



**MTM-Schriften Industrial Engineering**  
Ausgabe 12



**Positionen der Deutschen MTM-Vereinigung e. V.  
zu Assistenzsystemen und zur  
Verarbeitung von digitalen Bewegungsdaten**

Herausgeber: Deutsche MTM-Vereinigung e. V., MTM-Institut  
Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter Kuhlang, Leiter MTM-Institut

Deutsche MTM-Vereinigung e. V., MTM-Institut  
Eichenallee 11  
15738 Zeuthen  
Tel.: +49 33762 20 66-31  
Fax: +49 33762 20 66-40  
institut@dmtm.com  
www.dmtm.com/institut

© 2019, Deutsche MTM-Vereinigung e. V., MTM-Institut

Kuhlang, P.: Positionen der Deutschen MTM-Vereinigung e. V. zu Assistenzsystemen und zur Verarbeitung von digitalen Bewegungsdaten. MTM-Schriftenreihe Industrial Engineering, Ausgabe 12. Hamburg: Eigenverlag DMTMV, 2019.

**Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek**

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

ISBN 978-3-945635-16-2

Eigenverlag und Druck: Deutsche MTM-Vereinigung e. V.  
Elbchaussee 352  
22609 Hamburg  
Telefon: +49 40 822779-0  
Telefax: +49 40 822779-79  
Internet: [www.dmtm.com](http://www.dmtm.com)

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
Positionspapier.....	3
1 Assistenzsysteme.....	5
1.1 Fragestellungen und arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse.....	5
1.2 MTM-Prozessbausteinsysteme und Ergonomiebewertungsverfahren EAWS	6
1.2.1 Methodenniveau bzw. Prozesstyp.....	6
1.2.2 Bedeutung des Methodenniveaus für die neuen Technologien.....	7
1.2.3 Positionierung hinsichtlich der MTM-Prozessbausteinsysteme.....	7
1.2.4 Positionierung hinsichtlich des EAWS.....	8
1.3 Entwicklungs- und Forschungsbedarfe.....	8
1.4 Ausblick.....	8
2 Verarbeitung von digitalen Bewegungsdaten.....	9
2.1 Einleitung.....	9
2.2 Simulationsanalyse.....	9
2.3 Zusammenfassung und Ausblick.....	10
3 Literatur.....	11

# Vorwort

---

*Peter Kuhlant*

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser!

Die vorliegende 12. Ausgabe der Schriftenreihe „MTM-Schriften Industrial Engineering“ ist ein Positionspapier, das Sichtweisen, Erläuterungen und Handlungsbedarfe aus Sicht der Deutschen MTM-Vereinigung e.V. (DMTMV) zur Anwendung der MTM-Prozessbausteinsysteme und des Ergonomiebewertungsverfahrens EAWS in Bezug auf moderne Assistenzsysteme und digital erstellten Bewegungsdaten darlegt.

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 diesem Fall stelle ich die Bedeutung des Methodenniveaus bzw. des Prozesstyps für neuen Technologien wie Assistenzsysteme in den Mittelpunkt der Betrachtungen. Ebenso erläutere ich das Konzept und die Bedeutung der „Simulationsanalyse“ – als neue Kategorie einer MTM-Analyse – für die Nutzung von digitalen Bewegungsdaten.

Peter Kuhlant, im Februar 2019

Leiter MTM-Institut und Technischer Direktor des Internationalen MTM Direktorats

*Peter Kuhlant*

## Einleitung

In dieser Veröffentlichung werden Sichtweisen, Erläuterungen und Handlungsbedarfe aus Sicht der Deutschen MTM-Vereinigung e.V. (DMTMV) zur Anwendung der MTM-Prozessbausteinsysteme und des Ergonomiebewertungsverfahrens EAWS in Bezug auf moderne **Assistenzsysteme** und sowie das Konzept der MTM-Simulationsanalyse zur **Verarbeitung von digital erzeugten Bewegungsdaten** dargelegt.

