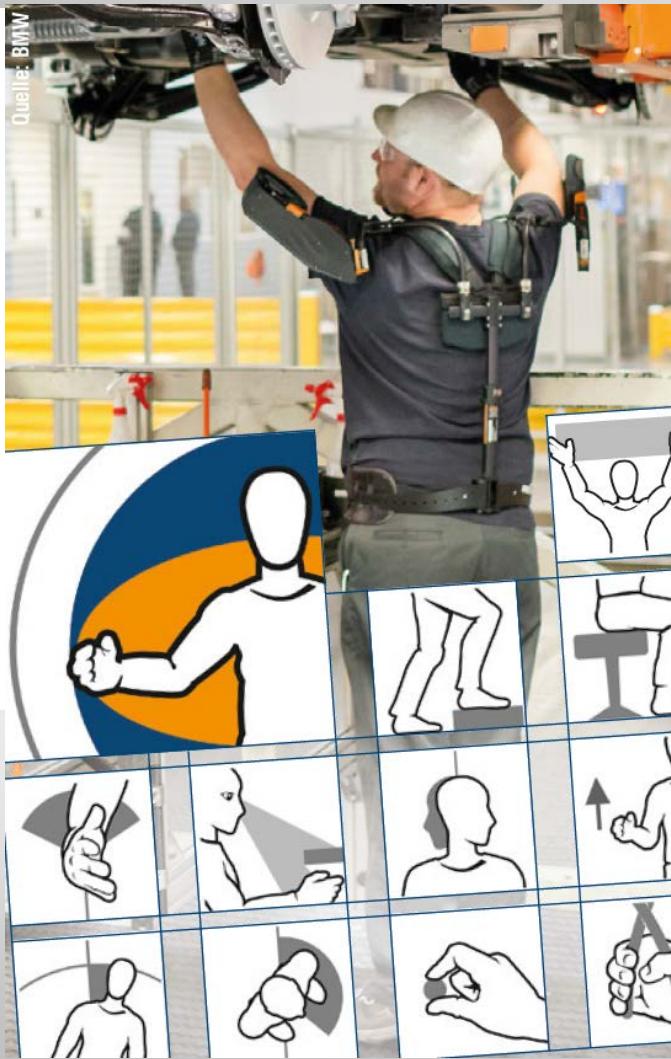


Dr. Thomas Finsterbusch



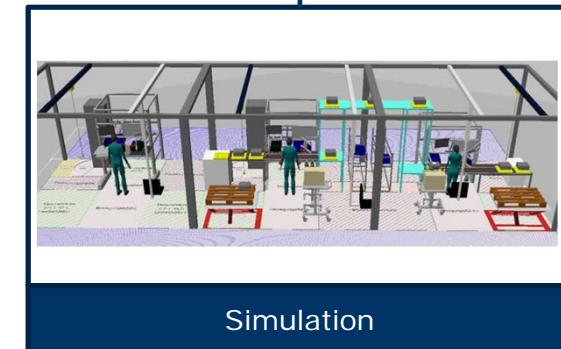
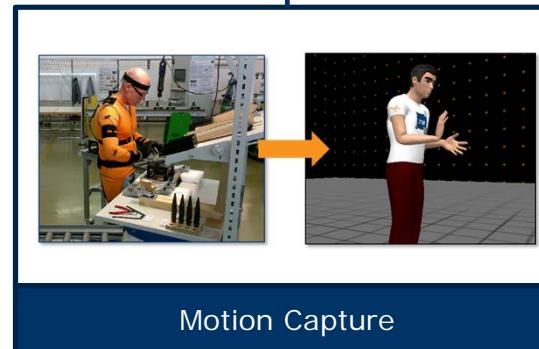
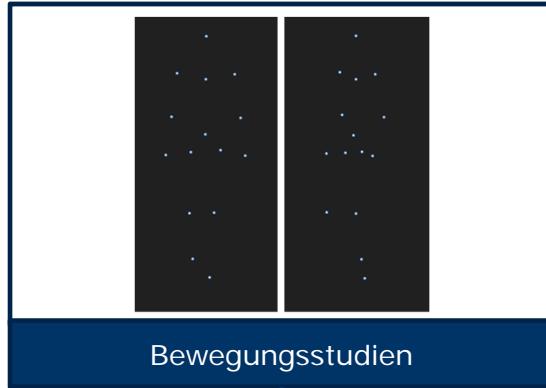
Digitale Bewegungsdaten als Grundlage der integrativen Planung und Gestaltung menschlicher Arbeit

