

# eHPU-Bewertung

**Der neue Industriestandard in der Konstruktionsbewertung!?**

Olaf Damitz, Volkswagen AG

Thomas Finsterbusch, MTM ASSOCIATION e.V.

Hamburg, 12.04.2022

# Moderatoren



**Olaf Damitz**

PT-G/F

+49-5361-9-42071

[olaf.damitz@volkswagen.de](mailto:olaf.damitz@volkswagen.de)

**Thomas Finsterbusch**

Dr.-Ing.

Leiter MTM-Akademie

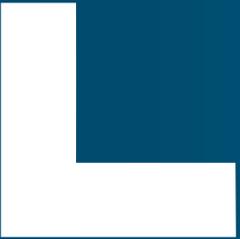
+49 151 17111805

[thomas.fensterbusch@mtm.org](mailto:thomas.fensterbusch@mtm.org)

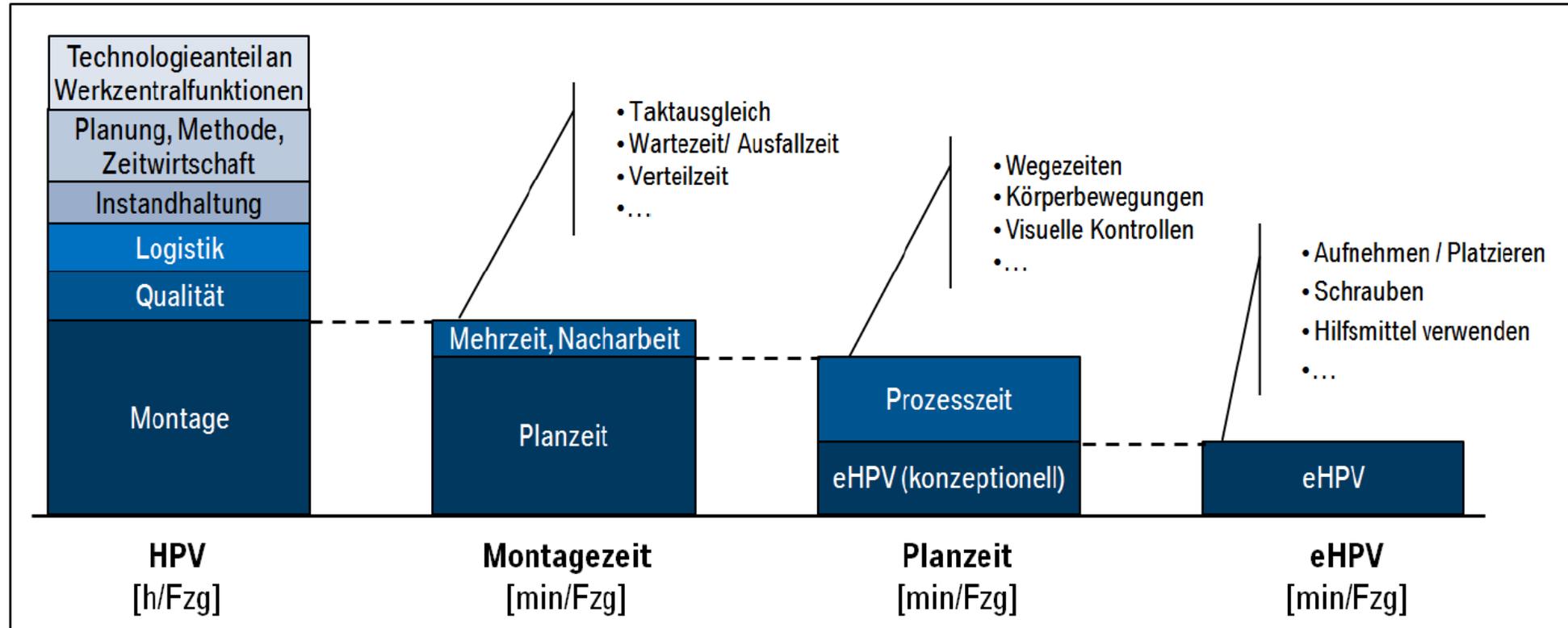




**Wofür steht die Abkürzung  
eHPV?**



# Einleitung - eHPV (engineered Hours Per Vehicle)



Zusammensetzung der Gesamtmontagezeit HPV (nach Harbour) und die Ableitung der Kennzahl eHPV. (VDA Empfehlung 4812, S. 8)

# Kennzahl eHPV

## Definition

Die Kennzahl eHPV misst den **konstruktiv bedingten Arbeitsinhalt eines Fahrzeuges** in der Fahrzeugproduktion. Dieser setzt sich aus den **Verbauaufwendungen aller Bauteile** des Fahrzeuges zusammen, welche hier in diesem Fall **manuell verbaut** werden. (Grafik Folie 5, VDA Empfehlung 4812, S. 8)

## Prinzip

- Der Mitarbeiter befindet sich am Einbauort, greift das richtige Bauteil und Werkzeug und verbaut dieses.
- Eine **Zeitreduktion** ist bei definierten Bedingungen (Regelwerk) **nur durch Produktänderungen** möglich.
- Unter Berücksichtigung standardisierter Bedingungen ist die **eHPV standort- und stückzahlunabhängig**.
- **Standortabhängige Zeitanteile** werden in der **MV (Manufacturing Variable)** zusammengefasst.



