

# Resümee und Ausblick: Entwicklungen der Prozesssprache

## MTM

---

*Peter Kuhlang, Thomas Finsterbusch, Thomas Weber*

### Abstract

Die in jüngster Zeit entstandenen MTM<sup>92</sup>-Prozessbausteine mit immanenter Modellbildung für Soll-Zeiten und physische Gefährdungen eröffnen neue Möglichkeiten ganzheitlicher und interdisziplinärer Arbeits(-system-)gestaltung. Durch die Verzahnung und Verbindung komplexer ergonomischer (biomechanischer) und arbeitsmethodischer (zeitlicher) Bewertungsverfahren besteht nun bereits in frühen Phasen im Produktentstehungsprozess (PEP) die Möglichkeit Kosten- und Risikovermeidung zu betreiben<sup>93</sup>.

Dieser Beitrag beschreibt die Entwicklungen von MTM hin zur Prozesssprache und manifestiert einen Wandel, der vor etwas mehr als 15 Jahren begonnen hat und weiter anhalten wird:

### Der Wandel von MTM

- heraus aus der „SvZ<sup>94</sup>-Schublade“  
hin zur umfassenden, offenen und internationalen Prozesssprache,
- weg von der „Zeitermittlung“  
hin zur Modellierung, Planung und Gestaltung menschlicher Arbeit.

Getragen wird dieser Wandel durch eine Konstante: die immanente Normleistung der Prozessbausteine der Prozesssprache MTM!

Für die Anwendung und die Weiterentwicklung von MTM bedeutet dies, dass zum einen weiterhin ein Schwerpunkt auf der Kalkulation und Planung von Abläufen und dem damit verbundenen Management von Prozessdaten liegen wird. Zum andern kommt hinzu, dass die Modellierung menschlicher Arbeit – also das „Denken der Arbeit vom Menschen her“ – ein weiterer Schwerpunkt sein wird. Die Bewegungsmodellierung und die ganzheitliche Betrachtung menschlicher Arbeit wird – wie schon zu Zeiten der Entwicklung der Therbligs – zukünftig wieder in den Mittelpunkt der Arbeitssystemgestaltung rücken.

---

<sup>92</sup> Methods-Time Measurement

<sup>93</sup> vgl. Kuhlang, 2015

<sup>94</sup> Systeme vorbestimmter Zeiten

## 1 Einleitung

Mit Modellen zu arbeiten heißt sich mit wohldefinierter Absicht soweit von der Realität zu entfernen, dass die Betrachtung auf etwas Wesentliches zu konzentrieren ist. Dies bietet enorme Vorteile beim Erkenntnisgewinn. Schließlich wird der Blick nicht durch unwesentliche Details „verstellt“. Auf der anderen Seite müssen Modelle valide sein. Das bedeutet, dass die aus ihnen gewonnenen Erkenntnisse auf die Realität zu übertragen sind. Hierin besteht das praktische Problem jeglicher Modellbildung. Denn wie schnell ist etwas scheinbar verständlich gemacht, indem man unzulässig vereinfacht, d. h. Wesentliches im Modell „weglässt“ und so zu Schlüssen kommt, welche zwar im Modell richtig sind, aber nicht auf die Realität zu übertragen.

Gerade Industrial Engineers setzen sich dieser Gefahr in hohem Maße aus, denn ihre Aufgabe besteht in nichts Geringerem als in der Modellierung menschlicher Arbeit. Sie versuchen den Menschen, der noch von keiner Wissenschaftsdisziplin vollständig verstanden ist, so zu beschreiben, dass sein industrieller Arbeitseinsatz planbar, vorhersehbar wird. Denn genau das verlangt wirtschaftliche Unternehmensführung: Effizienter Einsatz der Ressource Mensch. Und hier hilft keine „Rückspiegel-Perspektive“, d. h. keinem Arbeitsplaner nutzt es zu wissen, wieviel wertvolle Ressourceneinsatzzeit in der Vergangenheit verbraucht wurde und welche körperlichen Schäden daraus ggf. resultierten.

Solches Vorgehen wird jedoch vielfach noch als Stand der Technik wahrgenommen. Denn retrospektive Datenermittlungs- und Bewertungsmethoden bildeten lange Zeit das Instrumentarium des IE. Damit konnte man aus Vergangenheitsdaten heraus mutmaßen, wie sich die Ressource Mensch in Zukunft wohl verhalten wird, ohne den Menschen ausreichend verstehen zu müssen. Nur durch Statistik und die damit verbundenen Grundgesamtheiten an Ist-Daten ließen sich so gewonnene Zukunftsprognosen absichern. Statistik ist jedoch als nachgeschaltete Modellbildung<sup>95</sup> zu verstehen, der vorausgesagte Sachverhalt ist mit statistischer Wahrscheinlichkeit richtig, solange alles so bleibt wie es in der untersuchten Grundgesamtheit war. Für industrielle Massenproduktion im 20. Jahrhundert reichte diese Modellbildung auch aus, denn Innovations- und Veränderungszyklen waren oft ausreichend lang, um „unsichere“ Anlaufphasen später wieder überkompensieren zu können. Anlaufverluste und Lernkurven waren in traditionellen industriellen Produktionssystemen kalkuliert.

