



**MTM-Schriften Industrial Engineering**  
Ausgabe 14



**Position der MTM ASSOCIATION e. V.  
zum Wandel des Einsatzes und der Anwendung  
von MTM-Prozessbausteinsystemen**

Herausgeber: MTM ASSOCIATION e. V., MTM-Institut

Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter Kuhlang

Leiter MTM-Institut

Geschäftsführer Deutsche MTM-Gesellschaft Industrie und Wirtschaftsberatung mbH

Präsident Internationales MTM-Direktorat

MTM ASSOCIATION e. V., MTM-Institut

Eichenallee 11

15738 Zeuthen

Tel.: +49 33762 20 66-31

Fax: +49 33762 20 66-40

institut@dmtm.com

www.mtm.org/forschung

Autoren:

Prof. Dr. Peter Kuhlang, Dr. Martin Benter, Manuela Ostermeier, Dr. Thomas Finsterbusch, Jörg Haertel, Knuth Jasker

© 2020, MTM ASSOCIATION e. V., MTM-Institut

Kuhlang, P.; Benter, M.; Ostermeier, M.; Finsterbusch, Th.; Härtel, J.; Jasker, K.:

Position der MTM ASSOCIATION e. V. zum Wandel des Einsatzes und der Anwendung von MTM-Prozessbausteinsystemen. MTM-Schriftenreihe Industrial Engineering, Ausgabe 14. Hamburg: Eigenverlag MTM ASSOCIATION e. V., 2020.

#### **Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet dies Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie: Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar

ISBN 978-3-945635-18-6

Eigenverlag und Druck: MTM ASSOCIATION e. V.

Elbchaussee 352

22609 Hamburg

Telefon: +49 40 822779-0

Telefax: +49 40 822779-79

Internet: [www.mtm.org](http://www.mtm.org)

Titelbilder:

© vege - Fotolia.com;

© Joachim Wendler - Fotolia.com

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der Vervielfältigung des Buches oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung - mit Ausnahme der in den §§53, 54 URG genannten Sonderfällen - reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

|   |    |
|---|----|
| Inhalt.....   | 1  |
| Vorwort.....  | 2  |
| Präambel: Darum diese Schrift.....  | 3  |
| 1 Motivation und Ausgangssituation: Der Wandel des Prozesstyps der Arbeitssysteme ..... | 4  |
| 2 Einleitung und Zielsetzung .....  | 5  |
| 3 Grundlagen.....   | 6  |
| 3.1 Methodenniveau bzw. Prozesstyp .....  | 6  |
| 3.2 Prozesstyp und MTM-Prozessbausteinsysteme.....                                      | 7  |
| 4 Positionen der MTMA zum Einsatz von MTM-Prozessbausteinsystemen.....                  | 10 |
| 5 Bedeutung von MTM-HWD in der virtuellen Planung .....                                 | 11 |
| 5.1 Ausblick.....   | 11 |
| 5.2 MTM-HWD als Kernelement der Digitalisierung und Virtualisierung.....                | 11 |
| Literatur.....  | 14 |

*Peter Kuhlang*

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser!

Die vorliegende, 14. Ausgabe der Schriftenreihe „MTM-Schriften Industrial Engineering“ ist ein Positionspapier, das Sichtweisen und Erläuterungen der ASSOCIATION e. V. (MTMA) zum zukünftigen Einsatz – konkreter zur Weiterentwicklung des Einsatzes und der Anwendung – der MTM-Prozessbausteinsysteme im Kontext sich verändernder Arbeitssysteme der Industrie darlegt. Ebenso beleuchtet es die Bedeutung von MTM-HWD als Kernelement der Digitalisierung und Virtualisierung, von „Approved by MTM“ und der MTM-Simulationsanalyse zur Verarbeitung von digital erzeugten Bewegungsdaten.

Zu den wichtigsten, in der Gründungsschrift des MTM-Instituts festgelegten Aufgabenbereichen zählen die Weiterentwicklung von MTM zur permanenten Ausweitung der MTM-Anwendung, das Herstellen von Netzwerken und die Verbesserung der Anwendungsvoraussetzungen sowie die Öffentlichkeitsarbeit für den (arbeits-) wissenschaftlichen Diskurs und breite (populär-) wissenschaftliche Wirkung. Aus dieser Tradition heraus bietet die Schriftenreihe „MTM-Schriften Industrial Engineering“ eine Plattform, um anwendungsorientierte und theoretische Arbeiten im Fachgebiet des Industrial Engineerings zitationsfähig zu veröffentlichen.

