

The background of the slide is a blue-tinted image of a person wearing a white hard hat and a plaid shirt, interacting with a large, complex digital interface. The interface is filled with various data visualizations, including line graphs, bar charts, pie charts, and icons, suggesting a virtual reality or augmented reality environment used for ergonomic assessment.

Praktische Ergonomiebewertung mit EAWS® in der virtuellen Realität

Prof. Dr. Peter Kurlang, Constantin Eckart, MTM ASSOCIATION e. V.

Fachtagung Arbeitsplanung und Prävention

Berufsgenossenschaft Holz und Metall, Triefenstein-Lengfurt, 31. März 2025

Inhalt

Kurzvorstellung MTM - Methode und Organisation

Verschiedene Technologie der Arbeitsgestaltung – Bedeutung der Zeit

Praktische Anwendung von halocline und MTMmotion®

Q&A

Zwei Aspekte von MTM (Methods-Time Measurement)

Methode



MTM-Prozesssprache

- Ganzheitliche Beschreibung, Bewertung und Gestaltung menschlicher Arbeit
- Grundlage für (Ressourcen-) Kalkulation
- Weltweit anerkannter Leistungs- und Ausbildungsstandard

Die MTM-Normleistung wird von den Sozialpartnern anerkannt und wertgeschätzt!

Organisation



Auftrag des gemeinnützigen Industrieverbands

- Verbreitung, Weiterentwicklung des MTM-Standards
- Weltweit einheitliche Ausbildungen, zertifizierte Abschlüsse
- Inhaber der Markenrechte

MTM ASSOCIATION e. V.

Ausbildung, Beratung, Forschung und Software – aus einer Hand!

Zahlen – Daten – Fakten

240

**Mitgliedsunternehmen
von A wie Airbus
bis Z wie Zollner**

6.000

**Zertifikate (MTM und
EAWS®) pro Jahr
(Präsenz, Webinar und
E-Learning)**

200

**Betriebsverein-
barungen zu
Methodeneinsatz
und Entgelt**

5.000

**Lizenzen für die MTM-
Software TiCon mit ca.
25.000 Usern weltweit**

4.000

**Projekte zur
Verbesserung der
Wettbewerbsfähigkeit**

2.000

**Personenjahre
Expertise in Beratung
und Ingenieurdienst-
leistung**

Wie funktioniert MTM?

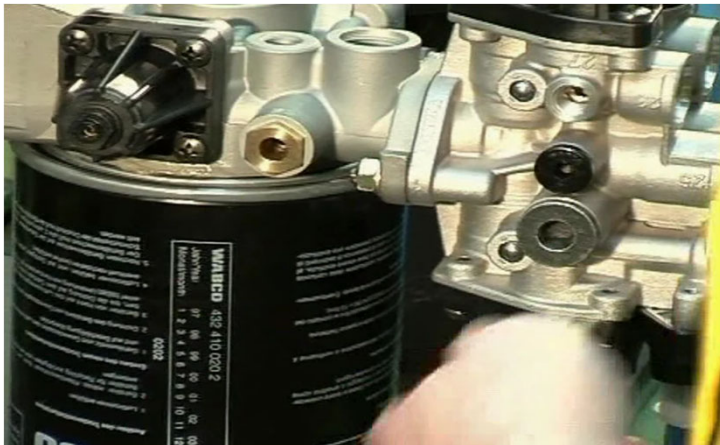
Wie entsteht ein Arbeitsstandard?



Planung oder Beobachtung des Arbeitsinhalts



Ventilstutzen an Kompressor montieren und mit Drehmomentschlüssel festziehen.



Modellierter Sollablauf und Grundzeit (285 TMU ≈ 10s)

Entfernung (cm)	0 ≤ 20	20 ≤ 50	50 ≤ 80
Aufnehmen und Platzieren	AF1 (40 TMU)	AF2 (65 TMU)	AF3 (80 TMU)
...
Hilfsmittel handhaben	HB1 (40 TMU)	HB2 (60 TMU)	HB3 (75 TMU)
...

MTM-Datenkarte
z.B. MTM-UAS

Auswahl der Prozessbausteine und Modellierung des Ablaufs



MTM		MTM Analysis										File No. _____				
		<input type="checkbox"/> Planning Analysis <input checked="" type="checkbox"/> Production Analysis										Sheet _____				
Code		D	Z	7	0	5	.	0	5	.	.	5				
Description		Ventilstutzen an Kompressor montieren														
No.	Description	Code	TMU	Q x F	Total TMU											
	Stutzen an Gewinde	AF2	65	1	65											
	manuell andrehen	ZA2	15	5	75											
	Drehmomentschlüssel	HB2	60	1	60											
	1. Hub	ZA1	5	1	5											
	2.-3. Hub	ZC1	30	2	60											
	Festziehen	ZD	20	1	20											
					Σ	285										

Menschliche Bewegungen & digitale Arbeitsgestaltung



Digitale Arbeitsgestaltung - MoCap and VR



Digitale Arbeitsgestaltung mit MTMmotion®

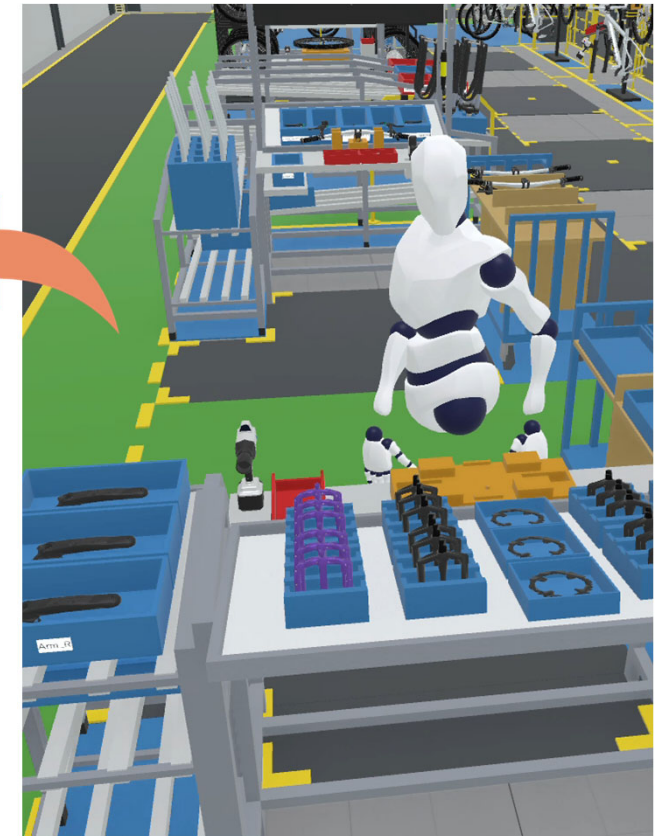


```

65  "c2": {
66    "c21": [
67      {
68        "ObjectName": "Chainring",
69        "ObjectID": 7,
70        "TimeStampStart": 1.17698836,
71        "TimeStampEnd": 1.67882216,
72        "Distance": 0.06771743,
73        "Side": "Left"
74      },
75      {
76        "ObjectName": "Pedal_Black_R",
77        "ObjectID": 0,
78        "TimeStampStart": 5.0688324,
79        "TimeStampEnd": 5.5816946,

