

Beurteilung und Gestaltung von Cobot-Arbeitssystemen

Wuppertal, der 15. Januar 2021

Dipl.-Ing. Christoph Mühlemeyer, M.Sc.
Institut ASER e.V., Wuppertal

14. SuQR-Alumni-Jahreskolloquium 2021
in Union mit dem
154. Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquium

Agenda

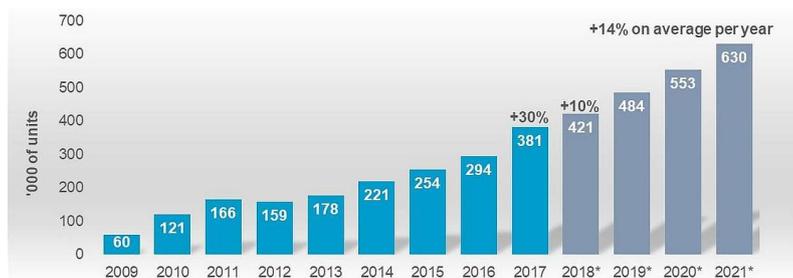
1. Dynamik der Arbeitswelt: Cobots
2. Beurteilung und Gestaltung zukünftiger Arbeitssysteme
3. Praxisbeispiel zur Interaktion: Beschäftigte und Cobots
4. Fazit und Diskussion

1. **Dynamik der Arbeitswelt: Cobots**
2. Beurteilung und Gestaltung zukünftiger Arbeitssysteme
3. Praxisbeispiel zur Interaktion: Beschäftigte und Cobots
4. Fazit und Diskussion

Marktentwicklung

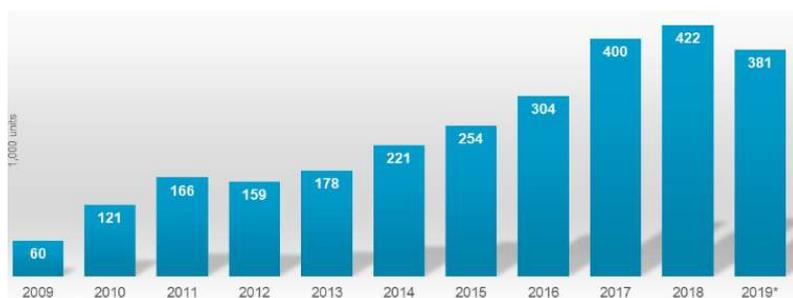
Weltweit aktuell ca. 400.000 verkaufte Roboter pro Jahr

Stand 2017
* mit damaligen
Prognosen bis 2021



Quelle:
World Robotics

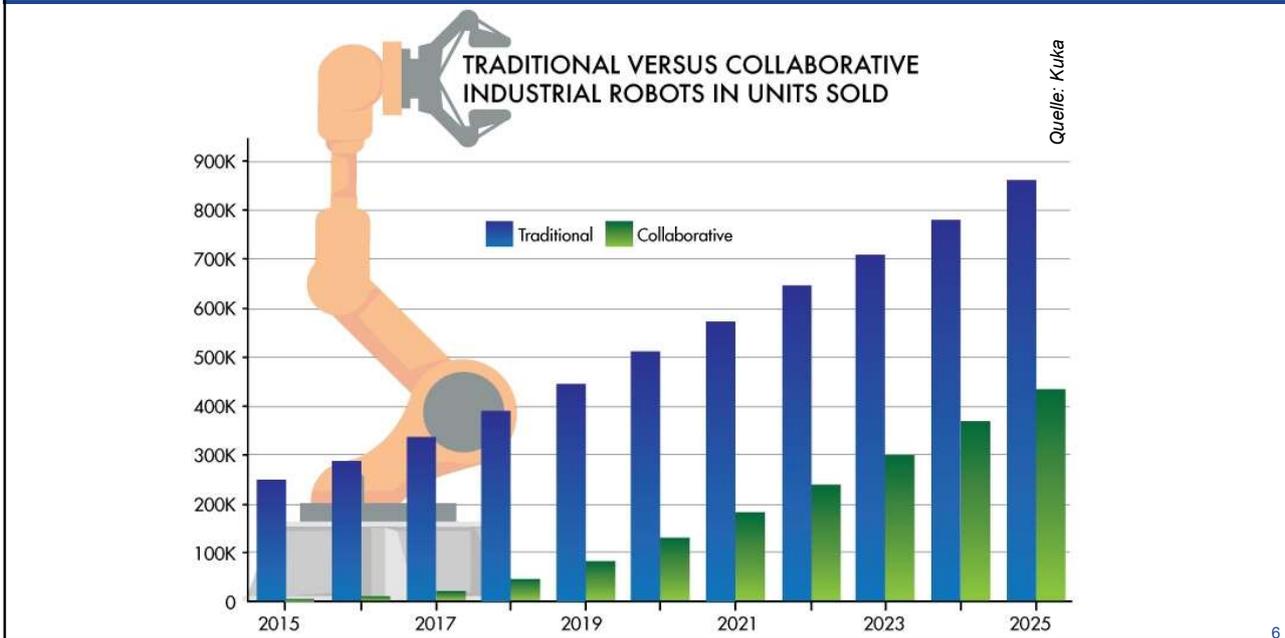
Stand 2019
* mit vorläufigen
Zahlen für 2019



Quelle:
World Robotics

Marktentwicklung

Starker Zuwachs bei den kollaborativen Robotern



6

Marktentwicklung

Universal Robots' 50.000er Cobot



7

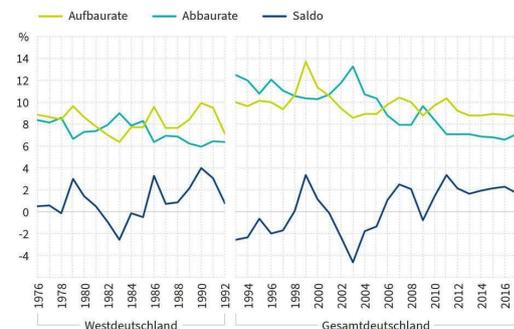
Folgen der Automatisierung?

