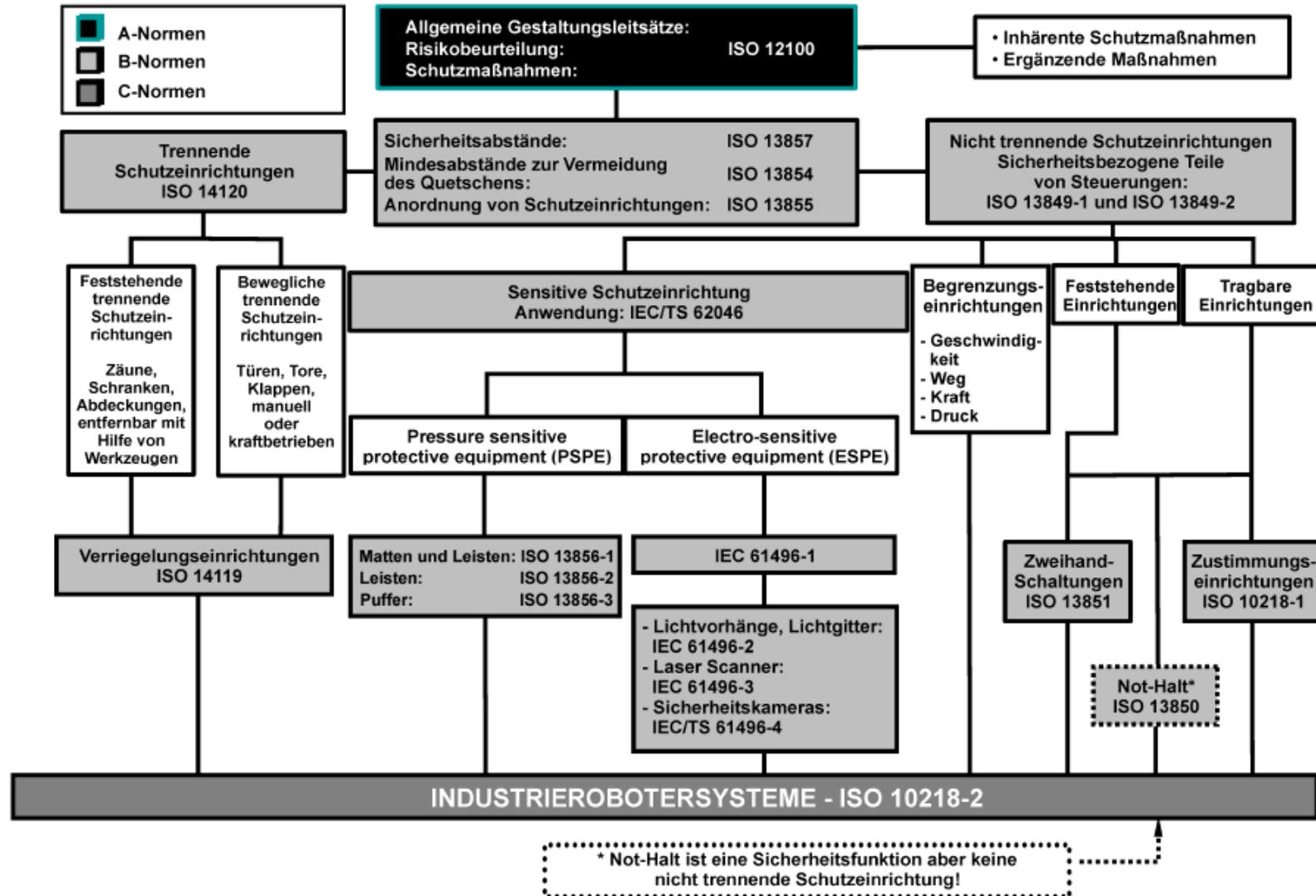
- „Der Hersteller oder Integrator des Robotersystems MUSS Vorkehrungen für die Verifikation und Validierung ... treffen“
- Methoden der Validierung
- Verweis auf Anhang G

EN ISO 10218-2 K7 Benutzerinformationen

- Handhabung
- Einbau und in Betrieb nehmen
- Test
- Systeminformationen
- Systemanwendung
- Instandhaltung
- Außer Betrieb nehmen
- Notfälle



Relevante Normen nach EN ISO 10218-2





Risiken bei Industrierobotern

Der Mensch!

- In Panik sind alle Schulungen vergessen
- Nur noch Instinkte vorhanden

➔ Vorhersehbare Fehlanwendungen beachten

➔ Not Halt/Aus immer einfach gestalten

Nach EN ISO 12100

1. Mechanische Gefährdungen
2. Elektrische Gefährdungen
3. Thermische Gefährdungen
4. Gefährdungen durch Lärm
5. Gefährdungen durch Vibration
6. Gefährdungen durch Strahlung
7. Gefährdungen durch Materialien und Substanzen
8. Ergonomische Gefährdungen
9. Gefährdungen im Zusammenhang mit der Einsatzumgebung
10. Kombinationen von Gefährdungen

