

Michael Spitzhirn

# Fähigkeitgerechte Gestaltung von Arbeitsplätzen in der Industrie mittels ema Work Designer

Aktuelle Herausforderungen der Agrartechnik, 17.02.2021



I Grundlagen, Methoden & Instrumente fähigkeitsgerechter Arbeitsgestaltung

II Digitale Planung fähigkeitsgerechter Arbeitsplätze: Funktionen & Beispiele

III Ausblick neuer Funktionen zur digitalen Arbeitsgestaltung

**ema Software Suite - ganzheitliche digitale Planung auf Fabrik- und Arbeitsplatzebene**



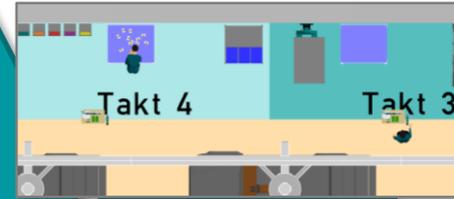
**Strukturplanung/  
Dimensionierung**  
Materialflüsse  
Durchlaufzeiten  
Herstellkosten  
Ressourcen  
Platzbedarf  
...

**Ablaufplanung/  
Arbeitsplatzdesign**  
3D-Layoutplanung  
Visualisierung  
Fertigungszeiten  
Ergonomie  
Robotik und MRK  
...

## Plant Designer

## Work Designer

Arbeitsplatzgestaltung



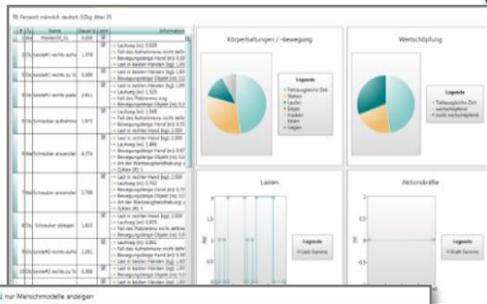
Zeitanalyse (MTM-UAS)

Ergonomie (EAWS)

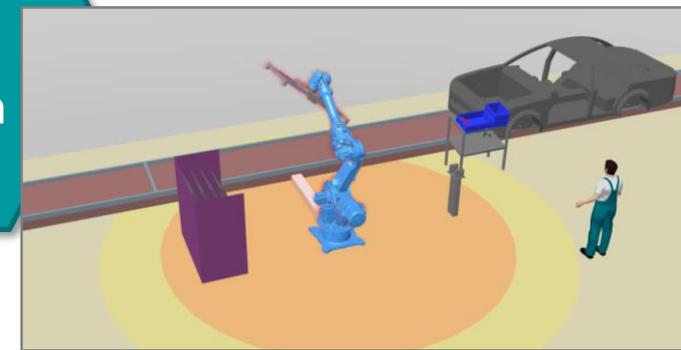
Ablaufplanung



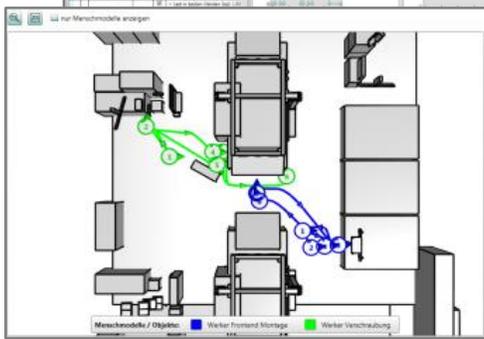
Produktivität (Wertschöpfung, Laufwege, ...)



Mensch-Roboter-Kollaboration



Dokumentation und Schulung





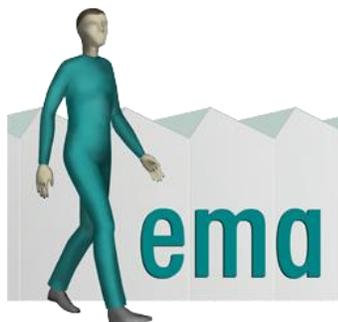
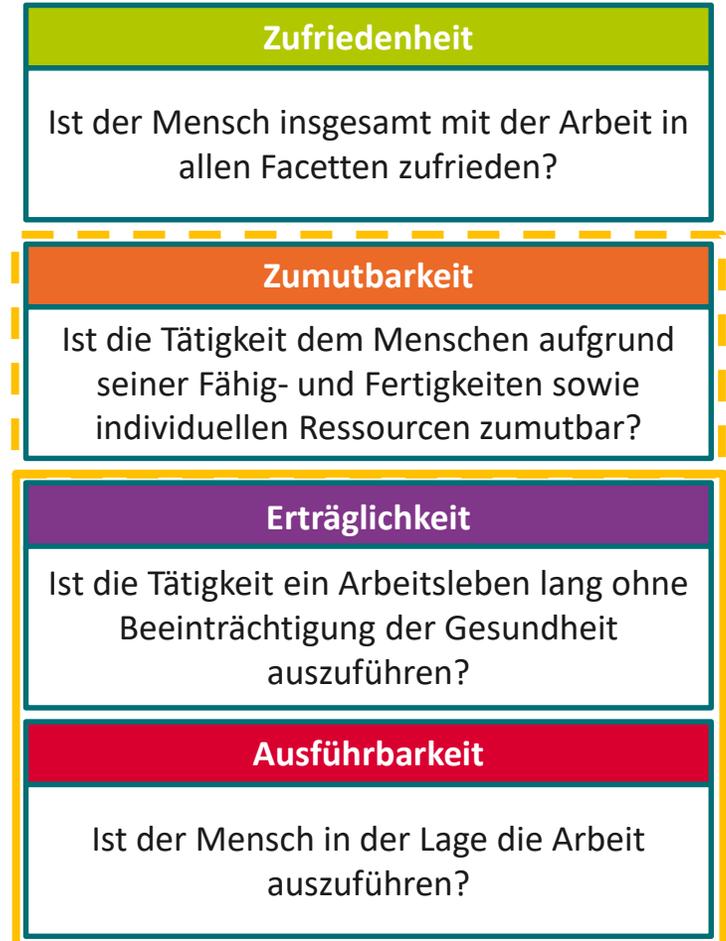
I Grundlagen, Methoden & Instrumente fähigkeitsgerechter Arbeitsgestaltung