Arbeitsplatzaufbau- und Arbeitsplatzabbauraten von 1976 bis 2017



Entstehung und Abbau von Arbeitsplätzen 1976 bis 2017

Arbeitsplatzaufbau- und Arbeitsplatzabbauraten sowie Arbeitsplatzsaldo in Prozent¹⁾



¹⁾ bezogen auf die durchschnittliche Beschäftigung der beiden zugrunde liegenden Jahre (dabei wird der Mitarbeiterbestand am 30. Juni eines Jahres mit dem am 30. Juni des vorherigen Jahres verglichen)
Hinweis: Die Daten umfassen Vollzeit- und Teilzeitbeschäftigte, geringfügig Beschäftigte sind ausgeschlossen.
Quelle: Eigene Berechnungen auf Grundlage des Betriebs-Historik-Panels (BHP). © IAB

Neue Jobs ersetzen alte Jobs

Arbeitsplatzaufbau und -abbaurate* auf dem deutschen Arbeitsmarkt (in %)



Die Angaben bis 1992 beziehen sich auf Westdeutschland, ab 1993 auf Gesamtdeutschland
* Arbeitsplatzabbau/ -aufbaurate= (Zahl der Beschäftigten in Periode t-1)/Zahl der Beschäftigten in Periode t)/Z
Basis: Betriebs-Historik-Panel, Administrative Wage and Labor Market Flow Panel, IAB Betriebspanel

© Statista.com Quelle: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung



Definition

Kollaborierende Roboter sind...



NORM | 2012-01

DIN EN ISO 10218-1:2012-01

Industrieroboter - Sicherheitsanforderungen - Teil 1: Roboter (ISO 10218-1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 10218-1:2011

Englischer Titel:

Robots and robotic devices - Safety requirements for industrial robots - Part 1: Robots (ISO 10218-1:2011); German version EN ISO 10218-1:2011

Ausgabedatum:

2012-01

Originalsprachen:

Deutsch

- automatisch gesteuerte, frei programmierbare Mehrzweck-Manipulatoren (EN 10218)
- arbeiten innerhalb eines festgelegten Arbeitsraums direkt mit dem Menschen zusammen (EN 10218)
- Komplexe Maschinen, die Hand in Hand mit Personen zusammenarbeiten (IFA)

Klassifizierung der Robotik-Montageformen

hier: in Anlehnung an Fraunhofer IAO

Zelle	Koexistenz	Synchronisiert	Kooperation	Kollaboration
<p>klassischer Schutzzaun</p>  <p>Quelle: GS-Automatisierung</p>	<p><u>kein</u> Schutzzaun „nebeneinander“ <u>kein</u> gemeinsamer Arbeitsraum</p>  <p>Quelle: BMW</p>	<p>gemeinsamer Arbeitsraum, aber <u>nicht</u> gleichzeitig am selben Produkt/Bauteil</p>  <p>Quelle: Universal Robots</p>	<p>gemeinsamer Arbeitsraum, gleichzeitig aber <u>nicht</u> gleichzeitig am selben Produkt/Bauteil</p>  <p>Quelle: HumaRobotics</p>	<p>gemeinsamen Arbeitsraum, gleichzeitig <u>und</u> gleichzeitig am selben Produkt/Bauteil</p>  <p>Quelle: Kuka</p>

Status quo

hauptsächlich Platzierung, gemeinsamer Arbeitsraum noch selten



1. Dynamik der Arbeitswelt: Cobots
2. **Beurteilung und Gestaltung zukünftiger Arbeitssysteme**
3. Praxisbeispiel zur Interaktion: Beschäftigte und Cobots
4. Fazit und Diskussion

Marktfähigkeit / Produktsicherheit

Viele Aktivitäten bei kollaborativen Robotern

Quelle: kpi-engineering



DIN EN ISO 12100

Risikobeurteilung

Bsp.: **Konstruktion** gewährleistet, dass das Werkstück nie verloren werden kann



Quelle: Festo (Robotic Suite)

DIN EN ISO 13849

Sicherheitsbezogene Teile von **Steuerungen**

Bsp.: **Steuerung** gewährleistet, dass der Greifer bei bestimmten Bedingungen sicher hält



Druckschmerzschwellenmessung

DIN EN ISO 10218 Teile 1 und 2

DIN EN ISO/TS 15066

Bsp.: **Schutzprinzipien**, sodass Greifer nie verletzt

...

...

Betreiben von Cobots

Führt eine inhärent sichere Konstruktion automatisch zum sicheren und gesunden Cobot-Arbeitssystem?



Produktsicherheit

Quelle: kpi-engineering



DIN EN ISO 12100
Risikobeurteilung

Bsp.: Konstruktion gewährleistet, dass das Werkstück nie verloren werden kann



DIN EN ISO 13849
Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen

Bsp.: Steuerung gewährleistet, dass der Greifer bei bestimmten Bedingungen sicher hält



DIN EN ISO 10218 Teile 1 und 2
DIN EN ISO/TS 15066

Bsp.: Schutzprinzipien, sodass Greifer nie verletzt



Betreiben

ArbSchG, MuSchG, BetrSichV, LasthandhabV, ...