Anders sieht die industrielle Produktion des beginnenden 21. Jahrhunderts aus: Begriffe wie Individualisierung, Flexibilisierung, One-Piece-Flow, Wandlungsfähigkeit etc. prägen die Diskussion um aktuelle Produktionskonzepte. Vergleichsweise kurze Produktlebenszyklen sind die praktische Folge stetig steigender Inno-

---

<sup>95</sup> vgl. Bokranz/Landau, 2012

tionsraten. Bevor sich ein Arbeitssystem „einschwingen“ kann, steht sein Zweck schon wieder zur Disposition. Anlaufverluste werden unter weltweitem Kostendruck von produzierenden Unternehmen nicht akzeptiert. Veränderung ist Tagesgeschäft, stabile Grundgesamtheiten industrieller Arbeitsprozesse sucht man zunehmend vergebens. Die nachgeschaltete Modellbildung für Arbeitsabläufe versagt ihre Zuverlässigkeit in diesem z. T. turbulenten Umfeld. Vielmehr benötigt man experimentierfähige Modelle menschlicher Arbeit. Gleichzeitig verlangen solche Modelle mehrere Ergebnisgrößen. Denn alles, was man bislang an statistisch abgesicherten Bewertungen aus Ist-Abläufen gewonnen hat, muss auch das Modell liefern, wenn die Ist-Datenbasis „plötzlich“ wegbricht.

An dieser Stelle ist folglich Pionierarbeit zu leisten, etwas was den Entwicklern von MTM und ähnlicher Systeme bereits in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts zuzuschreiben ist. Denn ihnen gelangen erste Modellbildungen zur menschlichen Arbeit, freilich auf eine Ergebnisgröße beschränkt, die Prognose des Zeitverbrauchs. Dennoch sind ihre Arbeiten von großem Wert, denn es konnten erstmals parametrisierbare Grundbausteine menschlicher Arbeitsbewegungen identifiziert werden – eine Modellierungsgrundlage, welche heute nach nahezu sechs Jahrzehnten Anwendung als überaus valide einzuschätzen ist. Eine zur Planung menschlicher Arbeit hinreichende Modellierung des Arbeitsvollzugs steht aber nach wie vor als bedeutsame Herausforderung, nicht nur im Industrial Engineering, sondern in vielen Fachdisziplinen. Denn der Mensch ist im Modell des Arbeitssystems<sup>96</sup> das hinsichtlich seiner Funktion komplizierteste Element.<sup>97</sup>

In der Möglichkeit der detaillierten Modellierung von Arbeitsmethoden<sup>98</sup> liegt vor diesem Hintergrund die mit Abstand bedeutendste funktionelle Eigenschaft des MTM-Verfahrens. Sie wird als Modellbildungsimmanenz<sup>99</sup> beschrieben und entfaltet ihre Wirkung insbesondere bei der Gestaltung von Arbeitssystemlayouts. Denn die bei der Modellbildung berücksichtigten Einflussgrößen des Soll-Zeitbedarfs der Arbeitsmethode und von physischen Gefährdungen für die Arbeitsperson sind die Gestaltparameter des Arbeitsplatzes bzw. des Arbeitsbereichs. In Verbindung mit den bei MTM „eingebauten“ Ergebnisparametern, allem voran die Soll-Zeit, lassen sich Layoutvarianten für das Arbeitssystem bereits im Entwurf bzgl. ihrer Produktivitätswirksamkeit bewerten, eine notwendige Voraussetzung für planerische Perfektion. Beim MTM-Verfahren ist dieser Aspekt in den funktionellen Eigen-

---

<sup>96</sup> Das Arbeitssystem-Modell wird im Industrial Engineering verwendet als soziotechnisches System, welches die Ressourcen Mensch und Betriebsmittel bei der Aufgabenerfüllung abbildet. Dazu beschreibt man neben den beiden Ressourcen die Ein- und Ausgabe sowie den Arbeitsablauf, die Arbeitsaufgabe und die wirkende Umwelt.

<sup>97</sup> vgl. Bokranz/Landau, 2012

<sup>98</sup> Die Arbeitsmethode steht für das Modell des Ablaufs beim Menschen. Den Begriff wird man definitiv korrekt nur für Soll-Abläufe, also das im Mittel Machbare, den reproduzierbar erreichbaren Ablauf verwenden.

<sup>99</sup> vgl. Bokranz/Landau, 2012, Bd. 1, S. 100

schaften Simulationsfähigkeit und Komplexitätsvariation beschrieben. Zudem ist dem MTM-Prozessmodell eine einheitliche Bezugsleistung immanent, die MTM-Normleistung. Damit sind die bei der messenden Zeitstudie notwendigen Leistungsbeurteilungen zur Soll-Zeitbildung hinfällig. Insofern scheint es logisch, Modelle für den Menschen im Arbeitsprozess auf Basis von MTM-Bausteinen zu bilden.