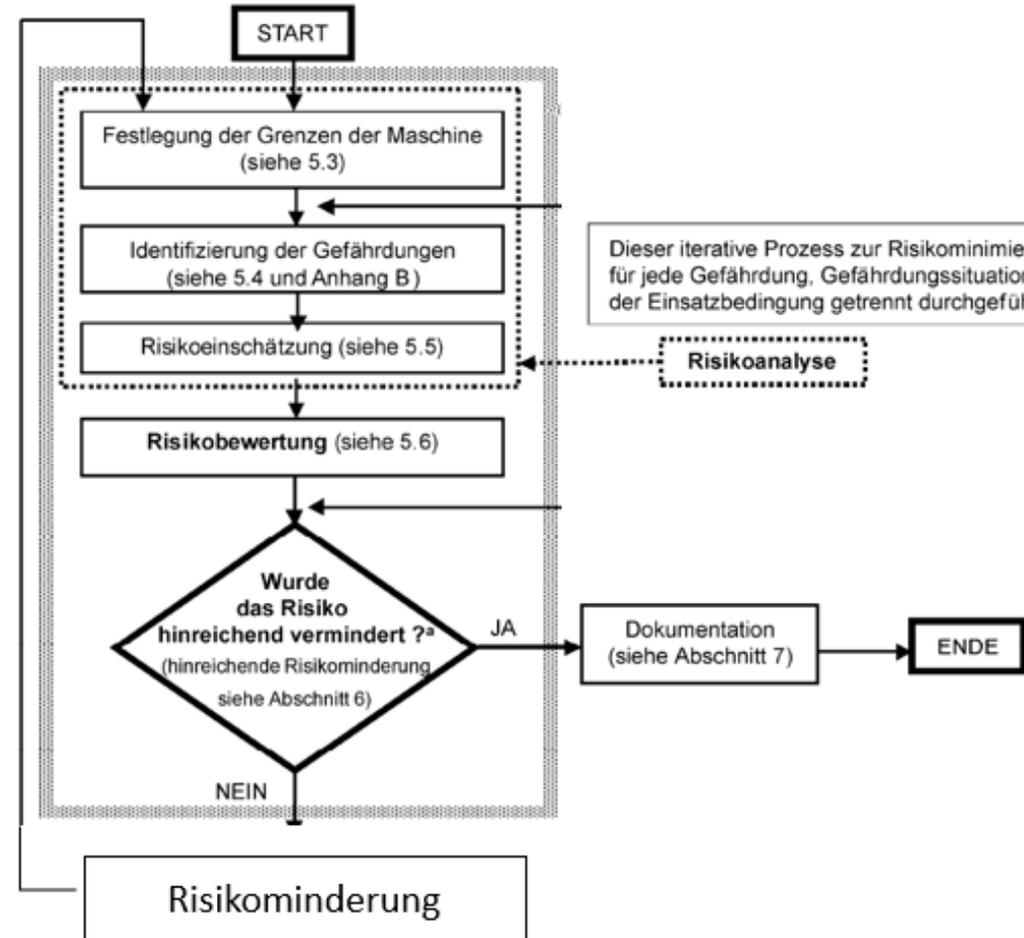
Die Risikobeurteilung

- Technische Doku gemäß MRL 2006/42/EG
- Beschreibung in EN ISO 12100 K5
- Keine Formvorgabe