```

Time Stamps	RA_ObjectName	RA_Movement	RA_Distance
5,07	Pedal_Black_R	ObtainObject	0,1
5,60	Pedal_Black_R	MoveObjectToPointOfUse	33,4
7,19	Pedal_Black_R	UseObject	6,8
10,77	Arm_R	ObtainObject	0,1
11,29	Arm_R	MoveObjectToPointOfUse	121,2
14,09	Arm_R	UseObject	6,6
16,85	Screw_M10	ObtainObject	0,1
17,38	Screw_M10	MoveObjectToPointOfUse	50,8
18,84	Screw_M10	UseObject	3,8
20,62	Screw_M10	ObtainObject	0,1
21,15	Screw_M10	MoveObjectToPointOfUse	44,0
22,40	Screw_M10	UseObject	8,1
32,56	WLAN Screwdriver	ObtainObject	0,1
33,09	WLAN Screwdriver	MoveObjectToPointOfUse	74,0
34,78	WLAN Screwdriver	UseObject	2,3



Digitale Arbeitsgestaltung mit MTMmotion®



Time Stamps		Right Arm		
TimeStart	RA_ObjectName	RA_Movement	RA_Distar	
5,07	Pedal_Black_R	ObtainObject	0,1	
5,60	Pedal_Black_R	MoveObjectToPointOfUse	33,4	
7,19	Pedal_Black_R	UseObject	6,8	
10,77	Arm_R	ObtainObject	0,1	
11,29	Arm_R	MoveObjectToPointOfUse	121,2	
14,09	Arm_R	UseObject	6,6	
16,85	Screw_M10	ObtainObject	0,1	
17,38	Screw_M10	MoveObjectToPointOfUse	50,8	
18,84	Screw_M10	UseObject	3,8	
20,62	Screw_M10	ObtainObject	0,1	
21,15	Screw_M10	MoveObjectToPointOfUse	44,0	
22,40	Screw_M10	UseObject	8,1	
32,56	WLAN Screwdriver	ObtainObject	0,1	
33,09	WLAN Screwdriver	MoveObjectToPointOfUse	74,0	
34,78	WLAN Screwdriver	UseObject	2,3	

MTM-UAS® Analysis

Generated MTM-UAS® analysis for Crankcase_V01.json

No.	Info	Description	Code	Infos	MTM-UAS®	MTMTech
				TMU	Q x F	Total TMU
1	ⓘ	insert, Chaining	AB2	45.0	1 * 1	45.0
2	ⓘ	insert, Pedal_Black_R	AB2	45.0	1 * 1	45.0
3	ⓘ	place, Arm_R	AB3	60.0	1 * 1	60.0
4	ⓘ	place, Screw_M10	AF3	80.0	1 * 1	80.0
5	ⓘ	screw in, Screw_M10	ZB1	10.0	1 * 1	10.0
6	ⓘ	place, Screw_M10	AF2	65.0	1 * 1	65.0
7	ⓘ	screw in, Screw_M10	ZB1	10.0	1 * 1	10.0
8	ⓘ	place, Screw_M10	AF2	65.0	1 * 1	65.0
9	ⓘ	screw in, Screw_M10	ZB1	10.0	1 * 1	10.0
10	ⓘ	place, Screw_M10	AF2	65.0	1 * 1	65.0
11	ⓘ	screw in, Screw_M10	ZB1	10.0	1 * 1	10.0
12	ⓘ	place, WLAN Screwdriver	HB3	75.0	1 * 1	75.0

MTM-Analyse – automatisiert erstellt & konform mit den MTM-Anwendungsregeln

Digitale Arbeitsgestaltung

Herausforderungen

- Bewegungen werden nicht „natürlich“ bzw. in ursprünglicher Form ausgeführt
- Equipment (VR-Brillen, Controller, MoCap-Anzug, Kabel, etc.) verändert Bewegungsabläufe
- Typische Handhabungen werden nicht oder nur rudimentär abgebildet (z.B. Eindrehen, Ausrichten, etc.)
- Gefühl für Belastungen (Gewichte, Kräfte) geht verloren
- Kaum/keine Routinebildung
- Gefühl „beobachtet zu werden“
- **Arbeit (-sablauf) nicht (vollständig) realistisch erlebbar**

Leistungsbewertung nicht möglich

Typische Anwendungs- bzw. Einsatzbereich

- Methoden- bzw. Variantenvergleiche zur Planung von Arbeitssystemen
- Erste Version einer MTM-Analyse