## 2 Von Therbligs zu MTM-Prozessbausteinen

Mit der Entwicklung der Therbligs durch Frank Bunker GILBRETH gelang es erstmals ein Bewegungsmodell des Menschen bei der Ausführung von Arbeit zu erstellen. Ein Therblig (z. B. Auswählen, Ergreifen, Festhalten, Einführen), auch als Bewegungselement (True Elements of Work) bezeichnet, beschreibt bzw. steht für ein „Stück“ des Bewegungsablaufes.<sup>100</sup> Ein charakteristisches Merkmal der Therbligs ist die Verwendung von Symbolen, mit Hilfe derer in verkürzter, allgemein verständlicher Form menschliche Arbeitsabläufe dargestellt werden. Zum einen ermöglicht eine solche Darstellung sog. Verschwendungen im Arbeitsablauf, deren Ursachen sowie die Möglichkeiten zur deren Beseitigung aufzuzeigen. Andererseits beinhaltet eine solche Beschreibung nur das, was zu tun ist (Arbeitsmethode) und nicht, wie bzw. in welcher individuellen Ausprägung es getan wird (Arbeitsweise). Nicht erfasst werden zudem Parameter (z. B. Gewichte, Fügetoleranzen, Bewegungslängen) einschließlich ihrer zeitlichen Auswirkung. Dieser Schritt wurde erst durch die Entwicklung von Prozessbausteinsystemen wie MTM oder WF (Work-Factor) ermöglicht.

Ursprünglich wurden diese Prozessbausteinsysteme ihrem Hauptverwendungszweck zur damaligen Zeit entsprechend als Systeme vorbestimmter Zeiten (SvZ) bezeichnet. Aus heutiger Sicht ist diese Kategorisierung kontraproduktiv und irreführend.<sup>101</sup> Der eigentliche Kern und die essentielle Intention der MTM-Anwendung ist die Modellierung (die Beschreibung und Bewertung) von Arbeitsabläufen (also die Bildung von Bewegungsmodellen) und deren Gestaltung, da die Zeitermittlung immanent erfolgt.<sup>102</sup>

Die Entwicklung von MTM-Bausteinsystemen beruht auf den Prinzipien der Prozessbaustein-Aggregation, bei denen einzelne Prozessbausteine (z. B. MTM-1 Grundbewegungen) zu komplexeren Prozessbausteinen (z. B. MTM-2 Bewegungsfolgen oder MTM-UAS Grundvorgängen) zusammengefasst werden. Auch wenn sich die Art der Aggregation von Bausteinsystem zu Bausteinsystem unterscheidet, so erfolgte die Entwicklung eines höher aggregierten Bausteinsystems stets nach derselben Methodik.

---

<sup>100</sup> vgl. Landau, 2013

<sup>101</sup> vgl. Landau, 2013, S. 113

<sup>102</sup> vgl. Schmauder et al., 2014

In der betrieblichen Anwendung werden die mit MTM-Bausteinsystemen (vor allem mit MTM-UAS) erstellten Ablaufbeschreibungen zunehmend auch für weitere Bewertungen herangezogen, besonders bei der Anwendung von Ergonomie-Bewertungsverfahren (z. B. EAWS – Ergonomic Assessment Worksheet). Dabei wurde festgestellt, dass der Informationsgehalt, also die Anzahl der Einflussgrößen der MTM-Baustein-systeme, ungenügend und die Bausteingranularität (z. B. MTM-UAS Grundvorgänge) nicht hinreichend genau sind. Des Weiteren erstreckt sich die Anwendung der MTM-Bausteinsysteme sowie der Ergonomie-Bewertungsverfahren zunehmend auf den kompletten Produktentstehungsprozess (Konstruktion, Planung, Fertigung) bzw. die gesamte Wertschöpfungskette mit dem Ziel, möglichst zeitlich und ergonomisch optimierte Arbeitsplätze und -prozesse zu gestalten (s. Abbildung 1).