II Digitale Planung fähigkeitsgerechter Arbeitsplätze: Funktionen & Beispiele

III Ausblick neuer Funktionen zur digitalen Arbeitsgestaltung

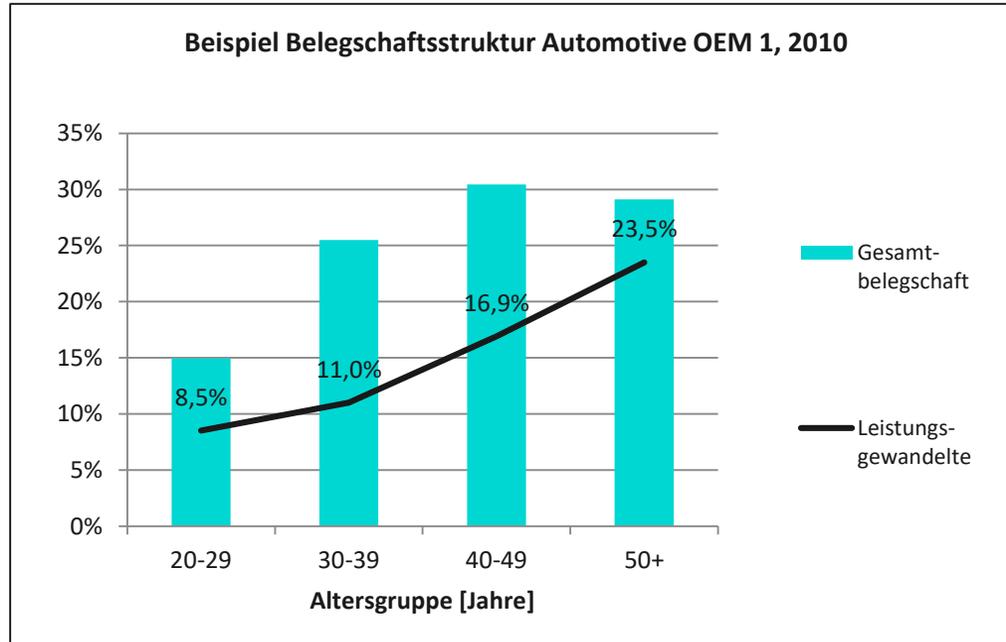
## Was ist fähigkeitsgerechte Arbeitsgestaltung?

- Sicherstellung **ergonomisch günstiger Arbeitsbedingungen** zum wirtschaftlich sinnvollen **leistungsadäquaten (fähigkeitsgerechten) Einsatz** für **individuelle** Mitarbeiter oder einen **Großteil** der Mitarbeiter  
Also für: **Jüngere, Ältere, Leistungsgewandelte**
- **Überwindung von Einsatzbarrieren durch Maßnahmen der Arbeitsgestaltung**
  - **Korrektive Anpassung** bereits **bestehender** Arbeitsplätze durch geeignete ergonomische Maßnahmen
  - **Prospektive Berücksichtigung** älterer und leistungsgewandelter Mitarbeiter in den **frühen Phasen der Produktionsplanung**

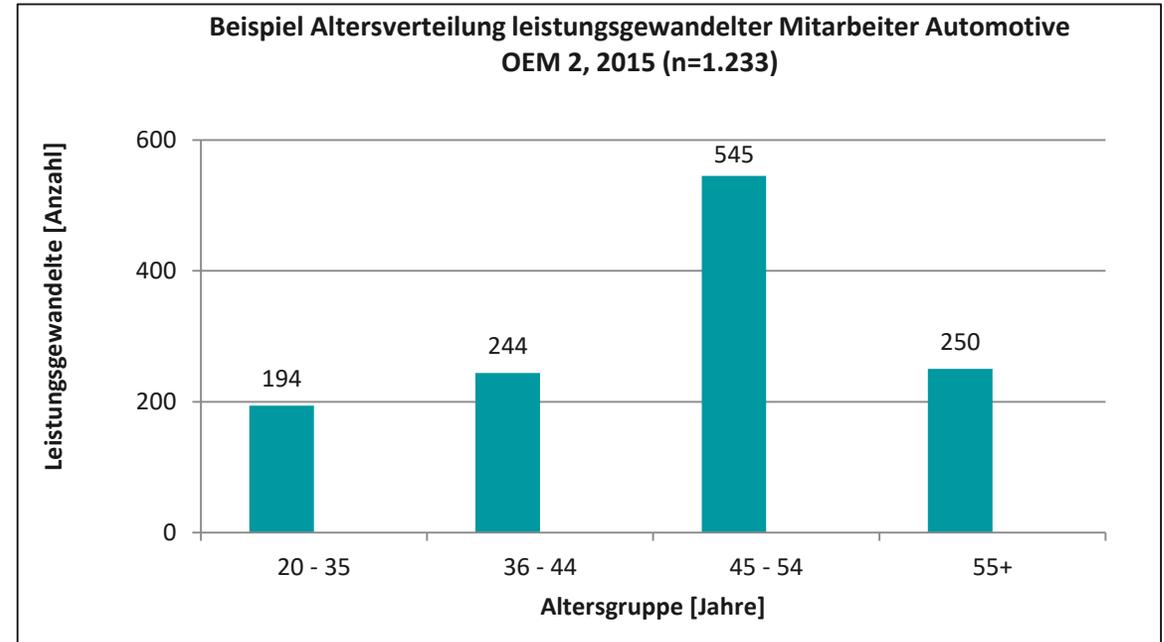


Unterstützung durch ema Work Designer

## Wieso wird fähigkeitsgerechte Arbeitsgestaltung immer wichtiger?



Quelle: eigene Darstellung, nach Keskin & Stork, 2010



Quelle: eigene Darstellung nach Scheller et al., 2015

- Altersdurchschnitt und Anteil Leistungsgewandelter steigt an
- Einschränkungen sind **vielfältig** und treten **häufig in Kombinationen** auf (Reinhart & Egberts 2012)
  - ➔ Herausforderung: oftmals Einsatz als Hilfskraft und/oder **Verlust an Produktivität** (Menges, 1998; Alvania et al., 2009)

## Welche Möglichkeiten der Integration älterer und leistungsgewandelter Mitarbeiter existieren?

▪ **Früher**  
Gestaltung von „**Schonarbeitsplätzen**“ mit **reduzierten** Anforderungen an Produktivität und Komplexität (Brauer & Korge 2009)

▪ **Heute**  
▪ Strategien auf **Personaleinsatz-/Arbeitsorganisationsebene**

- Separation (z.B. Work2Work, Volkswagen AG)
- Insourcing-Outsourcing
- Integration (z.B. FILM – Ford AG)