Erkenntnisse

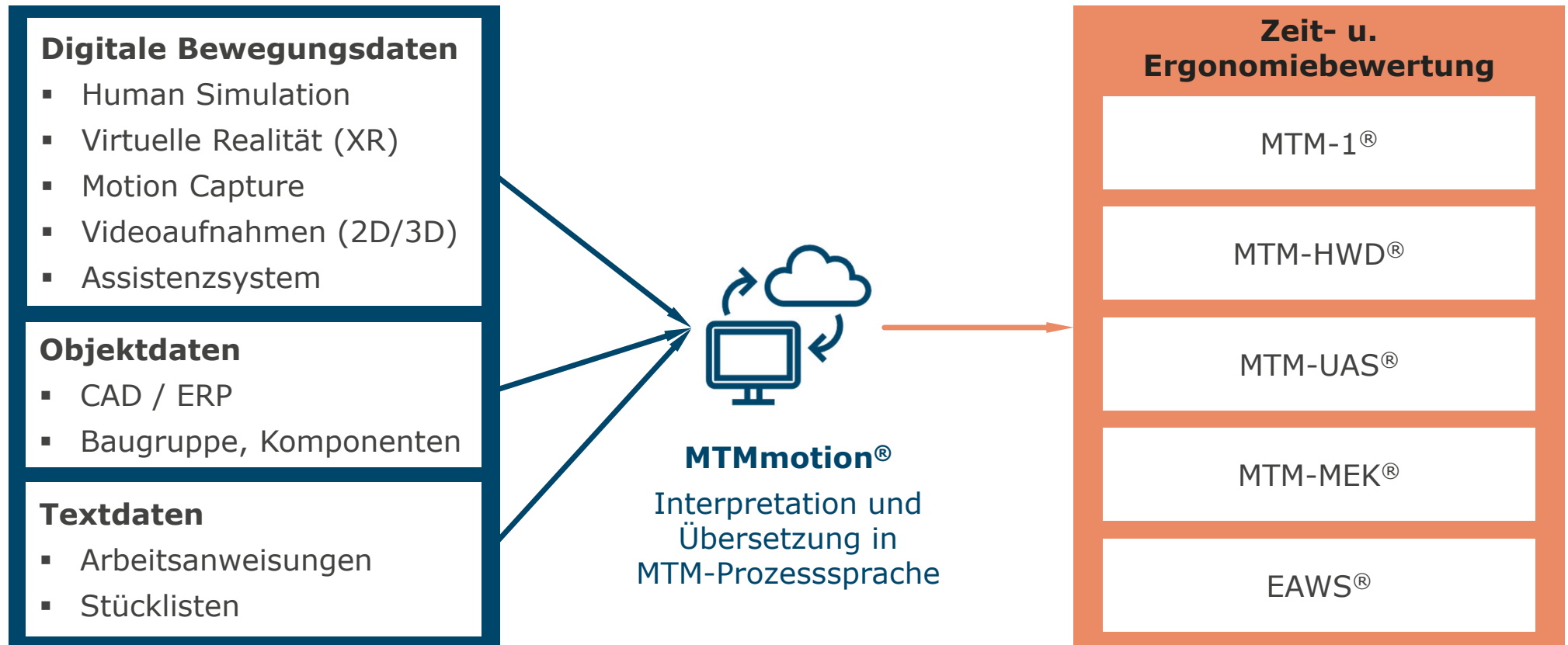
- „Zeit“ bleibt weiterhin eine wichtige Steuergröße - Grundzeit (tg)
- Neutrale, anerkannte Bezugsleistung (MTM-Normleistung) gewinnt an Bedeutung

Schlussfolgerungen und Lösungsansatz

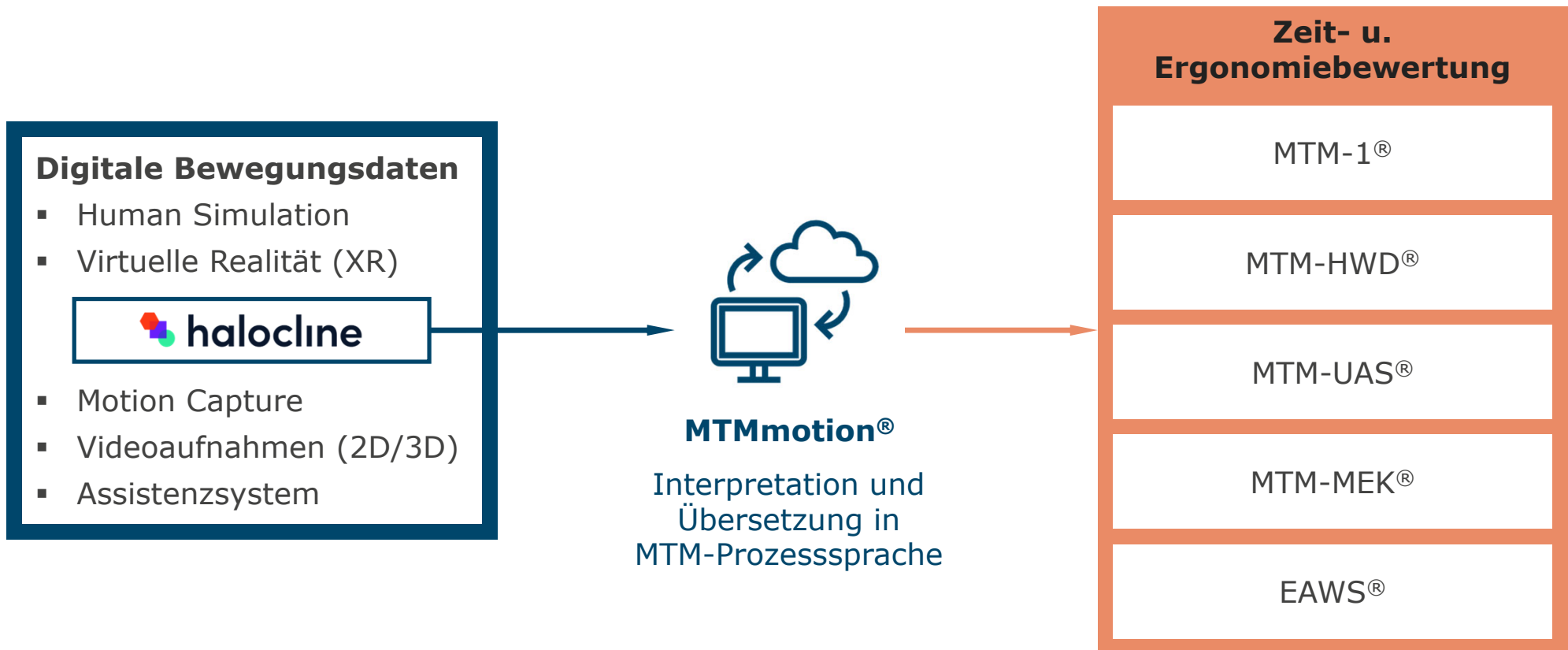
- EAWS 2.0, MTM-HWD®
- MTM-Simulationsanalyse
- MTMmotion®