**Wann wird die eHPV  
ermittelt?**



# Anwendung der Kennzahl eHPV

## (Fremd-) Produktzerlegung

- Rückschlüsse auf den Montageaufwand eines Bauteiles basierend auf der Zerlegung von Produkten
- Festgelegte Vergleichsumfänge und definierte Fertigungstiefen
- Targets für neue Fahrzeugprojekte (Benchmark)
- Einzeluntersuchungen für ausgewählte Umfänge / Baugruppen

### MTM-Zerlegeanalyse

## Produktentwicklung

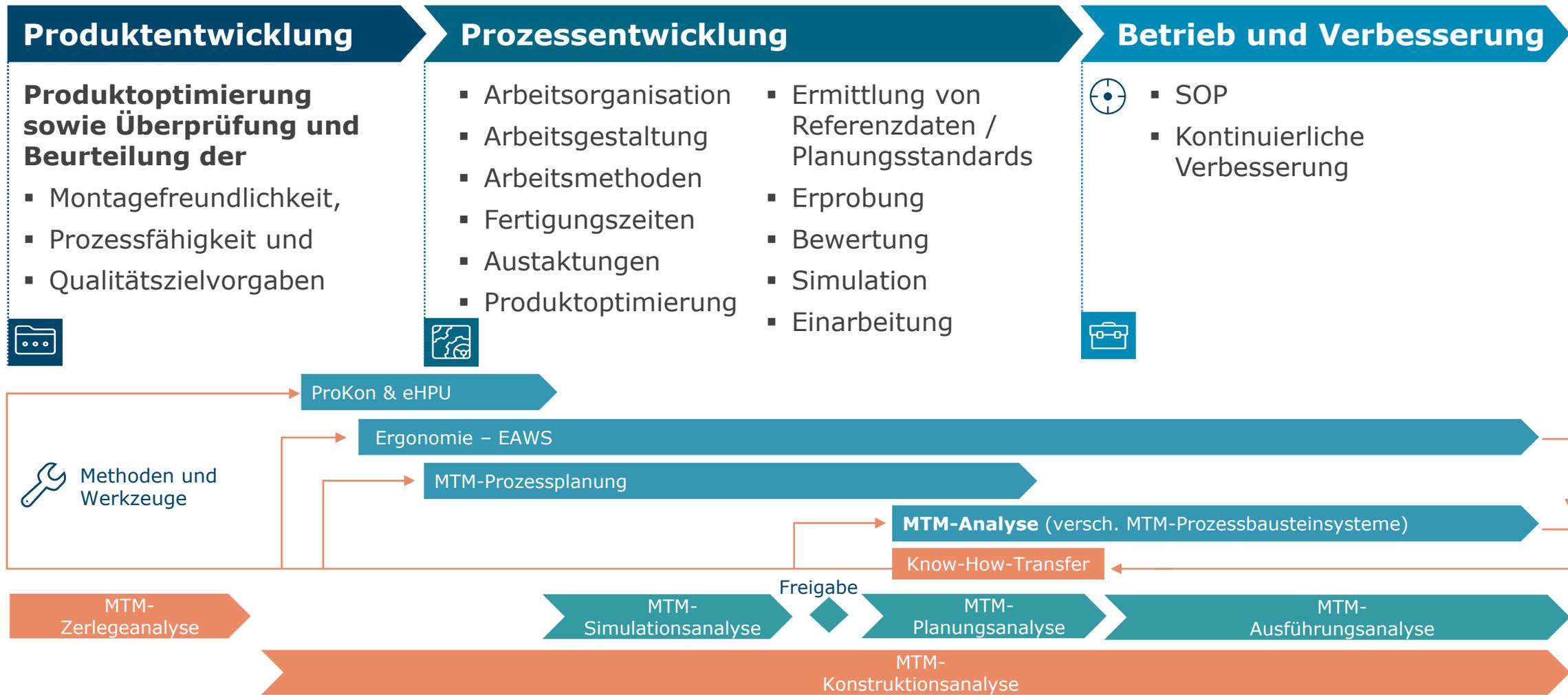
- Bewertung von Bauteilen /- gruppen und deren Alternativen
- Ermittlung des Montageaufwandes und Abschätzung auf deren Auswirkungen auf die Fertigung (Arbeits- und Fabrikorganisation)

### MTM-Konstruktionsanalyse

Weitere Informationen: VDA Empfehlung 4812

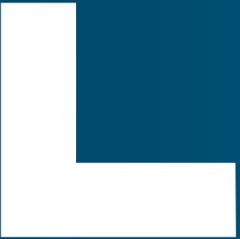


# MTM im Produktentstehungsprozess (PEP)





**Wird aus der Kennzahl  
eHPV die eHPU?**



## Eine Kennzahl für unterschiedliche Produkte

eHPA = Außenspiegel

= ...