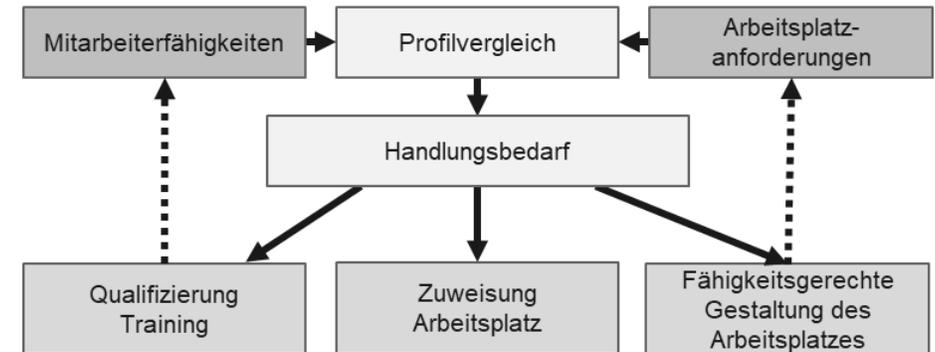
(Adenauer, 2004; Göldner et. al., 2006; Rudow et al., 2007)

▪ **Methoden des Profilvergleichs** („Matching“)

- Kenntnisse zu Mitarbeiterfähigkeiten und Arbeitsplatzanforderungen erforderlich
- Einstufungssystematik notwendig

▪ **Arbeitsplatzgestaltung und Fertigungsplanung**

- produktions-/liniennahe Vormontagebereiche
- Vollintegration der Mitarbeiter in normalen Linienbetrieb



Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an (Wieland, 1995; Adenauer, 2004)

		Arbeitsplatz [AP]					
Mitarbeiter [#]	#1	AP-162	AP-138	AP-114	AP-81	AP-65	AP-27
	#2	AP-62	AP-81	AP-101	AP-94	AP-51	
	#3	AP-62	AP-201	AP-188			
	#4	AP-22	AP-25	AP-86			
	#5	AP-72					
	#6						

### Beispiel

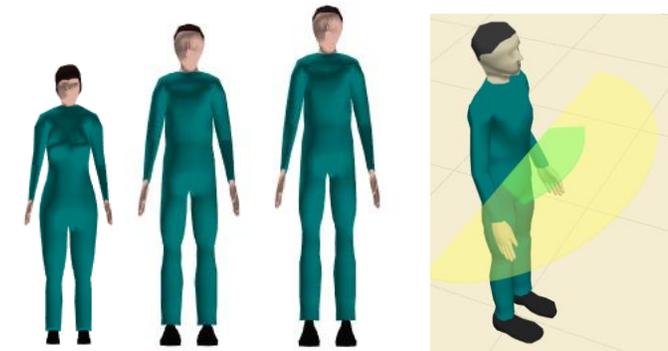
Durch Integration von LGW-Mitarbeitern: Kosteneinsparung von ca. 18 Mio. Euro durch Vermeidung von zusätzlichen Neueinstellungen bei FORD AG (Knülle, 2006)

Wie kann der ema Work Designer die Planung fähigkeitsgerechter Arbeitsplätze aktuell unterstützen?

Aktuelle Indikatoren für fähigkeitsgerechten Einsatz im ema Work Designer

**Ausführbarkeit**

- Arbeitsprozesse können durch den **Großteil der Mitarbeiter** ausgeführt werden
  - Menschmodelle: 5./50./95. Körperhöhenperzentil männlich/weiblich
  - Überprüfen **Greifräume** (in emaWD nach DIN EN ISO 14738)



**Erträglichkeit**

- Niedrige „grüne“ Punktbewertung im EAWS



**Summe Gesamtkörper Punkte: 16,5**

**Abgleich Belastungen („Matching“)**

- Arbeitsplatzanforderungsprofil

Arbeitsplatzanforderungsprofil							
Bereich	Taktzeit (s)		Anzahl				
Arbeitsplatz	10,00						
Takt-Nennwert			28.09.2020				
Kategorie	Zeile	Anforderung	Zeitanteil pro Takt / Arbeitsplatz (h)				
			nie	gelegentlich bis 10%	häufig >10-50%	überwiegend >50-90%	ständig >90-100%
Grundkörperstellung	1a	Stehen / Gehen im Wechsel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	1b	Stehen (Bewegungsraum < 1,5m²)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2	dauerhaftes Arbeiten im Sitzen (Dauer ≥ 25%)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3	Wechselseitige Körperstellung Stehen / Gehen / Sitzen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



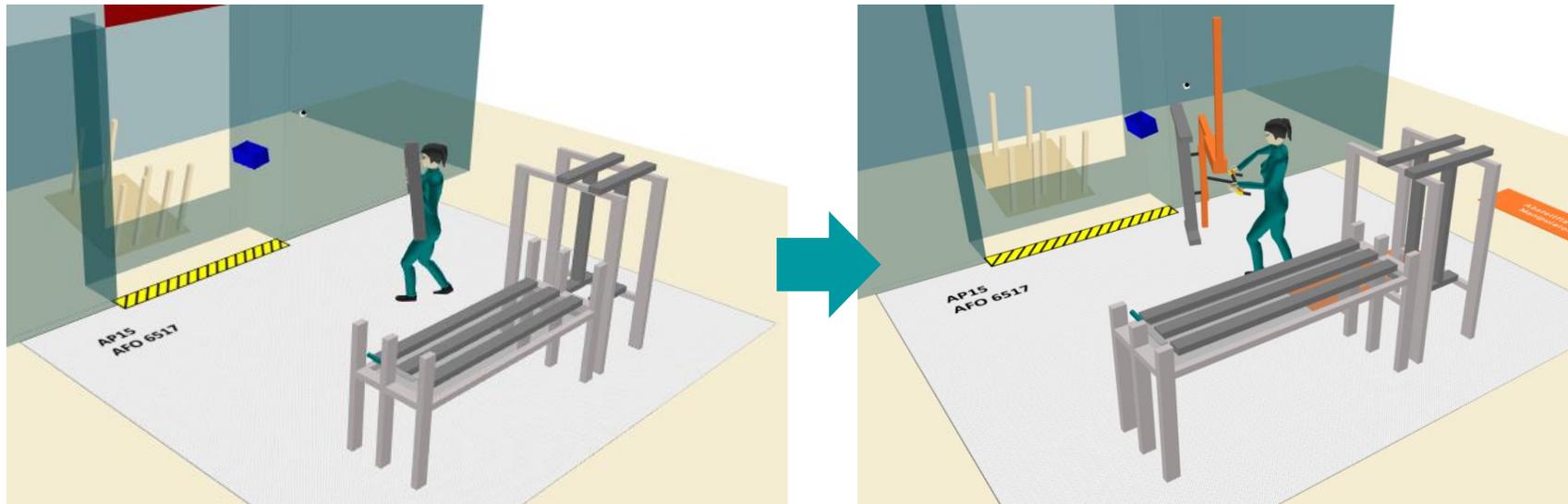
I Grundlagen, Methoden & Instrumente fähigkeitsgerechter Arbeitsgestaltung