Digitalisierung der MTM-Systeme

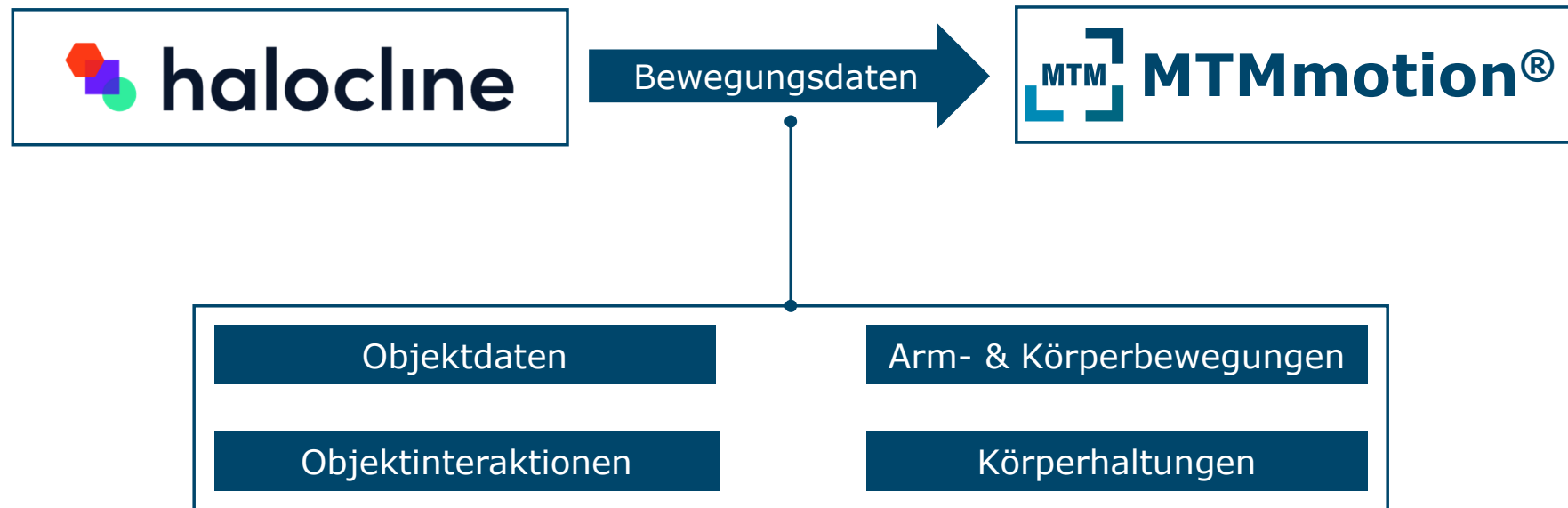
MTM-Analyse – automatisiert erstellt & regelkonform



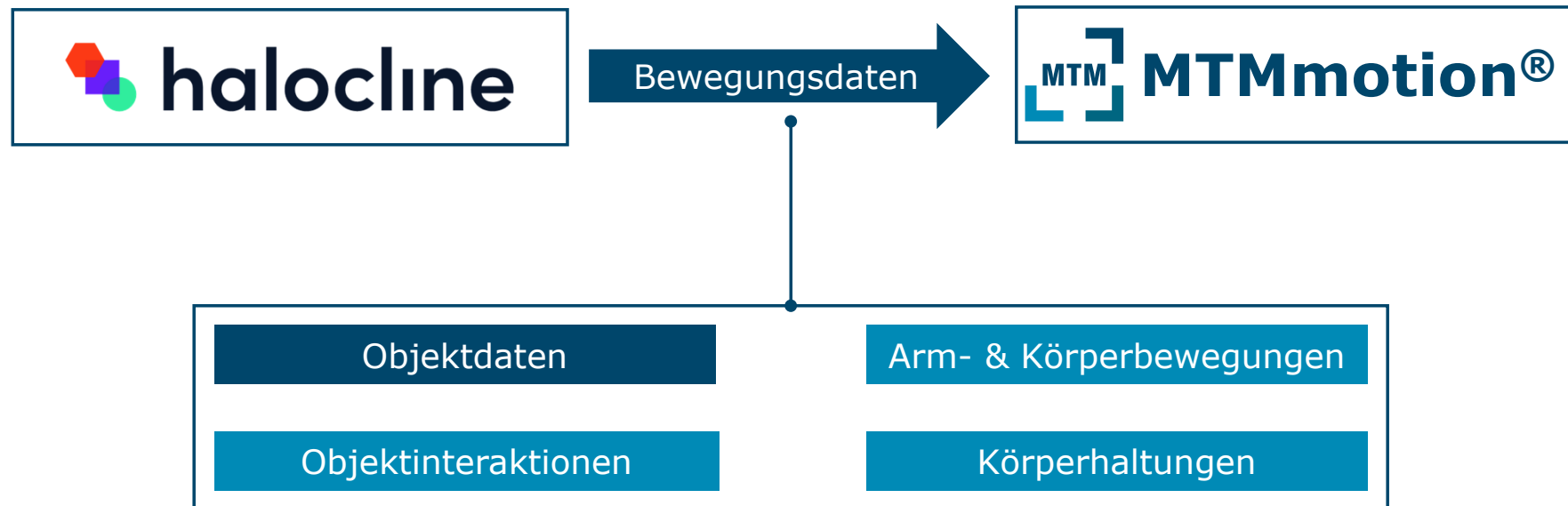
MTM-Analyse – automatisiert erstellt & regelkonform