**eHPU = Unit**

eHPV = Vehicle

eHPT = Trockner

eHPW = Waschmaschine

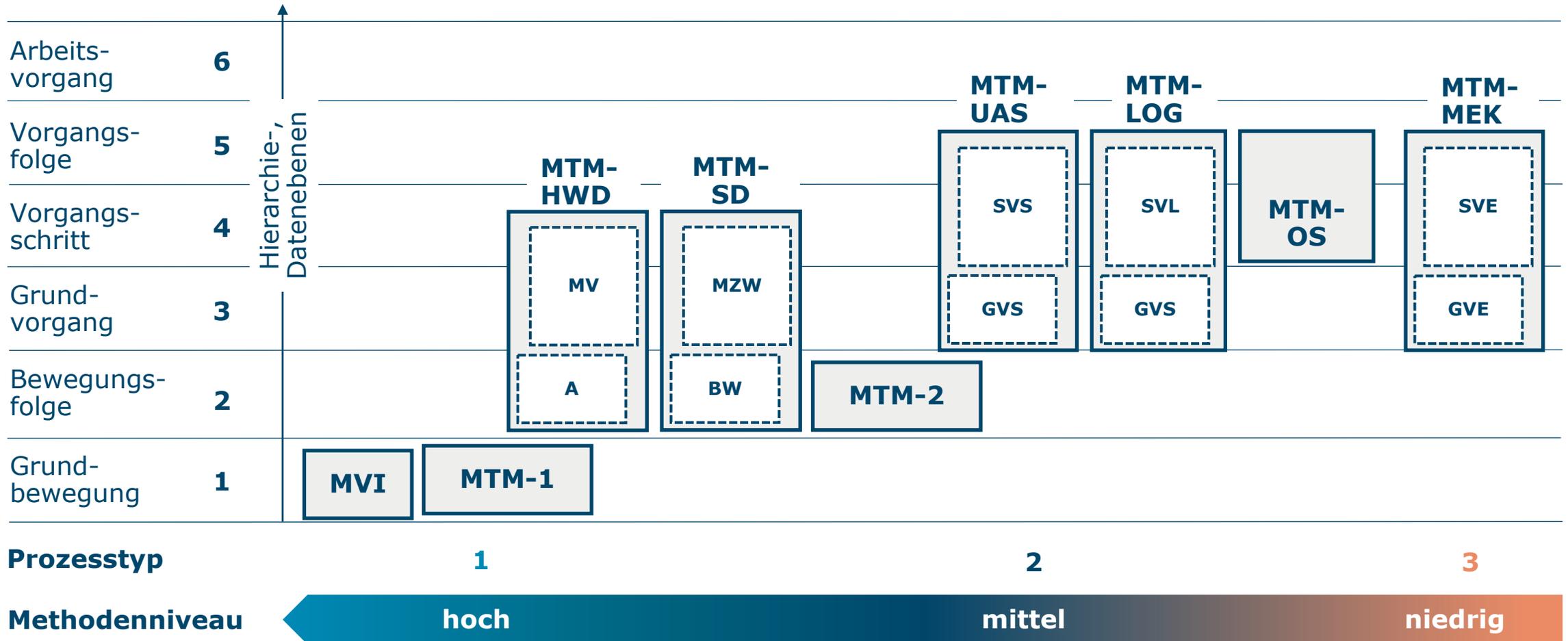


**Warum ist die Prozesssprache  
MTM so bedeutend für die  
Ermittlung der eHPV/U?**





# Gesamtstruktur der anwendungsneutralen MTM-Prozessbausteinsysteme





# Prozessbausteinsystem MTM-UAS®

## MTM-UAS®-Grundvorgänge

Bewegungslänge in cm	≤ 20	> 20 bis ≤ 50	> 50 bis ≤ 80
Entfernungsbereich	1	2	3

Aufnehmen und Platzieren		Kode	1	2	3	
			<b>TMU</b>			
≤ 1 kg	Fall des Aufnehmens	Fall des Platzierens				
		leicht	ungefähr	AA	20	35
	lose	ungefähr	AB	30	45	60
		eng	AC	40	55	70
		schwierig	ungefähr	AD	20	45
	lose	ungefähr	AE	30	55	70
		eng	AF	40	65	80
	Hand voll	ungefähr	AG	40	65	80
	> 1 kg bis ≤ 8 kg	ungefähr	AH	25	45	55
		lose	AJ	40	65	75
eng		AK	50	75	85	
> 8 kg bis ≤ 22 kg	ungefähr	AL	80	105	115	
	lose	AM	95	120	130	
	eng	AN	120	145	160	

Platzieren		Kode	1	2	3
			<b>TMU</b>		
	ungefähr	PA	10	20	25
	lose	PB	20	30	35
	eng	PC	30	40	45

Bewegungslänge in cm	≤ 20	> 20 bis ≤ 50	> 50 bis ≤ 80
Entfernungsbereich	1	2	3

Hilfsmittel handhaben		Kode	1	2	3
			<b>TMU</b>		
ungefähr		HA	25	45	65
lose		HB	40	60	75
eng		HC	50	70	85

Betätigen		Kode	1	2	3
einfach		BA	10	25	40
zusammengesetzt		BB	30	45	60

Bewegungszyklen		Kode	1	2	3
eine Bewegung		ZA	5	15	20
Bewegungsfolge		ZB	10	30	40
Umsetzen und eine Bewegung		ZC	30	45	55
Festmachen oder Lösen		ZD	20		

Körperbewegungen		Kode	TMU
Gehen / m		KA	25
Beugen, Bücken, Knien (incl. Aufrichten)		KB	60
Setzen und Aufstehen		KC	110

Visuelle Kontrolle		Kode	TMU
		VA	15

## MTM-UAS®-Standardvorgänge für die Fahrzeugzerlegung

Aufnehmen und Platzieren		EB	1	2	3	
			<b>TMU</b>			
≤ 1 kg	leicht	ungefähr	AA	20	35	50
		lose	AB	30	45	60
	eng	ungefähr	AC	40	55	70
		lose	AD	20	45	60
		schwierig	lose	AE	30	55
	Hand voll	ungefähr	AF	40	65	80
		eng	AG	40	65	80
	> 1 kg bis ≤ 8 kg	ungefähr	AH	25	45	55
		lose	AJ	40	65	75
		eng	AK	50	75	85
> 8 kg bis ≤ 22 kg	ungefähr	AL	80	105	115	
	lose	AM	95	120	130	
	eng	AN	120	145	160	
Platzieren			1	2	3	
ungefähr		PA	10	20	25	
lose		PB	20	30	35	
eng		PC	30	40	45	