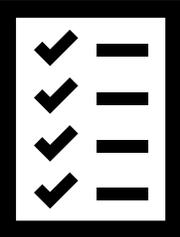
Mechanische Gefährdungen

1.1. Gefährdung durch Bewegungen des Roboters im Handbetrieb

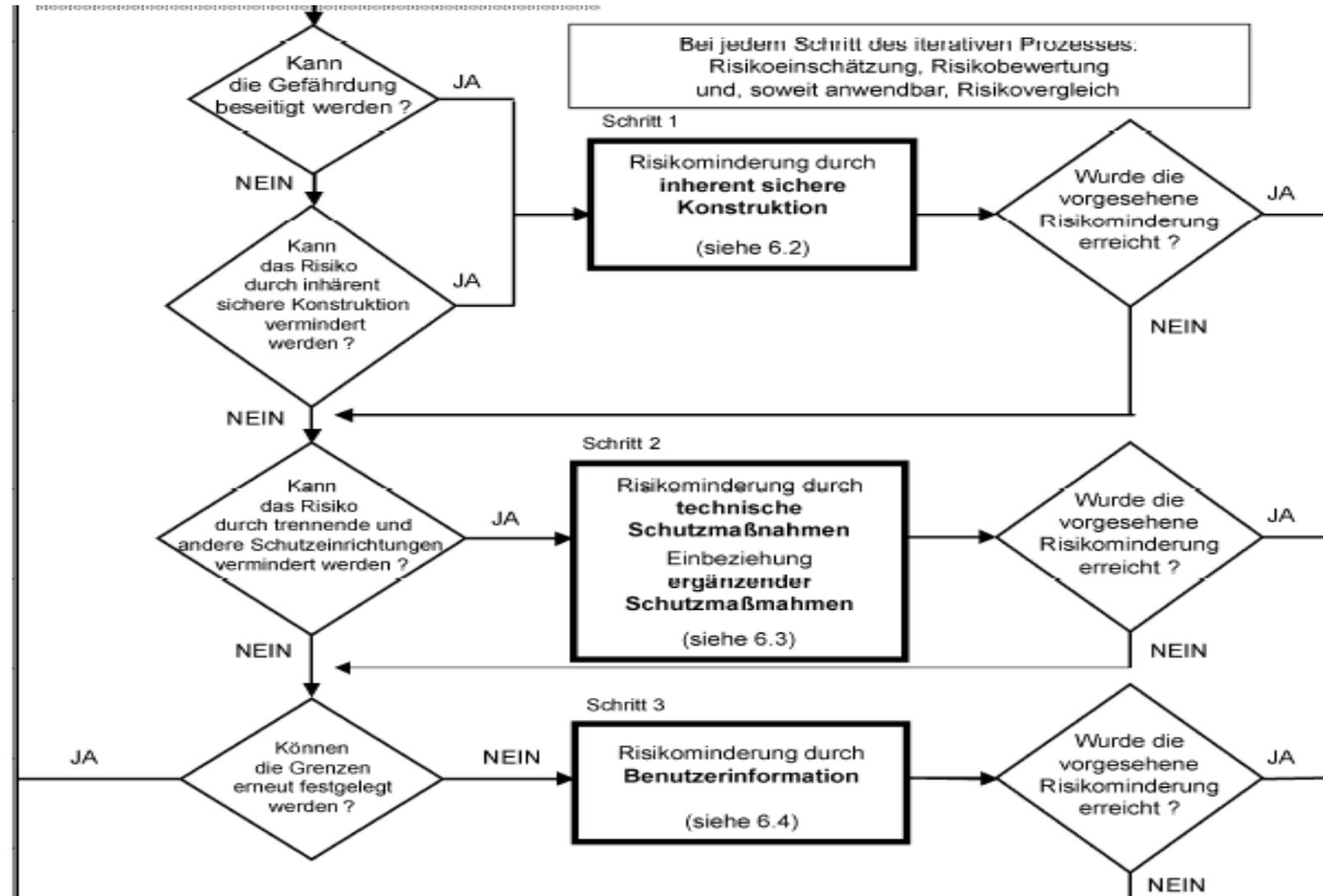
| | |
|-----------------------------|----|
| Risiko Einstufung: | 3 |
| PLr: | - |
| Schwere der Verletzung [S]: | S2 |

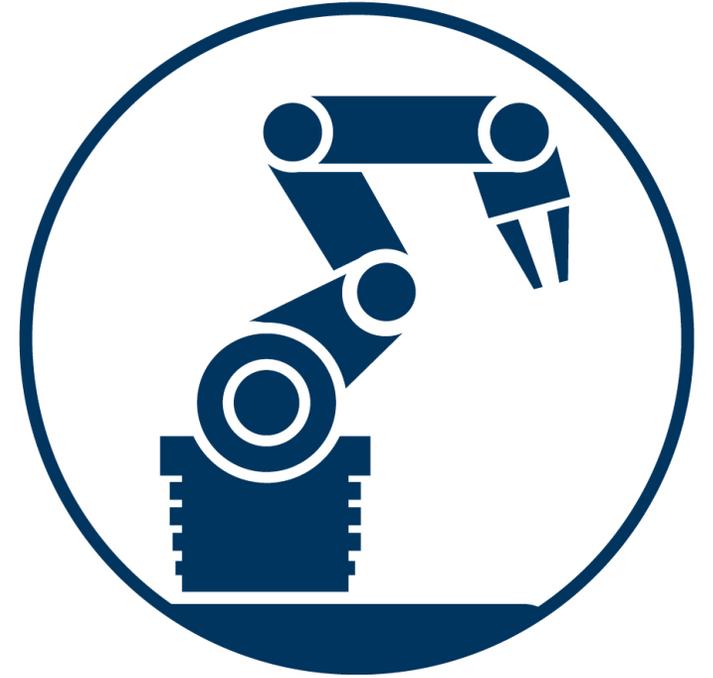


Dieser iterative Prozess zur Risikominimierung muss für jede Gefährdung, Gefährdungssituation, unter der Einsatzbedingung getrennt durchgeführt werden.



Risikominderung

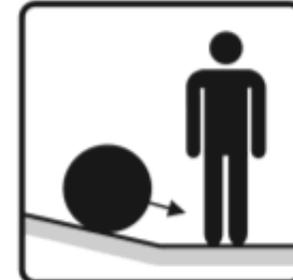
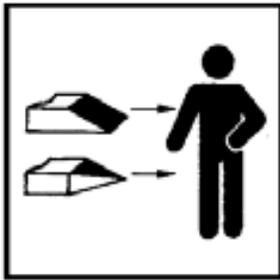