## Zielsetzung

Dieses Positionspapier beschreibt die – aktuell gültige – Sichtweise der DMTMV hinsichtlich der MTM-Prozessbausteinsysteme und des Bewertungsverfahrens EAWS in Bezug auf den Einsatz moderner Assistenzsysteme (Kapitel 1) sowie aktueller Technologien zur Ermittlung und Verarbeitung von digitalen Bewegungsdaten wie bspw. Humansimulation und Motion Capturing (Kapitel 2), um (den Mitgliedsunternehmen) als Argumentationsunterstützung zu dienen. Es erläutert methodische Hintergründe, und zeigt Entwicklungs- und Forschungsbedarfe auf, womit dieses die Grundlage für ein einheitliches, abgestimmtes Vorgehen in der MTM-Community darstellt. Somit bietet die DMTMV Antworten auf zahlreiche Anwendungsfragen, die in jüngerer Vergangenheit aufgekommen sind.

## Ausgangssituation

In den letzten Jahren wurden zahlreiche neue Assistenzsysteme entwickelt, die einerseits das Ziel verfolgen, menschliche Arbeit zu unterstützen (konkreter: zu vereinfachen bzw. zu erleichtern). Andererseits bieten neue Technologien, wie Humansimulation oder Motion Capturing, Möglichkeiten menschliche Arbeit und Arbeitssysteme digital zu planen bzw. Bewegungsdaten digital zu erfassen. Die DMTMV geht davon aus, dass diese Entwicklungen zukünftig weitergehen werden.

Assistenzsysteme lassen sich in Wahrnehmungsassistenzsysteme, Entscheidungsassistenzsysteme und Ausführungsassistenzsysteme unterscheiden<sup>1</sup>. Als Wahrnehmungsassistenzsysteme seien beispielsweise Datenbrillen genannt, die den Mitarbeiter mithilfe augmentierter Realität durch ihre Tätigkeit führen oder Pick-by-Voice-Systeme, die Logistikmitarbeiter bei Kommissionieraufgaben assistieren. Bei diesen augmentierenden Assistenzsystemen stellt sich etwa die Frage nach der Informationsaufnahme während des Gehens oder Bedienoperationen durch Gestensteuerung, doch auch die Notwendigkeit eines Prozessbausteins „Pick by Voice“ ist eine vieldiskutierte Fragestellung.

Entscheidungsassistenzsysteme prognostizieren Prozessverhalten bzw. -ergebnisse unter Verwendung von Echtzeitdateninformationen. Konkret sind bisher keine aktuellen Fragestellungen hierzu im Kontext der MTM-Prozessbausteinsystem und des EAWS bekannt geworden.

Auf dem Gebiet der Ausführungsassistenz beschäftigen sich aktuell sowohl Forschungsinstitute als auch Industrieunternehmen vermehrt mit betrieblichen Applikationsszenarien von Exoskeletten als ergonomische Assistenzsysteme, mit dem Ziel, Arbeitsbelastungen der Mitarbeiter zu reduzieren oder auch Mitarbeiter mit Leistungseinschränkungen zu unterstützen. Für den Betriebspraktiker im Industrial Engineering stellen die Auswirkungen von Exoskeletten auf das Bewegungsverhalten, die Ausführungsgeschwindigkeit oder die Präzision – und damit auf die MTM-Prozessbausteine – zentrale Fragestellungen dar, ebenso wie die Frage nach der Berücksichtigung von Exoskeletten bei der Ergonomiebewertung mittels EAWS.

Vor diesem Hintergrund werden Anwendungsfragen hinsichtlich der MTM-Prozessbausteinsysteme bzw. des Bewertungsverfahrens EAWS an die DMTMV herangetragen. Konkret adressiert werden beispielsweise Themen wie die Auswirkungen der Exoskelette (z. B. Chairless Chair) auf die MTM-Prozessbausteine „Körperbewegungen“ in MTM-UAS oder deren Bewertung im EAWS.

Die Sichtweisen und Positionen der DMTMV werden zunächst zu Assistenzsystemen und anschließend zur Verarbeitung von digitalen Bewegungsdaten dargelegt.

---

<sup>1</sup> vgl. Klocke et al., 2017

# 1 Assistenzsysteme

---

## 1.1 Fragestellungen und arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse

Die erwähnten Fragestellungen entstehen üblicherweise vor dem Hintergrund der höher aggregierten MTM-Prozessbausteinsysteme wie beispielsweise MTM-UAS, den „C-Werten“ (Daimler AG) und „BMW SD“ (Standarddaten der BMW AG).