6. Fachtagung Arbeitsplanung und Prävention

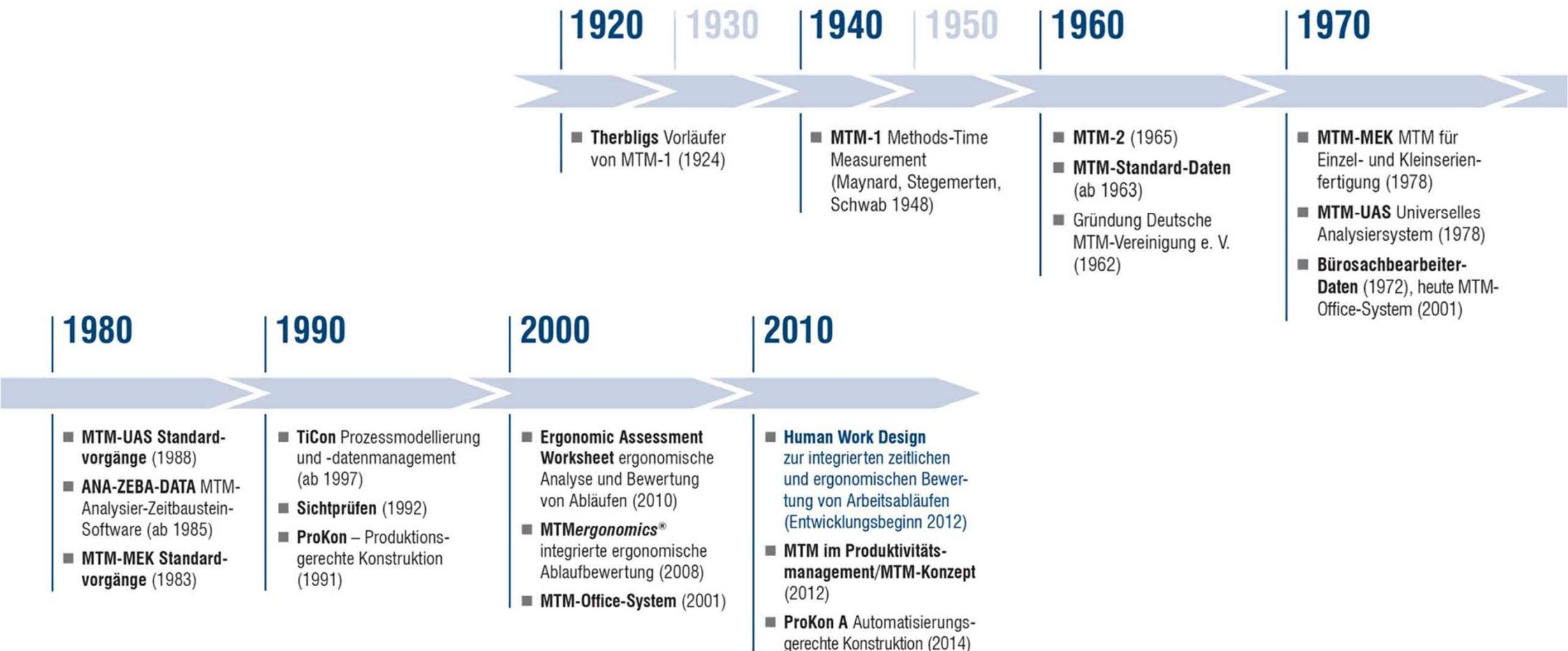
20. März 2019

Mainz, Deutschland

Beschreibung und Bewertung menschlicher Arbeit



Rückblick



Wie alles begann

Therbligs			MTM-1 (MTM-Grundbewegungen)
Bezeichnungen und Kurzzeichen	Zeichen	Bewegungs- klassifikation	
1 Bewegen ohne Last (Transport Empty TE)	(hohle Hand	II. grobe Bewegungen
2 Bewegen mit Last (Transport Loaded TL)	Ⓐ	Hand mit Inhalt	Bringen B (Move)
3 Suchen (Search SH)	△	suchendes Auge	III. zögernde Bewegungen
4 Auswählen (Select ST)	▷	zeigt auf einen Gegenstand	Greifen G (Grasp)
5 Greifen (Grasp G)	○	unbelasteter Magnet	
6 Einrichten (Position P)	⊖	aufgestellter Kegel	
7 Vorrichten (Preposition PP)	⊕	Hand platziert einen Gegenstand	Fügen P (Position)
8 Fügen (Assemble A)	♯	zusammenfügen zum Gestell	
9 Ausführen (Use U)	□	vom englischen USE	Prozesszeit PT (Process Time)
10 Demontieren (Disassemble DA)	⊖	vom Gestell entfernen	Trennen D (Disengage)
11 Loslassen (Release Load RL)	○	umgekehrte Handfläche	Loslassen RL (Release)
12 Überlegen (Plan PN)	⊖	an die Stirn tippen	Blickverschieben ET (Eye Travel), Prüfen EF (Eye Focus)
13 Prüfen (Inspect I)	○	Linse	
14 Halten (Hold H)	⊖	haltender Magnet	
15 Erholen (Rest for overcoming Fatigue R)	⊖	ruhende Figur	
unvermeidbare Verzögerung (Unavoidable Delay UD)	⊖	Figur fällt auf die Nase	IV. Verluste
vermeidbare Verzögerung (Avoidable Delay AD)	⊖	schlafende Figur	keine adäquaten Prozessbausteine bei MTM
keine adäquaten Therbligs			Drücken AP (Apply Pressure) Drehen T (Turn) div. Körper-, Bein-, Fußbewegungen

Deutsche MTM-Vereinigung e.V.

Handbuch Industrial Engineering, Abbildung I-055



Quelle: James S. Perkins: The Original Films of Frank B. Gilbreth,