Gefährdungen bei Robotern

Gefährdungen

1. Mechanische Gefährdungen



Kontrollierte Bewegungen

Unkontrollierte

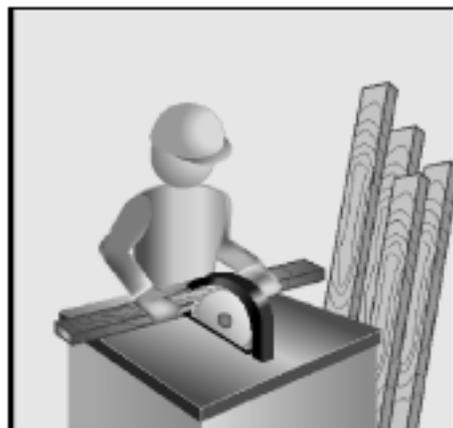
TRBS
1111



Gefährdungen nach EN ISO 12100

1. Mechanische Gefährdungen

- Quelle:
- Tabelle B.2
- ISO 12100

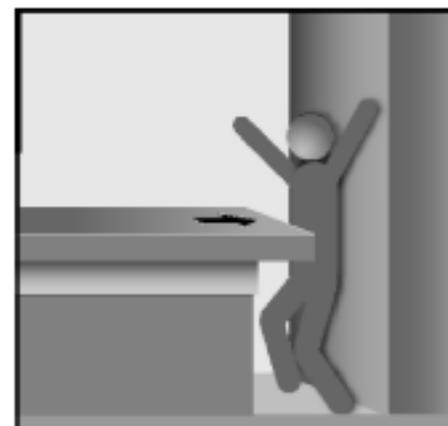


Ursprung

schneidende Teile

Mögliche Folgen

- Schneiden
- Abschneiden

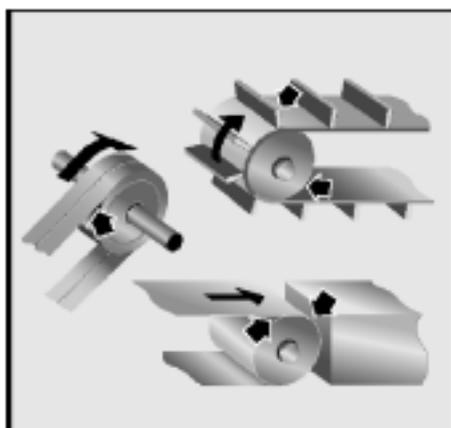


Ursprung

Annäherung eines sich bewegenden Teils an ein feststehendes Teil

Mögliche Folgen

- Quetschen
- Stoß

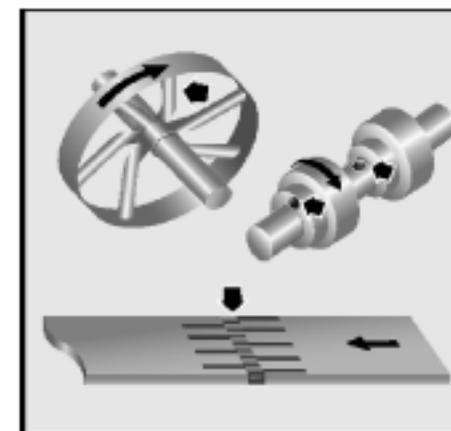


Ursprung

sich bewegende Teile
(drei Beispiele)

Mögliche Folgen

- Einziehen
- Reibung, Abschürfung
- Stoß



Ursprung

rotierende oder
sich bewegende Teile
(drei Beispiele)

Mögliche Folgen

- Abschneiden
- Erfassen

Gefährdungen nach EN ISO 10218-2

1. Mechanische Gefährdungen

Quelle:
EN ISO 10218-2
Tabelle A.1

| Nr. | Art oder Gruppe | Tabelle A.1 Gefährdungsbeispiele | | Abschnitts- ver- weisung |
|-----|-----------------|---|---|--|
| | | Ursprung | Mögliche Auswirkungen | |
| 1 | Mechanisch | <ul style="list-style-type: none"> — Unangemessene Auswahl von <ul style="list-style-type: none"> — Robotern, Robotersicherheitsfunktionen — Endeffektoren, Sicherheitsfunktionen für Endeffektoren — Anwendungsmaschinen, Komponenten und Ausrüstung sowie deren Sicherheitsfunktionen — Gestaltung des Endeffektors nicht für die Variabilität der Werkstücke geeignet — unbeabsichtigte oder beabsichtigte Bewegungen (linear oder rotierend) <ul style="list-style-type: none"> — jedes Teils des Roboterarms (einschließlich zurück), des Endeffektors, des Werkstücks, Komponentenmaschinen oder zugehörigen Teilen der Roboterzelle — der zusätzlichen Achse (einschließlich Endeffektorwerkzeug in der Wartungsposition) — von Spannvorrichtungen oder Befestigungen — eines scharfen Werkzeugs am Endeffektor oder an zusätzlichen Achsen eines zu handhabenden Teils von zugehöriger Ausrüstung — von Maschinen oder Komponenten der Roboterzelle während Handhabungsvorgängen — Einklemmt zwischen <ul style="list-style-type: none"> — Roboterarm und jedem festen Gegenstand | <ul style="list-style-type: none"> — Quetschen — Scheren — Schneiden oder Abtrennen — Erfassen — Einziehen oder Fangen — Stoß — Durchstich oder Einstich — Reibung, Abrieb — Einspritzen oder Herausspritzen von Flüssigkeiten/Gas unter hohem Druck | Abschnitt 4, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15 |

Gefährdungen

2. Elektrische Gefährdungen



Ursprung

spannungsführende Teile

Mögliche Folgen

- Schlag
- Verbrennung
- Einstich
- Verbrühung

| | | | | |
|----------|---------------------------------|--|--|---|
| 2 | Elektrische Gefährdungen | <ul style="list-style-type: none"> - Lichtbogen; - elektromagnetische Vorgänge; - elektrostatische Vorgänge; - spannungsführende Teile; - unzureichender Abstand zu unter Hochspannung stehenden Teilen; - Überlast; - Teile, die im Fehlerzustand spannungsführend geworden sind; - Kurzschluss; - Wärmestrahlung. | <ul style="list-style-type: none"> - Verbrennung; - chemische Reaktionen; - Auswirkungen auf medizinische Implantate; - tödlicher Stromschlag; - Stürzen, Weggeschleudert werden; - Feuer; - Herausschleudern von geschmolzenen Teilen; - (elektrischer) Schlag. | <p>6.2.9</p> <p>6.3.2</p> <p>6.3.3.2</p> <p>6.3.5.4</p> <p>6.4.4</p> <p>6.4.5</p> |
|----------|---------------------------------|--|--|---|

Gefährdungen

3-10 eher selten...