eHPV-Standardvorgänge Fahrzeugzerlegung		Code	TMU	EH	
Schrauben					
mit Werkzeug	Blech-/Kunststoffschraube	2-SWB	120	+	
	Gewindeschraubteil ohne Suchspitze	klein < M10	2-SWOK	160	+
		groß ≥ M10	2-SWOG	210	+
	Gewindeschraubteil mit Suchspitze	klein < M10	2-SWOKX	130	+
		groß ≥ M10	2-SWOGX	180	+
	Bagornettverschluss	2-SBQ	75		
von Hand	Gewindeschraubteil ohne Suchspitze	2-SBQO	125		
	weiteren Gewindegang	2-SBQW	20		
Gegenhalter		2-BG	25	+	
Verdrehmöglichkeit		2-RV	35	+	
Niet					
Popniet		2-WNP	110	+	
Gewindniet		2-WNG	190	+	
Clip					
ohne Werkzeug	ohne Ausrichtung	2-WCOO	65		
	mit Ausrichtung	2-WCOM	85		
mit Werkzeug	ohne Ausrichtung	2-WCNO	85	+	
	mit Ausrichtung	2-WCBA	105	+	
Verkleidung					
starrs Verkleidungsteil je 10x10 cm Fläche mit Rastelementen		2-VS	10		
Verkleidungsfolie je 10x10 cm Fläche		2-VF	30		
Schlauchanschluss					
ohne Befestigungselement		2-A. O	90		
Kupplung	ohne Sicherung	2-A. KO	55		
	mit Sicherung	2-A. KM	75		
mit Befestigungselement		2-A. N	244	+	

eHPV-Standardvorgänge Fahrzeugzerlegung		Code	TMU	EH	
Elektrolötung					
Engstelle	erster Stecker	2-EE. E	100		
	zusätzlicher Stecker	2-EE. Z	80		
	weitere 50 cm Durchfäden	2-EE. W	85		
Tülle	klein Ø ≤ 50 mm	2-BT. .X	130		
		groß Ø > 50 mm	2-BT. .G	190	
		klein Ø ≤ 15 mm	2-BBC. X	55	
Befestigung	Clip	groß Ø > 15 mm	2-BBC. G	90	
			2-BBK	190	+
Kontaktierung	Kabelbinder	unlackiert	2-EKMU	205	+
		lackiert	2-EKML	270	+
		wormontiert	2-EKVV	180	+
Verriegelungsstecker	Masseschuh	klein ≤ 30 x 30 mm	2-BKE. X	75	
		groß > 30 x 30 mm	2-BKE. G	95	
		klein ≤ 30 x 30 mm	2-BKV. X	95	
	groß > 30 x 30 mm	2-BKV. G	115		
Dichtelement					
Stopfen	klein Ø < 20 mm	2-HDS. E	65		
	groß 20 mm ≤ Ø ≤ 60 mm	2-HDS. G	115		
Verschlussdeckel	60 mm < Ø ≤ 100 mm	2-HDV	145		
Dichtung Karosserie	Rollreifen je 10 cm	2-HDK	45		
Dichtung Tür / Klappe	je 10 cm Umfang	2-HDL	30		
Dichtfolie	je 10 cm Umfang	2-HDF	25		
Klebeband					
Klebeband	ungefähr	kurz ≤ 20 cm	2-WKOU	95	
		lang > 20 cm	2-WKOL	135	
genau	kurz ≤ 20 cm	2-WKOUK	115		
	lang > 20 cm	2-WKOLK	155		
Aufkleber	ungefähr	klein ≤ 10 x 10 cm	2-WKAUK	100	
		mittel ≤ 20 x 20 cm	2-WKAUM	150	
		klein ≤ 10 x 10 cm	2-WKAGK	110	
genau	mittel ≤ 20 x 20 cm	2-WKAGM	170		
		2-WKPU	80		
Pad (≤ 3 x 3 cm)	ungefähr	2-WKPF	90		
	genau	2-WKPG	85		
Dämmmatte	ungefähr	klein ≤ 20 x 20 cm	2-WKDUK	85	
		mittel ≤ 50 x 50 cm	2-WKDMK	185	
		groß > 50 x 50 cm	2-WKDDK	245	
		klein ≤ 20 x 20 cm	2-WKDKK	105	
genau	mittel ≤ 50 x 50 cm	2-WKDDM	210		
	groß > 50 x 50 cm	2-WKDDG	270		
Zerlege-Ergänzungswert					
Hilfsmittel		2-BH	40		

## Prozessbausteinsystem MTM-UAS®

Analysen werden nach einem festgelegtem Schema/Regelwerk (VDA Empfehlung, S. 29 - 44) geschrieben:

1. z.B. Aufnehmen und Platzieren im Entfernungsbereich 2 und
2. vorgegebenen Rahmenbedingungen (z.B. keine Körperbewegungen im Sinne von Gehen, Bücken Beugen, Hinsetzen und Aufstehen)

Das zeitliche Ergebnis dieser Analysen (eHPV) ist dem konstruktiv bedingten Anteil (**k-Anteil**) der Fertigungszeit gleichzusetzen (MTM-Zerlegeanalyse).

Der MV- Anteil stellt die Differenz (**p-Anteil**) zum tatsächlichen Fertigungsablauf dar (MTM-Ausführungsanalyse).

In ihm werden Wege zu Bereitstellungen, Akkuwechsel, Wechsel von Behältern und ähnlich variierende Prozesseinflüsse beschrieben.

# Anwendungsbeispiel auf Basis von MTM-UAS®

## Am Beispiel Montage Türaußengriff (Benchmarkbeispiel)

### Ablaufbeschreibung:

- ZSB Lagerbügel (320 x 186 x 50 mm, Gewicht 650 g) in Türrobau einschwenken und an Stehbolzen Verstärkung einhaken;
- nach Tür aussen mit Rahmen in Ausschnitt einschieben;
- Lagerbügel mit 3 Muttern SW 10 auf Stehbolzen M6 mit Akkuschauber befestigen.