Das „Urmeter“ von MTM - Prozessbausteinsystem MTM-1

Drehen – T (Turn)

Kode	Kraftaufwand/Gewicht (daN/kg)	Normzeitwerte in TMU für Drehwinkel										
		30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
T-S klein:	≤ 1	2,0	3,5	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8	7,4	8,1	8,7	9,4
T-M mittel:	> 1 bis ≤ 5	4,4	5,5	6,5	7,5	8,5	9,6	10,6	11,6	12,7	13,7	14,8
T-L groß:	> 5 bis ≤ 16	8,4	10,5	12,3	14,4	16,2	18,2	20,4	22,2	24,3	26,1	28,2

Körper-, Bein- und Fußbewegungen

Kode	TMU	Bewegungspläne	Beschreibung der Bewegungen
FM	8,5	bis 10 cm	Fußbewegung Drehachse: Knöchel
FMP	19,1		Fußbewegung mit starkem Druck
LM-	7,1	bis 15 cm 0,5	Beinbewegung Drehachsen: Knie- oder Hüftgelenk in beliebige Richtung
SS-C1	17,0	< 30 cm jeder weitere cm	Seitenschritt: seitliche Verschiebung der Körperachse Hinlangen oder Bringen analysieren
SS-C2	34,1	30 cm 0,4	Fall I: Der Seitenschritt ist beendet, wenn das bewegte Bein wieder auf dem Boden steht. Fall II: Das nachgezogene Bein muss den Boden wieder berühren, bevor die folgende Bewegung ausgeführt werden kann.
TBC1	18,6		Körperdrehung nach links oder rechts um 45° bis 90°
TBC2	37,2		Fall I: Die Körperdrehung ist beendet, wenn das bewegte Bein wieder auf dem Boden steht. Fall II: Das nachgezogene Bein muss den Boden wieder berühren, bevor die folgende Bewegung ausgeführt werden kann.
B, 5, KOK	29,0		Beugen, Bücken oder Kriechen auf ein Knie
AB, AS, AKOK	31,9		Aufrichten vom Beugen, Bücken, Kriechen auf ein Knie
AKB	69,4		Knien auf beide Knie
AKBK	76,7		Aufrichten vom Knien auf beiden Knien
SIT	34,7		Setzen
STD	43,4		Aufstehen
W - P	15,0	pro Schritt	Gehen
W - PO	17,0	pro Schritt	Gehen behindert und /oder mit Last > 23 kg