MTMmotion® Bewegungsdaten



MTMmotion® Bewegungsdaten Objektdaten



MTM - TIME TO WIN

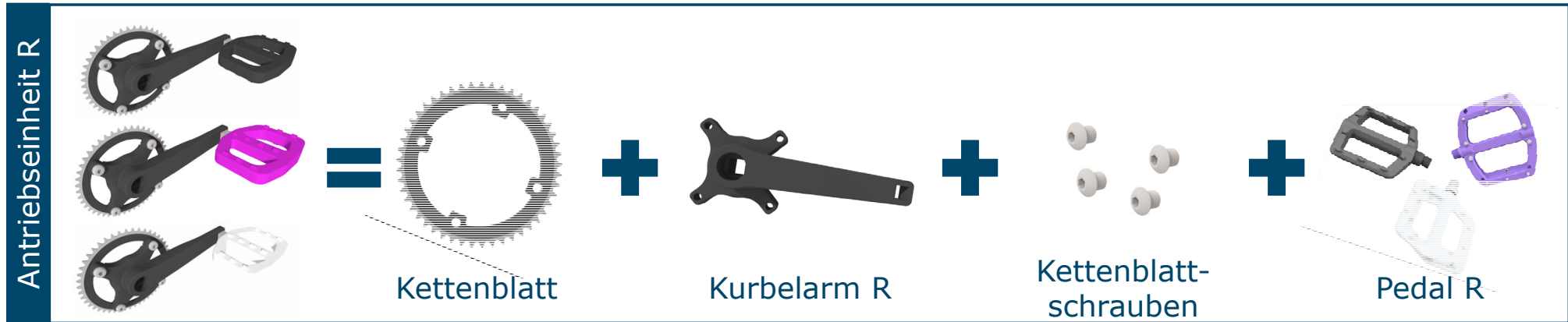
Objektdaten

Use Case: MTM-Bike

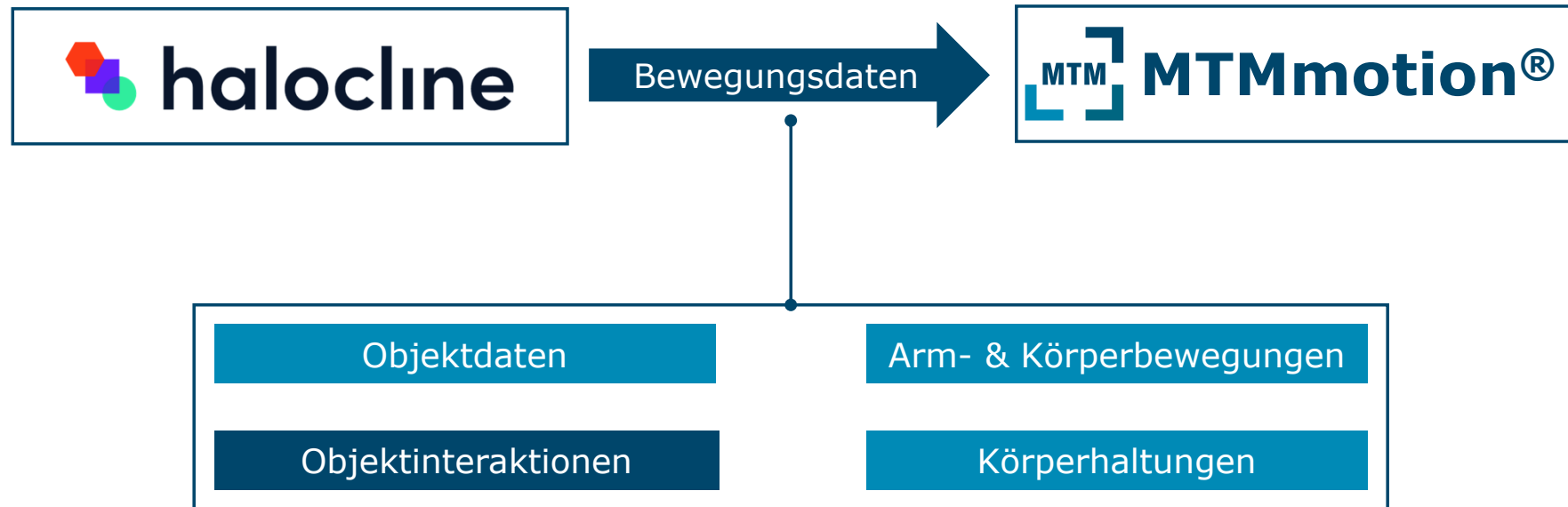


Objektdaten

Use Case: MTM-Bike



MTMmotion® Bewegungsdaten Objektinteraktionen



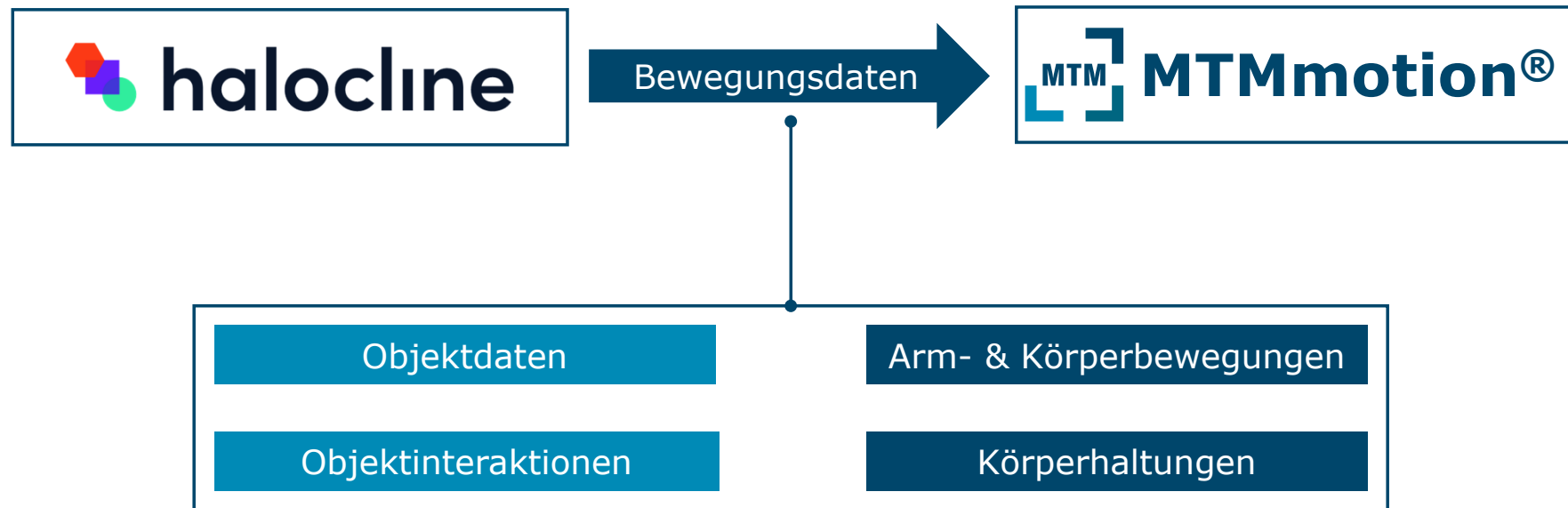
Objektinteraktionen

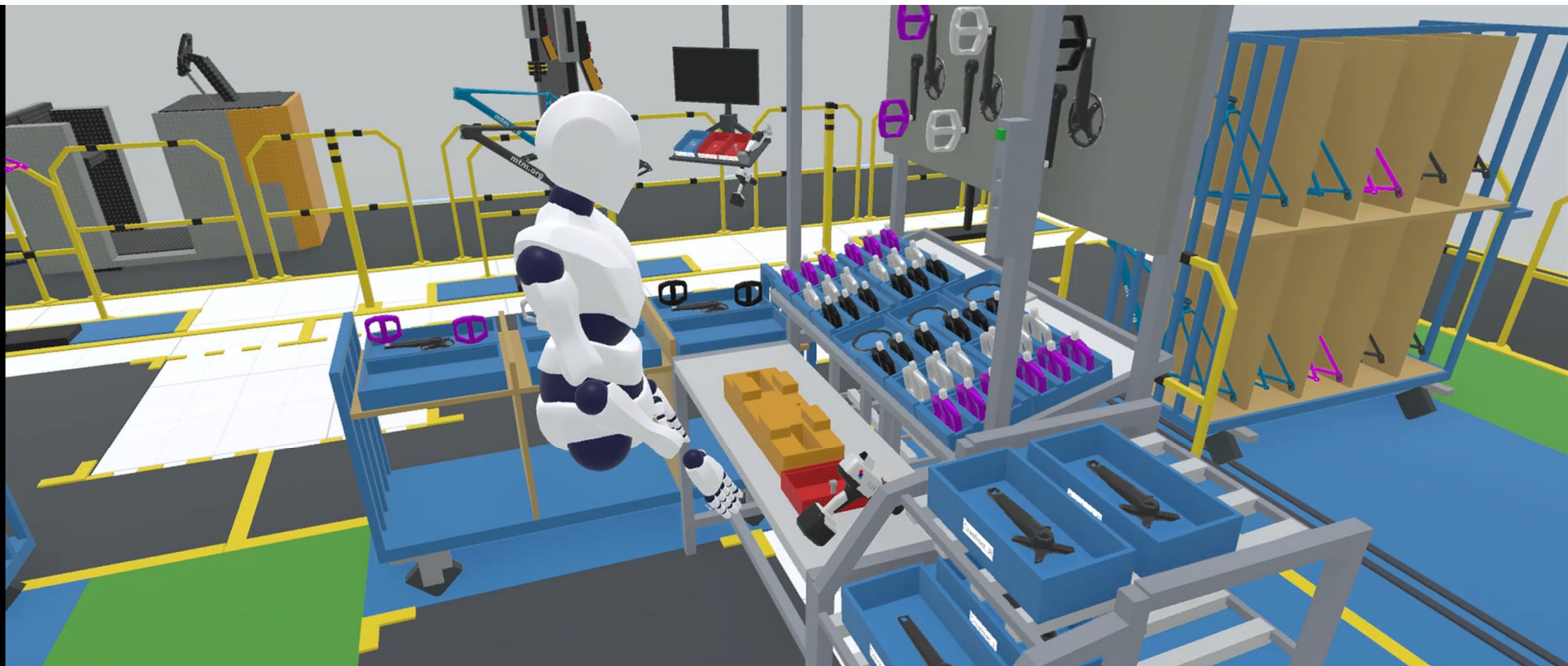
Use Case: MTM-Bike



1. **Kettenblatt** in Vorrichtung **platzieren**
2. **Kurbelarm R** in Vorrichtung **platzieren**
3. **Kettenblattschrauben** per Hand **eindreihen** (4x)
4. Kettenblattschrauben mit **Schrauber festziehen** (4x)
5. **Pedal R** in Vorrichtung **einstecken**
6. Pedal R mit **Schrauber eindreihen**
7. **Antriebseinheit R ablegen**