Gefährdungsbeurteilung

Bsp.: Gefährdung für das Leben, physische & psychische Gesundheit

Gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse wie Leitmerkmalmethoden, ...

Bsp.: Ausmaß, Häufigkeit, Dauer des erforderlichen Kraftaufwands



ArbMedVV (arbeitsmedizinische Vorsorge)

Bsp.: Tätigkeiten mit wesentlich erhöhten körperlichen Belastungen, die mit Gesundheitsgefährdungen für das Muskel-Skelett-System verbunden sind durch (...) repetitive manuelle Tätigkeiten



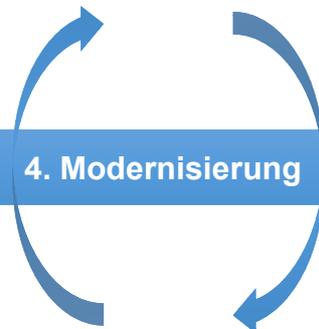
Phasen von Arbeitssystemen

Oben: Ohne Modernisierung Unten: Mit Modernisierung (vereinfacht)



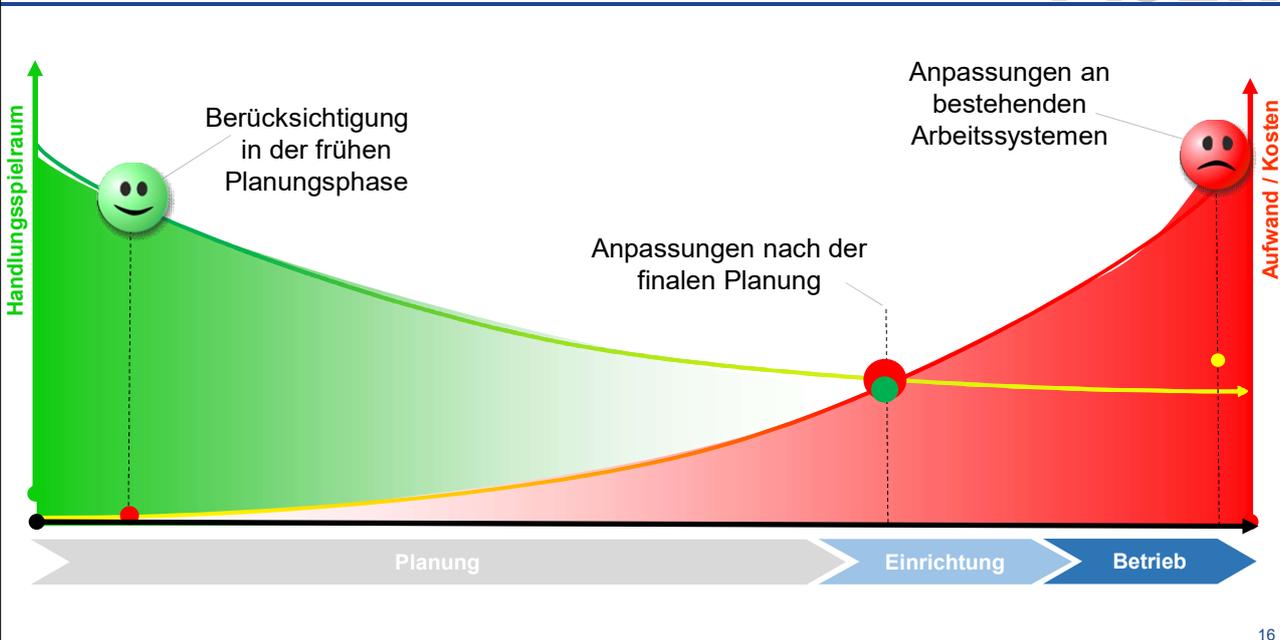
1. Planung 2. Einrichtung 3. Betrieb/Instandhaltung