# Prozessbausteinsystem MTM-UAS®



Kurztext  ePlf

Langtext
 

- ZSB Lagerbügel (320 x 186 x 50 mm, Gewicht 650 g) in Türrobau einschwenken und an Stehbolzen Verstärkung einhaken;
- nach Tür aussen mit Rahmen in Ausschnitt einschieben;
- Lagerbügel mit 3 Muttern SW 10 auf Stehbolzen M6 mit Akkuschauber befestigen.

t100  min      tø  min      Klassifikation

Vorgänge  f(x)    Teile pro Vorgang  f(x)    Zeit pro Vorgang  min    Vorgänge pro Schicht  f(x)    Zeitformeln

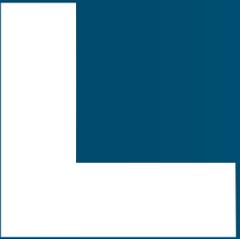


Lfd.Nr.	Beschreibung	Langcode	Kurzcode	Klassifikation	R	A	tg	H	T	n (Wert)	tg * n	te
1	ZSB Lagerbügel (320 x 186 x 50 mm, Gewicht 650 g) in Türrobau einschwenken und an Stehbolzen Verstärkung einhaken	3000AB2...5	AB2	00		1	0,0270	1	1	1	0,02...	C
2	nach Tür aussen mit Rahmen in Ausschnitt einschieben	3000PA1...5	PA1	00		1	0,0060	1	1	1	0,00...	C
3	Akkuschauber handhaben	3000HA2...5	HA2	00		1	0,0270	1	1	1	0,02...	C
4	Mutter auf Schrauberbit	3000AE2...5	AE2	00		3	0,0330	1	1	3	0,09...	C
5	Schrauber an Schraubstelle	3000PB1...5	PB1	00		3	0,0120	1	1	3	0,03...	C
6	Lagerbügel mit 3 Muttern SW 10 auf Stehbolzen M6 verschrauben	PT.TMU	PT.TMU	00		45 * 3,0	0,0006	1	1	135	0,08...	C

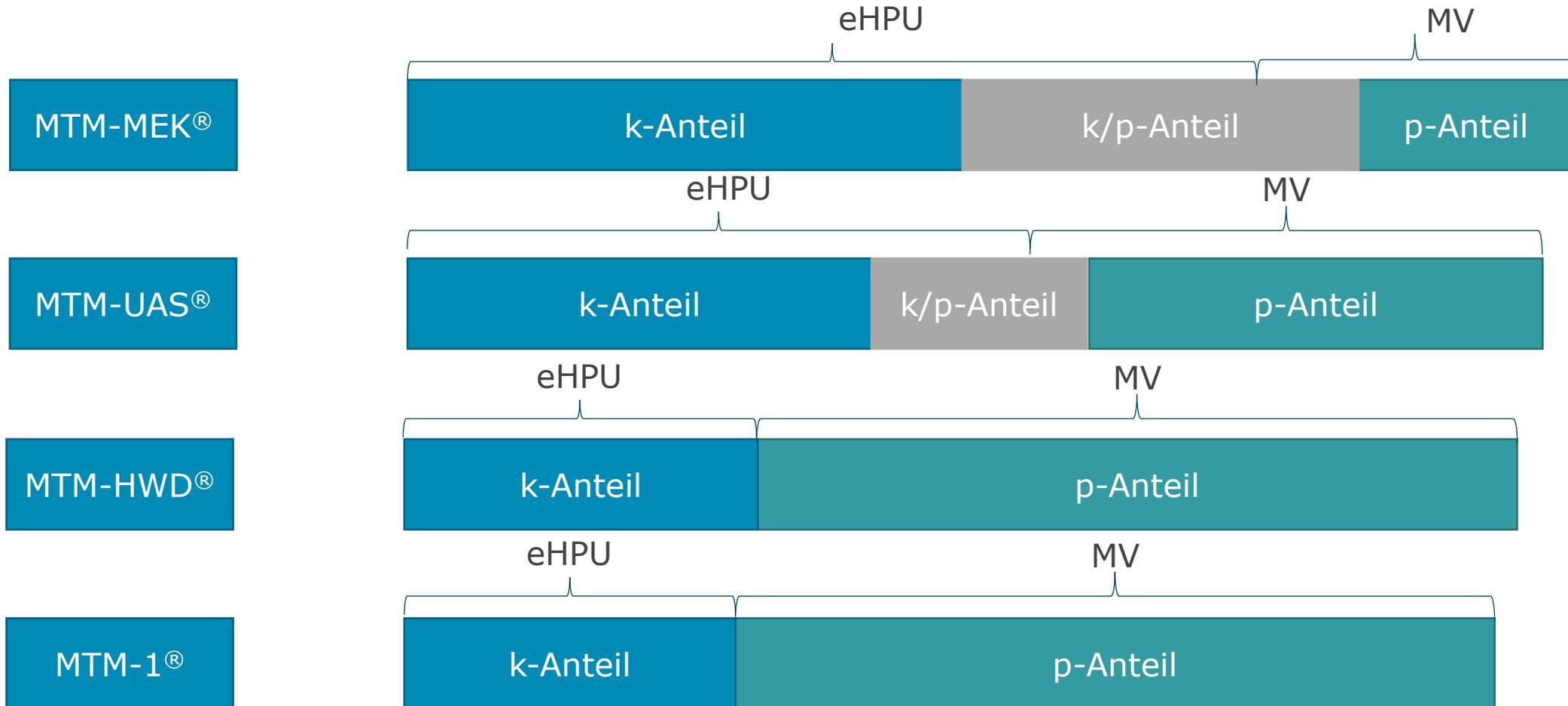
AV     Datenbereich 




**Warum habt Ihr euch für  
MTM-HWD<sup>®</sup> entschieden?**



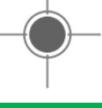
# Zusammenhang eHPU/MV und k- und p-Anteil



# Prozessbausteinsystem MTM-HWD®

## eHPU- und MV-Bewertung

Berechnung von k- und p-Anteilen beim Platzieren eines Bauteils mittels MTM-HWD®.