Die diskontinuierlich erscheinenden Veröffentlichungen beschäftigen sich im Fachgebiet „Industrial Engineering“ im engeren und weiteren Sinne mit MTM. Dabei adressieren sie Neu- und Weiterentwicklungen, praktische Anwendungen in bekannten und neuen Fachgebieten sowie theoretische Erkenntnisse und Aspekte zur Fundierung und Verbreitung von MTM.

In vorliegenden Fall stellen wir die Bedeutung des Methodenniveaus bzw. des Prozess-typs für die zukünftige Anwendung der MTM-Prozessbausteinsysteme im Kontext sich wandelnder Arbeitssysteme in den Mittelpunkt unsere Überlegungen und Ausführungen. Ebenso erläutern wir die Bedeutung von MTM-HWD in der virtuellen Planung und „Approved by MTM“ sowie das Konzept der „Simulationsanalyse“ – als neue Kategorie einer MTM-Analyse – für die Nutzung von digitalen Bewegungsdaten.

Peter Kuhlang, im August 2020

Leiter MTM-Institut

Geschäftsführer Deutsche MTM-Gesellschaft Industrie und Wirtschaftsberatung mbH

Präsident Internationales MTM-Direktorat

# Präambel: Darum diese Schrift

---

In dieser Präambel adressieren wir gleich zu Beginn eine fundamentale Überlegung bei der Anwendung von MTM in sich wandelnden Arbeitssystemen, die jedoch in der Praxis oftmals unzureichende Beachtung findet. Sie ist gleichzeitig Leitgedanke dieser Veröffentlichung:

**Die Auswahl des richtigen, zur betrieblichen Anwendung passenden MTM-Prozessbausteinsystems sowie von betrieblichen, unternehmensspezifischen Systemen (Aufbaustufen, Standardvorgängen) muss immer in Abhängigkeit des vorherrschenden Prozesstyps erfolgen.**

# 1 Motivation und Ausgangssituation: Der Wandel des Prozesstyps der Arbeitssysteme

---

In den letzten 20 Jahren hat sich (insbesondere in der Automobil- und ihrer Zulieferindustrie) die Gestaltung der Arbeitssysteme bzw. die Arbeitsorganisation laufend verändert, insbesondere sind die Taktzeiten (Zykluszeiten) der Linien gesunken. In der Sprachwelt von MTM bedeutet dies, dass sich das Methodenniveau bzw. der Prozesstyp entwickelt hat; beispielsweise von Prozesstyp 2 hin zu Prozesstyp 1. Menschliche Arbeit im modernen Kontext (des Automobilbaus) ist in vielen Bereichen geprägt durch zyklisch wiederkehrende Tätigkeiten. Im Automobilbau konkret liegen die Taktzeiten schwerpunktmäßig bei rund 60 Sekunden). Zu berücksichtigen ist auch, dass es durch den Einfluss der Ergonomiebewertung und durch die zunehmende Digitalisierung der Planung menschlicher Arbeit zu einer ständigen Verfeinerung und Präzisierung der Planungs- und Bewertungsmethoden kommt. Konsequenterweise bedeutet dies aus Sicht von MTM und der Anwendung von MTM-Prozessbausteinsystemen einen Trend sowie eine Orientierung hin zu „genaueren“ MTM-Prozessbausteinsystemen wie beispielsweise MTM-1 und MTM-HWD<sup>1</sup>.

**MTM-1 definiert die MTM-Normleistung und bildet somit die Grundlage für alle höher aggregierten MTM-Prozessbausteinsysteme.**

Systeme wie MTM-UAS, C-Werte der Daimler AG oder die Standarddaten der BMW Group (BMW SD) sind heute (in der Automobilindustrie) sehr weit verbreitet. Bedingt durch den Entwicklungshintergrund von MTM-UAS in den 1970er Jahren ist es allerdings (nur mehr) bedingt geeignet die An- bzw. Herausforderungen der modernen Arbeitswelt in adäquater Form abzubilden. Das neue Prozessbausteinsystem MTM-HWD wurde gezielt auf Grundlage von MTM-1 entwickelt, um Arbeitsmethoden der heutigen Arbeitswelt bestmöglich zu beschreiben. Konkret bedeutet dies eine Anwendung in Bereichen bzw. Arbeitssystemen mit einer erwarteten hohen Routinegradbildung im Taktzeitbereich von 30 bis 120 Sekunden. MTM-HWD ist so neutral entwickelt, dass es mit einem beliebigen Ergonomiebewertungsverfahren gekoppelt werden kann<sup>2</sup>. Mit MTM-HWD ist es grundsätzlich auch möglich, Arbeitsmethoden in einem geringeren Methodenniveau (z.B. MTM-UAS-Methodenniveau) abzubilden. Hierzu ist es jedoch erforderlich, die aus der geringeren Routinegradbildung resultierende Streuung der Arbeitsweisen zu berücksichtigen.