Aktuell finden sich in Wissenschaft und Praxis zahlreiche Testvorhaben und langfristig angelegte, praktische Pilotanwendungen der oben beschriebenen Assistenzsysteme, sodass durchaus von einem „Hype“ in der Entwicklung und Anwendung von Assistenzsystemen gesprochen werden kann. Gleichwohl ist die aktuelle Anwendung immer auch noch mit der Suche nach geeigneten Anwendungsfällen bzw. Einsatzgebieten verbunden, in denen die Anwendung von Assistenzsystemen zukünftig tatsächlich Nutzen bringen kann.

Die DMTMV rechnet damit, dass diese neuen Technologien langfristig in ausgewählten Arbeitssystemen, in denen die Anwendung einen positiven Nutzen bringt, Einzug halten werden. Daher erscheinen die Beschreibung und Bewertung menschlicher Arbeit – also von Arbeitsbewegungen bzw. Arbeitsabläufen – die unterstützt durch Assistenzsysteme durchgeführt wird, notwendig.

Aus Sicht der MTM-Anwendung ergibt sich folgende Fragestellung:

**Welche Auswirkungen bzw. Konsequenzen hat der Einsatz dieser Assistenzsysteme auf die Anwendung der MTM-Prozessbausteinsysteme und des EAWS?**

Eine Beantwortung bzw. eine Positionierung der DMTMV zu dieser Fragestellung ist insbesondere für Mitgliedsunternehmen von besonderer Bedeutung.

Der Literaturrecherche von Steinhilber<sup>2</sup> entsprechend, beziehen sich existierende wissenschaftliche Studien zumeist auf einzelne, ausgewählte Systeme, zudem geht deren Erkenntnisgewinn aufgrund der niedrigen Probandenzahl sowie der Laborbedingungen über einen Proof of Concept nicht hinaus. Insbesondere werden die spezifischen Rahmenbedingungen, Gegebenheiten und Anforderungen der industriellen Praxis vernachlässigt<sup>3</sup>. Somit liegen derzeit keine hinreichenden arbeitswissenschaftlichen Ergebnisse vor, anhand derer valide Erkenntnisse zur Anwendung der MTM-Prozessbausteinsysteme sowie des EAWS beim Einsatz von Assistenzsystemen abgeleitet werden können.

---

<sup>2</sup> vgl. Steinhilber et al., 2018

<sup>3</sup> vgl. Hensel et al., 2018

Aufgrund der dargelegten Fragestellungen sowie der arbeitswissenschaftlichen Bestandaufnahme ist es daher notwendig, die Sicht der DMTMV zur Anwendung der MTM-Prozessbausteinsysteme und des EAWS klarzulegen.

## 1.2 MTM-Prozessbausteinsysteme und Ergonomiebewertungsverfahren EAWS

Grundlegend für die nachfolgend beschriebenen Positionen der DMTMV hinsichtlich der Anwendung der MTM-Prozessbausteinsysteme für Assistenzsysteme ist das Verständnis des Begriffes „Methodenniveau“.

### 1.2.1 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 demnach ein **Maß** dafür, **wie hoch die Chance zur Routinebildung in einem Arbeitssystem** sein kann und wie **hoch dadurch die Streuung der Arbeitsweisen** ist. Methodenniveau bzw. Prozesstyp dienen somit zur Klassifizierung der verschiedenen MTM-Prozessbausteinsysteme (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht zum Methodenniveau

Methodenniveau		hoch	mittel	niedrig
Prozesstyp		1 Mengenfertigung	2 Serienfertigung	3 Einzel- und Kleinserienfertigung
Chance zur Routinebildung		hoch	mittel	gering
Arbeitsweisenstreuung		gering	mittel	hoch
Beispiel		Fahrzeugmontage, Bild: sehr gut gestalteter Arbeitsplatz	Flugzeugmontage	Autowerkstatt
Merkmal	Zyklisch	Kurzzyklische, immer wiederkehrende Wiederholungen	Längerzyklische Wiederholungen, hin- und wieder 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



### **1.2.2 Bedeutung des Methodenniveaus für die neuen Technologien**

Die Anwendung von Assistenzsystemen führt zur Frage, ob denn neue Prozessbausteine zur Beschreibung und Bewertung der „neuen/unterstützen“ Arbeitsinhalte bzw. Bewegungen erstellt werden müssen, oder ob diese Arbeitsinhalte durch die bereits bestehenden Prozessbausteine des jeweiligen (anwendungsneutralen oder betrieblichen) Prozessbausteinsystems „abgedeckt“ sind.