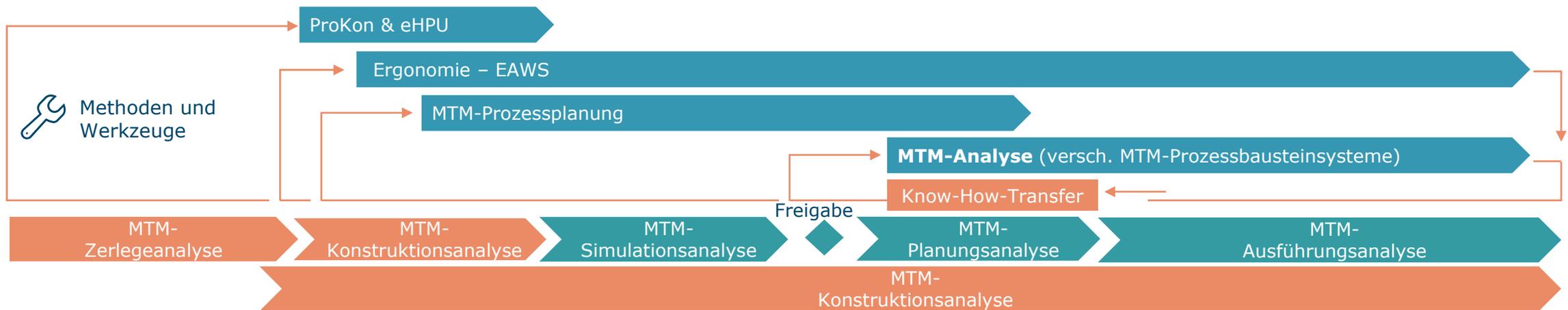
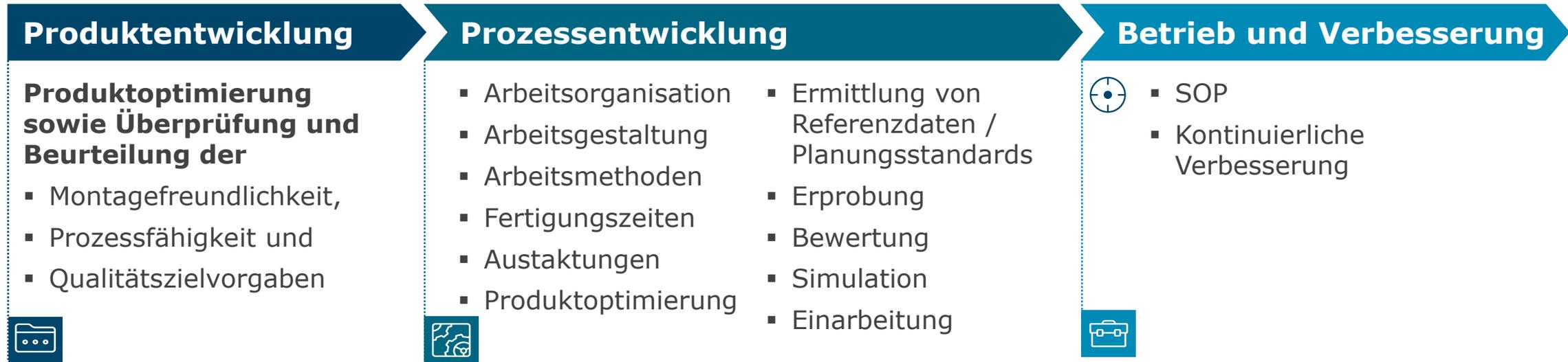
Objekt	Aktion	akt. Extremität	...	Entfernungsbereich	Platziergenauigkeit	...	k-Anteil [TMU]	p-Anteil [TMU]	t <sub>g</sub> [TMU]		
			...	 0	 5			...	7	7	14
				 10	 20						
				 40	 70						
				 100							

Hans-Thomas, Mai.: Audi AG  
 Brand, K.: Entwicklung und Erprobung einer Methode zur Bewertung der EHPV-Zeit anhand MTM-HWD, Würzburg, 2014  
 MTM ASSOCIATION e.V.: Lehrgangsunterlage MTM-HWD®, 2021

 eHpU relevant  gesetzter eHpU-Wert  MTM-HWD Analysewert



# MTM im Produktentstehungsprozess (PEP)





**Kannst Du uns ein  
Anwendungsbeispiel für die  
Produktzerlegung auf Basis von  
MTM-HWD<sup>®</sup> zeigen?**

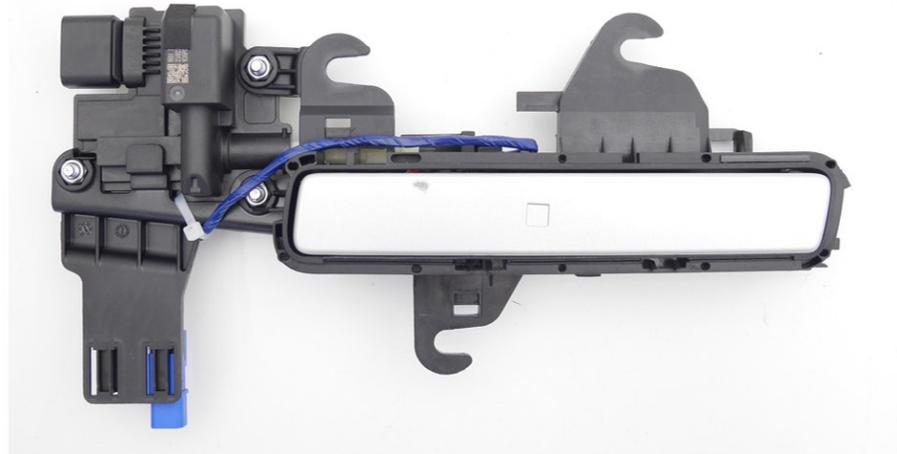


# Anwendungsbeispiel auf Basis von MTM-HWD®

## Am Beispiel Montage Türaußengriff (Benchmarkbeispiel)

### Ablaufbeschreibung:

- ZSB Lagerbügel (320 x 186 x 50 mm, Gewicht 650 g) in Türrobbau einschwenken und an Stehbolzen Verstärkung einhaken;
- nach Tür aussen mit Rahmen in Ausschnitt einschieben;
- Lagerbügel mit 3 Muttern SW 10 auf Stehbolzen M6 mit Akkuschauber befestigen.