Ursprung

geräuschintensiver
Herstellungsprozess

Mögliche Folgen

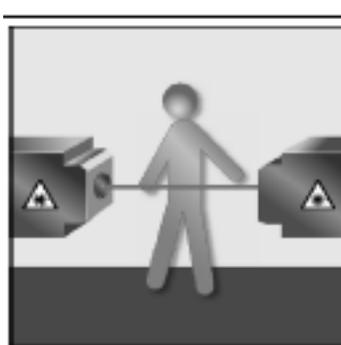
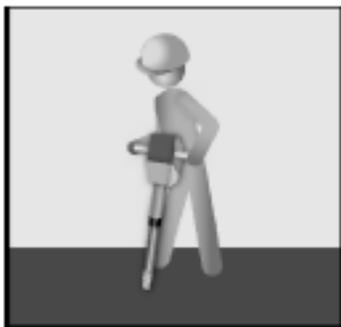
- Ermüdung
- Schwerhörigkeit
- Bewusstseinsverlust
- Stress

Ursprung

schwingende Ausrüstung

Mögliche Folgen

- Knochengelenkschaden
- Gefäßerkrankung

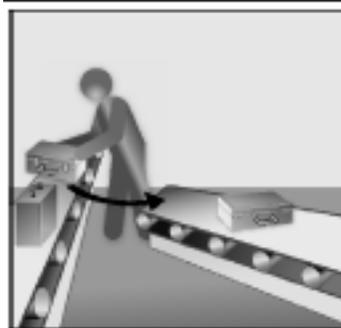


Ursprung

Laserstrahlen

Mögliche Folgen

- Verbrennung
- Augen- und
Hautschädigung

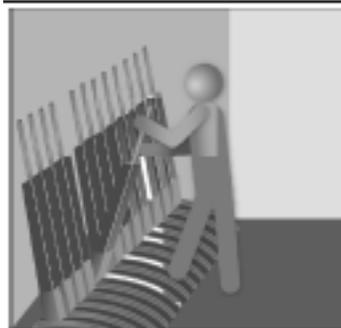


Ursprung

Körperhaltung

Mögliche Folgen

- Unbehagen
- Ermüdung
- Störungen des
Bewegungsapparates

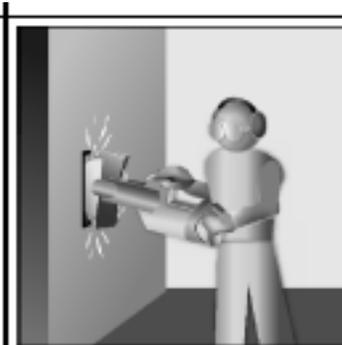


Ursprung

Anordnung der
Steuerungseinrichtungen

Mögliche Folgen

- alle als Folge
menschlichen
Fehlverhaltens auf-
tretenden Probleme
- Stress

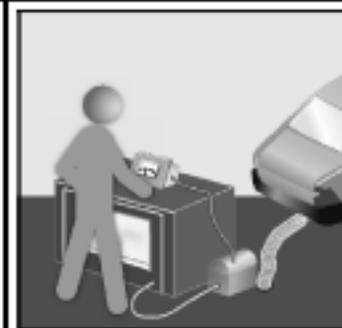


Ursprung

Staub (Emissionen)

Mögliche Folgen

- Atembeschwerden
- Explosion
- Sichtminderung

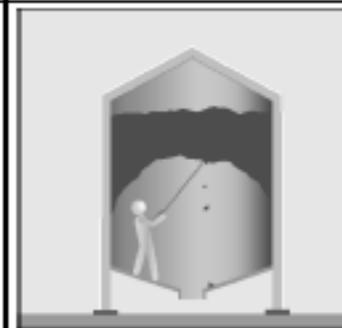


Ursprung

Dämpfe

Mögliche Folgen

- Atembeschwerden
- Reizung
- Vergiftung



Ursprung

Schwerkraft
(verfestigtes Schüttgut)

Mögliche Folgen

- Zusammenbrechen,
Herabfallen
- Quetschen
- Absacken/Nachgeben
- Ersticken

Gefährdungen nach EN ISO 12100

1. Mechanische Gefährdungen
 2. Elektrische Gefährdungen
 3. Thermische Gefährdungen
 4. Gefährdungen durch Lärm
 5. Gefährdungen durch Vibration
 6. Gefährdungen durch Strahlung
 7. Gefährdungen durch Materialien und Substanzen
 8. Ergonomische Gefährdungen
 9. Gefährdungen im Zusammenhang mit der Einsatzumgebung
 10. Kombinationen von Gefährdungen
-
- | Kategorie | Anteil |
|--|----------|
| Mechanische Gefährdungen | 80% |
| Elektrische Gefährdungen | 10% |
| Thermische Gefährdungen | 10% Rest |
| Gefährdungen durch Lärm | |
| Gefährdungen durch Vibration | |
| Gefährdungen durch Strahlung | |
| Gefährdungen durch Materialien und Substanzen | |
| Ergonomische Gefährdungen | |
| Gefährdungen im Zusammenhang mit der Einsatzumgebung | |
| Kombinationen von Gefährdungen | |