Die Antwort hierauf ist im Auflösungsvermögen bzw. dem Abstraktionsgrad des jeweiligen Prozessbausteinsystems bzw. im Methodenniveau zu finden und wird nachfolgend beispielhaft anhand der „Flughöhe während eines Flugs“ erklärt.

Je höher ein Flugzeug fliegt – also bspw. auf Reiseflughöhe 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, so können die Details am Boden genauer erkannt bzw. 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.

### **1.2.3 Positionierung hinsichtlich der MTM-Prozessbausteinsysteme**

Zusammengefasst bedeutet dies also: Je nach Methodenniveau des Prozessbausteinsystems bzw. je nach dem erforderlichem Abstraktionsgrad der Beschreibung und der Bewertung eines Arbeitsinhaltes muss der „Verantwortliche“ im Unternehmen für das jeweilige Prozessbausteinsystem festlegen, ob eigene Prozessbausteine für die „neuen/unterstützen“ Arbeitsinhalte bzw. Bewegungen entwickelt werden müssen. Hierbei sind jene Konstruktionsprinzipien anzuwenden, die bereits bei der ursprünglichen Entwicklung des Prozessbausteinsystems angewendet worden sind. Wir empfehlen die neuen Prozessbausteine unbedingt mit der Belegschaftsvertretung abzustimmen. Umgekehrt formuliert: Man kann also nicht „einfach mal schnell“ einen Prozessbaustein für einen „neuen/unterstützen“ Arbeitsinhalt erstellen und anwenden.

Die Neuentwicklung von Bausteinen für Prozessbausteinsysteme und die damit verbundene Ergänzung bzw. Veränderung von Anwendungsregeln verändert i. A. die Ausgleichzeit des Systems und damit die, bei dessen Entwicklung festgelegte statistische Stabilität des Prozessbausteinsystems.

Der Abstraktionsgrad der MTM-Prozessbausteinsysteme (MTM-UAS, C-Werte und BMW SD) ist so hoch, dass aus Sicht der DMTMV derzeit keine Ergänzungen notwendig sind.

Insbesondere für das MTM-Prozessbausteinsystem MTM-UAS wird die DMTMV keine Ergänzung von allgemeingültigen Bausteinen und Regeln durchführen, um somit den Einsatzbereich des Systems nicht zu verändern.

Die DMTMV empfiehlt im Bedarfsfall unternehmensspezifische Prozessbausteine zu entwickeln. Hierzu muss der Abstraktionsgrad der Beschreibung (der Bausteine) entsprechend verfeinert bzw. erhöht werden, wozu sich MTM-Prozessbausteinsysteme aus dem höheren Methodenniveaubereich wie MTM-HWD® oder MTM-SD (Standarddaten) anbieten.

#### **1.2.4 Positionierung hinsichtlich des EAWS**

Der Einsatz von Exoskeletten mit EAWS ist nicht bewertbar, da die Auswirkungen aufgrund der Ab- bzw. Umleitung der Belastungen nicht beurteilbar sind. Andere Assistenzsysteme sind im Einzelfall zu untersuchen.

### **1.3 Entwicklungs- und Forschungsbedarfe**

Für die Entwicklung von unternehmensspezifischen Bausteinen für den Einsatz von Exoskeletten steht die DMTMV entsprechend des satzungemäßen Auftrags mit der entsprechenden Erfahrung und Kompetenz beratend zur Verfügung.

Die Entwicklung von körperbereichsbezogenen Ergonomiebewertungsverfahren ist ein möglicher Ansatz zur Bewertung von Assistenzsystemen. Diesbezügliche Forschungsaktivitäten werden durch die DMTMV unterstützt.

