



Arbeits- und sicherheitswissenschaftliche Betrachtung von Mensch-Roboter-Kollaborationen

*Prof. Dr.-Ing. Sascha Stowasser
Dr. Marc André Weber*

XXXII.
Sicherheitswissenschaftliches
Symposion, 17.05.2017, Wien

ifaa Institut für
angewandte Arbeitswissenschaft

- Prozesseffizienz •
- Strategieorientierung •
- Innovation •

ERFOLGSTAKTOREN

- Führung •
- Kundenorientierung •

- Mitarbeiterorientierung •
- Sozialpartnerschaft •

Organisatorische Aspekte

Personelle Aspekte

Mobiles Arbeiten

Leistungsfähigkeit
Personalentwicklung
Qualifizierung

PRODUKTIONSARBEIT

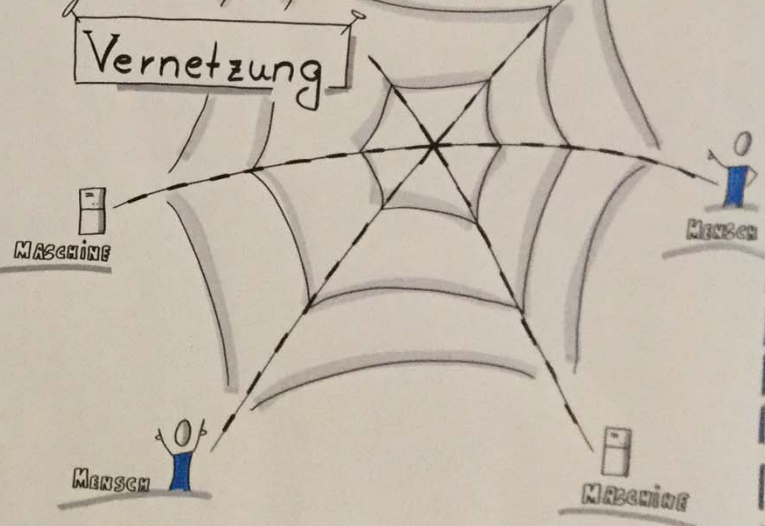
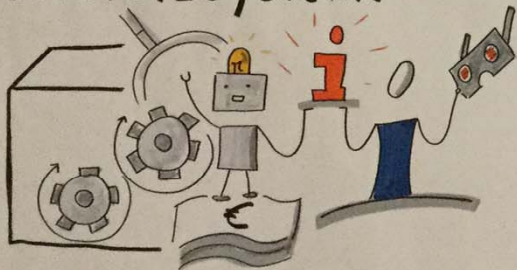
WISSENSARBEIT