# Anwendungsbeispiel mit MTM-HWD® in TiCon4

ZSB Türüßbegriff links mit Lagerbügel in Tür vorn links montieren EHPU														
Kopf MTM-HWD-Analyse Extrapunkte Auswertung Ergonomieabschätzung (EAWS) Kriterien Wertschöpfung Dokumente Zeitgliederung Verwendung Zusatzobjekte Text Bild Tagebuch														
Nr.	Bezeichnung	allgemeine Einstellungen	Arm	Gewicht / Kraft	Hand	Prozesszeit	tg	k-/p-Anteil	Summe K-Anteile	Summe P-Anteile				
1	Start		Links Rechts	Links Rechts	Links Rechts		0,000	auto...	0,000	0,000				
2	ZSB Lagerbügel aufnehmen			Gewicht: 0,5 kg c<0,000 p<0,000	Links 40 c<0,216 p<0,252 Rechts c<0,072 p<0,000		0,540	auto...	0,288	0,252				
3	Lagerbügel in Türrohbau einsenken und auf Stehbolzen aufschieben			Gewicht: 0,5 kg c<0,000 p<0,000	Links 40 c<0,468 p<0,288 Rechts c<0,144 p<0,000 c<0,000 c<0,000 c<0,000		0,900	auto...	0,612	0,288				
4	ausrichten Lochlage des 2. Stehbolzens			Gewicht: 0,5 kg c<0,000 p<0,000	Links 5 c<0,324 p<0,000 Rechts c<0,000 p<0,000 c<0,000 c<0,000		0,324	auto...	0,324	0,000				
5	nach vorn gegen Anschlag einschieben			Finger-Hand-Kraft: 5,0 N c<0,000 p<0,000	Links 5 c<0,144 p<0,000 Rechts c<0,000 p<0,000		0,144	auto...	0,144	0,000				
6	Hand aus Türrohbau			c<0,000 p<0,000	Links 20 c<0,252 p<0,108 Rechts c<0,000 p<0,000		0,360	auto...	0,252	0,108				
7	zum Akkuschrauber			c<0,000 p<0,000	Links 40 c<0,216 p<0,252 Rechts c<0,072 p<0,000		0,540	auto...	0,288	0,252				

**Was bedeutet dies für  
Anwender der einzelnen  
MTM-Prozessbausteinsysteme  
und die Anwendung der eHPU in  
anderen Industriezweigen?**



# Implementieren eines Industriestandards

## Stand der Arbeitswissenschaft

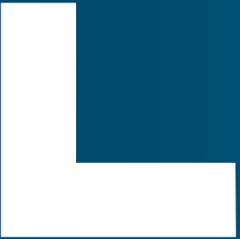
- k- und p-Anteile können auf Basis eines beliebigen MTM-Prozessbausteinsystem ermittelt werden, aber in unterschiedlicher Genauigkeit (Eignung der Systeme).
- Die VDA-Empfehlung liefert für MTM-UAS<sup>®</sup> weitere Definitionen für die Zuordnung von k- und p-Anteil.
- bei MTM-HWD<sup>®</sup> erfolgt die Ermittlung auf Basis einer bereits vorhandenen Vorbelegung, führt aber zu einer anderen Berechnungslogik als bei MTM-UAS<sup>®</sup>.

## Entwicklungsbedarf

- Ergänzend sind unternehmensübergreifende Anwendungsregeln auch für MTM-HWD<sup>®</sup> zu definieren, in Anlehnung an die VDA-Empfehlung.
- Für die MTM-Prozessbausteinsysteme (z.B. MTM-1<sup>®</sup>, MTM-2<sup>®</sup>, MTM-SD<sup>®</sup> und MTM-MEK<sup>®</sup> sowie betriebliche Systeme) müsste der Standard noch abgeleitet werden.