---

<sup>1</sup> Grundsätzlich sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass MTM-1 – als grundlegendes System – immer in allen Bereichen (Prozesstypen) angewendet werden kann. Es ist jedoch für jeden Einzelfall zu prüfen, ob diese Vorgehensweise sinnvoll bzw. wirtschaftlich ist.

<sup>2</sup> vgl. Kurlang, 2018; Brandl et al., 2019; Benter, Kurlang, 2019

## 2 Einleitung und Zielsetzung

---

In dieser Veröffentlichung werden Sichtweisen und Erläuterungen der MTM ASSOCIATION e. V. (MTMA) zum **zukünftigen Einsatz** – konkreter zur Weiterentwicklung des Einsatzes und der Anwendung – **der MTM-Prozessbausteinsysteme** im Kontext sich verändernder Arbeitssysteme der Industrie dargelegt. Ebenso beleuchtet es die Bedeutung von **MTM-HWD als Kernelement der Digitalisierung und Virtualisierung**, von „**Approved by MTM**“ und der **MTM-Simulationsanalyse** zur Verarbeitung von digital erzeugten Bewegungsdaten.

Dieses Positionspapier beschreibt die – aktuell gültige – Sichtweise der MTMA hinsichtlich der Weiterentwicklung des Einsatzes und der zukünftigen Anwendung der MTM-Prozessbausteinsysteme (Kapitel 4) sowie die Bedeutung von MTM-HWD in der virtuellen Planung (Kapitel 5), um (den Mitgliedsunternehmen) als Argumentationsunterstützung zu dienen. Es erläutert methodische Hintergründe, legt die Position der MTMA dar und zeigt Entwicklungen auf. Somit dient es als Grundlage für ein einheitliches, abgestimmtes Vorgehen in der MTM-Community. Es bietet Antworten auf Anwendungsfragen zu den MTM-Prozessbausteinsystemen, die in jüngerer Vergangenheit an die MTMA herangetragen worden sind.

# 3 Grundlagen

## 3.1 Methodenniveau bzw. Prozesstyp

Die Begriffe „Methodenniveau“ bzw. „Prozesstyp“ werden synonym verwendet und sind von grundlegender Bedeutung für die MTM-Anwendung. Das Methodenniveau muss für ein (existierendes oder geplantes) Arbeitssystem festgelegt/bestimmt/ermittelt werden, um das geeignete bzw. das „richtige“ MTM-Prozessbausteinsystem zur Beschreibung und Bewertung der Arbeitsabläufe auswählen und anwenden zu können. Das Methodenniveau bzw. der Prozesstyp ist ein Maß dafür, wie hoch die Chance zur Routinebildung in einem Arbeitssystem sein kann und wie hoch dadurch die Streuung der Arbeitsweisen ist. Das Methodenniveau bzw. der Prozesstyp dient somit zur Klassifizierung der verschiedenen MTM-Prozessbausteinsysteme anhand von Kriterien und Merkmalen (siehe Tabelle 1)<sup>3</sup>.

| Methodenniveau            |                                      | hoch   | mittel   | niedrig  |
|---------------------------|--------------------------------------|--|--|--|
| Prozesstyp                |                                      | 1<br>Mengenfertigung                               | 2<br>Serienfertigung                                   | 3<br>Einzel- und Kleinserienfertigung          |
| Chance zur Routinebildung |                                      | hoch   | mittel   | gering   |
| Arbeitsweisenstreuung     |                                      | gering   | mittel   | hoch   |
| Beispiel                  |                                      | Fahrzeugmontage                                    | Flugzeugmontage  | Autowerkstatt                                  |
| Merkmal                   | Zyklus                               | Kurzzyklische, immer wiederkehrende Wiederholungen | Längerzyklische Wiederholungen, hin- und wiederkehrend | Keine zyklischen Wiederholungen                |
|                           | Informationen über den Arbeitsablauf | Bewegungsablauf (Grundbewegungen)                  | Teilablauf (Rahmenbedingungen des Prozesses)           | Gesamtablauf (Rahmenbedingungen des Prozesses) |
|                           | Arbeitsplatz                         | für eine definierte Produktvariante                | für definiertes Produktspektrum                        | für nahezu beliebige Produktvarianten          |
|                           | Versorgungsprinzip                   | Bringprinzip                                       | Holprinzip mit Bereitstellung                          | Holprinzip                                     |

Tabelle 1 Übersicht zum Methodenniveau

<sup>3</sup> vgl. Kuhlmann, 2019, S. 6



Die (beispielhaften) Ausprägungen der Kriterien und Merkmale des Methodenniveaus bzw. des Prozesstyps unterstützen den Anwender bei der Unterscheidung der Prozesstypen und helfen bei der Beurteilung bzw. der Festlegung des tatsächlich vorliegenden Methodenniveaus.