Technische Aspekte

Vernetzung

Assistenzsysteme



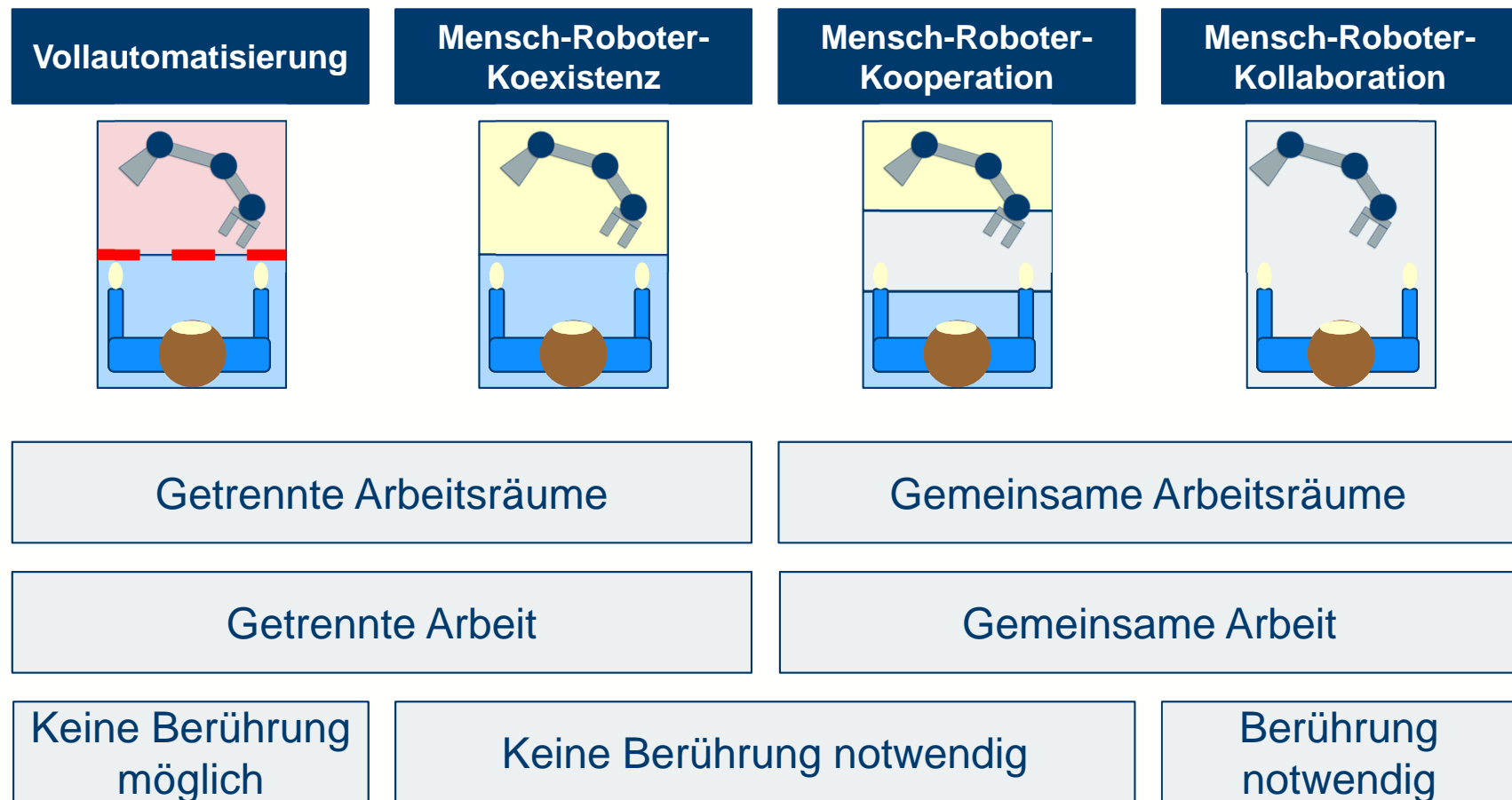
K
U
L
T
U
R

TRENDS

- Digitalisierung •
- Wertewandel •
- Reindustrialisierung •

- Globalisierung •
- Ressourcen •
- Demografischer Wandel •

Möglichkeiten der Gestaltung von Arbeitsplätzen mit Robotern



Eigene Darstellung in Anlehnung an Zunke, Otto (2015)