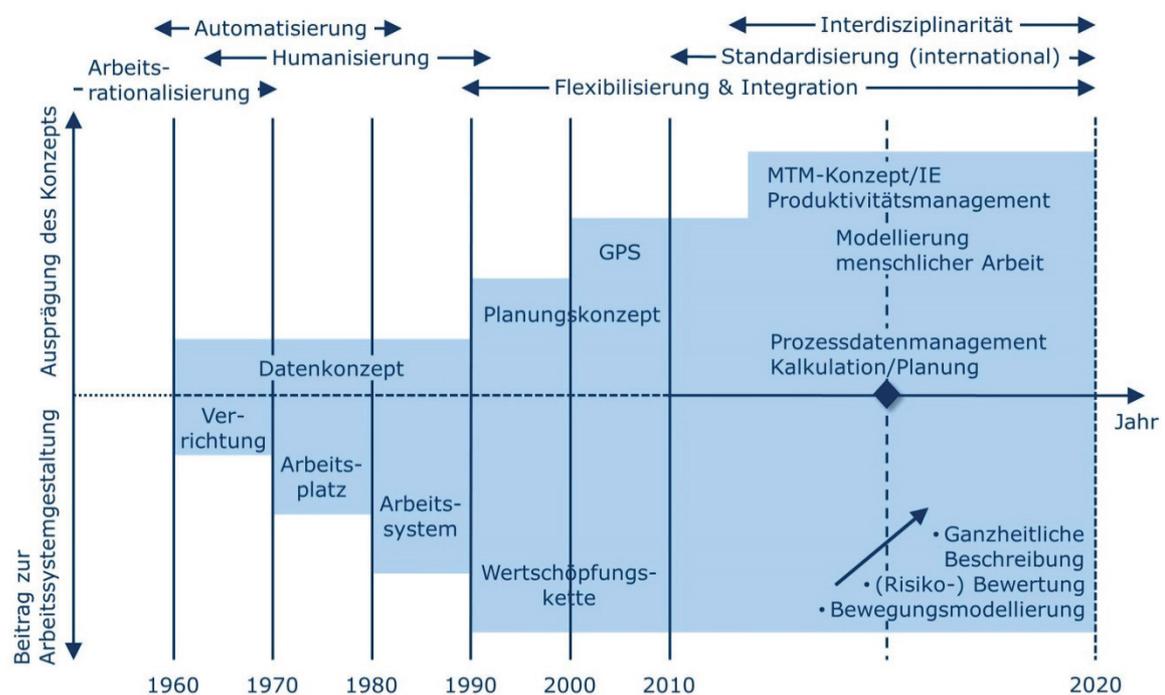


Abbildung 1: Entwicklung des MTM-Konzepts unter sich wandelnden Rahmenbedingungen

Besonders die Veröffentlichung des MTM-Produktivitätsmanagementkonzepts<sup>103</sup> aber auch die in jüngster Zeit entstandenen MTM-Prozessbausteine mit immanenter Modellbildung für Soll-Zeiten und physische Gefährdungen eröffnen neue Möglichkeiten ganzheitlicher und interdisziplinärer Arbeits(-system-)gestaltung. Durch die Verzahnung und Verbindung komplexer ergonomischer (biomechanischer) und arbeitsmethodischer (zeitlicher) Bewertungsverfahren besteht nun bereits in frühen Phasen im Produktentstehungsprozess (PEP) die Möglichkeit Kosten- und Risikovermeidung zu betreiben<sup>104</sup>.

<sup>103</sup> vgl. Bokranz/Landau, 2012

<sup>104</sup> vgl. Kuhlmann, 2015

Für die Anwendung und die Weiterentwicklung von MTM bedeutet dies, dass zum einen weiterhin ein Schwerpunkt auf der Kalkulation und Planung von Abläufen und dem damit verbundenen Management von Prozessdaten liegen wird. Zum andern kommt hinzu, dass die Modellierung menschlicher Arbeit – also das „Denken der Arbeit vom Menschen her“ – ein weiterer Schwerpunkt sein wird. Die Bewegungsmodellierung und die ganzheitliche Betrachtung menschlicher Arbeit wird – wie schon zu Zeiten der Entwicklung der Therbligs – zukünftig wieder in den Mittelpunkt der Arbeitssystemgestaltung rücken (s. Abbildung 1 sowie Abbildung 2).

Die aktuelle Entwicklungsstufe der MTM-Bausteinsysteme repräsentiert mit Human Work Design (MTM-HWD®) die Erweiterung der Zeiteinflussgrößenmodellierung in MTM-Bausteinen um ergonomierelevante Parameter des Arbeitssystems, wodurch zunehmend ganzheitliche MTM-Prozessbausteine entstehend und nutzbar werden (s. Abbildung 2).

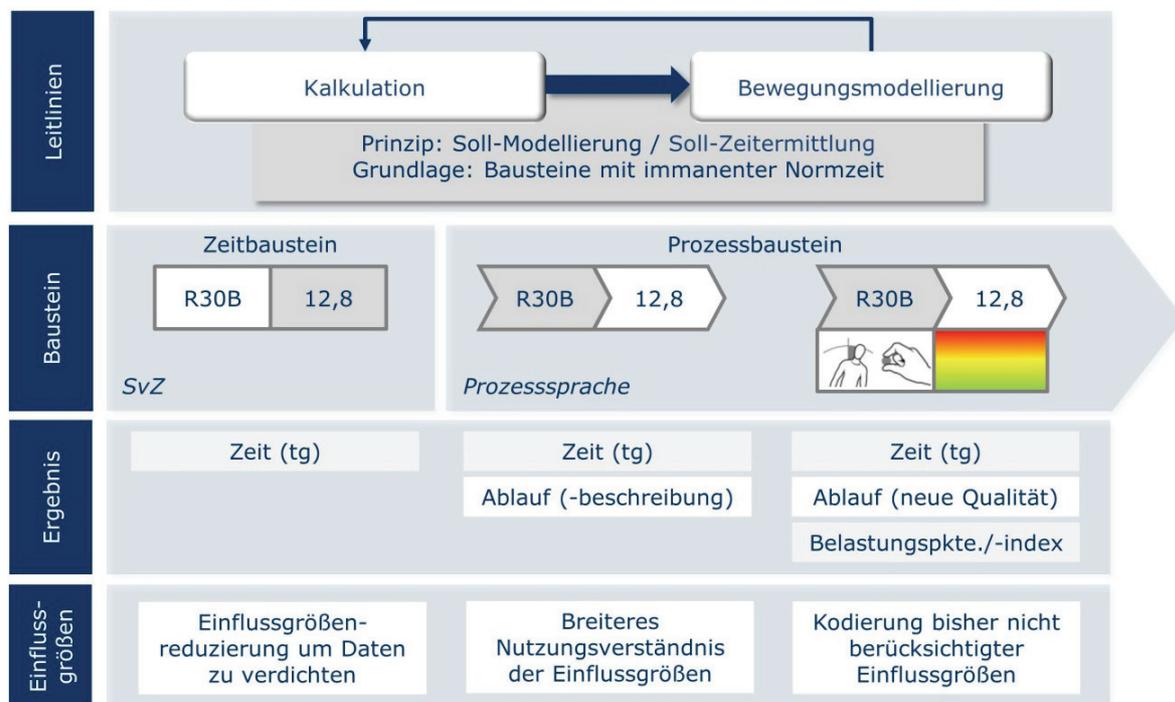


Abbildung 2: Wichtige Entwicklungsstufen hin zu Prozessbausteinen der Prozesssprache MTM<sup>105</sup>