1. Planung 2. Einrichtung 3. Betrieb/Instandhaltung 4. Modernisierung



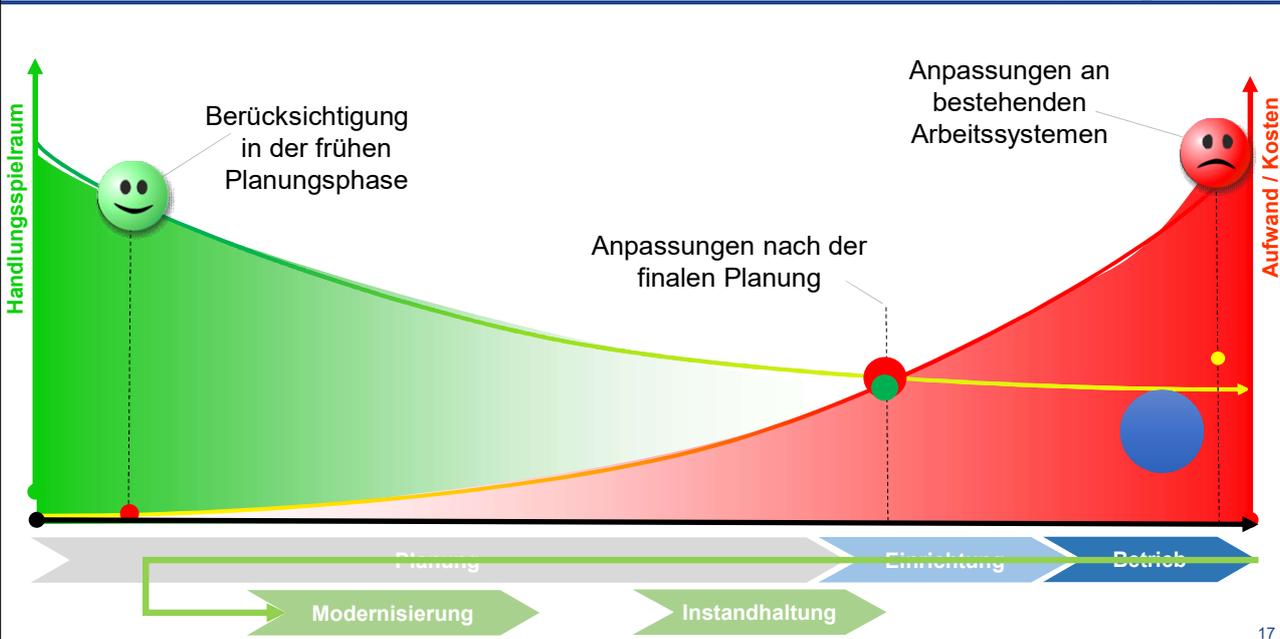
Änderungskosten – f(Phasen)

Klassisches Modell



Änderungskosten – f(Phasen)

Neue Chancen bei Instandhaltung und Modernisierung



1. Dynamik der Arbeitswelt: Cobots
2. Beurteilung und Gestaltung zukünftiger Arbeitssysteme
- 3. Praxisbeispiel zur Interaktion: Beschäftigte und Cobots**
4. Fazit und Diskussion

Kern der Fragestellung

Welche langfristigen Auswirkungen auf die Beschäftigten zeichnen sich ab?

Führt der Cobot zu präventiven Entlastungen oder endet es doch eher im OP-Saal?



Quelle: OpenClipart-Vectors / Pixabay

Methode

BDS-Instrument: Wissenschaftliche Entwicklungshistorie



Wissenschaftliche Entwicklungshistorie

- **1970er:** Entwicklung des arbeitswissenschaftlichen Verfahrens zur Beurteilung arbeitsbedingter Belastungen (BAB)
- **1980er:** wiss. Anwendung (u. a. Stahl-, Metall-, Glas-, Keramikindustrie), ...
- **1990er:** wissenschaftliche und gewerbliche Anwendung (Industrie, KMU, Logistik), DB-Version, NIOSH, ...
- **2000er:** wiss. & gewerbl. Anwendung (Demografie-Bewertungsfilter, Automotive, KMU), Netzwerk-Version, LMM-3, ...
- **2010er:** wiss. & gewerbl. Anwendung (nat. AS-Auszeichnungen, EU-OSHA-Award), Inklusions-, ArbMedV-Report u.v.a.m., internationaler Roll-Out, Tablet-Front-End, LMM-6, ...
- **2020er:** Neu Fach- und Prozzsverfahren, Amazon-Cloud, SaaS, ...

22

Methode

BDS-Instrument: Anwendungsumfang / Vorgehen

BDS-Bewertungsbereiche, -stufen	1	2	3	4	5	6	7
Physische Arbeitsbelastungen (Energetische Arbeitslasten)							
Körperbewegung							
Manuelle Kraftverwendung							
Dynamische Muskelarbeit							
Manuelle Arbeitsschritte							
Körperhaltungs-/Körperbewegungs-Verteilung							
Arbeitsumgebungsbedingungen (Umwelteinflüsse)							
Lärm - Schall							
Vibrationen - Ganzkörper							
Vibrationen - Hand/Arm							
Klima - Hohe Temperaturen							
Klima - Niedrige Temperaturen							
Klima - Wärmestrahlung							
Zugluft							
Wettereinfluss							
Neuarbeit							
Arbeits-Gefahrstoffe							
Schmutz							
Beleuchtung							
Blendung							
Psychische Arbeitsbelastungen (Informatorische Arbeitslasten, wie Verantwortung, Sinn, Nerven, Denken)							
Verantwortung für andere Personen							
Verantwortung für den Prozess							
Konzentrationsanforderungen							
Unterforderung							
Geschicklichkeit - Sehraum							
Geschicklichkeit - Sehschärfe							
Geschicklichkeit - Feinmotorik							
Wiederholung der Tätigkeitsabläufe							
Bindung an den technischen Prozess							
Kontakte zu anderen Beschäftigten							
Arbeitsicherheit (Unfallgefahr, Persönliche Schutzausrüstung)							
Unfallgefahr durch fremdes Verhalten							
Unfallgefahr durch eigenes Verhalten							
Unfallgefahr durch technische Einrichtung							
Belastung durch Persönliche Schutzausrüstung							

BDS-Instrument - Struktur

- Kernverfahren **Produktionsergonomie & Risikobeurteilung** (Teil-Tätigkeits-Beurteilung, **Arbeitsschichtaggregation**, **Simulationen**, **KPI-Management**)
- Filter **Geschlecht**
- Filter **Demografie** (Alter)
- Filter **Inklusion**
- Report **Inklusion**
- Report **ArbMedVV**
- Verfahren **Arbeitsunfallgefährdungen**
- Verfahren **Psychische Arbeitsbelastungen**
- Verfahren **Mutterschutzgefährdungen**
- Verfahren **Belastungs-, Erschwerniszulagen**
- Verfahren **Physische Arbeitsbelastungen inkl. Mischbelastung, Avatar-Visualisierung**
- ...