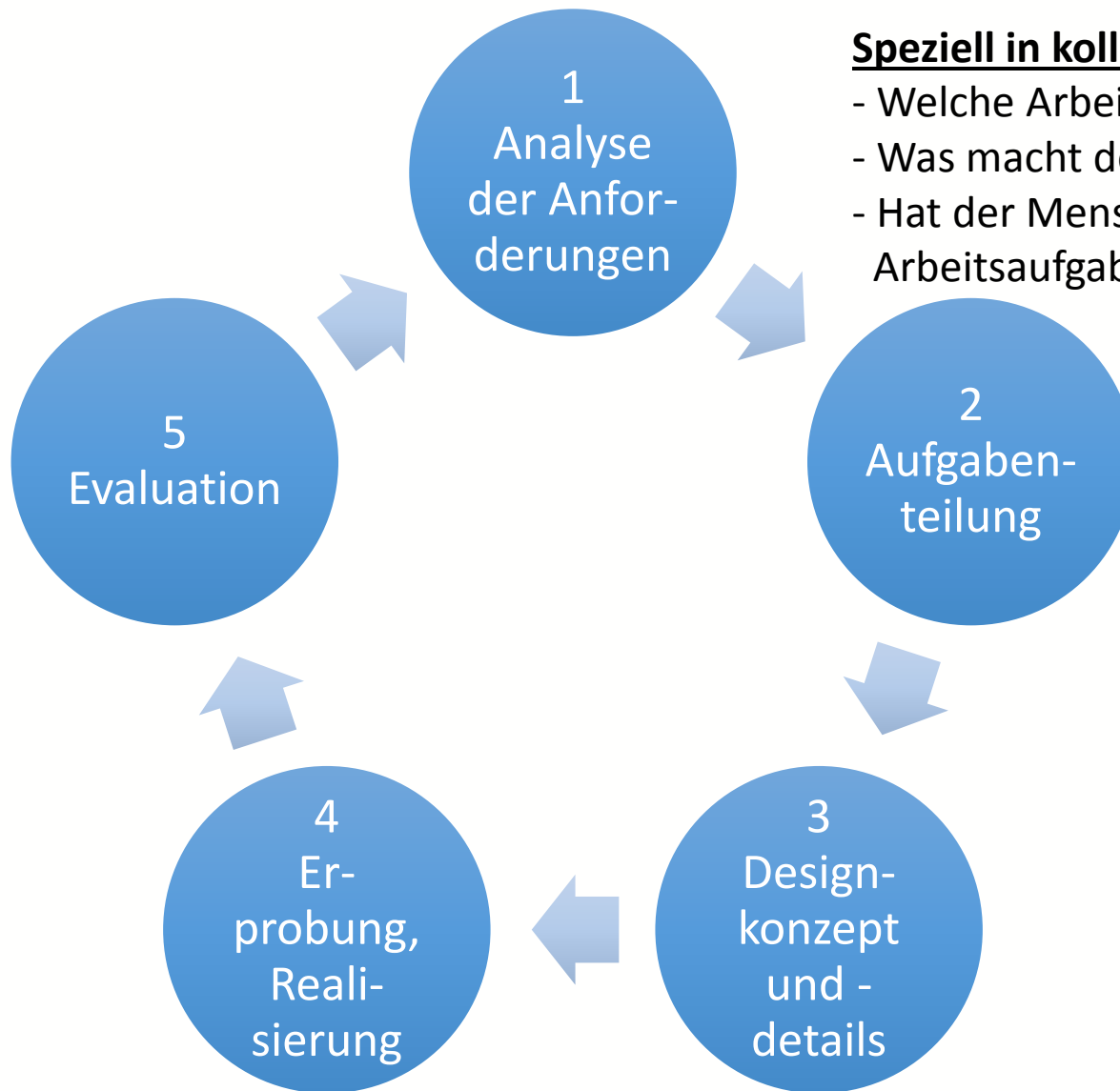
Ein Beispiel für MRK

KUKA Leichtbauroboter iiwa



- 7-Achs-Roboter
- 7 kg bis 14 kg Traglast
- ca. 800 mm horizontaler Reichweite

Risikobeurteilung kollaborativer Robotersysteme nach DIN EN ISO 6385