II Digitale Planung fähigkeitsgerechter Arbeitsplätze: Funktionen & Beispiele

III Ausblick neuer Funktionen zur digitalen Arbeitsgestaltung

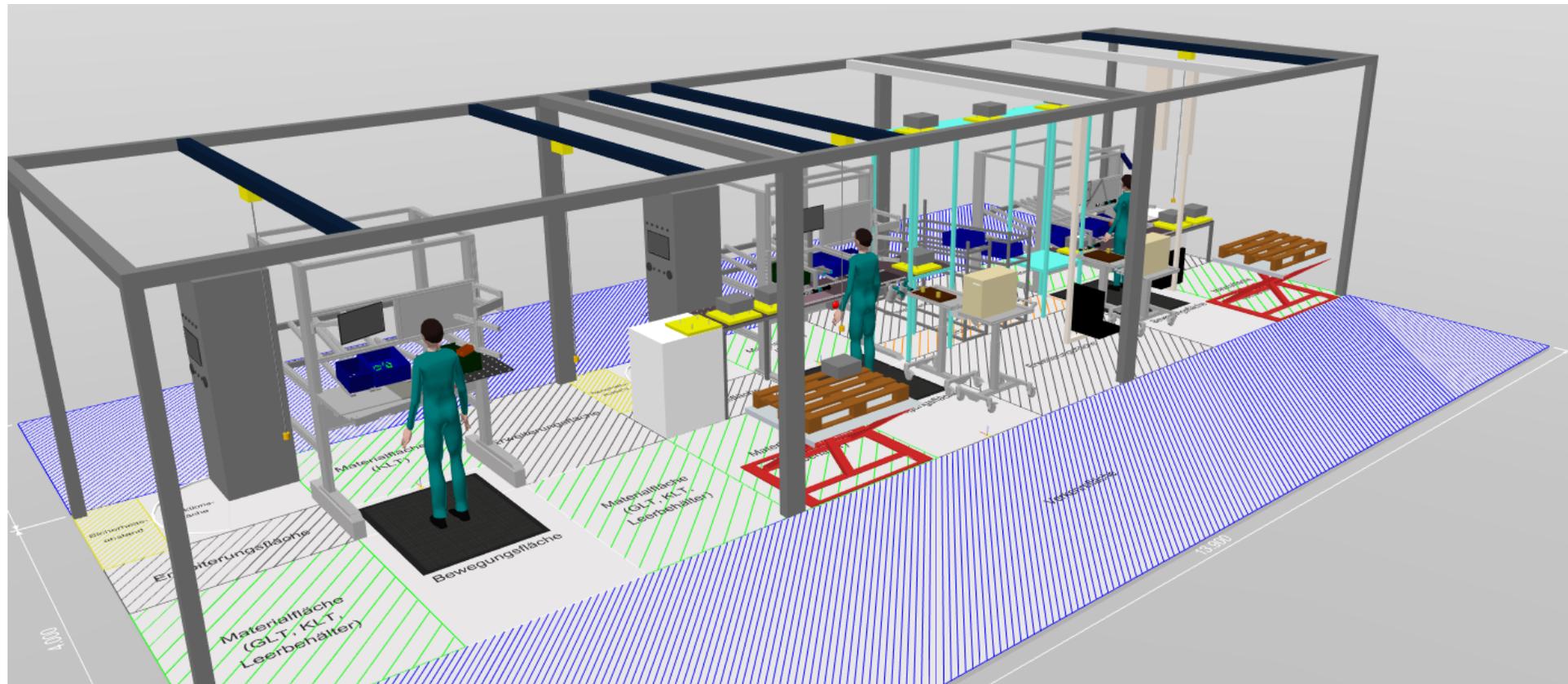
## Beispiel ergonomische Arbeitsgestaltung: Einlegen manuell und mit Handhabungsgerät

- **Prüfung** der Ausführbarkeit für Standardwerker und „kleinste“ Frau
- **Identifizierung** von Ergonomieschwerpunkten
- **Ableitung** von Ergonomiemaßnahmen zur **Belastungsreduzierung** und Sicherstellung der **Erträglichkeit**