Vorgehen

- **Analyse** Filmmaterial zum **Cobot-Arbeitssystem**
- Einsatz BDS-Kernverfahren **Produktionsergonomie**
- **Beurteilung** und **Simulation** der Teil-Tätigkeiten mit der BDS-Merkmalgruppe **Physische Arbeitsbelastungen** (Methodenebene: Expertenscreening) & der BDS-Merkmalgruppe **Psychische Arbeitsbelastungen** (Methodenebene: Spezielles Screening) inklusive der **Arbeitsschichtaggregationen**
- Ableitung erforderlicher **Maßnahmen** der Arbeitsgestaltung & Simulation deren Wirksamkeit
- ...

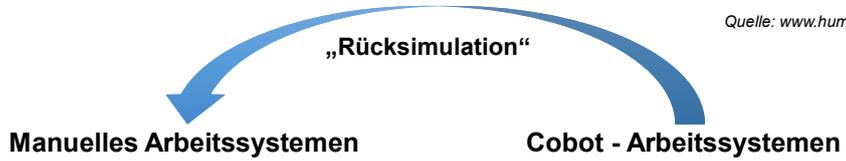
23

Methode

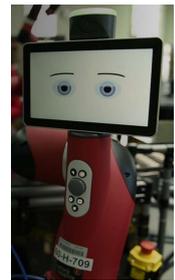
BDS-Instrument: Simulation



Quelle: www.humarobotics.com



+



1. Planung 2. Einrichtung 3. Betrieb/Instandhaltung 4. Modernisierung

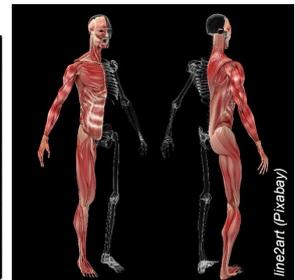
Ergebnisse Teil 1

Physische Arbeitsbelastungen



Physische Arbeitsbelastungen (Energetische Arbeitsschwere)

	1	2	3	4	5	6	7
Körperhaltung							
Körperbewegung							
Manuelle Lastenhandhabung							
Dynamische Muskelarbeit							
Manuelle Arbeitsprozesse							
Körperhaltungs-Körperbewegungs-Verteilung							
...							



Psychische Arbeitsbelastungen (Informatorische Arbeitsschwierigkeit, wie Verantwortung, Sinne, Nerven, Denken)

	1	2	3	4	5	6	7
Verantwortung für andere Personen							
Verantwortung für den Prozess							
Konzentrationsanforderungen							
Unterforderung							
Geschicklichkeit - Sehraum							
Geschicklichkeit - Sehschärfe							
Geschicklichkeit - Feinmotorik							
Wiederholung der Tätigkeitsabläufe							
Bindung an den technischen Prozess							
Kontakte zu anderen Beschäftigten							
...							

Arbeitssicherheit (Unfallgefahr, Persönliche Schutzausrüstung)

	1	2	3	4	5	6	7
Unfallgefahr durch fremden Einfluss							
Unfallgefahr durch eigenes Verhalten							
Unfallgefahr durch technische Einrichtung							
Belastung durch Persönliche Schutzausrüstung							
...							

Ergebnisse Teil 1 – Kernverfahren

Physische Arbeitsbelastungen bei „rein“ manueller Ausführung

ASER

Manuelles Arbeitssystem

Cobot - Arbeitssystem

Rumpftorsion > 10°:
permanent nach links/rechts

54.000 Handbewegungen
pro Schicht

7 Stunden statisches Stehen

Bewertungsstufen	1	2	3	4	5	6	7	
Körperhaltung	█					█		
Körperbewegung	█	█						
Lastenhandhabung	█	█						
Dynamische Muskelarbeit	█				█			
Manuelle Arbeitsprozesse	█					█		59,7
Haltungs-/Bewegungsverteilung	█							

26

Ergebnisse Teil 1 – Kernverfahren

Physische Arbeitsbelastungen bei Cobot-Interaktion

ASER

Cobot - Arbeitssystem

Manuelles Arbeitssystem

Veränderte
Belastungsparameter:

pro Hand + 5.700
Handbewegungen
→ LMM MA Anstieg auf
63,1 Punkte

Bewertungsstufen	1	2	3	4	5	6	7	
Körperhaltung	█					█		
Körperbewegung	█	█						
Lastenhandhabung	█	█						
Dynamische Muskelarbeit	█				█			
Manuelle Arbeitsprozesse	█					█		63,1
Haltungs-/Bewegungsverteilung	█							

27

Ergebnisse Teil 1 – LMM 2019

Physische Arbeitsbelastungen bei „rein“ manueller Ausführung

Manuelles Arbeitssystem

Cobot - Arbeitssystem

Profil LMM2019:	Risiko Bereich	1	2	3	4
weiblich/männlich					
Körperzwangshaltung (LMM-KH-E 2019)					
Manuelle Arbeitsprozesse (LMM-MA-E 2019)					110,9

Handlungsbedarf signalisiert in Übereinstimmung hierzu auch das neue, eigenständig anwendbare BDS-Verfahren zur neuen Familie der Leitmerkmalmethoden.