Speziell in kollaborativen Robotersystemen:

- Welche Arbeitsinhalte übernimmt der Mensch?
- Was macht der Roboter?
- Hat der Mensch noch eine sinnvoll (vollständige) Arbeitsaufgabe?

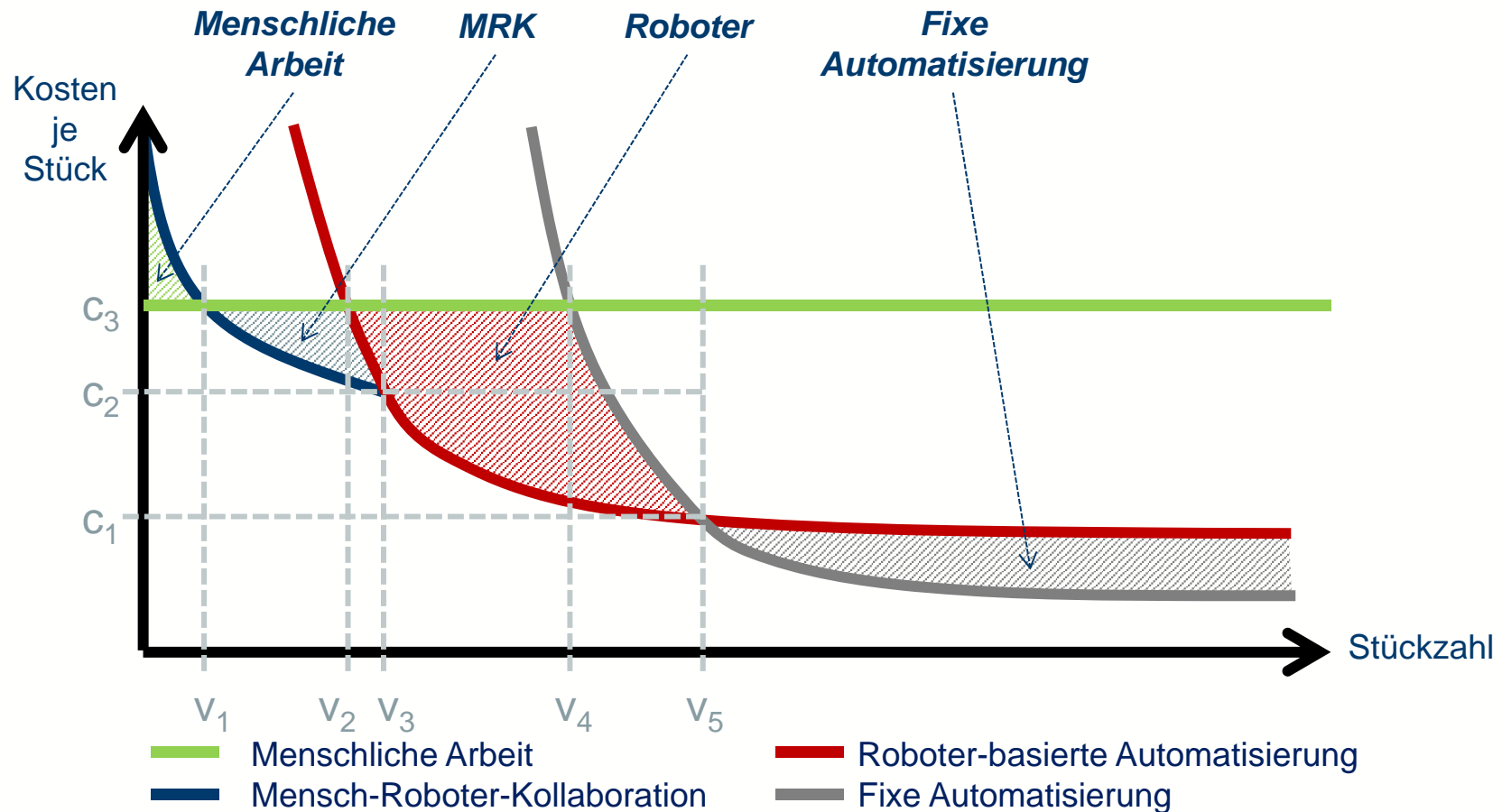
***KOLLABORATIONS-PRINZIP:
Entlasten nicht Ersetzen***