Original MTM-Karte 101 A von 1955 – Urheberrechte bei der U.S. MTM Association
Die Angaben in Kursivschrift sind Zusätze zu dieser Karte dar.
Urheberrechtlich geschützt – Nachdruck verboten – Copyright © 1955 ... © 2008
Eingetragen in die Urheberrolle des Deutschen Patentamtes unter Nr. 59

MTM-1 Datenkarte

Deutsche MTM-Vereinigung e. V.
Elbchaussee 352, 22609 Hamburg
Telefon: +49 40 822779-0
Telefax: +49 40 822779-79
institut@dmmtm.com

Ohne gründliche Ausbildung können der Gebrauch dieser MTM-Normzeitwertkarte und jede andere Anwendung von MTM zu falschen Resultaten führen

Zeiteinheiten	TMU	Sekunden	Minuten	Stunden
	1	0,036	0,0006	0,00001
27,8	1			
1 666,7		1		
100 000			1	

Gleichzeitige Bewegungen

Trennen D	Fügen P	Greifen G	Bringen M	Hinlangen R	Zeiteinheiten																
					2	18	1NS	1SS	1S	4	1B	1A	2	C	B	A	Bm	C	D	E	A
Hinlangen D	E	O	D	E	D	E	O	W	O	W	O	W	O	W	O	W	O	W	O	W	
Bringen M	A, E	R	C, D	B	A, Bm	B	C														
Greifen G	1A, 2, 5																				
Fügen P	1S, 2S																				
Trennen D	1E, 1D	Z																			

Möglichkeiten der gleichzeitigen Ausführung:

- = leicht
- = mit Übung
- = schwierig, Benutzung von zwei Händen erforderlich
- = schwerig zu handhaben
- = schwierig zu handhaben

W: innerhalb des normalen Blickfeldes
O: außerhalb des normalen Blickfeldes
E: einfach zu handhaben
D: schwierig zu handhaben

Grundbewegungen, die in dieser Tabelle nicht enthalten sind:
T Drehen: Normalerweise leicht mit allen Grundbewegungen, außer, wenn das Drehen kostspielig ist, weil es während eines Hinlangens vorkommt
AP Drücken: Jeden Fall unterschiedlich
P3 Fügen: Immer schwierig
D3 Trennen: Normalerweise schwierig
RL Loslassen: Immer leicht
D Trennen: jede Fassungsklasse kann schwierig sein, wenn Übung bzw. Vorarbeit erforderlich ist wegen Verletzungs-/Beschädigungsgefahr

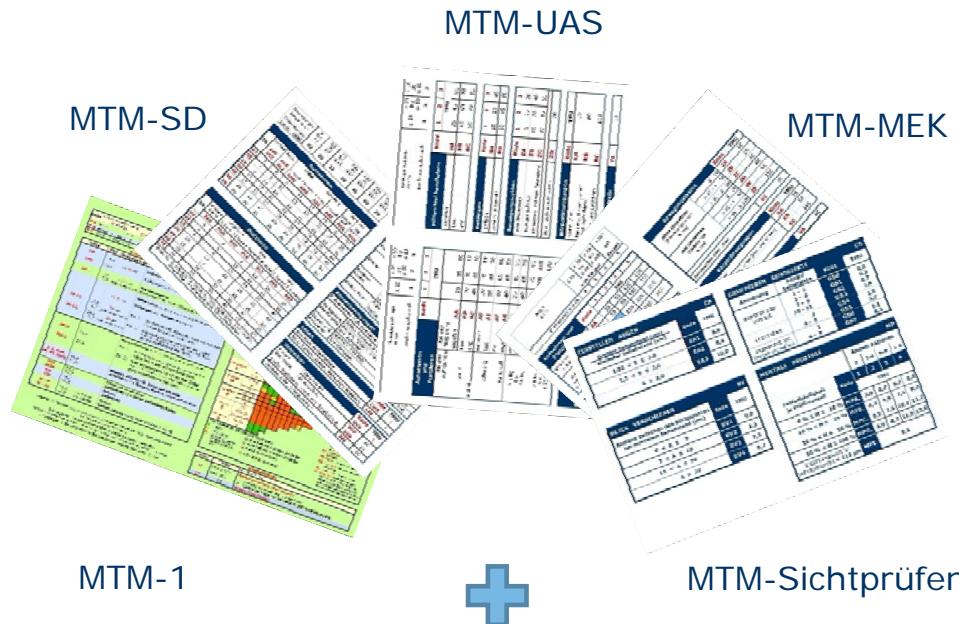
Blickfunktionen

Kode	TMU	Beschreibung
		ET
EF	7,3	■ = Abstand zwischen den Blickpunkten D = Abstand der Augen von der Verbindungslinie der Blickpunkte Prüfen (Eye Focus)