Das Auflösungsvermögen bzw. der Abstraktionsgrad eines MTM-Prozessbausteinsystems wird nachfolgend beispielhaft anhand der „Flughöhe während eines Flugs“ erklärt.

Je höher ein Flugzeug fliegt – also beispielsweise auf Reise Flughöhe bei einem Städte- oder Interkontinentalflug – desto weniger Details am Boden können noch genau gesehen bzw. wahrgenommen und somit auch nicht mehr beurteilt oder bewertet werden. Die Analogie zur hohen Flughöhe ist das niedrige Methodenniveau. Die Bausteine der korrespondierenden Prozessbausteinsysteme sind so „konstruiert“, dass sie ganz bewusst Details (der Bewegungen bzw. mancher Arbeitsinhalte) nicht mehr „wahrnehmen“; diese Details wurden bei der Entwicklung des Prozessbausteinsystems durch entsprechende Datenkonstruktionsprinzipien bereits „immanent“ berücksichtigt. Der Arbeitsablauf/Arbeitsinhalt bzw. die Bewegungen werden also ganz bewusst „ungenauer“ beschrieben.

Findet der Flug jedoch in geringerer Höhe statt, beispielsweise bei einem Flug mit einem Helikopter oder beim Landeanflug, so können die Details am Boden genauer erkannt und wahrgenommen werden. Die Analogie zur geringen Flughöhe ist das hohe Methodenniveau. Die Bausteine des entsprechenden Prozessbausteinsystems sind so „konstruiert“, dass sie bewusst Details (der Bewegungen bzw. mancher Arbeitsinhalte) „wahrnehmen“; diese Details wurden bei der Entwicklung des Prozessbausteinsystems als eigene Bausteine berücksichtigt. Der Arbeitsablauf bzw. die Bewegungen werden also ganz bewusst „präziser“ genauer beschrieben.

### **3.2 Prozesstyp und MTM-Prozessbausteinsysteme**

Die Gesamtstruktur der anwendungsneutralen MTM-Prozessbausteinsysteme bietet einen Überblick über den Zusammenhang zwischen den MTM-Prozessbausteinsystemen und dem Prozesstyp, der nachfolgend visualisiert wird (Abbildung 1 und Abbildung 2).

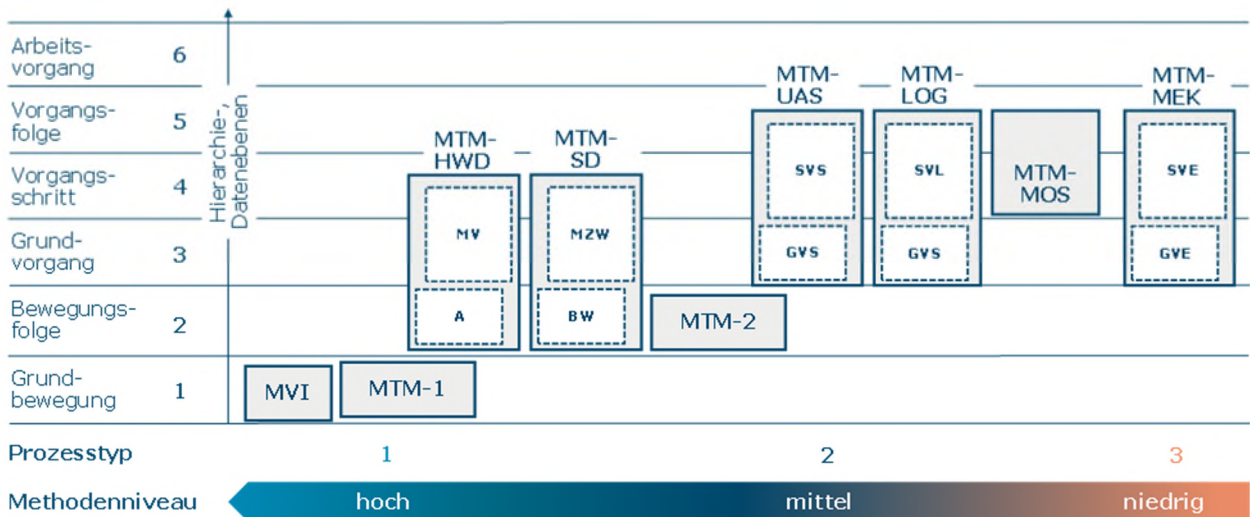


Abbildung 1 Gesamtstruktur der der anwendungsneutralen MTM-Prozessbausteinsysteme<sup>4</sup>