Speziell in kollaborativen Robotersystemen:

- körperliche Belastungsarten (z.B. gemeinsame Greifräume, Schmerzgrenzwerte bei Kollisionssituationen)
- psychische Belastungsarten (z.B. die menschliche Hemmschwelle, den Roboter als Kollegen zu akzeptieren)

Schritt 1: Analyse der Anforderungen und Einsatzgebiete der Mensch-Roboter-Kollaboration

MRK dort sinnvoll, wo relativ kleine Stückzahlen durch hohen Anteil an Handarbeit gefertigt werden



Eigene Darstellung in Anlehnung an Matthias B, Ding H (2013)

Schritt 2: Aufgabenteilung zwischen Mensch und Roboter



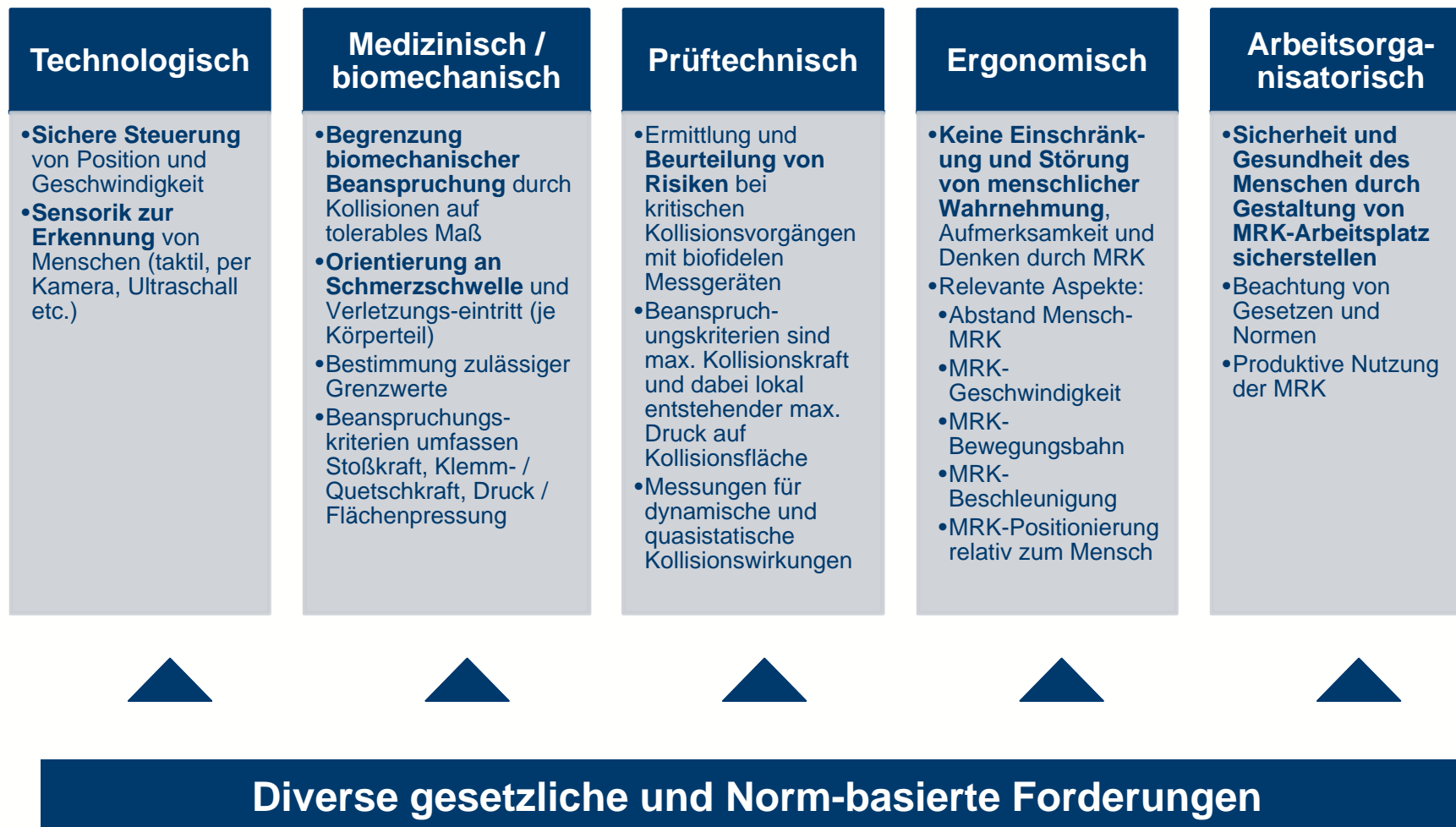
→ **Menschliche Fähigkeiten und Fertigkeiten** werden mit den **präzisen Funktionen des Roboters** kombiniert

→ Arbeitsaufteilung:

→ **Roboter** übernimmt **monotone / schwere** Arbeitsschritte
(z. B. Halten von Bauteilen)

→ **Mensch** konzentriert sich auf **Arbeiten**, in denen er dem Roboter **überlegen** ist
(z. B. komplexe Fügevorgänge, flexible Arbeitsschritte)

Schritt 3: Anforderungen an MRK-Arbeitsplätze



Eigene Darstellung in Anlehnung an IFA Institut für Arbeitsschutz der DGUV (2017)

Maschinen-Richtlinie 2006/42/EG (→ Produktsicherheitsgesetz in Dtl.)



- Werden alle Normen befolgt, wird die Konformität mit der Maschinen-Richtlinie 2006/42/EG „vermutet“ und ist nicht mehr getrennt nachzuweisen
- Bei Abweichung: Nachweispflicht über das Einhalten min. gleichwertiger Sicherheitsstandards