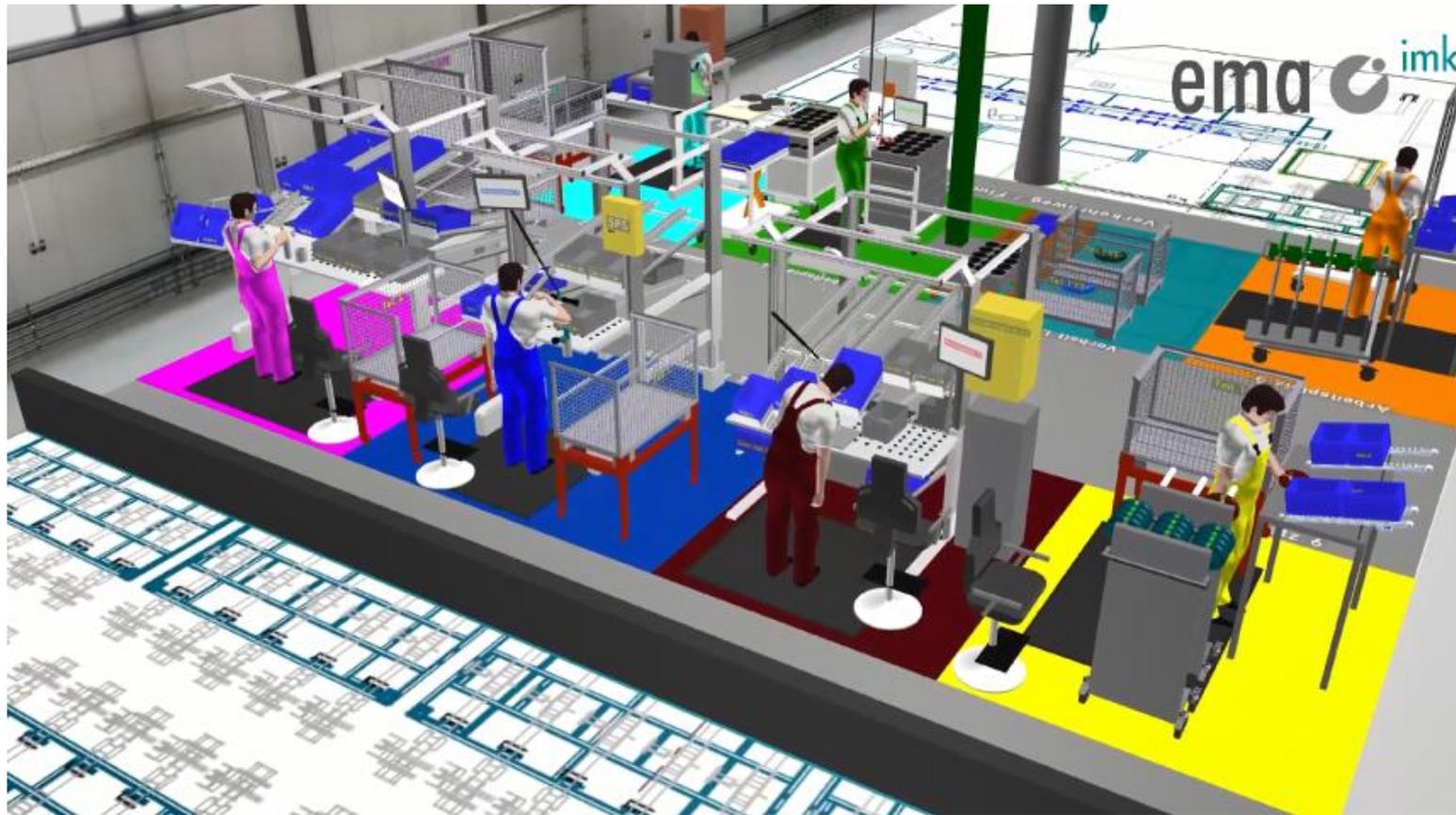
## Beispiel Komponentenfertigung

- Beispiele zur Maßnahmengestaltung für Sicherstellung eines fähigkeitsgerechten Einsatzes von Mitarbeitern





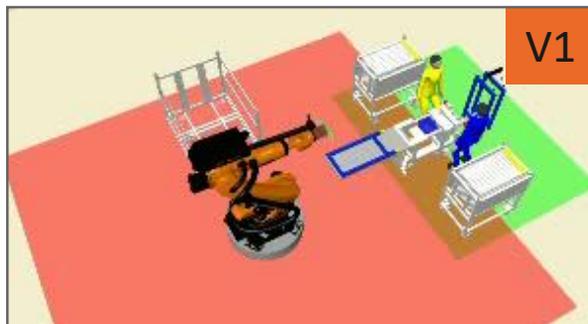
Partizipatives Arbeitsplatz-Design für Mitarbeiter mit Einschränkungen in der Komponentenfertigung Daimler Truck AG



Anwenderbericht online unter: <https://imk-automotive.de/referenz-daimler-truck-ag.html>

Mensch-Roboter-Kollaboration: Planung & Umsetzung

Planungsentwürfe und Workshopideen



V1

erster Entwurf

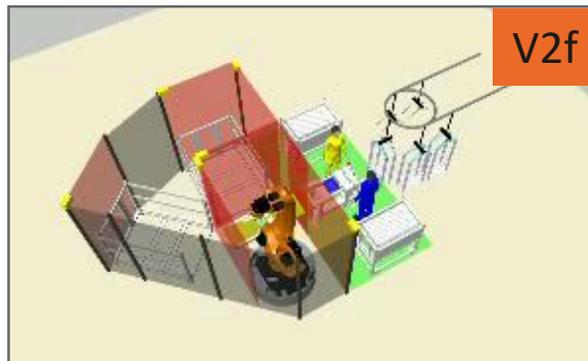
- ein Ladungsträger, mittiger Roboter



v3b

alternativer Roboter

- Roboter KR 20-3 an Decke montiert



V2f

verbessertes Layout

- Lichtvorhänge, Ladungsträger Typ A



v2i

finale Layout

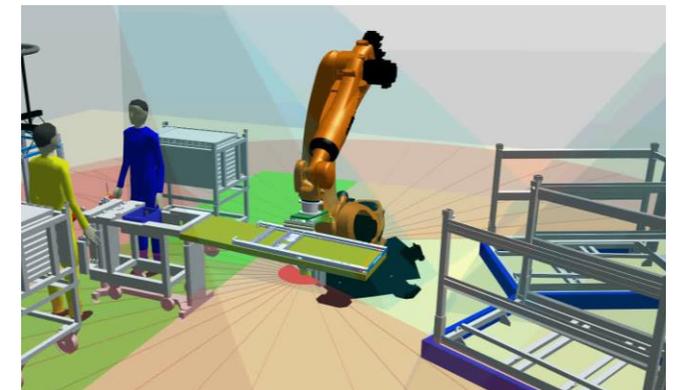
- KR 120 plus Sicherheitsausrüstung



↓ Taktzeit: -47%

↓ Ergonomie: -33%

Finale Umsetzung

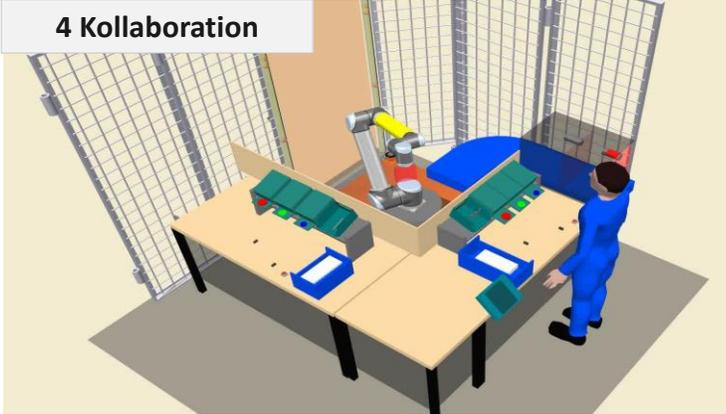
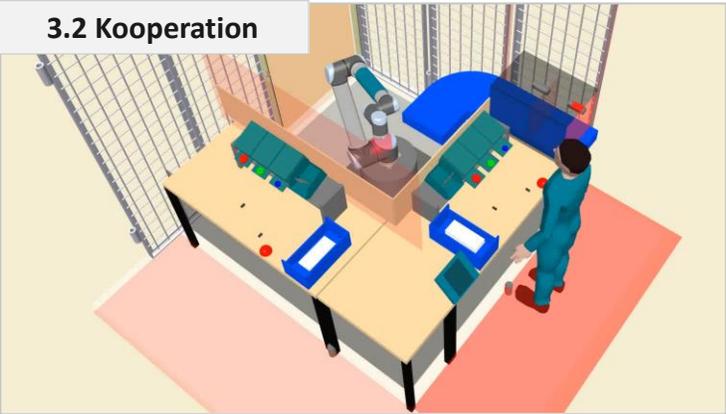
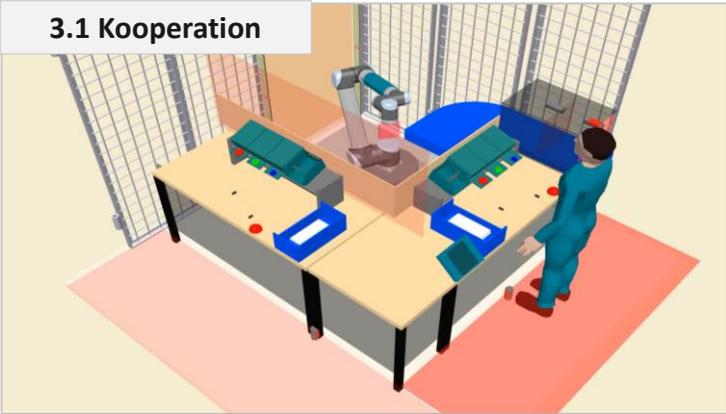


ema-Simulation (November 2016)