28

Ergebnisse Teil 1 – LMM 2019

Physische Arbeitsbelastungen bei Cobot-Interaktion

Cobot - Arbeitssystem

Manuelles Arbeitssystem

Profil LMM2019:	Risiko Bereich	1	2	3	4
weiblich/männlich					
Körperzwangshaltung (LMM-KH-E 2019)					
Manuelle Arbeitsprozesse (LMM-MA-E 2019)					124,6

Handlungsbedarf signalisiert in Übereinstimmung hierzu auch das neue, eigenständig anwendbare BDS-Verfahren zur neuen Familie der Leitmerkmalmethoden.

29

Ergebnisse Teil 1 – LMM 2019 - Mischbelastung (Konzept)
 Physische Arbeitsbelastungen bei „rein“ manueller Ausführung

Manuelles Arbeitssystem

Cobot - Arbeitssystem

LMM-E 2019 Bewertung - Arbeitsplatz: Cobot

Arbeitsplatzprofil Mischbelastung Arbeitsplatzprofil Niosh

Profil LMM2019: weiblich/männlich	Risiko Bereich	1	2	3	4
	Nacken und oberer Rücken	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	Schulter und Oberarm	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	Unterarm und Hand	Red	Red	Red	Red
	Unterer Rücken bis Hüfte	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	Knie / Füße	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	Herz-Kreislauf / Energieumsatz	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow



Die Risiko-Lokalisation im Muskel-Skelett-System erfolgt mit Hilfe der Avatar-Visualisierung nach der LMM 2019 Mischbelastung (Konzept).

30

Ergebnisse Teil 1 – LMM 2019 - Mischbelastung (Konzept)
 Physische Arbeitsbelastungen bei Cobot-Interaktion

Cobot - Arbeitssystem

Manuelles Arbeitssystem

LMM-E 2019 Bewertung - Arbeitsplatz: Cobot

Arbeitsplatzprofil Mischbelastung Arbeitsplatzprofil Niosh

Profil LMM2019: weiblich/männlich	Risiko Bereich	1	2	3	4
	Nacken und oberer Rücken	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	Schulter und Oberarm	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	Unterarm und Hand	Red	Red	Red	Red
	Unterer Rücken bis Hüfte	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	Knie / Füße	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	Herz-Kreislauf / Energieumsatz	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow



Bereits hier wird deutlich: Von beide Arbeitssystem-Varianten geht von den physischen Belastungen ein nahezu identisches Risiko aus.

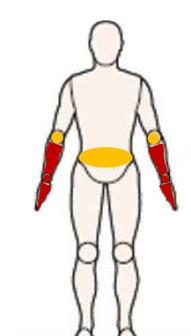
31

Ergebnisse Teil 1 – Humantech BRIEF-survey (Konvergenz) Physische Arbeitsbelastungen bei „rein“ manueller Ausführung



Manuelles Arbeitssystem

Kraftaufwand	Hände und Handgelenke		Ellbogen		Schultern		Hals	Rücken	Beine
	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts			
A. Krongriff B. Fingergriff C. Kralgriff	Beugung > 45° Streckung > 45° Radiale Abweichung Ulnare Abweichung	Beugung > 45° Streckung > 45° Radiale Abweichung Ulnare Abweichung	Überstreckung Drehmoment > 150°	Überstreckung Drehmoment > 150°	Arm gebeugt > 45° Arm hinter dem Körper Schultern hochgezogen	Arm gebeugt > 45° Arm hinter dem Körper Schultern hochgezogen	Nach vorne gebeugt > 30° Nach hinten gebeugt Seitwärts gebeugt Verdreht > 20°	Nach vorne gebeugt > 30° Nach hinten gebeugt Seitwärts gebeugt Verdreht > 20°	Rücken < 45° Kriechen Obere Extremitäten
	≥ 0,9 kg ≥ 0,9 kg ≥ 0,9 kg	≥ 0,9 kg ≥ 0,9 kg ≥ 0,9 kg	≥ 4,5 kg ≥ 4,5 kg	≥ 4,5 kg ≥ 4,5 kg	≥ 4,5 kg ≥ 4,5 kg	≥ 4,5 kg ≥ 4,5 kg	≥ 0,9 kg ≥ 0,9 kg	≥ 11,3 kg ≥ 11,3 kg	Fußgewicht ≥ 4,5 kg
Schritt 3. Für Körperteile, bei denen Haltung oder Kraftaufwand zutreffen, Kästchen für Dauer und/oder Häufigkeit ankreuzen, wenn Grenzwerte überschritten sind.									
Dauer	≥ 10 Sek.	≥ 10 Sek.	≥ 10 Sek.	≥ 10 Sek.	≥ 10 Sek.	≥ 10 Sek.	≥ 10 Sek.	≥ 10 Sek.	≥ 30% des Tages
Häufigkeit	≥ 30Min	≥ 30Min	≥ 2Min	≥ 2Min	≥ 2Min	≥ 2Min	≥ 2Min	≥ 2Min	≥ 2Min
Schritt 4. Tragen Sie die Gesamtzahl der Kreuze ein, die Sie bei Haltung, Kraftaufwand, Dauer und Häufigkeit gesetzt haben, und kreuzen Sie die Risikostufe (niedrig = 0 oder 1, mittel = 2, hoch = 3 oder 4).									
Wert (0-4)	3		3		2		2		2
Risiko-bewertung	N	M	N	M	N	M	N	M	N



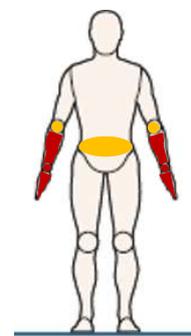
Ergebnisse Teil 1 – Humantech BRIEF-survey (Konvergenz) Physische Arbeitsbelastungen bei Cobot-Interaktion