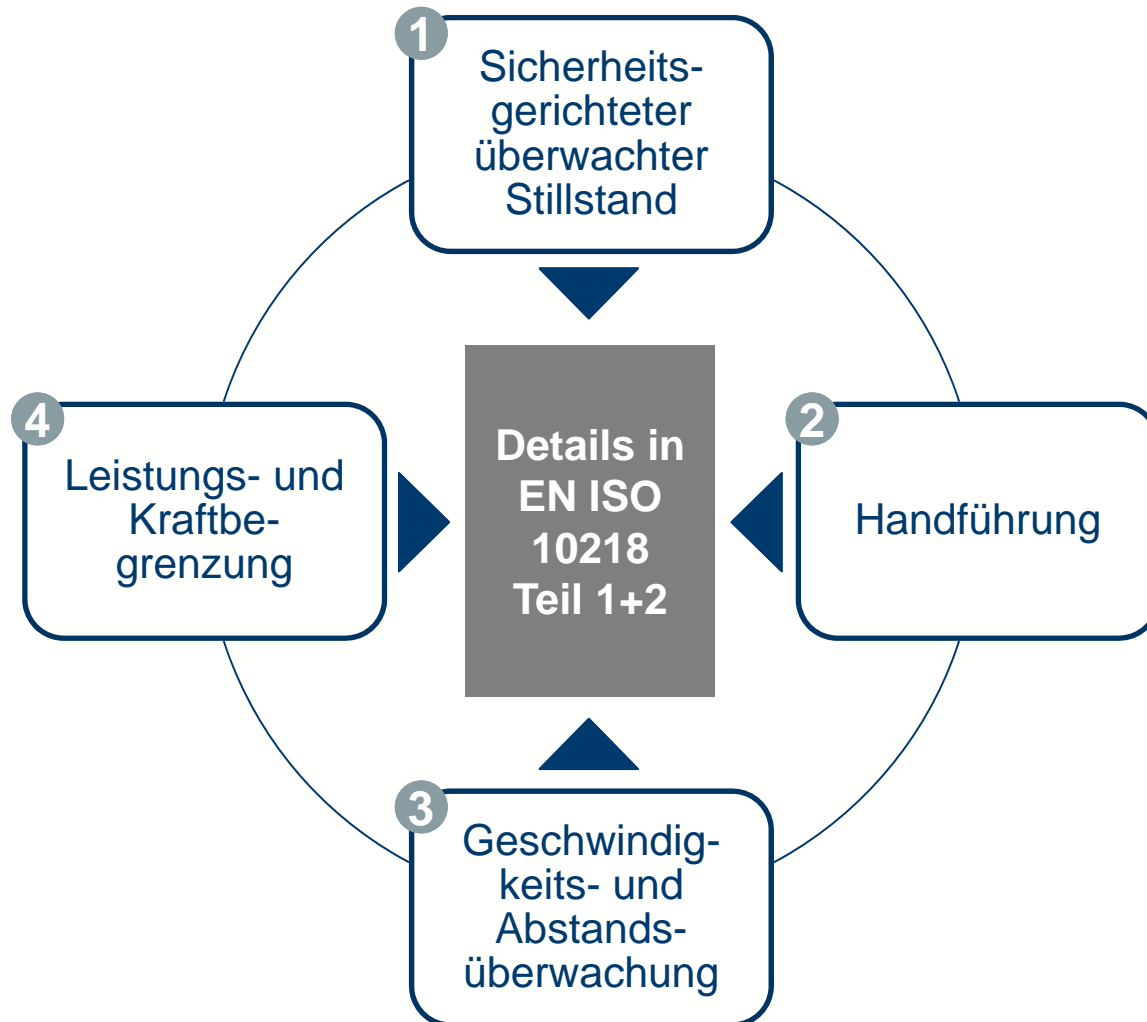
Eigene Darstellung in Anlehnung an VDMA (2014)

Weiterführende Anforderungen



Eigene Darstellung in Anlehnung an VDMA (2014)

Grundsätzliche Schutzprinzipien der MRK



1 Roboter stoppt, wenn Mitarbeiter gemeinsamen Arbeitsraum betritt.

2 Roboterbewegung wird vom Mitarbeiter gesteuert.

3 Kontakt zwischen Mitarbeiter und Roboter wird vom Roboter verhindert.

4 Kontaktkräfte zwischen Mitarbeiter und Roboter werden technisch auf ein ungefährliches Maß begrenzt.

Eigene Darstellung in Anlehnung an VDMA (2014)