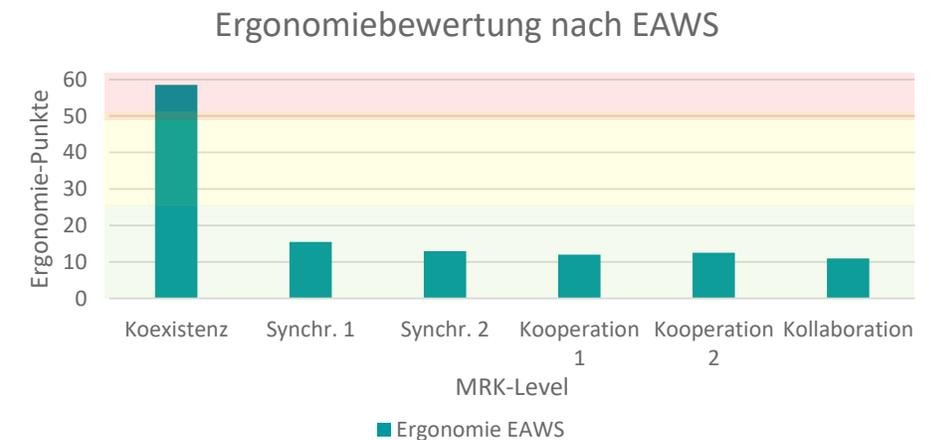
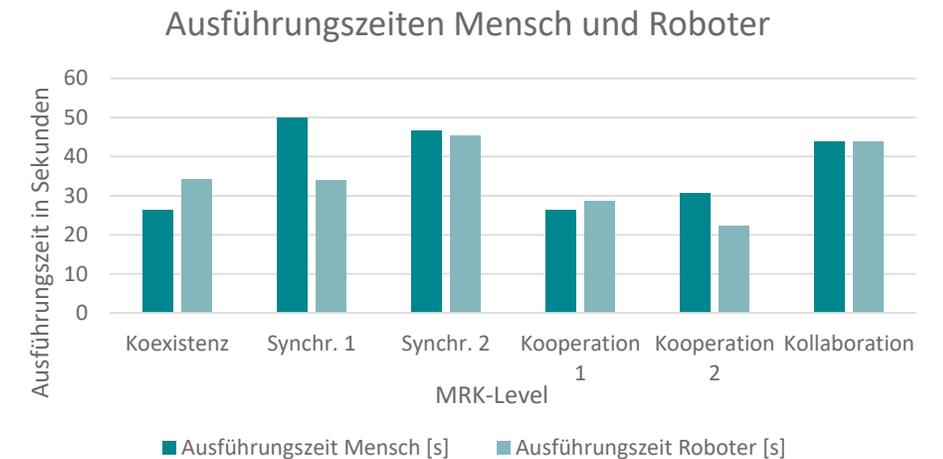
Normalbetrieb (August 2017)

### Vergleich verschiedener MRK-Level und notwendiger arbeitsgestalterischer Maßnahmen



Ergonomische und zeitliche Auswertung der MRK-Level

MRK-Level	Koex.	Sync. 1	Sync.2	Koop.1	Koop.2	Koll.
Taktzeit Mensch [s]	28	52	49	30	33	46
Ausführungszeit Mensch [s]	26,3	49,9	46,5	26,3	30,6	43,70
Ausführungszeit Roboter [s]	34,1	33,8	45,2	28,6	22,3	43,70
Taktausgleichszeit	1,7	2,1	2,5	3,7	2,4	2,30
Auslastung	94%	96%	95%	88%	93%	95%
Takte / Produkte	943	508	539	880	800	574
Wartezeiten auf Roboter [s]	0	14,3	9,9	12,2	9,5	18,5
Ergonomie EAWS	59	16	13	12	13	11
Sektion 1: Haltungen	15,5	15,5	13,0	12,0	12,5	11,0
Sektion 2: Kräfte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sektion 3: Lasten	43,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Platzbedarf Roboter [m <sup>2</sup> ]	2,4	2,3	5,0	4,0	3,8	2,4