### **1.4 Ausblick**

Insbesondere das MTM-Prozessbausteinsystem MTM-HWD® bietet durch sein hohes Methodenniveau sowie die chronologische Beschreibung von Bewegungs- bzw. Arbeitsabläufen eine fundierte Grundlage zur Beschreibung und Bewertung menschlicher Arbeit in Kontext von Assistenzsystemen sowie zur Verarbeitung von digitalen Bewegungsdaten.

# 2 Verarbeitung von digitalen Bewegungsdaten

---

## 2.1 Einleitung

Das MTM-Prozessbausteinsystem MTM-HWD® verbindet zeitliche und ergonomische Parameter (Prozessbausteine und Einflussgrößen) menschlicher Arbeit in einer standardisierten Beschreibungslogik. Dadurch ist es hervorragend für den Einsatz in der digitalen Gestaltung menschlicher Arbeit geeignet. Es ist eine neue MTM-Methode, um die Zeit- und Ergonomieanalyse in einem Planungsschritt durchzuführen und eine Voraussetzung für die Digitalisierung des Industrial Engineerings<sup>4</sup>.

Eine standardisierte Methodenplanung ist und bleibt der Schlüssel für exzellente Produktivität. Der Industrial Engineer der Zukunft wird mit Hilfe der Prozesssprache MTM die digitale und die reale Welt miteinander verbinden und auf Basis von 3D-Simulationen planen. Das heißt, dass neben der Planungs- und der Ausführungsanalyse zukünftig die Simulationsanalyse zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Basis hierfür sind digital erfasste Bewegungsdaten und das neue Prozessbausteinsystem MTM-HWD®, das gleich drei Ergebnisse liefert: Ablaufbeschreibung, Zeit und Ergonomie. Diese Entwicklungen sind die Voraussetzung für die Digitalisierung menschlicher Arbeit. Insbesondere das neue MTM-Prozessbausteinsystem MTM-HWD® ist durch seine chronologische Bewegungsbeschreibung und die gleichzeitige zeitliche und ergonomische Bewertung hervorragend für den Einsatz in der digitalen Gestaltung menschlicher Arbeit geeignet.

Das MTM-Prozessbausteinsystem MTM-HWD® stellt die zeitliche und räumliche Zusammenführung der menschlichen Bewegung und der damit verbundenen Objekte und Eigenschaften im Arbeitssystem dar – der digitalisierte Arbeitsablauf. Durch die Beschreibungselemente (MTM-Prozessbausteine und Einflussgrößen) von MTM-HWD® fungiert dieses als Übersetzungslogik zwischen der Digitalen Welt (3D Simulation, Motion Capturing, AR/VR) und realen Welt – als der Sprache des Industrial Engineerings.

## 2.2 Simulationsanalyse

Mit Hilfe der neuen digitalen Planungswerkzeuge werden sogenannte Simulationsanalysen erzeugt. Diese beschreiben den in der digitalen Umgebung simulierten Prozess beziehungsweise den darin beobachteten Bewegungsablauf (Arbeitsweisen). Sie sind einerseits ein Ergebnis der Planung menschlicher Arbeit in der virtuellen Welt und andererseits repräsentieren sie den tatsächlichen Bewegungsablauf bspw. einer Bewe-

---

<sup>4</sup> vgl. Kuhlmann, 2018

gungsaufnahme; frei interpretiert also: What you see (simulate, capture) is what you get (describe)!

Der Bezug zur menschlichen Arbeit (Leistung) wird für diese Arbeitsabläufe hergestellt, indem sie in Form einer MTM-Analyse beschrieben und bewertet werden. Somit wird der Bezug zur MTM-Normleistung hergestellt und auch das Gütesiegel „Zertifiziert durch MTM“ vergeben (siehe Abbildung 2). Simulationsanalysen werden durch eine formalisierte Freigabe von MTM- bzw. IE-Experten in Planungs- oder Ausführungsanalysen überführt. Dadurch wird der simulierte Bewegungsablauf bzw. die ausgeführte Arbeitsweise in eine bewusst festgelegte, standardisierte Arbeitsmethode überführt. Zu beachten ist hierbei, dass diese Überführung in abgestimmte (!) Planungsanalysen bewusst geschehen muss.