Kenngrößen zur Risiko-Reduzierung und zur ergonomischen Verbesserung

Bedienfreundlichkeit

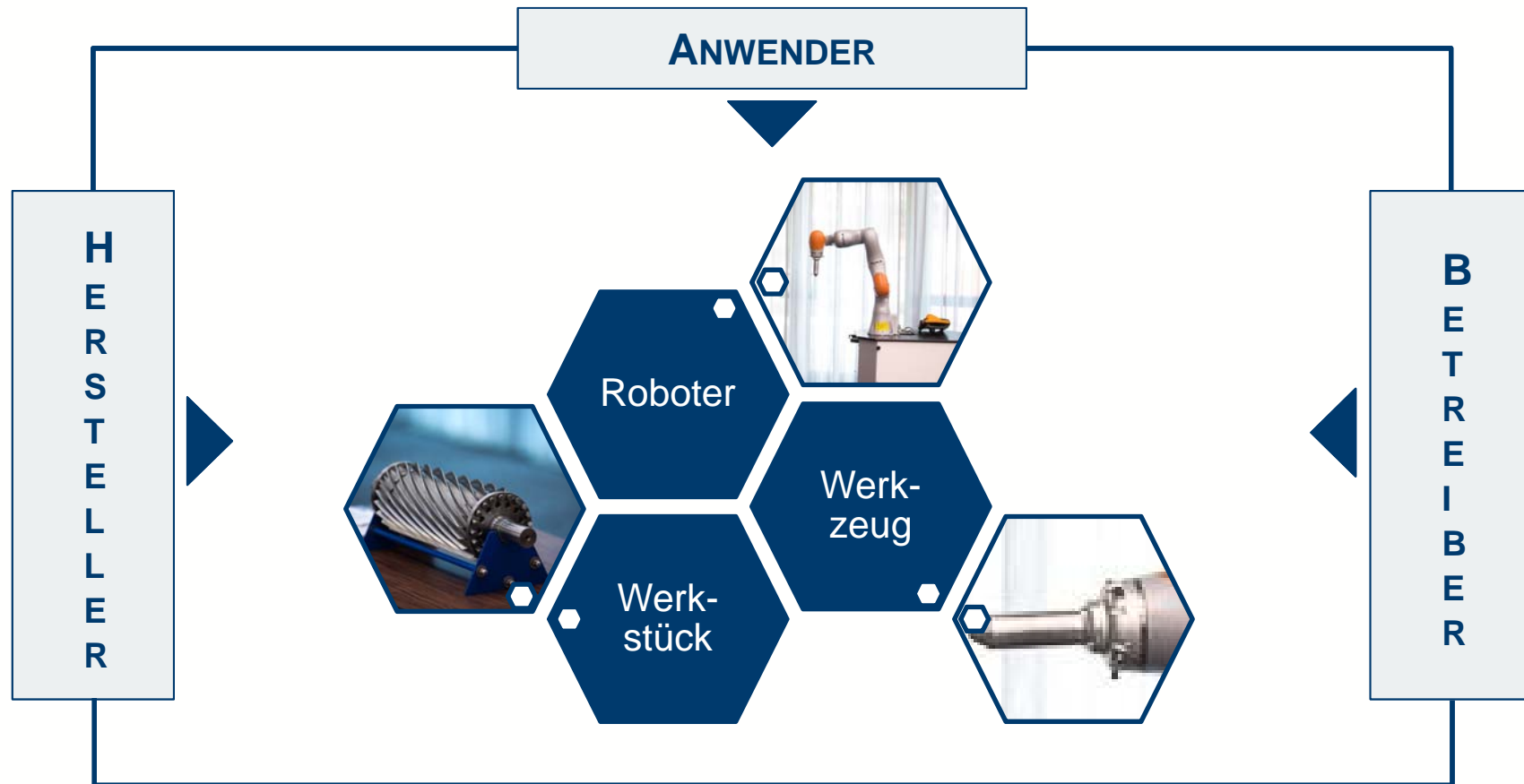
Level	Maßnahme	Reichweite des Schutzes
6	Wahrnehmungsbasierte Anpassung an Umwelt in Echtzeit (mittels Sensortechnik)	
5	Schutzmaßnahmen des Personals (Kleidung)	
4	Softwarebasierte Kollisionserkennung (inkl. Möglichkeit zur manuellen Positionsänderung des Roboters)	
3	Begrenzung von Kraft und Geschwindigkeit	
2	Verletzungsreduzierendes Design des Roboters (ggf. inkl. weicher Polsterung)	
1	Begrenzung bewegter Massen, niedrige Nutzlasten, geringe Robotertätigkeit	

Eigene Darstellung in Anlehnung an Matthias B et al. (2011)