| MTM-Prozessbausteinsysteme |   |     |   |
|----------------------------|---|-----|---|
| <b>MVI</b>                 | MTM-Sichtprüfen (Visual Inspection)               |     |   |
| <b>MTM-1</b>               | MTM-Grundsystem                                   |     |   |
| <b>MTM-HWD</b>             | Human Work Design (HWD)                           | A   | HWD-Aktionen                                    |
|                            |   | MV  | HWD-Modellierungsvorlagen                       |
| <b>MTM-SD</b>              | Standard-Daten (SD)                               | BW  | SD-Basiswerte                                   |
|                            |   | MZW | SD-Mehrzweckwerte                               |
| <b>MTM-2</b>               | MTM-2   |     |   |
| <b>MTM-UAS</b>             | Universelles Analysiersystem (UAS)                | GVS | UAS-Grundvorgänge Serie                         |
|                            |   | SVS | UAS-Standardvorgänge Serie                      |
| <b>MTM-LOG</b>             | MTM-Logistik                                      | SVL | Standardvorgänge Logistik                       |
| <b>MTM-MOS</b>             | MTM-Office-System                                 |     |   |
| <b>MTM-MEK</b>             | MTM in der Einzel- und Kleinserienfertigung (MEK) | GVE | MEK-Grundvorgänge Einzelfertigung/Kleinserie    |
|                            |   | SVE | MEK-Standardvorgänge Einzelfertigung/Kleinserie |

Abbildung 2: Legende zur Gesamtstruktur der der anwendungsneutralen MTM-Prozessbausteinsysteme

Die Auswahl und Anwendung von MTM-Prozessbausteinsystemen sowie von unternehmensspezifischen Systemen (Aufbaustufen, Standardvorgängen) muss immer in Abhängigkeit vom beim Anwender vorherrschenden Prozessstyp erfolgen. Der nachfolgende Überblick ordnet die MTM-Prozessbausteinsysteme entsprechend „ihres“ Methodenniveaus und kann als Auswahlunterstützung genutzt werden (siehe Abbildung 3).

<sup>4</sup> vgl. Kurlang, 2018, S. 13

| <b>Merkmale</b><br>zur Charakterisierung der<br><b>Prozessbedingungen</b> | <b>Prozesstyp 1</b><br>repräsentiert durch<br>Mengenfertigung | <b>Prozesstyp 2</b><br>repräsentiert durch<br>Serienfertigung | <b>Prozesstyp 3</b><br>repräsentiert durch<br>Einzelfertigung |
|---|---|---|---|
| Zyklizität  | permanent kurzzyklische Wiederholungen                        | begrenzt längerzyklische Wiederholung                         | keine zyklische Wiederholung                                  |
| Ablaufinformation   | 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  |
| <b>Methodenniveau</b>   |   |   |   |

**Abbildung 3** Prozesstyp und MTM-Prozessbausteinsysteme im Überblick

Zusammengefasst bedeutet dies: Das MTM-Prozessbausteinsystem muss zum vorliegenden Methodenniveau passen (dies ist im konkreten Anwendungsfall zu ermitteln). Wird ein anderes MTM-Prozessbausteinsystem eingesetzt, liegt ein systematischer Anwendungsfehler vor. Dies führt zu unzuverlässigen Ergebnissen mit der Konsequenz, dass die ausgewiesenen MTM-Zeiten zu hoch oder zu niedrig sein werden.