**Was sind deine Empfehlungen für  
die Erstanwender der eHPU?**



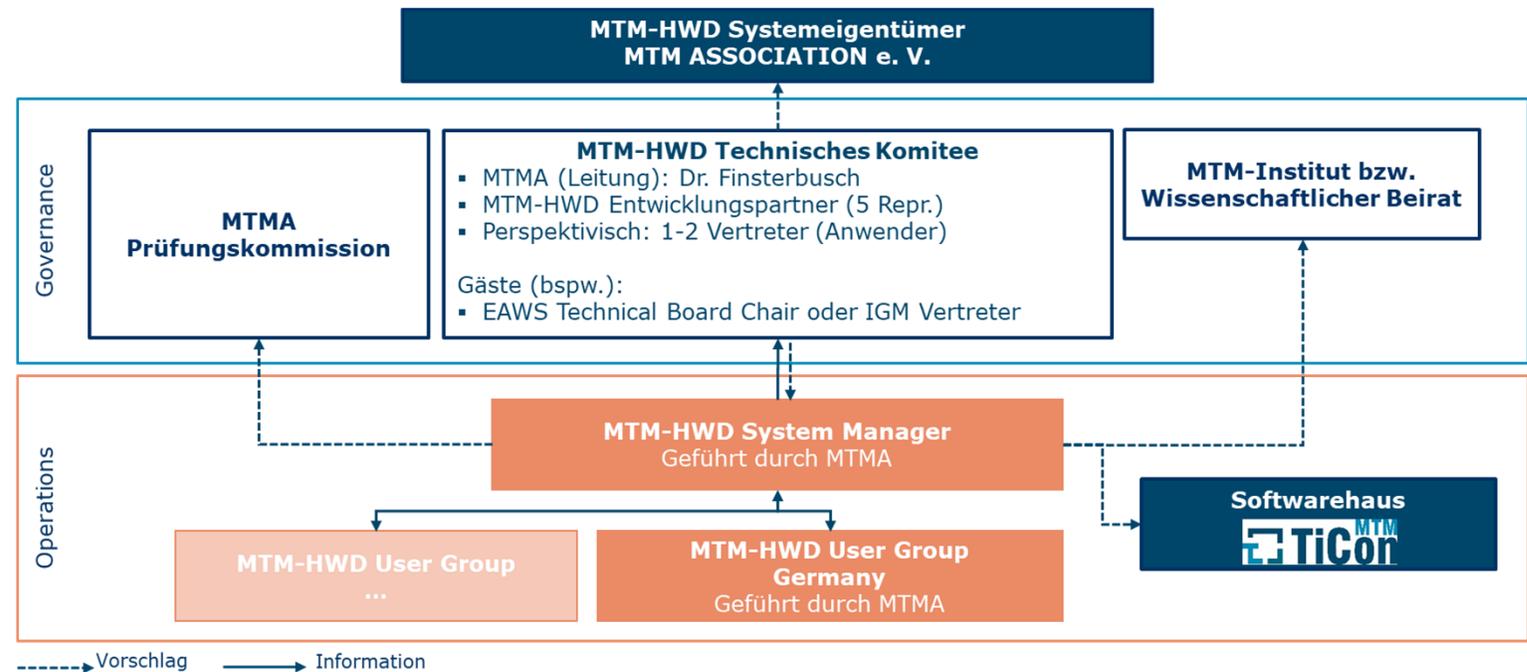
**Interesse an MTM-HWD®  
geweckt?**



# User Group MTM-HWD®

## Handlungsrahmen und Nutzen für die Mitglieder

- Plattform für Erfahrungsaustausch
- Klärung von Anwendungsfragen
- Anregungen zur Weiterentwicklung von Methode und Software sowie Austausch aufgrund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse





# Leistungen ...

## Anwenderleitfaden

- beinhaltet alle besprochenen und freigegeben MTM-HWD<sup>®</sup> Analysen
- Analysen untersetzen die Anwendung und Einhaltung des Regelwerkes
- zeigen Lösungen für besondere Anwendungsfälle
- Anregung für die Bildung betrieblicher Standardvorgänge/Vorlagen

## Analysen

- MTM-HWD<sup>®</sup> Analysen aus dem Anwenderleitfaden zum Import in betriebliche Softwaresysteme

## TiCon (optional)

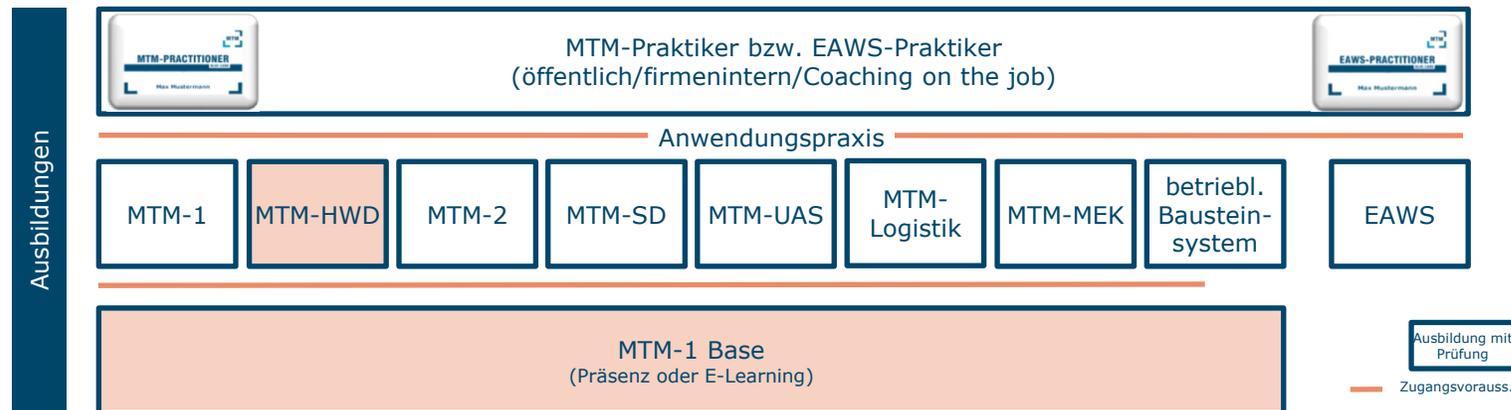
- Upload und Möglichkeit der Erstellung von Analysen für die Durchsprache im Rahmen der User Group Meetings
- aktuellste TiCon Version (inkl. Module Base, Takt, HWD, EAWS)
- Online-Zugriff (MTM-Citrix-System)
- Support durch das MTM-Softwarehaus
- 500,- EUR/Jahr (bis zu 2 User)



# User Group MTM-HWD®

## Wie werde ich Mitglied?

1. Zugangsvoraussetzung: Ausbildung in MTM-HWD®



2. Anfrage zur Mitgliedschaft an [thomas.finsterbusch@mtm.org](mailto:thomas.finsterbusch@mtm.org)
3. Benennung der Mitglieder und Unterzeichnung der Beitrittserklärung (inkl. Geschäftsordnung)

Ansprechpartner: Dr. Thomas Finsterbusch



**Fragen  
&  
Diskussion**





#mtmtimetowin



**Thomas Finsterbusch**

Dr.-Ing.

Leiter MTM-Akademie

+49 151 17111805

thomas.finsterbusch@mtm.org



MTM ASSOCIATION e. V.  
Elbchaussee 352  
22609 Hamburg  
Deutschland  
www.mtm.org