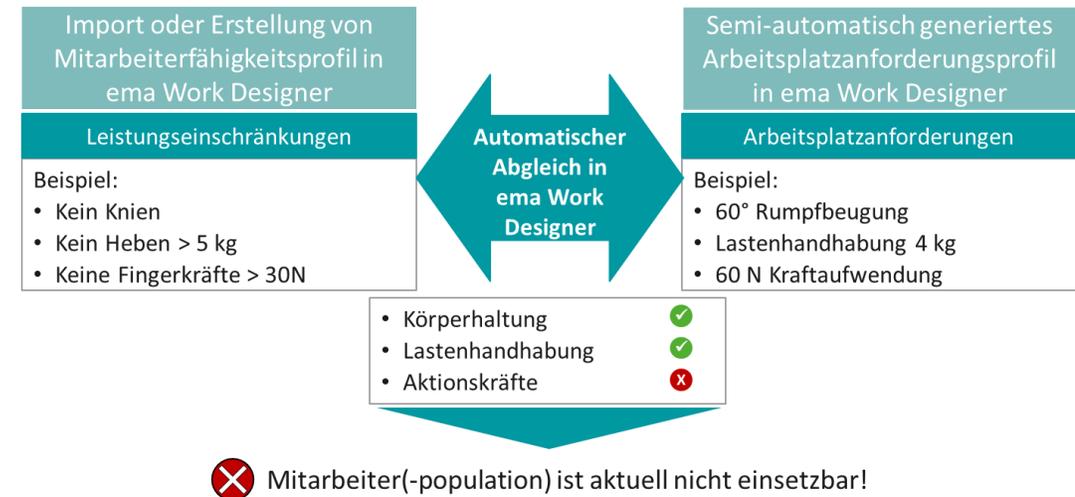
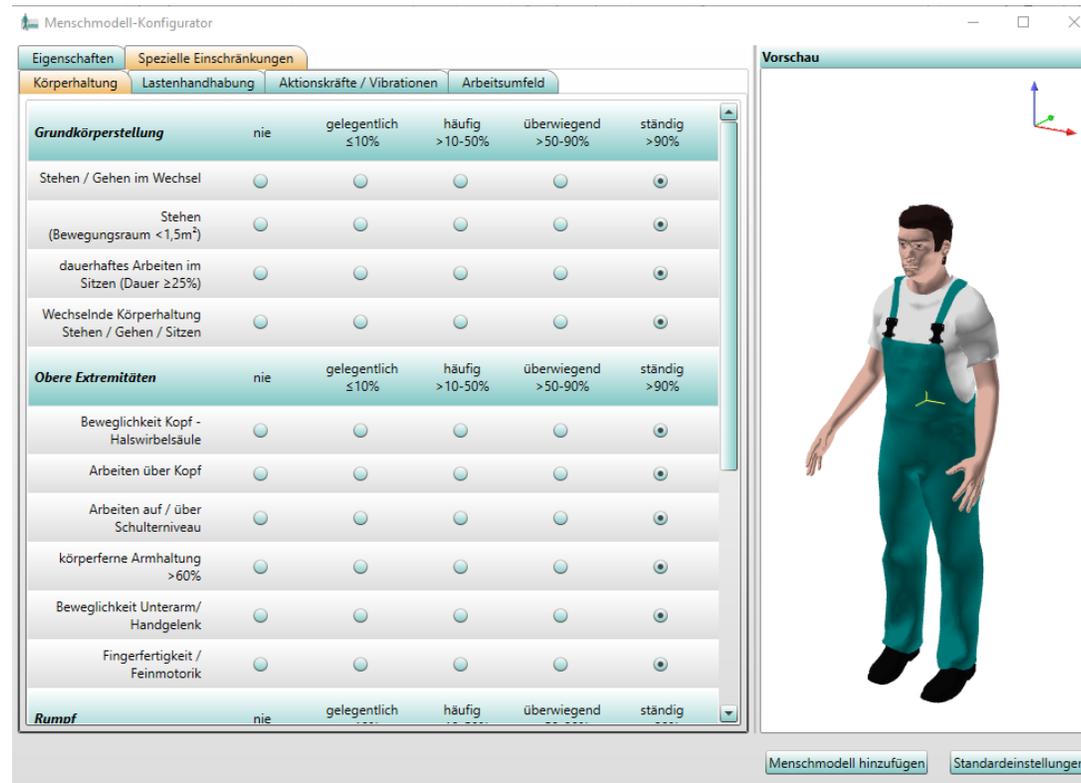
I Grundlagen, Methoden & Instrumente fähigkeitsgerechter Arbeitsgestaltung

II Digitale Planung fähigkeitsgerechter Arbeitsplätze: Funktionen & Beispiele

III Ausblick neuer Funktionen zur digitalen Arbeitsgestaltung

## Ausblick: Mitarbeiterfähigkeitsprofile und weiterführendes Matching

- **Import** sowie **Auswahl von Mitarbeiterfähigkeitsprofilen** im emaWD
- **Matching** des Arbeitsplatzanforderungsprofils und Mitarbeiterfähigkeitsprofils **mit Einsatzanalyse**



## Ausblick: neues Menschmodell und weitere Ergonomieverfahren

- Neues Menschmodell (ema 2.0)
  - Realitätsgetreuere Visualisierung
  - Aktualisierte deutsche Perzentile nach DIN 33402-2: 2020
  - Weitere Populationen: China, Japan, Mexiko, Nord-Amerika, ...



Zusammengesetzter Lasten-Index (CLI)												
#	STLI	FILI										
1	3.6	2.7										
2	1.5	1.1										
3	1.5	1.1										
Relevante Last-Fälle												
#	Objekt(e)	avg. [kg]	max. [kg]	LC [kg]	HM	VM	DM	AM	CM	FM	STRWL	FIRWL
1	10 kg_V=500mm; H=400 mm	25.0	25.0	23.0	0.6	0.8	0.9	1.0	1.0	0.8	7.0	9.3
2	10 kg_V=500mm; H=500mm	10.0	10.0	23.0	0.6	0.8	0.9	1.0	1.0	0.8	6.7	9.0
3	10 kg_V=500mm; H=630mm	10.0	10.0	23.0	0.6	0.8	0.9	1.0	1.0	0.8	6.7	9.0