Gefährdungen

- EN ISO 12100 ist für ALLE Maschinen gültig
- Eine C-Norm zeigt alle „bekannten“ Gefährdungen des Typs an
 - ➔ daher für Industrierobotersysteme = EN ISO 10218-2
- ➔ Wenn es eine C-Norm gibt, dann sollte man diese nehmen.
- ➔ Wer die Norm komplett eingehalten hat, der erfüllt den Anhang der Maschinenrichtlinie.

Tabelle A.1 — Liste signifikanter Gefährdungen

Gefährdungen nach EN ISO 10218-2

| Nr. | Art oder Gruppe | Gefährdungsbeispiele | | Abschnitt Bezug |
|-----|--------------------------|---|---|---|
| | | Ursprung | Mögliche Auswirkungen | |
| 1 | Mechanische Gefährdungen | <ul style="list-style-type: none"> — Bewegungen jedes Teils des Roboterarms (einschließlich zurück), des Endeffektors oder beweglichen Teilen der Roboterzelle — Bewegungen der externen Achse (einschließlich Endeffektorwerkzeug in der Wartungsposition) — Bewegung oder Rotation eines scharfen Werkzeugs am Endeffektor oder an externen Achsen — eines zu handhabenden Teils — von zugehöriger Ausrüstung — Rotationsbewegung aller Roboterachsen — herabfallende oder herausgeschleuderte Materialien oder Produkte — Ausfall des Endeffektors (Verlust) — lose Kleidung, lange Haare — zwischen Roboterarm und jedem festen Gegenstand — zwischen Endeffektor und jedem festen Gegenstand (Zaun, Balken, usw.) — zwischen Befestigungen (Hineinfallen); zwischen Shuttles, Versorgungseinrichtungen — nicht vorhandene Möglichkeit, die Roboterzelle zu verlassen (durch Zellentür) für einen eingeschlossenen Bediener in der Betriebsart Automatik | <ul style="list-style-type: none"> — Quetschen — Scheren — Schneiden oder Abtrennen — Erfassen — Einziehen oder Fangen — Stoß — Durchstich oder Einstich — Reibung, Abrieb — Einspritzen oder Herausspritzen von Flüssigkeiten / Gas unter hohem Druck | 4.1; 4.2; 4.2 d) 6); 4.2 (f); 4.3; 4.4; 4.4.1; 4.4.2 d); 4.4.2 f); 4.5; 5.2; 5.2.1; 5.2.2; 5.2.3; 5.3; 5.3.2; 5.3.6; 5.3.7; 5.3.8.2; 5.3.9; 5.3.10; 5.5.1; 5.5.2; 5.5.3; 5.5.4; 5.8.4; 5.8; 5.9; 5.10.2; 5.10.3; 5.10.6.1; 5.10.6.2; 5.10.6.4; 5.10.7; 5.11; 5.11.4; 5.11.5.4 |

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

| Nr. | Art oder Gruppe | Gefährdungsbeispiele | | Abschnitt Bezug |
|-----|--|--|---|--|
| | | Ursprung | Mögliche Auswirkungen | |
| 1 | Mechanische Gefährdungen (fortgesetzt) | <ul style="list-style-type: none"> — unerwartete Bewegung der Spannvorrichtungen oder des Greifers — unerwartete Werkzeugfreigabe — unerwartete Bewegung von Maschinen oder Teilen der Roboterzelle während Handhabungsvorgängen — unbeabsichtigte Bewegung oder Betätigung eines Endeffektors oder zugehöriger Ausrüstung (einschließlich robotergesteuerter externer Achsen, prozessspezifisch für Schleifscheiben, usw.) — unerwartetes Freisetzen potentieller Energie aus Speicherquellen | | |
| 2 | Elektrische Gefährdungen | <ul style="list-style-type: none"> — Kontakt mit spannungsführenden Teilen oder Verbindungen (Steuerschrank, Anschlusskästen, Schaltpulte an der Maschine) — Verwechslung von verschiedenen Spannungen innerhalb eines Systems, Steuerschrank und Anschlüsse; d. h. Antriebsenergie, Steuerenergie (24 V vs 110 V) — Kontakt mit diskreten Bauteilen im elektrischen (elektronischen) Schaltkreis, d. h. Kondensatoren — Exposition gegenüber Lichtbogenstrahl — Arbeitsprozesse unter Hochspannung oder Hochfrequenz, d. h. elektrostatisches Lackieren, Induktionserwärmung — Schweißen mit Hochspannung | <ul style="list-style-type: none"> — tödlicher Stromschlag — Schlag — Verbrennung — freiliegende geschmolzener Partikel | 4.4.1; 5.3.2; 5.3.6; 5.3.7; 5.8.2; 5.10.6.1; 5.10.6.2; 5.10.7 |