In diesem Zusammenhang ist auch der Begriff „Zeitbaustein“ als überholt anzusehen, denn der Anwendungsbereich von MTM ist mit dem Wirkungsbereich des Industrial Engineerings mit gewachsen. Stand früher in hoch arbeitsteiligen Engineering-Organisationen dem IE die Rolle der Arbeitsrationalisierung respektive der Zeitverkürzung zu, so hat sich diese Rolle in der heutigen Planungswelt insoweit ausgedehnt, wie die Planungskomplexität beherrschbarer wurde, nicht zuletzt durch den Einfluss der DV bis hin zur „Digitalen Fabrik“. Der Modellierungs- und

<sup>105</sup> vgl. Finsterbusch/Weber, 2015, S. 118

Kalkulationsfokus von MTM erweiterte sich im selben Maße hin zu einer Prozesssprache; zwar steht am Ende immer wieder der menschliche Arbeitsvollzug im Blickfeld des IE, die beherrschbaren Zielgrößen sind jedoch heute Dank der Prozessbausteine der MTM-Prozesssprache viele mehr als lediglich die Zeit (s. Abbildung 3).

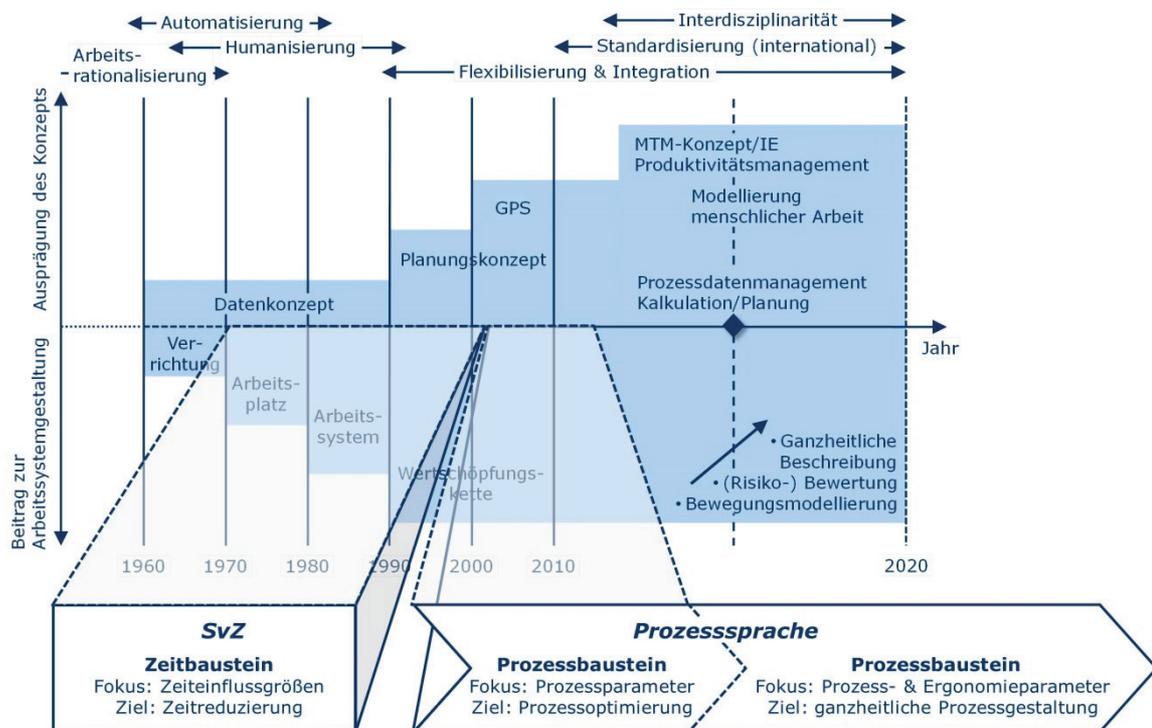


Abbildung 3: Entwicklung der MTM-Bausteine zur Kalkulation und Modellierung menschlicher Arbeit

### 3 Die Entwicklung des MTM-Bausteinsystems Human Work Design (MTM-HWD®)

In einer bislang zweijährigen Entwicklungsphase entsteht ein neuartiges MTM-Bausteinsystem (die HWD®-Aktionen samt deren Einflussgrößen), mit dem es erstmals möglich ist, auf Basis einer einheitlichen Beschreibung eine simultane Bewertung von Zeit und physischen Gefährdungen (bspw. in Verbindung mit EAWS) vorzunehmen. Mit den HWD®-Aktionen (OBTAIN, DEPOSIT, RETRACT, APPLY PRESSURE, MOVE LEG und CHECK) können nicht nur die Bewegungen des Menschen, sondern auch dessen Körperhaltungen während des Arbeitsablaufes beschrieben werden. Hierzu wurden neue Prozessbausteine entwickelt (z. B. HOLD, WAIT). Dabei wurde bewusst auf die bei anderen MTM-Bausteinsystemen übliche alphanumerische Kodierung der HWD®-Aktionen und Einflussgrößen verzichtet, damit die Beschreibung nicht nur dem geschulten Anwender zugänglich ist.