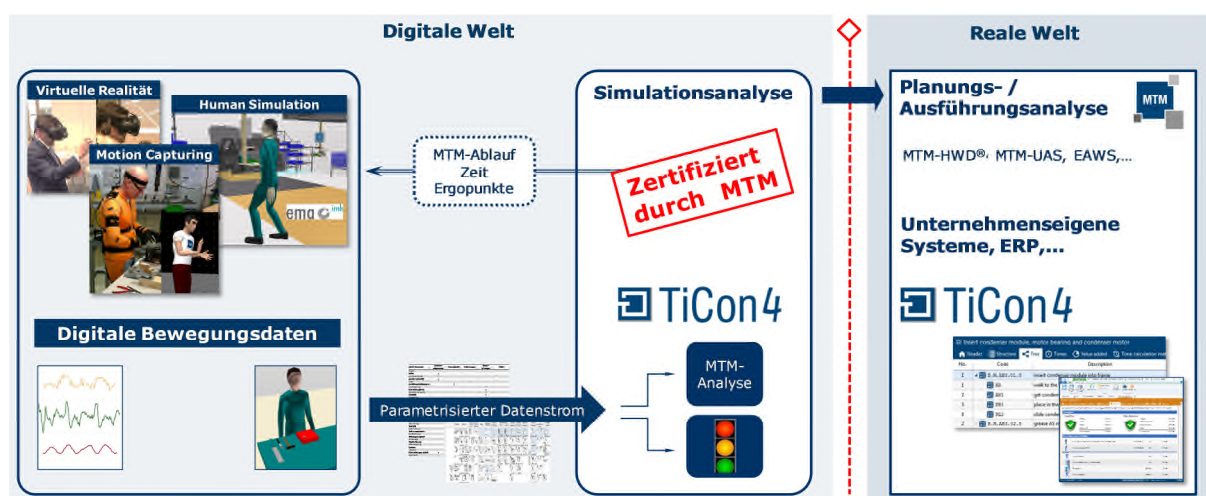


Abbildung 1: Prinzip der MTM-Simulationsanalyse

## 2.3 Zusammenfassung und Ausblick

Das Prozessbausteinsystem MTM-HWD® sowie die Simulationsanalyse sind die Voraussetzungen, um die Digitalisierung des Industrial Engineerings mit neuartigen Werkzeugen (3D-Simulation menschlicher Bewegungen, Virtual Reality) voranzutreiben und somit digitale Planungsergebnisse zur menschlichen Arbeit über die Prozesssprache MTM mit der realen Welt zu verbinden.

Die Deutsche MTM-Vereinigung e. V. wird zukünftig auf die Etablierung und Einhaltung des Gütesiegels „Zertifiziert durch MTM“ für digital erstellte Simulationsanalysen achten, um die einheitliche und sachgerechte Verbreitung von MTM sicher zu stellen.

## 3 Literatur

---

Hensel, R.; Keil, M.: *Subjektive Evaluation industrieller Exoskelette im Rahmen von Feldstudien an ausgewählten Arbeitsplätzen*. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 72 (2018), S. 252-263. Berlin: Springer, 2018.

Klocke, F.; Bassett, E.; Bönsch, C.; Gärtner, R.; Holsten, S.; Jamal, R.; Jurke, B.; Kamps, S.; Kerzel, U.; Mattfeld, P.; Shirobokov, A.; Stauder, J.; Stautner, M.; Trauth, D.: *Assistenzsysteme in der Produktionstechnik*. In: Brecher, Christian; Klocke, Fritz; Schmitt, Robert; Schuh, Günther (Hrsg.). Internet of Production für agile Unternehmen. AWK Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium 2017 : 18. bis 19. Mai 2017. Aachen: Apprimus Verlag, 2017.

Kuhlang, 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. Joh. Heider Verlag, Düsseldorf, 2018, Ausgabe 2/2018, S. 6-46.

Steinhilber B., Seibt R., Luger T.: *Einsatz von Exoskeletten im beruflichen Kontext - Wirkung und Nebenwirkung*. Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Umweltmedizin: ASU: Zeitschrift für medizinische Prävention, 53 (2018), S. 662-664. Stuttgart: Gentner. 2018.

9



783945

635162