Gefährdungen nach EN ISO 10218-2

Gefährdungen



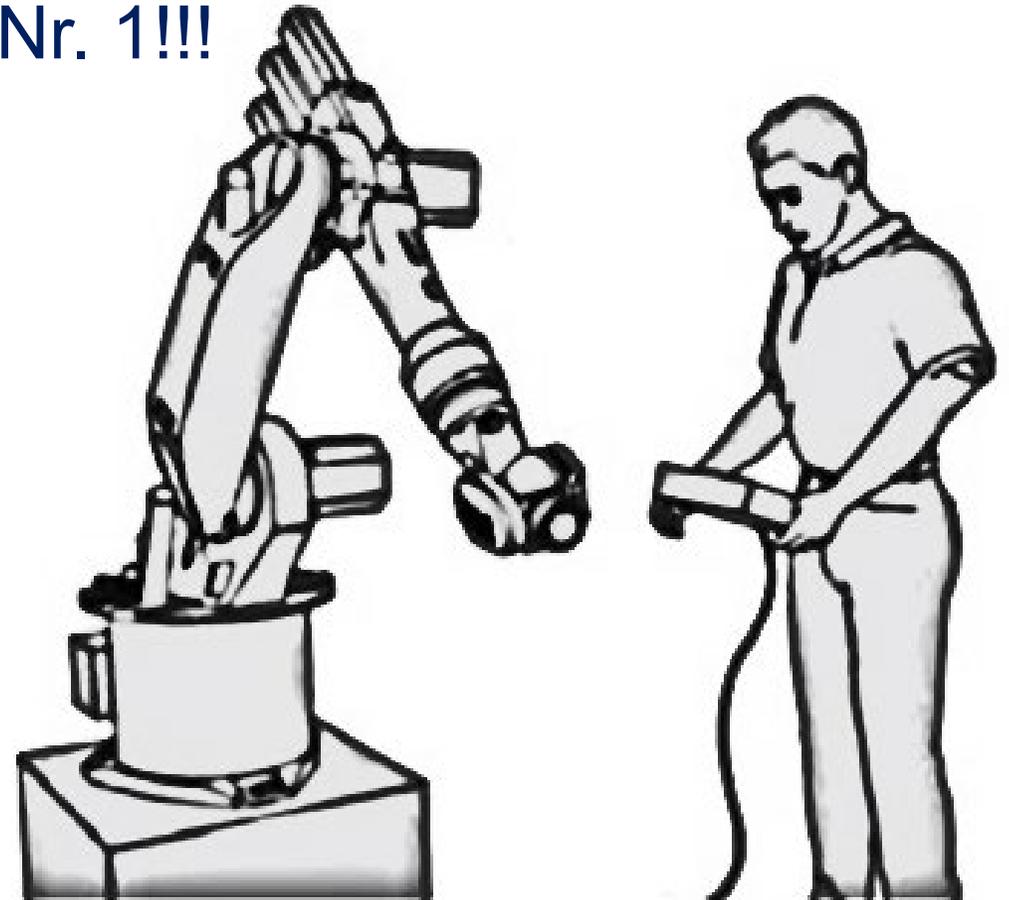
Quelle: Oberer Treitz 2007

Gefährdung

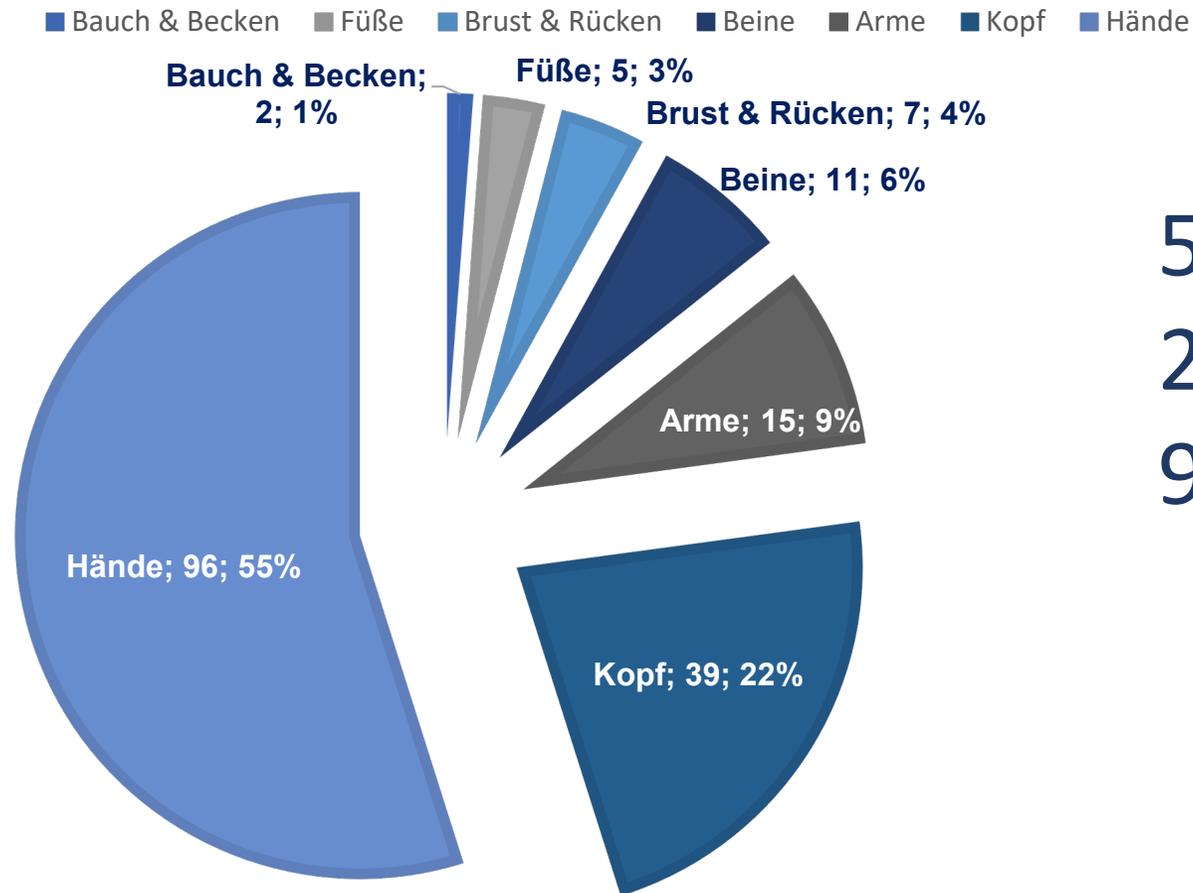
Der unerwartete Anlauf ist das Risiko Nr. 1!!!