## 4 Positionen der MTMA zum Einsatz von MTM-Prozessbausteinsystemen

---

1. Je nach Methodenniveau des MTM-Prozessbausteinsystems oder eines unternehmensspezifischen Systems bzw. je nach dem erforderlichem Abstraktionsgrad der Beschreibung und der Bewertung eines Arbeitsinhaltes muss der „Verantwortliche“ im Unternehmen festlegen, ob das verwendete System das richtige ist oder ob ein Wechsel bzw. eine Neueinführung eines MTM-Prozessbausteinsystems erforderlich ist bzw. wird. Die MTMA empfiehlt hierbei die frühzeitige Einbindung der Belegschaftsvertretung.
2. Insbesondere für die MTM-Prozessbausteinsysteme (MTM-1, MTM-2, MTM-SD, MTM-UAS, MTM-MEK) wird die MTMA keine Ergänzung bzw. Veränderungen von anwendungsneutralen Bausteinen und Regeln durchführen, um somit den Einsatzbereich eines Systems nicht zu verändern.
3. Die MTM-Normleistung ist eine neutrale und weltweit anerkannte Referenz, die als Grundlage für die betriebliche Bezugsleistung dient. Bei der Einführung oder Anpassung unternehmensspezifischer Leistungserwartungsfaktoren, die zwischen Unternehmensleitung und Belegschaftsvertretung vereinbart sind und verändert bzw. angepasst werden sollen, kommt der Auswahl und der korrekten Anwendung von MTM-Prozessbausteinsystemen eine entscheidende Bedeutung zu.
4. Die Einflüsse auf die MTM-Prozessbausteinsysteme aus der Ergonomiebewertung und durch die zunehmende Digitalisierung der Planung menschlicher Arbeit führen zu einer ständigen Verfeinerung und Präzisierung der Planungs- und Bewertungsmethoden. Dies bedeutet für MTM, dass es eine Tendenz in der Industrie gibt, MTM-Prozessbausteine mit höherem „Auflösungsvermögen“ wie beispielsweise MTM-1 und MTM-HWD anzuwenden.
5. Mit MTM-HWD bietet die MTMA ein MTM-Prozessbausteinsystem an, das für die Industrie eine Tür zur effizienteren und ganzheitlichen Gestaltung menschlicher Arbeit sowie zum Einsatz von digitalen Zukunftstechnologien in der Prozessgestaltung öffnet.
6. Mit MTM-HWD ist der MTMA der grundlegende methodische Schritt gelungen, um aus digitalen Bewegungsdaten (teil-)automatisiert MTM-Analysen zu erzeugen, die das Qualitätskriterium bzw. Gütesiegel „Approved by MTM“ erreichen können und die die MTM-Normleistung als neutrale, anerkannte Bezugsgrundlage verwenden.
7. Insbesondere durch sein hohes Methodenniveau sowie die chronologische Beschreibung von Bewegungs- bzw. Arbeitsabläufen bietet MTM-HWD eine fundierte Grundlage zur Beschreibung und Bewertung menschlicher Arbeit bei der Verarbeitung von digitalen Bewegungsdaten.

Die MTMA steht im Bedarfsfall beratend und mit entsprechender Expertise zur Auswahl bzw. zu einem Wechsel eines MTM-Prozessbausteinsystems zur Verfügung.

# 5 Bedeutung von MTM-HWD in der virtuellen Planung

---

## 5.1 Ausblick

Eine produktive und ergonomische Gestaltung menschlicher Arbeit spielt eine zentrale Rolle für den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit industrieller Unternehmen. Um diese Aufgabe erfolgreich zu meistern, kommen unterschiedliche Methoden zur Bewertung und Gestaltung von Arbeitsabläufen zum Einsatz. Die gängigsten Methoden (MTM, REFA, EAWS, RULA, NIOSH, LMM) untersuchen dabei entweder produktive oder ergonomische Aspekte. Zudem ist für die Analyse der Arbeitsprozesse ein hoher manueller Erhebungs- und Analyseaufwand durch den Methodenanwender notwendig. Diese Faktoren führen dazu, dass nicht alle industriellen Arbeitsplätze sowohl produktiv als auch ergonomisch gestaltet sind.

Mit MTM-HWD wurde eine Methode entwickelt, die eine integrierte Analyse der produktiven und ergonomischen Gesichtspunkte ermöglicht. Obwohl beide Aspekte in einem Schritt analysiert werden, erfordert jedoch auch die Anwendung dieser Methode einen gewissen Anwendungsaufwand.

Eine Möglichkeit, diesen Aufwand zu reduzieren, ist die automatische Gewinnung und Auswertung von digitalisierten menschlichen Bewegungsdaten. Diese Daten beschreiben die Bewegungen des Menschen und umfassen beispielsweise zurückgelegte Wege, Gelenkstellungen oder Objektinteraktionen. Insbesondere die Technologien Humansimulation, Motion Capture und Virtuelle Realität (VR) eignen sich, um diese Bewegungsdaten zu erfassen bzw. zu generieren. Durch die Fortschritte der Technologien in den letzten Jahren ist zudem ein Einsatz bei einer Vielzahl von Arbeitsplätzen denkbar<sup>5</sup>.