Manuelles Arbeitssystem

Cobot - Arbeitssystem

Kraftaufwand	Hände und Handgelenke		Ellbogen		Schultern		Hals	Rücken	Beine
	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts			
A. Krongriff B. Fingergriff C. Kralgriff	Beugung > 45° Streckung > 45° Radiale Abweichung Ulnare Abweichung	Beugung > 45° Streckung > 45° Radiale Abweichung Ulnare Abweichung	Überstreckung Drehmoment > 150°	Überstreckung Drehmoment > 150°	Arm gebeugt > 45° Arm hinter dem Körper Schultern hochgezogen	Arm gebeugt > 45° Arm hinter dem Körper Schultern hochgezogen	Nach vorne gebeugt > 30° Nach hinten gebeugt Seitwärts gebeugt Verdreht > 20°	Nach vorne gebeugt > 30° Nach hinten gebeugt Seitwärts gebeugt Verdreht > 20°	Rücken < 45° Kriechen Obere Extremitäten
	≥ 0,9 kg ≥ 0,9 kg ≥ 0,9 kg	≥ 0,9 kg ≥ 0,9 kg ≥ 0,9 kg	≥ 4,5 kg ≥ 4,5 kg	≥ 4,5 kg ≥ 4,5 kg	≥ 4,5 kg ≥ 4,5 kg	≥ 4,5 kg ≥ 4,5 kg	≥ 0,9 kg ≥ 0,9 kg	≥ 11,3 kg ≥ 11,3 kg	Fußgewicht ≥ 4,5 kg
Schritt 3. Für Körperteile, bei denen Haltung oder Kraftaufwand zutreffen, Kästchen für Dauer und/oder Häufigkeit ankreuzen, wenn Grenzwerte überschritten sind.									
Dauer	≥ 10 Sek.	≥ 10 Sek.	≥ 10 Sek.	≥ 10 Sek.	≥ 10 Sek.	≥ 10 Sek.	≥ 10 Sek.	≥ 10 Sek.	≥ 30% des Tages
Häufigkeit	≥ 30Min	≥ 30Min	≥ 2Min	≥ 2Min	≥ 2Min	≥ 2Min	≥ 2Min	≥ 2Min	≥ 2Min
Schritt 4. Tragen Sie die Gesamtzahl der Kreuze ein, die Sie bei Haltung, Kraftaufwand, Dauer und Häufigkeit gesetzt haben, und kreuzen Sie die Risikostufe (niedrig = 0 oder 1, mittel = 2, hoch = 3 oder 4).									
Wert (0-4)	3		3		2		2		2
Risiko-bewertung	N	M	N	M	N	M	N	M	N



Ergebnisse Teil 2 – Kernverfahren

Psychische Arbeitsbelastungen bei „rein“ manueller Ausführung

ASER

Manuelles Arbeitssystem

Cobot - Arbeitssystem

- Aufgabenarmut (lediglich Entnahme von Teilen)
- 7 Sekunden Zyklusdauer
- keine Puffer und fehlender Wechsel

Bewertungsstufen	1	2	3	4	5	6	7
Verantwortung für andere Personen	■						
Verantwortung für den Prozess	■						
Konzentrationsanforderungen	■						
Unterforderung	■						
Sehraum	■	■					
Schärfe	■	■					
Feinmotorik	■	■	■				
Wiederholung der Tätigkeitsabläufe	■						7 Sekunden
Bindung an den technischen Prozess	■					■	
Kontakte zu Mitarbeitern	■						

36

Ergebnisse Teil 2 – Kernverfahren

Psychische Arbeitsbelastungen bei Cobot-Interaktion

ASER

Manuelles Arbeitssystem

Cobot - Arbeitssystem

Veränderte Belastungsparameter:

- Reduktion auf 5 Sekunden Zyklusdauer
- Stärkere Taktbindung, weniger Freiheitsgrade
- Vertretung nur nach größerer zeitl. Verzögerung möglich
- Kontakt zu Kollegen*innen erschwert

Bewertungsstufen	1	2	3	4	5	6	7
Verantwortung für andere Personen	■						
Verantwortung für den Prozess	■						
Konzentrationsanforderungen	■						
Unterforderung	■						
Sehraum	■	■					
Schärfe	■	■					
Feinmotorik	■	■	■				
Wiederholung der Tätigkeitsabläufe	■						5 Sekunden
Bindung an den technischen Prozess	■						
Kontakte zu Mitarbeitern	■						

37

Ergebnisse Teil 3 – Kernverfahren

Vergleich der BDS-Belastungs- und Gefährdungsprofile (Ausschnitt)



BDS-Belastungsstufe	Manuelles Arbeitssystem							Cobot-Arbeitssystem						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Physische Arbeitsbelastungen														
Körperhaltung	[Red bar]							[Red bar]						
Körperbewegung	[Green bar]							[Green bar]						
Lastenhandhabung	[Green bar]							[Green bar]						
Dynamische Muskelarbeit	[Yellow bar]							[Yellow bar]						
Manuelle Arbeitsprozesse	59,7 LMM-MA-Punkte							63,1 LMM-MA-Punkte						
Haltungs-/Bewegungsverteilung	[Red bar]							[Red bar]						
Psychische Arbeitsbelastungen (Arbeitsorganisation)														
Verantwortung für andere Personen	[Green bar]							[Green bar]						
Verantwortung für den Prozess	[Green bar]							[Green bar]						
Konzentrationsanforderungen	[Green bar]							[Green bar]						
Unterforderung	[Red bar]							[Red bar]						
Sehraum	[Green bar]							[Green bar]						
Sehschärfe	[Green bar]							[Green bar]						
Feinmotorik	[Green bar]							[Green bar]						
Wiederholung der Tätigkeitsabläufe	7 Sekunden							5 Sekunden						
Bindung an den technischen Prozess	[Red bar]							[Red bar]						
Kontakte zu Mitarbeitern	[Green bar]							[Green bar]						

38

Ergebnisse Teil 3 – Meta-Anwendung / BDS-Dashboard

Zusammenführung der BDS-Ergebnisse (Kennzahlen / Reporting / ...)