Das Bausteinsystem MTM-HWD® ermöglicht somit erstmals umfassendere Modelle des menschlichen Arbeitsvollzuges erstellen zu können.

Die HWD®-Einflussgrößen (z. B. Rumpfdrehung, Entfernungsbereich) zeichnen sich durch eine klare Definition und durch eine bildhafte Darstellung (Piktogramme) der einzelnen Ausprägungen (Skalierung einer Einflussgröße) aus (s. Abbildung 4).

Beschreibungskarte OBTAIN (Aufnehmen)																			
untere Extremitäten				Rumpf					Kopf/Nack		obere Extremitäten								
Weg	Ausführung bedingungen	Grundstellung	Stabilität	Beinhalten links rechts		Rumpfbeugung	Rumpfdrehung	Rumpfsneigung	Kopfhaltung	Oberarmhaltung	Handgelenk position	Armstreckung	Handgelenk haltung	Entfernungsbereich	Bereitstellung	Greifbewegung	Greifart		
0														0			Kontakt	Zufassen	Umfassen
5														5					
10														10					
20														20					
40														40					
70														70					
100														100					

**Legende:**  
 Grundwert

Abbildung 4: Die HWD®-Aktion OBTAIN samt Einflussgrößen<sup>106</sup>

### 3.1 Beschreibung menschlicher Arbeit mit dem Bausteinsystem MTM-HWD®

Die Vielzahl an Einflussgrößen, die es bei der Aggregation<sup>107</sup> der Prozessbausteine zu berücksichtigen galt, führte zu einem neuen Erscheinungsbild. Während sich die Anwendung der klassischen MTM-Bausteinsysteme durch eine Datenkarte und dem Ausfüllen strukturierter Analyseformulare auszeichnet, wird beim Bausteinsystem MTM-HWD® ein vorgedrucktes Beschreibungsformular verwendet, auf dem die jeweiligen Aktionen samt ihrer Einflussgrößen anzukreuzen sind. Um die Anwendung (das Markieren der entsprechenden Felder) zu beschleunigen, wurde ein Grundwert (farbliche Markierung der Ausprägung einer Einflussgröße) festgelegt, der nicht angekreuzt werden muss. Dieser unterstützt Anwender bei der Gestaltung produktiver und ergonomischer Soll-Abläufe. Somit kann mit MTM-HWD® ein Bewegungsmodell der menschlichen Arbeit erstellt werden. Eine Bewegung wird bei MTM-HWD® stets umfassend beschrieben. Eine Teilbeschreibung (z. B. nur zeitliche Einflussgrößen) ist somit nicht möglich. Zudem wurden weitere Einflussgrößen (z. B. Kopfhaltung) ergänzt, die in den bestehenden Verfahren bisher nicht betrachtet wurden. Ziel war es, ein Bausteinsystem zu entwickeln, mit dem ein vom Menschen abgeleitetes Bewegungsmodell erstellt werden kann. Die Beschreibung

<sup>106</sup> vgl. Finsterbusch/Härtel, 2015, S. 141

<sup>107</sup> Darunter wird das Zusammenfassen von Grundbewegungen und Einflussgrößen nach definierten Prinzipien verstanden.

umfasst somit nicht nur mehr Informationen als für eine Ergebnisgröße (z. B. Zeit) notwendig sind, sondern sie berücksichtigt eine umfassende Beschreibung der einzelnen Elemente des Körpers (untere Extremitäten, Rumpf, Kopf/Nacken und obere Extremitäten).

### **3.2 Bewertung menschlicher Arbeit mit dem Bausteinsystem MTM-HWD®**

Die Bewertungsschritte liefern gleichzeitig zwei Ergebnisgrößen. Zum einen sind den einzelnen HWD®-Einflussgrößen Normzeitwerte zugeordnet, aus denen sich auf Grundlage eines (betrieblichen) Zeitgliederungsschemas ein Zeitstandard (z. B. Vorgabezeit) ermitteln lässt. Zum anderen wird eine Belastungsanalyse durchgeführt, indem durch Kopplung eines Ergonomie-Bewertungsverfahrens (z. B. EAWS) ein Belastungsindex (Punktwert) ermittelt wird. Kopplung bedeutet hierbei, dass die Informationen aus der Beschreibung (z. B. Aktionen, Einflussgrößen, Zeit, Häufigkeiten) dem Algorithmus (Sektionen und Regelwerk) des Bewertungsverfahrens zur Verfügung gestellt werden.

Human Work Design spiegelt eine neue Art der MTM-Bausteinsysteme wider und verkörpert den Wandel im Verständnis, in der Wahrnehmung und in der Anwendung von MTM hin zu einer internationalen Prozesssprache für die Modellierung menschlicher Arbeit.