## 5.2 MTM-HWD als Kernelement der Digitalisierung und Virtualisierung

Kern von MTM-HWD ist die integrierte zeitliche und ergonomische Bewertung von manuellen Arbeitsprozessen. Es ist damit mehr als nur ein neues MTM-System zur Produktivitätsbewertung. Es unterstützt eine ganzheitliche Gestaltung der Arbeitsprozesse. Um dieses Ziel zu erreichen, erfasst der HWD-Anwender die ausgeführten Aktionen bei einem manuellen Arbeitsprozess und ihre zeitlichen und ergonomischen Einflussgrößen. Zur Vereinfachung und Systematisierung der Erfassung orientieren sich die Einflussgrößen an den menschlichen Körperteilen und sind zudem als leicht interpretierbare Piktogramme dargestellt<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> vgl. Benter, Kuhlmann, 2019; Benter, et al. 2019

<sup>6</sup> vgl. Finsterbusch, Kuhlmann, 2015

MTM-HWD ermöglicht damit nicht nur eine umfassende manuelle Bewertung und Gestaltung von manuellen Arbeitsprozessen. Durch die objektive Beschreibung der menschlichen Bewegungen bildet es zudem die Grundlage für die Digitalisierung der Arbeitsplanung und -gestaltung.

Der Industrial Engineer der Zukunft wird deshalb in der Lage sein, digitale Tools zu nutzen, um Arbeitsprozesse aufwandsarm und detailliert mit MTM-HWD zu planen. Insbesondere Technologien, die Bewegungsdaten verarbeiten, haben einen hohen Anwendungsbezug. Dazu gehören beispielsweise die Humansimulation, Motion Capture und VR. Die Verbindung zwischen der digitalen Welt und der realen menschlichen Arbeit entsteht durch Übersetzung der digital verfügbaren Informationen in geeignete Verfahren wie MTM-HWD.

**Die Ableitung korrekter MTM-HWD-Analysen aus automatisiert gewonnenen Bewegungsdaten bildet somit einen Schlüssel für die belastbare Anwendung digitaler Planungswerkzeuge durch den Industrial Engineer.**

Für die Erstellung einer MTM-HWD-Analyse ist eine Vielzahl Informationen notwendig, die die menschliche Arbeit umfangreich beschreiben. Die erfolgreiche Ableitung dieser Informationen aus digitalen Planungswerkzeugen ist deshalb die Grundlage für die Erzeugung sogenannter Simulationsanalysen (siehe Abbildung 4).

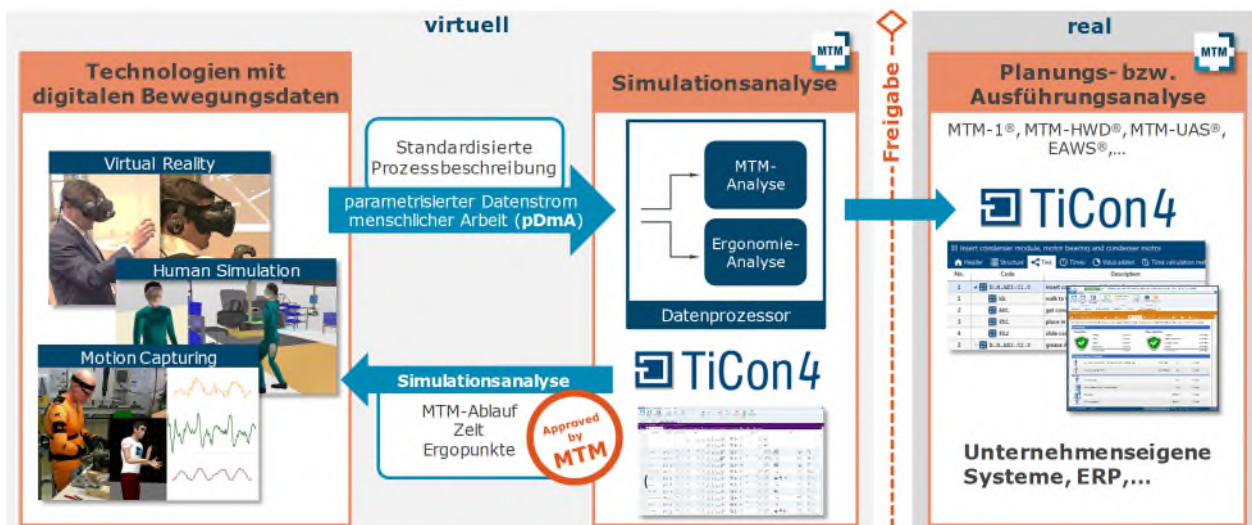


Abbildung 4 Übertragung digitaler Bewegungsdaten in MTM-Analysen und Simulationsanalyse<sup>7</sup>