MTMmotion® Bewegungsdaten Arm- & Körperbewegungen; Körperhaltungen



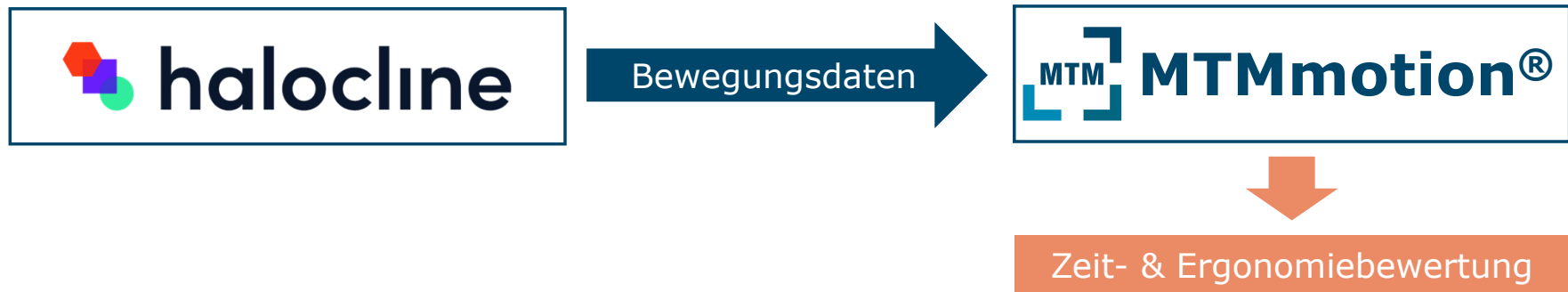


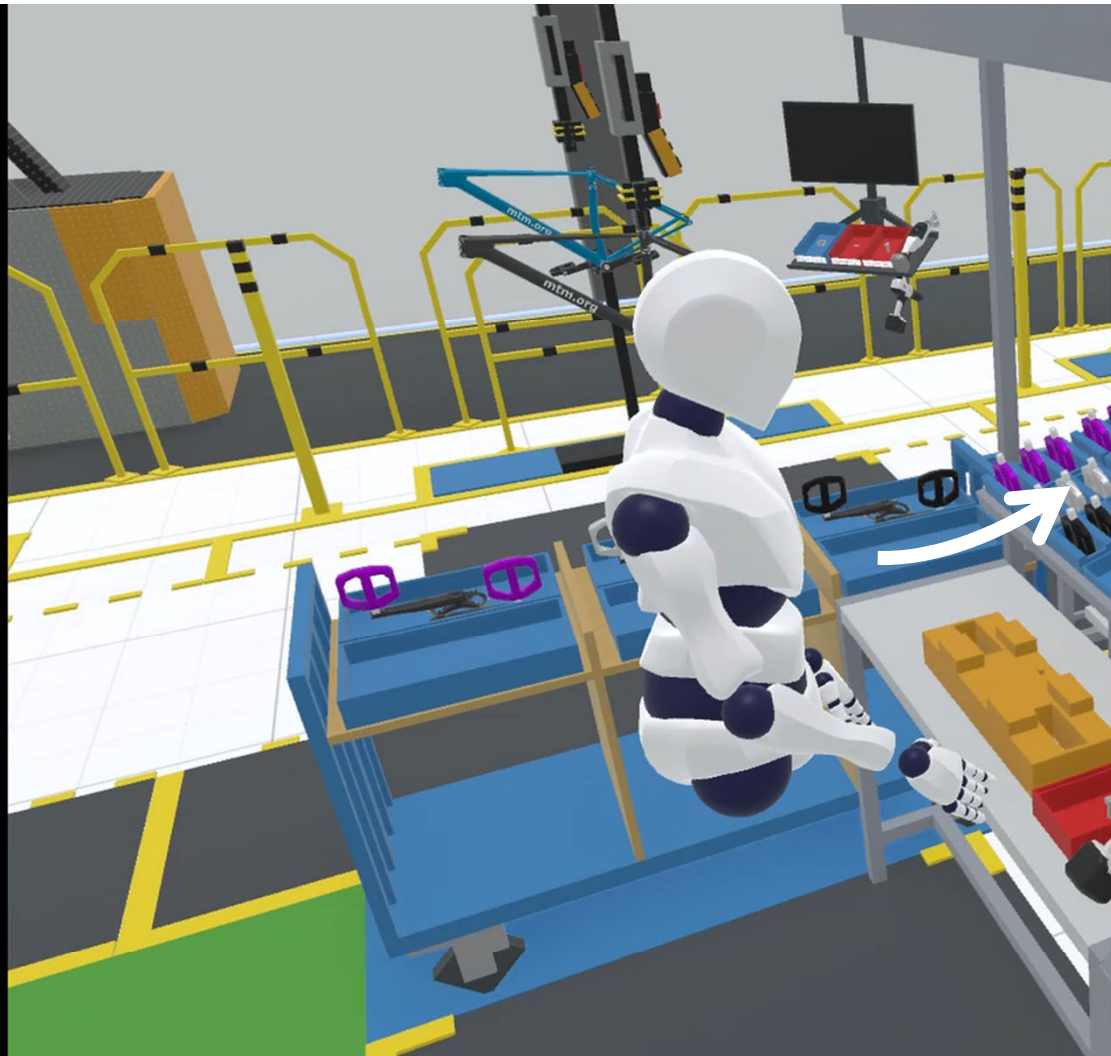
└ Automatische Erkennung Arm- und Körperbewegungen

└ Aufzeichnung (berechneter) Körperhaltungen

MTMmotion®

Automatisch generierte Zeit- & Ergonomiebewertung





MTM-UAS® Analysis

Generated MTM-UAS® analysis for Antriebseinheit_R_Ist-Ablauf.json

No.	Info	Description	Code	Seconds	MTM-UAS®		Total Seconds	
					Q x F			
1	ⓘ	einstecken, Pedal R (schwarz)	AB2	1.6	1 * 1		1.6	
2	ⓘ	auflegen, Kettenblatt	AB2	1.6	1 * 1		1.6	
3	ⓘ	Gehen	KA	0.9	2 * 1		1.8	
4	ⓘ	auflegen, Kurbelarm RAB3	RAB3	2.2	1 * 1		2.2	
5	ⓘ	Gehen	KA	0.9	2 * 1		1.8	
6	ⓘ	platzieren, Kettenblattschraube	AF2	2.3	1 * 1		2.3	
7	ⓘ	eindreuen, Kettenblattschraube	ZB1	0.4	1 * 1		0.4	
8	ⓘ	platzieren, Kettenblattschraube	AF2	2.3	1 * 1		2.3	
9	ⓘ	eindreuen, Kettenblattschraube	ZB1	0.4	1 * 1		0.4	
10	ⓘ	platzieren, Kettenblattschraube	AF2	2.3	1 * 1		2.3	
11	ⓘ	eindreuen, Kettenblattschraube	ZB1	0.4	1 * 1		0.4	
⋮								
Σ								34.3

Ist-Ablauf am Arbeitsplatz

Vergleich MTM-UAS® Analysen



MTM-UAS® Analysis



Generated MTM-UAS® analysis for Antriebseinheit_R-Ist-Ablauf.json

No.	Info	Description	IR-BM	IR-GP	Infos	MTM-UAS®	MTMTech
			Code			Seconds	Q x F
1	ⓘ	einstecken, Pedal R (schwarz)	AB2			1.6	1 * 1 1.6
2	ⓘ	auflegen, Kettenblatt	AB2			1.6	1 * 1 1.6
3	ⓘ	Gehen	KA			0.9	2 * 1 1.8
4	ⓘ	auflegen, Kurbelarm RAB3				2.2	1 * 1 2.2
5	ⓘ	Gehen	KA			0.9	2 * 1 1.8
6	ⓘ	platzieren, Kettenblattschraube	AF2			2.3	1 * 1 2.3
7	ⓘ	eindrehen, Kettenblattschraube	ZB1			0.4	1 * 1 0.4
8	ⓘ	platzieren, Kettenblattschraube	AF2			2.3	1 * 1 2.3
9	ⓘ	eindrehen, Kettenblattschraube	ZB1			0.4	1 * 1 0.4
10	ⓘ	platzieren, Kettenblattschraube	AF2			2.3	1 * 1 2.3
11	ⓘ	eindrehen, Kettenblattschraube	ZB1			0.4	1 * 1 0.4
Σ							34.3