Quelle: Deutsche MTM-Vereinigung e.V.: Nachgedacht - Richtig gemacht

Prozesssprache MTM



MTM-Logistik sowie betriebliche Prozessbausteinsystem

Merkmale zur Charakterisierung der Prozessbedingungen	Prozesstyp 1 repräsentiert durch Mengenfertigungen	Prozesstyp 2 repräsentiert durch Serienfertigungen	Prozesstyp 3 repräsentiert durch Einzelfertigung
Zyklik	permanent kurzyklische Wiederholungen	begrenzt längerzyklische Wiederholung	keine zyklische Wiederholung
Ablauinformation	Bewegungsablauf (Grundbewegungen)	Teilablauf (Rahmenbedingungen des Prozesses)	Gesamtablauf (Rahmenbedingungen des Prozesses)
Arbeitsplatz	für eine definierte Produktvariante	für definiertes Produktspektrum	für nahezu beliebige Prozesse und Produktvarianten
Versorgungsprinzip des Arbeitssystems	Bringprinzip	Holprinzip mit Bereitstellung	Holprinzip
Arbeitsweisenstreuung	gering	mittel	hoch
Methodenniveau	hoch	mittel	niedrig
	MTM-1	MTM-HWD® SD-BW/MTM-2	MTM-UAS
			MTM-MEK

EAWS - Ergonomic Assessment WorkSheet

Verfahren zur Bewertung des **biomechanischen Risikos** manueller Arbeit basierend auf den **physischen Belastungen** des **Körpers** und der **oberen Extremitäten**.

Ergonomic Assessment Worksheet V1.3.5		
0-25 Punkte	Grün	
>25-50 Punkte	Yellow	
>50 Punkte	Rot	
Gesamt-Körper		obere Extremitäten

Ergonomic Assessment Worksheet V1.3.5		
Bewertung: Anstrengung (rot = Schlecht)		
Bewertung: Schmerz und Anstrengung (grün = Gute)		
Bewertung: Körper und Arme (gelb = Mittig)		
Bewertung: Gesamtbewertung (gelb = Mittig)		



Ergonomic Assessment Worksheet V1.3.5 (Körper)		
Bewertung: Körper und Arme (grün = Gute)		
Bewertung: Körper und Arme (gelb = Mittig)		
Bewertung: Körper und Arme (rot = Schlecht)		



Ergonomic Assessment Worksheet V1.3.5 (Arme)		
Bewertung: Arme und Hände (grün = Gute)		
Bewertung: Arme und Hände (gelb = Mittig)		
Bewertung: Arme und Hände (rot = Schlecht)		



Duration
of load

Intensity of
load

R

EAWS kann angewandt werden

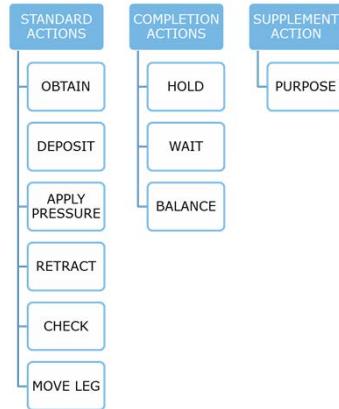
- **prospektiv, präventiv und korrektiv und**
- ist ein wirksames Instrument zur Ermittlung **ergonomischer (biomechanischer) Risiken**.