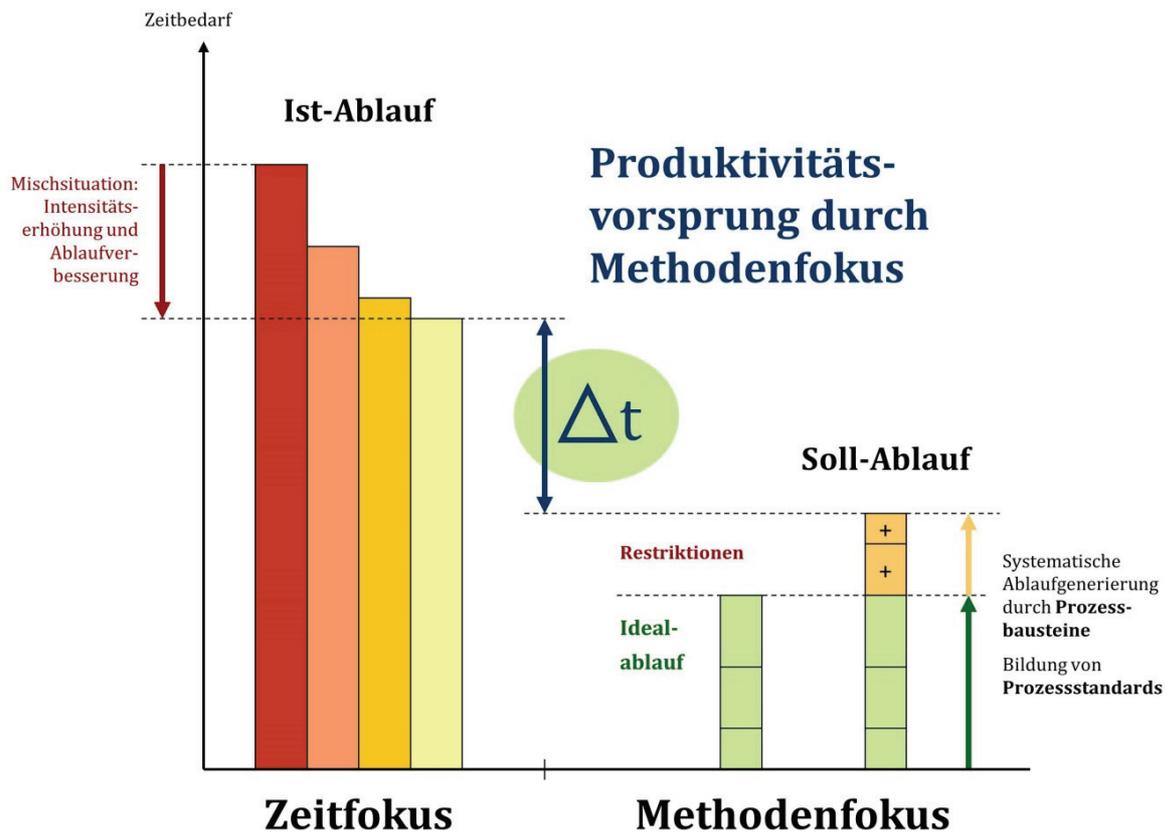


Abbildung 5: Zeitwettbewerb vs. Methodenwettbewerb<sup>108</sup>

Das Prinzip der methodenfokussierten Bildung von MTM-Modellen beinhaltet, ausgehend von einer idealisierten Arbeitsmethode das unvermeidbare Pensum an Restriktionen (z. B. am Arbeitsplatz notwendige Bewegungslängen) zu ergänzen, um einen realistischen Prozessstandard (Soll-Ablauf) zu entwickeln (s. Abbildung 5, rechter Teil). Dem gegenüber steht die dem Kaizen-Grundverständnis entlehnte Vorgehensweise, sich schrittweise ausgehend von einer bestehenden Situation an verbesserte Abläufe anzunähern. Da man dabei den Aufwand scheut, aussagefähige Prozessmodelle (wie eine Modellierung mittels MTM) für Ist-Abläufe zu entwickeln, muss man sich an beobachtbaren Indikatoren für die Effizienz der Arbeit orientieren, um eine Verbesserung als solche zu erkennen. Häufig wird hier der Zeitverbrauch pro Stück herangezogen (s. Abbildung 5, linker Teil). Dabei kommt es jedoch zur Vermischung verschiedener Einflussgrößen pro Verbesserungsschritt (z. B. Arbeitsintensität und Methodenvereinfachung), der man praktisch nur durch ein Experimentierdesign mit systematischer Einflussgrößenvariation begegnen kann. Durch die fehlende Modellbildung für den Zeitverbrauch sind diese Einflussgrößen jedoch nur bedingt und unscharf zu benennen, so dass systematische Experimente (KVP Verbesserungsschritte) nur unter vergleichsweise hohem Aufwand zu realisieren sind. Aus diesem Grunde verzichtet man in der Praxis häufig auf i. d. S. systematische Experimente und es wird ein unzulässiger Schluss gezogen: Die

<sup>108</sup> vgl. Finsterbusch/Weber, 2015, S. 122

durch Verbesserungsschritte beobachtbare kürzeste Ausführungszeit stünde für die beste Arbeitsmethode. In manchen Fällen bedient man sich auch des Bestarbeiter-Prinzips, wonach die Arbeitsweise des schnellsten Mitarbeiters zum Soll deklariert wird.