Ist

MTM-UAS® Analysis

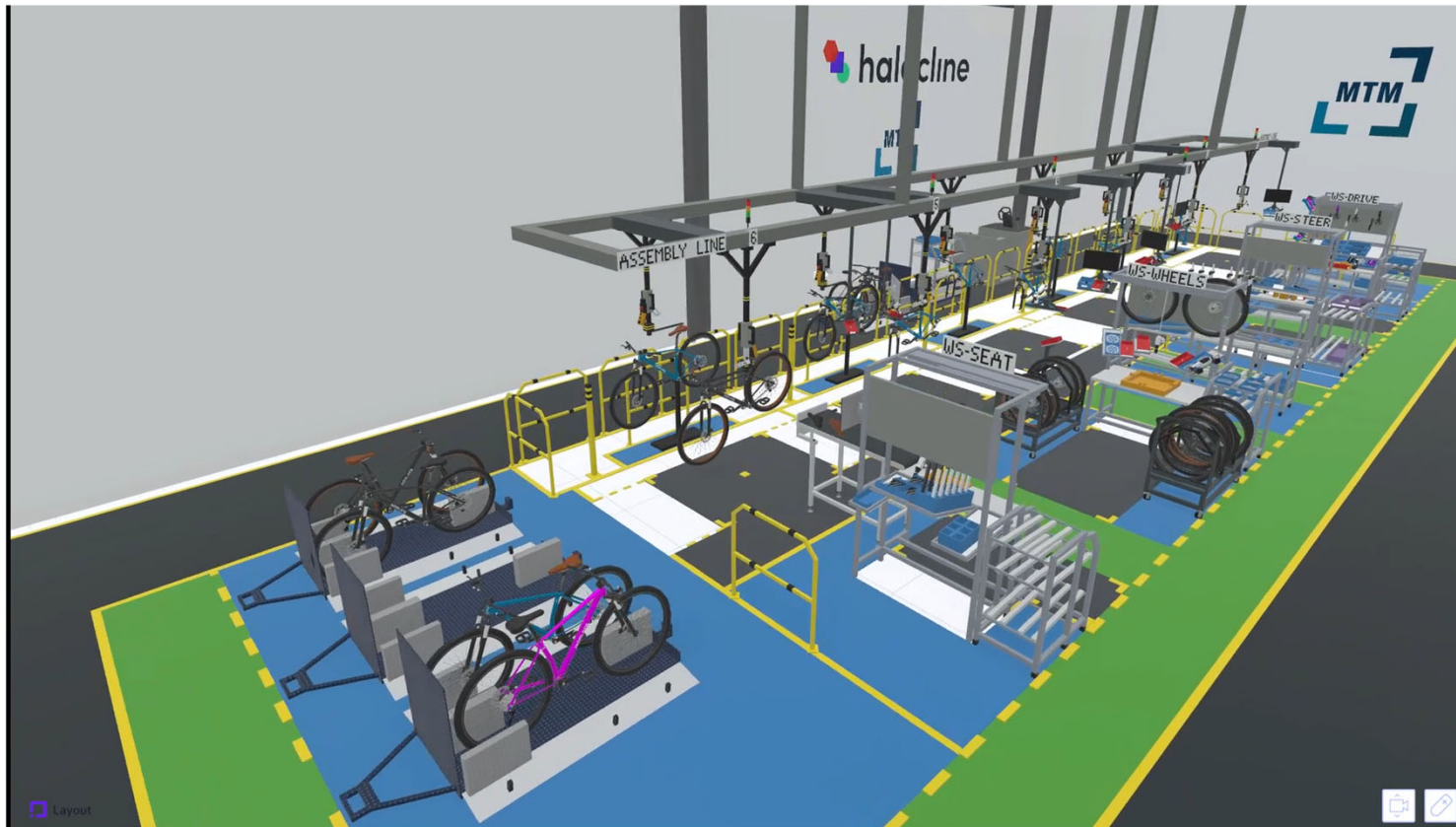


Generated MTM-UAS® analysis for Antriebseinheit_R-Soll-Ablauf.json

No.	Info	Description	Code	IR-GP	Infos	MTM-UAS®	MTMTech
						Seconds	Q x F
1	ⓘ	einstecken, Pedal R (schwarz)	AB1			1.1	1 * 1 1.1
2	ⓘ	Interaktion für auflegen, Kettenblatt	AB1			1.1	1 * 1 1.1
3	ⓘ	auflegen, Kurbelarm RAB2				1.6	1 * 1 1.6
4	ⓘ	platzieren, Kettenblattschraube	AF1			1.4	1 * 1 1.4
5	ⓘ	Interaktion für platzieren, Kettenblattschraube	AF1			1.4	1 * 1 1.4
6	ⓘ	eindrehen, Kettenblattschraube	ZB1			0.4	1 * 1 0.4
7	ⓘ	eindrehen, Kettenblattschraube	ZB1			0.4	1 * 1 0.4
8	ⓘ	platzieren, Kettenblattschraube	AF2			2.3	1 * 1 2.3
9	ⓘ	Interaktion für platzieren, Kettenblattschraube	AF1			1.4	1 * 1 1.4
10	ⓘ	eindrehen, Kettenblattschraube	ZB1			0.4	1 * 1 0.4
11	ⓘ	eindrehen, Kettenblattschraube	ZB1			0.4	1 * 1 0.4
Σ							27.0

Soll

Flightmode MTM-BikePlant





#MTMtimetowin



Peter Kurlang

PD Dr.

CEO MTM ASSOCIATION e. V.

CEO MTM SOLUTIONS GmbH



MTM ASSOCIATION e. V.
Elbchaussee 352
22609 Hamburg
Germany
www.mtm.org
contact@mtm.org