MTM-HWD® - Human Work Design

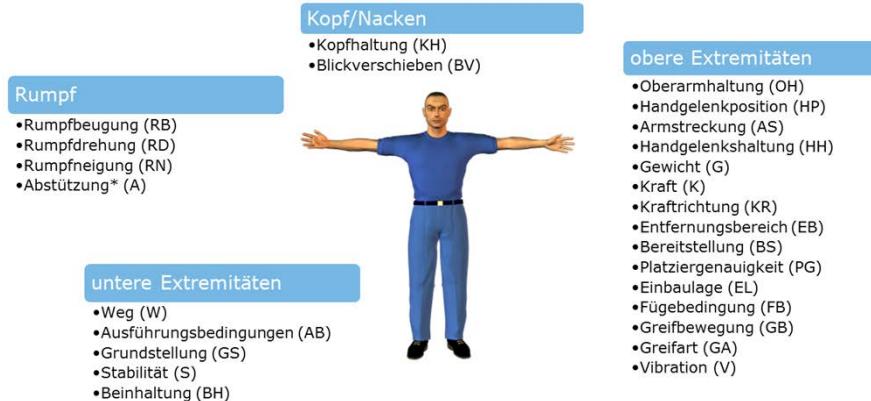


MTM-HWD® - Human Work Design

1. Prozessbausteine



2. Einflussgrößen



3. Analyse

Bezeichnung	Objekt	Allgemeines		Weg	untere Extremitäten		Rumpf		Kopf/Nacken		Prozessbedingungen						obere Extremitäten		Entfernungsbereich	Bereitstellung	Platziergenauigkeit	Einbaulage	Fügebedingung	Greifart	Kontakt Zulassen Umfassen	Vibration	Mengen und Zeitwerte
		Aktion	Hand/Bein		Ausführungsbedingungen	Grundstellung	Beinhaltung links/rechts	Rumpfbeugung	Rumpfdrehung	Rumpfnieigung	Kopfhaltung	Blickverschieben	Oberarmhaltung	Armstreckung	Handgelenkshaltung	Gewicht [kg]	Kraftrichtung	Entfernungsbereich	Platziergenauigkeit	Einbaulage	Fügebedingung	Greifart	Kontakt Zulassen Umfassen	Vibration			
	Tell	OBTAIN	DEPOSIT	links	Verhant	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Prozesszeit [TMU]
	Weber	RETRACT	APPLY PRESSURE	rechts	Verhant	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	$\sum HWD-Zwischenwert$
	Stuhl	CHECK	HOLD	HOFFEN	Stuhlkante Hand	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	Anzahl Merker
	Werkzeug	HOLD	WAIT	HOFFEN	Werkzeug Hand	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Menge [Stk.]
	Transportbox				Stabilität	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	Häufigkeit
Teil aufnehmen		1 2	BALANCE	PURPOSE	Werkzeug	6	2	6	6	A1	6	6	A2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	=	Aktionzeit [TMU]
		3 4				6	2	6	6		6	6		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	=	

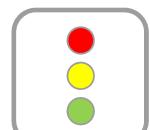
4. Ergebnisse



Ablauf



Zeit

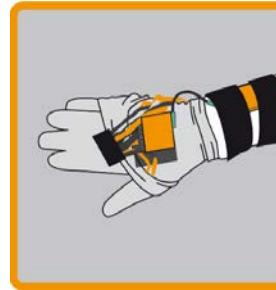
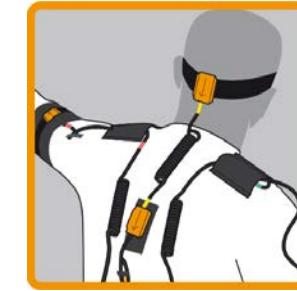