Ein gravierender Nachteil dieser nachgeschalteten Modellierung besteht jedoch darin, dass man dazu zunächst Arbeitsversuche unternehmen und die dafür erforderlichen Arbeitssysteme schaffen muss. Insofern wird man bevorzugen, bereits im Planungsprozess ein MTM-HWD®-Modell zu generieren und damit (gedanklich) zu experimentieren.

#### **4 Zusammenfassung und Ausblick**

Modellierung menschlicher Arbeit ist und bleibt ein spannendes Betätigungsfeld nicht nur für Industrial Engineers. Die in jüngster Zeit entstandenen MTM-Prozessbausteine mit immanenter Modellbildung für Soll-Zeiten und physische Gefährdungen eröffnen Möglichkeiten prospektiver Arbeitssystemgestaltung, die bislang nur durch Verknüpfung komplexer ergonomischer Bewertungsverfahren mit MTM handhabbar waren. Damit ist eine Entwicklungsstufe des MTM-Verfahrens erreicht, welche den Anwendungsschwerpunkt von MTM im Produktentstehungsprozess (PEP) deutlich nach vorn rückt; dahin wo es um Kosten- und Risikovermeidung geht. In dieser Ausprägung liefert das MTM-Verfahren einen essentiellen Beitrag zur Stärkung der Engineering-Kompetenz, d. h. MTM hilft dabei, komplexe Ziel- und Problemfelder produktiver und gleichermaßen ergonomischer Gestaltung bereits im Entwurf industrieller Arbeitssysteme zu beherrschen.

Für die Anwendung und die Weiterentwicklung von MTM bedeutet dies, dass zum einen weiterhin ein Schwerpunkt auf der Kalkulation und Planung von Abläufen und dem damit verbundenen Management von Prozessdaten liegen wird. Zum andern kommt hinzu, dass die Modellierung menschlicher Arbeit – also das „Denken der Arbeit vom Menschen her“ – ein weiterer Schwerpunkt sein wird. Die Bewegungsmodellierung und die ganzheitliche Betrachtung menschlicher Arbeit wird – wie schon zu Zeiten der Entwicklung der Therbligs – zukünftig wieder in den Mittelpunkt der Arbeitssystemgestaltung rücken.

Die logisch nächste Herausforderung ist die Integration der MTM-Modellierungssystematik in der digitalen Fabrik. Damit ist auch die Ära der „Systeme vorbestimmter Zeiten“ (SvZ) endgültig Vergangenheit. Denn mit MTM-HWD® steht eine moderne, Modellierungssprache für Arbeitsprozesse zur Verfügung deren Nutzung nur zur Zeitermittlung in Analogie dem Ansinnen gleich käme, ein Smartphone ausschließlich zum Fotografieren verwenden zu wollen.

## Literatur

- Bokranz, R.; Landau, K.: Handbuch Industrial Engineering. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, 2012.
- Finsterbusch, T.; Härtel, J.: Modellierung menschlicher Arbeit – Das Bausteinsystem MTM-HWD®. In: Kuhlmann, P. (Hrsg.): Modellierung menschlicher Arbeit im Industrial Engineering – Grundlagen, Praxiserfahrungen und Perspektiven. Stuttgart: Ergonomia, 2015. S. 129-156.
- Finsterbusch, T.; Weber, T.: Modellierung menschlicher Arbeit mit MTM – Grundsätze und Entwicklungen. In: Kuhlmann, P. (Hrsg.): Modellierung menschlicher Arbeit im Industrial Engineering – Grundlagen, Praxiserfahrungen und Perspektiven. Stuttgart: Ergonomia, 2015. S. 113-128.
- Kuhlmann, P. (Hrsg.): Modellierung menschlicher Arbeit im Industrial Engineering - Grundlagen, Praxiserfahrungen und Perspektiven, Stuttgart, Ergonomia, 2015.
- Landau, K.: Mehr Tun Müssen? 100 Jahre Produktivitätsmanagement, Stuttgart, Ergonomia, 2013.
- Rast, S.: Ganzheitliche Ergonomie im Industrial Engineering – prospektive, präventive und korrektive MTM-Ergonomiewerkzeuge. In: Kuhlmann, P. (Hrsg.): Modellierung menschlicher Arbeit im Industrial Engineering – Grundlagen, Praxiserfahrungen und Perspektiven. Stuttgart: Ergonomia, 2015. S. 167-182.
- Schmauder, M.; Spanner-Ullmer, B.: Ergonomie - Grundlagen zur Interaktion von Mensch, Technik und Organisation. In: REFA-Fachbuch-Reihe Arbeitsgestaltung. Darmstadt: Carl Hanser Verlag, 2014.
- Wyrwol, N.: MTM – Chance für die interdisziplinäre Arbeitsgestaltung im Unternehmen. In: Kuhlmann, P. (Hrsg.): Modellierung menschlicher Arbeit im Industrial Engineering – Grundlagen, Praxiserfahrungen und Perspektiven. Stuttgart: Ergonomia, 2015. S. 157-166.