Einfluss auf Sicherheit

Schritt 3: Fokus Sicherheitsbetrachtungen

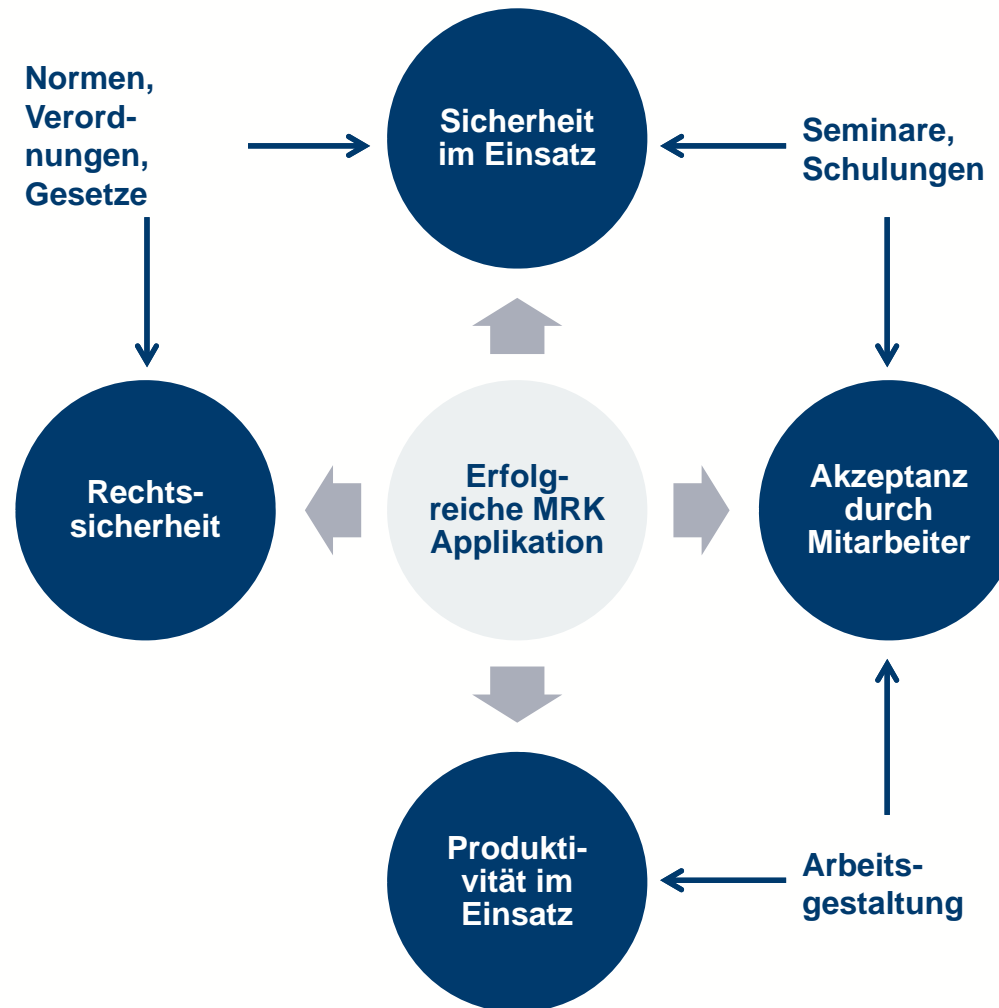
Technische MRK-Sicherheit kann nur ganzheitlich gewährleistet werden



Bildrechte: ifaa

Gemeinsame Verantwortung für sicheren Einsatz in der betrieblichen Praxis

FAZIT: Faktoren für eine erfolgreiche MRK Applikation



Eigene Darstellung in Anlehnung an an Matthias (2015)

DIGITALISIERUNG & INDUSTRIE 4.0

So individuell wie der Bedarf – Produktivitätszuwachs durch Informationen

Begriff und Potenziale der Industrie 4.0 | Beispiele aus der Unternehmenspraxis | Voraussetzungen und Einführung



Prof. Dr.-Ing. Sascha Stowasser

s.stowasser@ifaa-mail.de

www.arbeitswissenschaft.net

DGUV (2017) Kollaborierende Roboter (COBOTS) – Sichere Kooperation von Mensch und Roboter.

<http://www.dguv.de/ifa/fachinfos/kollaborierende-roboter/index.jsp>. Zugegriffen: 10.02.2017

DGUV-Information (2015) Kollaborierende Robotersysteme. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV). Ausgabe Januar 2015

DGUV-Information 209-074 (2015) Industrieroboter. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV). Ausgabe Januar 2015.

Kurth J (2016) Entlastung durch Assistenzsysteme. 2. Arbeitgeberforum Zukunft der Arbeit, Berlin.

Matthias, B. (2015) Sicherheit, Akzeptanz und Produktivität bei der Mensch-Roboter-Zusammenarbeit. <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Anlagen-und-Betriebssicherheit/Tagungen/Mensch-Roboter-2015/Mensch-Roboter-2015.html;jsessionid=40B0F7E33988EBB79752CEAA18199621.s2t1>. Zugegriffen: 09. Februar 2017.

Matthias B, Kock S, Jerregard H, Kallman M, Lundberg I, Mellander R (2011) Safety of collaborative industrial robots: Certification possibilities for a collaborative assembly robot concept. IEEE International Symposium on Assembly and Manufacturing

Matthias B, Ding H (2013) Die Zukunft der Mensch-Roboter Kollaboration in der industriellen Montage. Internationales Forum Mechatronik

VDMA (Hrsg.) (2014) Sicherheit bei der Mensch-Roboter-Kollaboration, Wissenschaftliche Gesellschaft für Montage, Handhabung und Industrierobotik – MHI e. V., Frankfurt

Zunke R, Otto M (2015) Einsatzmöglichkeiten von Mensch-Roboter-Kooperationen und sensitiven Automatisierungslösungen: Zukunft der Arbeit – die neuen Roboter kommen. KUKA, Berlin