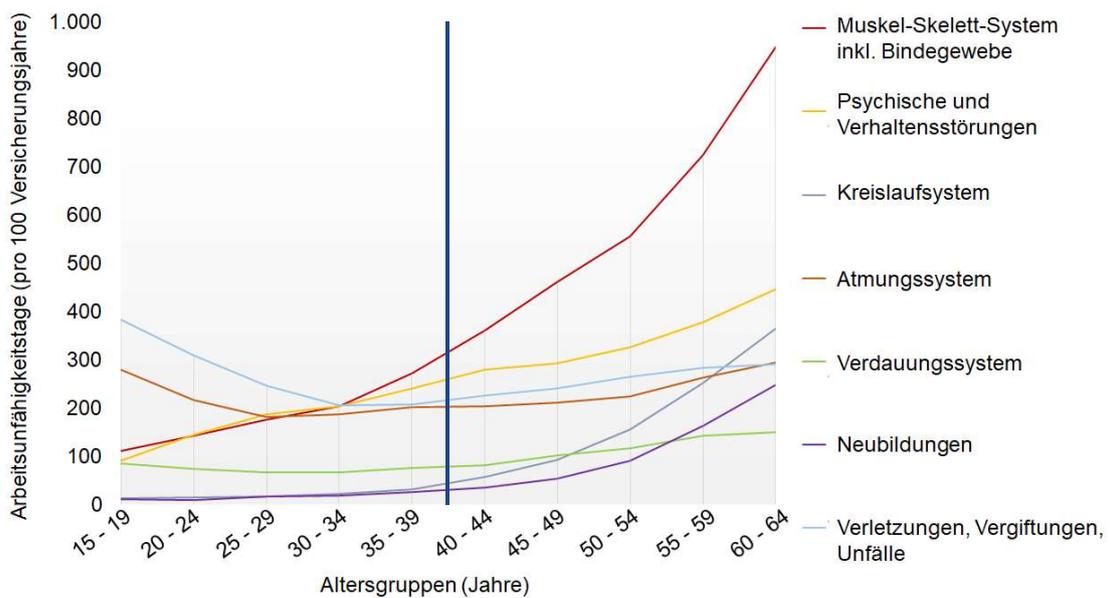


	Arbeitssystem BDS-Kennzahlen / Reporting (Ausschnitt)	„Rein“ Manuell (Simulation)	Cobot
Besonders betroffene Zielregion Avatar-Visualisierung nach LMM-2019-Mischbelastung (Konzept)			
Physische Überbelastungsrate _{pMA}		6	6
Altersstabilität (ASER)		nein	nein
Psychische Überbelastungsrate _{pMA}		6	7
MSE-Gesundheitsgefährdung (AMR 13.2)		ja	ja
LMM Manuelle Arbeitsprozesse (2012)		59,7	63,1
LMM Manuelle Arbeitsprozesse (2019)		110,9	124,6
Arbeitsmedizinische Vorsorge (§5 ArbMedVV)		Angebot	Angebot
Unverantwortbare Gefährdung (§9 MuSchG)		ja	ja
	„Rang“ Produktionsergonomie	„1“	„2“

1. Dynamik der Arbeitswelt: Cobots
2. Beurteilung und Gestaltung zukünftiger Arbeitssysteme
3. Praxisbeispiel zur Interaktion: Beschäftigte und Cobots
- 4. Fazit und Diskussion**

Fazit

Wie entwickelt sich der Altersdurchschnitt bei Ihnen?



Fazit

Zusammenfassung



- Nachhaltiges Wachstum mit gesunden Arbeitsbedingungen wird immer wichtiger
- Neue Technologie kann Belastungssituation verschlechtern
- Cobots \neq Manipulatoren (HHT/ZS-Erfolge) bzgl. Ergonomie
- Art und Weise der Implementierung neuer Technologien entscheidend
- Maßnahmenrealisierung nicht mehr trivial
- Aber es gibt auch neue Chancen mit weniger Budget mehr Prävention zu realisieren
- Professionelle Entwicklung von Maßnahmen erforderlich
- \rightarrow Interdisziplinäre Zusammenarbeit + Methodenkompetenz \rightarrow Optimierungsprozesse
- Forschung muss jetzt stattfinden, da die Transformationsprozesse in den nächsten Jahren/Jahrzehnten sich weiter beschleunigen werden
- ...

46

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit / Weiterführende H



...

Pieper/Lang
(Hrsg.)

Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium 2017 - 2018

sowie weitere Foren bis einschließlich des ersten, spezifischen SARS-CoV-2-Pandemiejahres 2020

Band 14



Schriftenreihe des Instituts für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e.V. (ASER)

Forschungsbericht - Nr. 38



Quelle: mein.sh

InstitutASER

www.institut-aser.de



Basis-Kommentar

47