Zustand stehender Roboter :

- Roboter ist AUS
- Roboter Wait_DI
- Roboter Stopp
- Roboter defekt

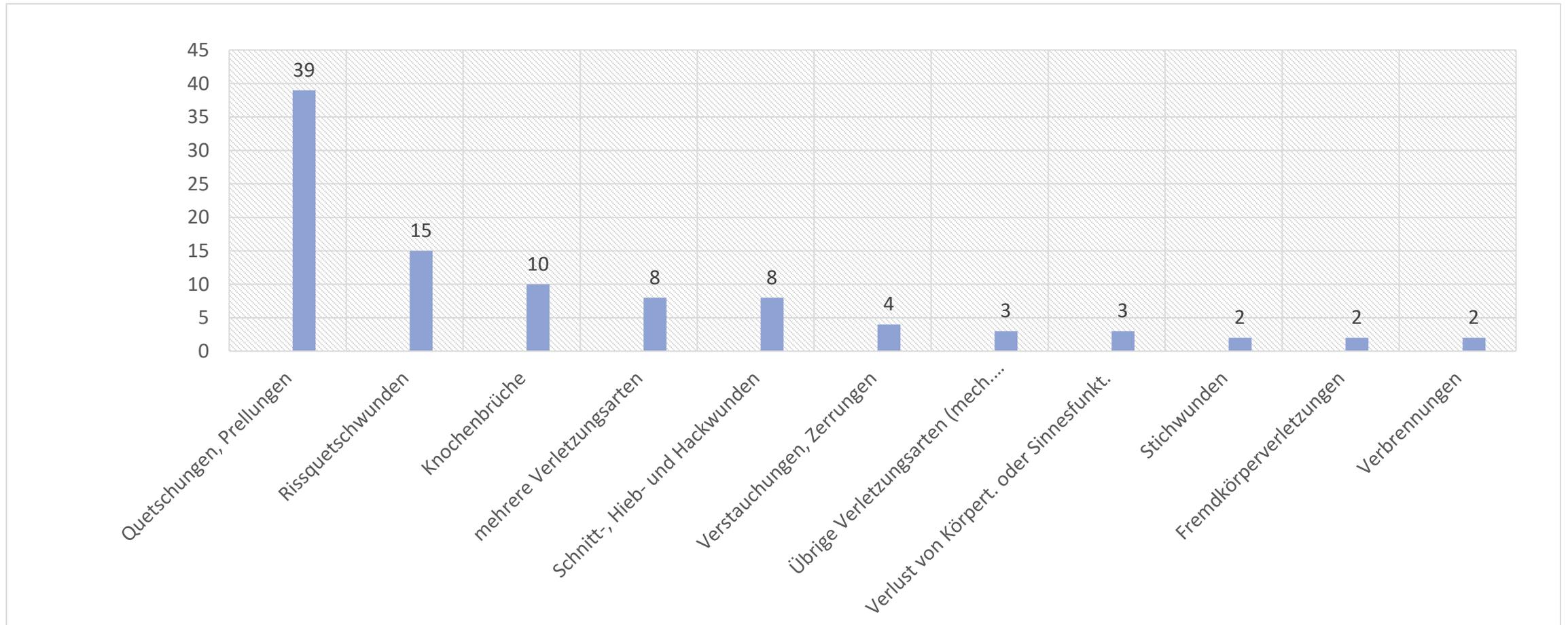


Unfälle mit Robotern



55% Handverletzungen
22% Kopfverletzungen
9% Armverletzungen

Unfälle mit Robotern





Quelle: DGUV 2009

Langsam = Sicher?

- Sichere Geschwindigkeit, in Form von sicher mir passiert nichts... gibt es nicht!!!
 - „Sicher“ bedeutet, die V_{max} limitiert oder überwacht
 - Man kann reagieren, wenn es langsam ist
- Das nützt alles nichts, wenn man eingeklemmt ist