Simulationsanalysen beschreiben und bewerten hierbei den digital beschriebenen Bewegungsablauf (die Arbeitsweise). Mit anderen Worten: "What you see (simulate, capture) is what you get (describe)!". Eine Simulationsanalyse beschreibt somit auch Abläufe, die in der Realität bzw. dem späteren Arbeitsablauf so nicht stattfinden, wenn die digitalen Tools die Abläufe so erfassen<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> vgl. Kuhlmann, 2019  
<sup>8</sup> vgl. Kuhlmann, 2019

Durch die in MTM-HWD hinterlegte MTM-Normleistung können den digital abgebildeten Arbeitsabläufen menschlich durchführbare Plan-Zeiten zugeordnet werden. Durch die integrierte ergonomische Bewertung kann zudem sichergestellt werden, dass die digitalen Abläufe menschengerecht sind. Dadurch können die Simulationsanalysen dann auch mit dem Gütesiegel „Approved by MTM“ versehen werden. Trotz der umfangreichen Möglichkeiten der digitalen Planungswerkzeuge wird es dennoch weiterhin notwendig sein, die erstellten Simulationsanalysen durch einen eines MTM- bzw. IE-Experten freigeben zu lassen. Erst dann werden sie in Planungs- oder Ausführungsanalysen überführt. So wird der digital abgebildete Arbeitsablauf bewusst in eine festgelegte Arbeitsmethode überführt (siehe Abbildung 4).

Es hat sich gezeigt, dass digitale Planungswerkzeuge in der Lage sind, (teil-)automatisiert HWD-Analysen aus digitalen menschlichen Bewegungsdaten ableiten können. Für eine produktive und ergonomische Gestaltung menschlicher Arbeit in der zunehmend digitalisierten Produktion ist dies von hoher Bedeutung. Das Prozessbausteinsystem MTM-HWD hat so das Potenzial, dem Industrial Engineer der Zukunft eine zielgerichtete und menschengerechte Arbeitsgestaltung auf Basis von Bewegungsdaten zu ermöglichen.

Benter, M.; Kuhlmann, P.:

Analysing Body Motions using Motion Capture Data. In: Isabel L. Nunes (Ed.), Advances in Human Factors and Systems Interaction, Proceedings of the AHFE 2019 International Conference on Human Factors and Systems Interaction, held on July 24–28, 2019, in Washington D.C., USA. S. 128 – 140.

Benter, M.; Hausmanninger, L.; Hensel, R.; Keil, M.; Kuhlmann, P.; Steinmetz, M.:

Digitization of ergonomic planning and design processes - Results from the validation process of motion capture as ergonomic assessment tool. Proceedings of International Conference on Competitive Manufacturing (COMA 19), 30 January 2019 – 1 February 2019, Stellenbosch, South Africa. S. 418 – 424.

Brandl, C.; Faber, M.; Finsterbusch, T.; Härtel, J.; Kuhlmann, P.; Latos, B. A.; Mertens, A.; Nitsch, V.; Przybysz, P.:

Empirical validation of the time accuracy of the novel process language Human Work Design (MTM-HWD®). In: Production & Manufacturing Research, 7:1, 2019. S. 350 – 363.

Finsterbusch, T.; Kuhlmann, P.:

A New Methodology for Modelling Human Work – Evolution of the Process Language MTM towards the Description and Evaluation of Productive and Ergonomic Work Processes. In: Proceedings of 19th Triennial Congress of the IEA. Melbourne, 2015. S. 9 – 14.

Kuhlmann, P.:

Produktive und ergonomiegerechte Arbeit – Von Grundsätzlichem zur Prozesssprache MTM über die Ergonomiebewertung zu Human Work Design (MTM-HWD®). In: ifaa (Hrsg.), Leistung und Entgelt. Düsseldorf : Joh. Heider Verlag, 2018, Ausgabe 2/2018. S. 6 – 46.

Kuhlmann, P.:

Positionen der Deutschen MTM-Vereinigung e. V. zu Assistenzsystemen und zur Verarbeitung von digitalen Bewegungsdaten. In: Kuhlmann P. (Hrsg.), MTM-Schriftenreihe Industrial Engineering, Ausgabe 12. Hamburg: Eigenverlag Deutsche MTM-Vereinigung e.V., 2019.