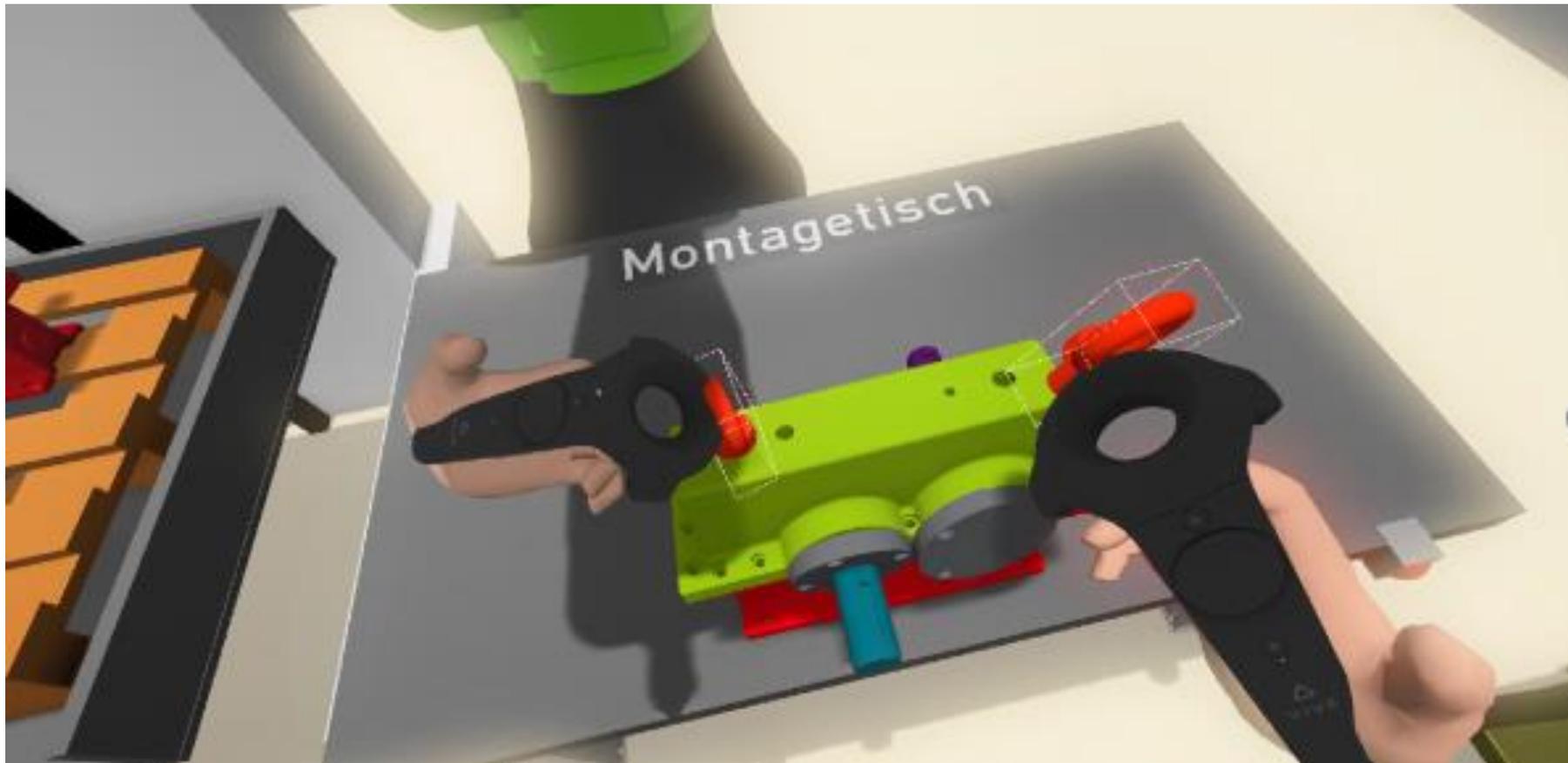
  

Last-Fälle													
#	relevant	Distanz [m]	Dauer [s]	H Start	V Start	H Ziel [m]	V Ziel [m]	A Ziel [m]	A Ziel [°]	Häufigk	Dauer [s]	Kontakt	Kommentar
1	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	3.1	43.2	1.1	45.2	37.0	36.6	0.0	1.0	0.4	mittel (gute Form)	
2	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	2.9	44.5	0.4	53.5	36.8	36.4	0.0	1.0	0.4	mittel (gute Form)	
3	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	4.6	44.4	0.8	61.2	38.9	38.0	0.0	1.0	0.4	mittel (gute Form)	

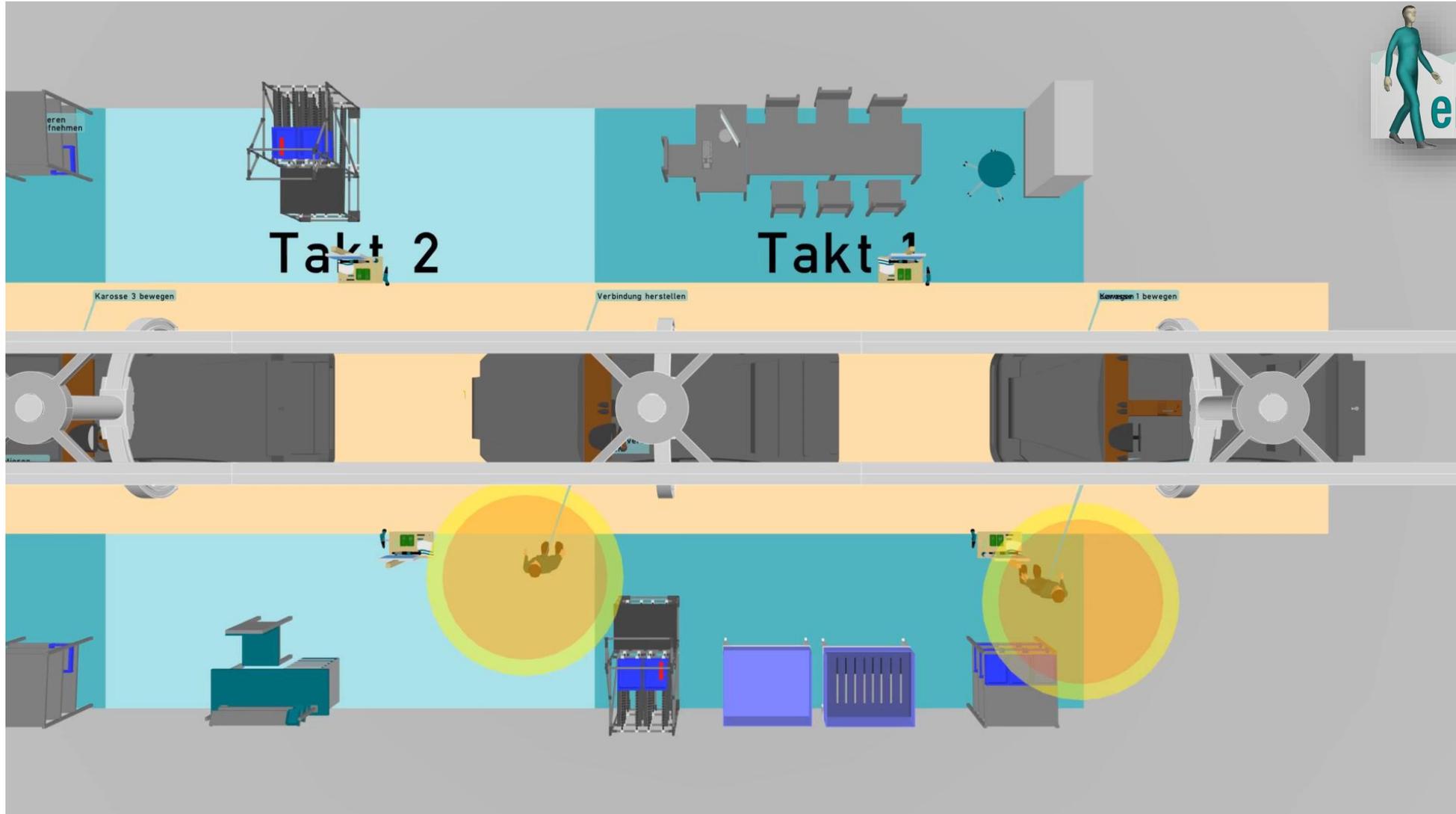
Konzeptstand

- Weitere Ergonomieverfahren mit automatischer Bewertungsgenerierung (u. a. NIOSH)

## Selbsterfahrung mittels VR



ema Szenario in Visionary Render





Vielen Dank für Ihr Interesse.

imk automotive GmbH



### Kontakt

Michael Spitzhirn  
Fachreferent Virtuelle Ergonomiemethoden  
Koordinator Forschung & ema Education  
Mobil: +49 (0)151 289 00 775  
michael.spitzhirn@imk-automotive.de  
www.imk-automotive.de