Ergonomie



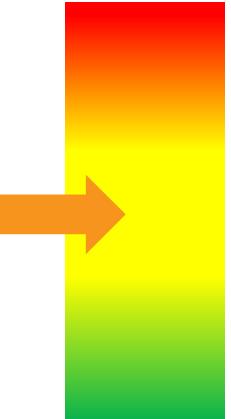
Produktivität

Motion Capture Anzug von AXS



Ergonomiebewertung auf Basis Motion Capture

1. Bewegungsdaten → 2. Menschmodel → 3. Bewegungserkennung → 4. Ergonomiebewertung

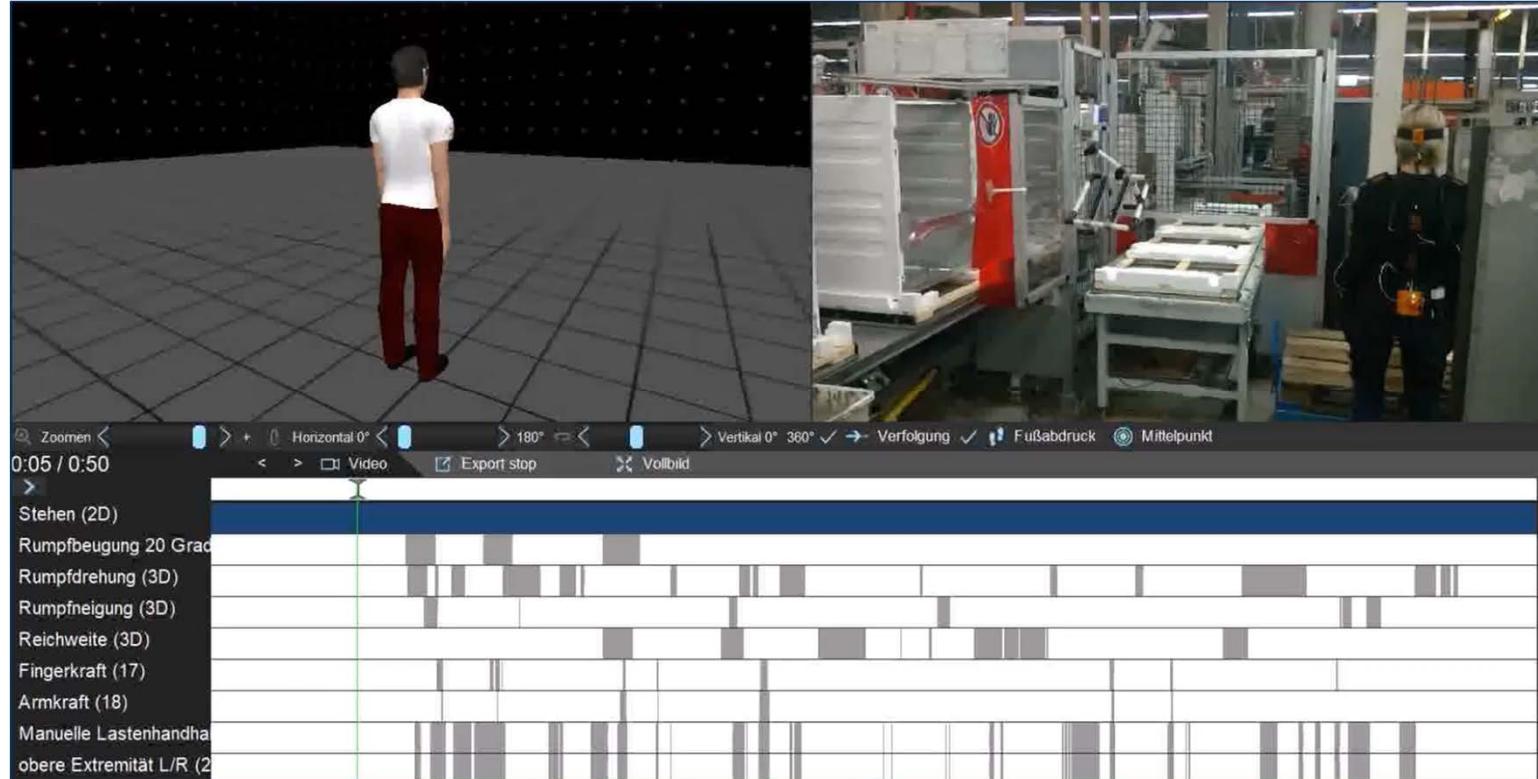


1. Bewegungsdaten: Tracking mit MoCap Anzug (AXS)



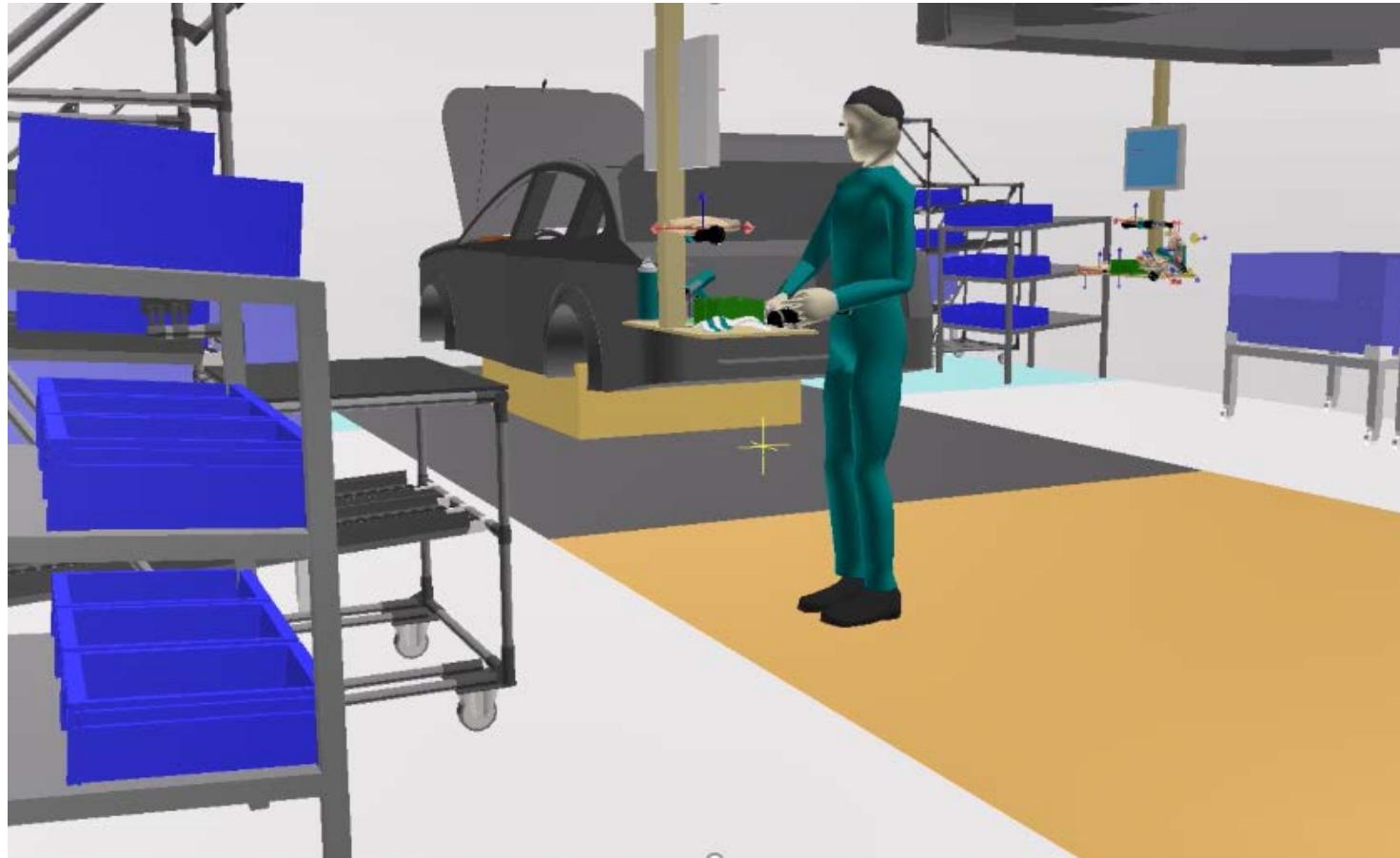
Quelle: Miele

2. Menschmodel & 3. Bewegungserkennung



Quelle: Miele

Simulation (ema)



Quelle: imkautomotive

Brand new: MTM-1 Base (seit Januar 2019)

MTM E-Learning Plattform



www.dmtm.com



Nutzen:

- Verkürzte Ausbildungsdauern:
E-Learning MTM-1 Base → MTM-UAS
- kürze Abwesenheitszeiten
- Mehrsprachig verfügbar (DE, EN, ES/MX, PT, CN)
- Einfacher Zugang zur MTM-Ausbildung aus internationalen Standorten
- Weltweit einheitliche Struktur & Verbreitung von MTM
- günstigere Preise bei den MTM Abschlüssen

Kontakt

Programm jetzt online!
Wählen Sie einen Tag – oder beide zum Vorzugspreis

pushing you further

EXCELLENCE IN
MANUFACTURING

9./10. Mai 2019 in Heilbronn →

MTM- und TiCon-Anwenderkonferenz



Dr. Thomas Finsterbusch
Leiter MTM-Akademie

Deutsche MTM-Vereinigung e.V.
Elbchaussee 352
22609 Hamburg, Deutschland
Tel.: +49 40 822779-0
www.dmtm.com

www.dmtm.com/newsletter

