



MTM-Schriften Industrial Engineering
Ausgabe 16



**Position der MTM ASSOCIATION e. V.
zur Anwendung des Prozessbausteinsystems
MTM-UAS**

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

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

Geschäftsführer MTM ASSOCIATION e.V.

Geschäftsführer Deutsche MTM-Gesellschaft Industrie- und Wirtschaftsberatung mbH

Leiter MTM-Institut

MTM ASSOCIATION e. V., MTM-Institut

Eichenallee 11

15738 Zeuthen

Tel.: +49 33762 20 66-31

Fax: +49 33762 20 66-40

institut@mtm.org

www.mtm.org/forschung

Autoren:

Dr. Thomas Finsterbusch, Prof. Dr. Peter Kuhlang,

© 2021, MTM ASSOCIATION e. V., MTM-Institut

Finsterbusch, Th., Kuhlang, P.:

Position der MTM ASSOCIATION e. V. zur Anwendung des Prozessbausteinsystems MTM-UAS. MTM-Schriftenreihe Industrial Engineering, Ausgabe 16. Hamburg: Eigenverlag MTM ASSOCIATION e. V., 2021.

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 978-3-945635-22-3

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

Titelbilder:

© vege - Fotolia.com;

© Joachim Wendler - Fotolia.com

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter und beinhalten keine Wertung.

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

Inhalt.....	1
Vorwort.....	2
1 Motivation und Ausgangssituation: Der Wandel des Prozesstyps der Arbeitssysteme.....	3
2 Einleitung und Zielsetzung.....	4
3 Grundlagen.....	5
3.1 Methodenniveau bzw. Prozesstyp.....	5
3.2 Prozesstyp und MTM-Prozessbausteinsysteme.....	6
4 Anwendung von MTM-UAS.....	9
4.1 Historischer Kontext.....	9
4.2 Vorbemerkungen.....	10
4.3 Anwendung von MTM-UAS Grundvorgängen und Standardvorgängen.....	11
4.4 Zusammenfassung bzw. Kernaussagen.....	13
5 Einflussgröße Kraftaufwand.....	14
5.1 Vorbemerkung.....	14
5.2 Ausgangssituation.....	14
5.3 Einstufung der Einflussgröße Teilgewicht beim MTM-UAS Grundvorgang Aufnehmen und Platzieren.....	14
5.4 Zusammenfassung.....	16
6 Gleichzeitigkeit.....	17
6.1 Vorbemerkung.....	17
6.2 Ausgangssituation.....	17
6.3 Regeln zur Gleichzeitigkeit beim Aufnehmen und Platzieren.....	17
6.3.1 Aufnehmen und Platzieren als Interaktionsgrundvorgang.....	17
6.3.2 Platzieren als Interaktionsgrundvorgang.....	18
6.3.3 Schreibweise im Analyseformular.....	20
6.4 Zusammenfassung.....	20
7 Ausblick.....	21
Literatur.....	22

Peter Kuhlant

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser!

Die vorliegende, 16. Ausgabe der Schriftenreihe „MTM-Schriften Industrial Engineering“ ist ein Positionspapier, das Sichtweisen und Erläuterungen der ASSOCIATION e. V. (MTMA) zur Anwendung des Prozessbausteinsystems MTM-UAS (Universelles Analyzersystem) im Kontext sich verändernder industrieller Arbeitssysteme darlegt.

Ebenso ist es ein Plädoyer für die Erstellung von unternehmensspezifischen Prozessbausteinsystemen und es enthält hierzu entsprechende Hinweise.

Zu den wichtigsten, in der Gründungsschrift des MTM-Instituts festgelegten Aufgabengebieten 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 in zitationsfähiger Form 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 Hintergründe und Motivationen zur Anwendung von MTM-UAS sowie zur Anwendung des Konzeptes der MTM-UAS Standardvorgänge für die Bildung betrieblicher Standardvorgänge vor. Ebenso erläutern wir die Bedeutung der Einflussgröße Gewicht der MTM-UAS Grundvorgänge hinsichtlich der Einstufung von Kraftanwendungen beim Aufnehmen und Platzieren sowie die Regeln der Gleichzeitigkeit und präzisieren diese durch ein neues Entscheidungsschema.

Alles in allem verschriftlicht dieses Positionspapier die Lehrmeinung der MTM ASSOCIATION e. V. zum Prozessbausteinsystem MTM-UAS.

Peter Kuhlant, im Mai 2021

Geschäftsführer MTM ASSOCIATION e. V.
Leiter MTM-Institut

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-HWD¹.

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.

¹ 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.

2 Einleitung und Zielsetzung

Diese Veröffentlichung beschreibt die Lehrmeinung der MTM ASSOCIATION e. V. hinsichtlich des MTM-Prozessbausteinsystems MTM-UAS und dient den weltweit tätigen MTM-Instruktoren als Argumentationsunterstützung. Es liefert Hintergründe und gibt Erklärungen und dient somit als Grundlage für eine einheitliche, abgestimmte Ausbildung in MTM-UAS. Diese Veröffentlichung stellt einen ganz wesentlichen Beitrag zur einheitlichen Verbreitung von MTM im weltweiten Kontext dar und bietet Antworten auf Anwendungsfragen zum Prozessbausteinsystem MTM-UAS, die in jüngerer Vergangenheit an die MTM ASSOCIATION e. V. herangetragen worden sind.

Die hier dargelegten, grundlegenden Positionen und die daraus resultierende Lehrmeinung fließen in die MTM-Lehre der MTM ASSOCIATION e. V. sowie des One-MTM Netzwerks ein; sowohl in die Präsenzausbildungen und die Webinare als auch in das MTM-UAS E-Learning, das seit April 2021 verfügbar ist.

Diese Veröffentlichung ist auch als Plädoyer der MTM ASSOCIATION e. V. zur Entwicklung von betrieblichen Prozessbausteinen zu sehen. Hier werden die Grundlagen dazu erklärt, wie man Prozessbausteine konstruiert und was es dabei zu beachten gilt.

Nach einer kurzen Beschreibung der Ausgangssituation für die Anwendung von MTM-UAS sowie der Einleitung (Kapitel 2) wird in den Grundlagen (Kapitel 3) die Bedeutung und das Verständnis des Methodenniveaus bzw. des Prozesstyps aufgefrischt. Dieses Positionspapier beschreibt in Kapitel 4 die Anwendung von MTM-UAS und vertieft in Kapitel 5 die Einflussgröße Kraftaufwand sowie in Kapitel 6 die Gleichzeitigkeit. Es erläutert methodische Hintergründe, legt die Position der MTM ASSOCIATION e. V. dar und zeigt Entwicklungen auf. Somit dient es als Grundlage für ein einheitliches, abgestimmtes Vorgehen in der MTM-Community.

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)².

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	Flugzeugmontage	Autowerkstatt
Merkmal	Zyklik	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

Tabelle 1 Übersicht zum Methodenniveau

² vgl. Kurlang, 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 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 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).

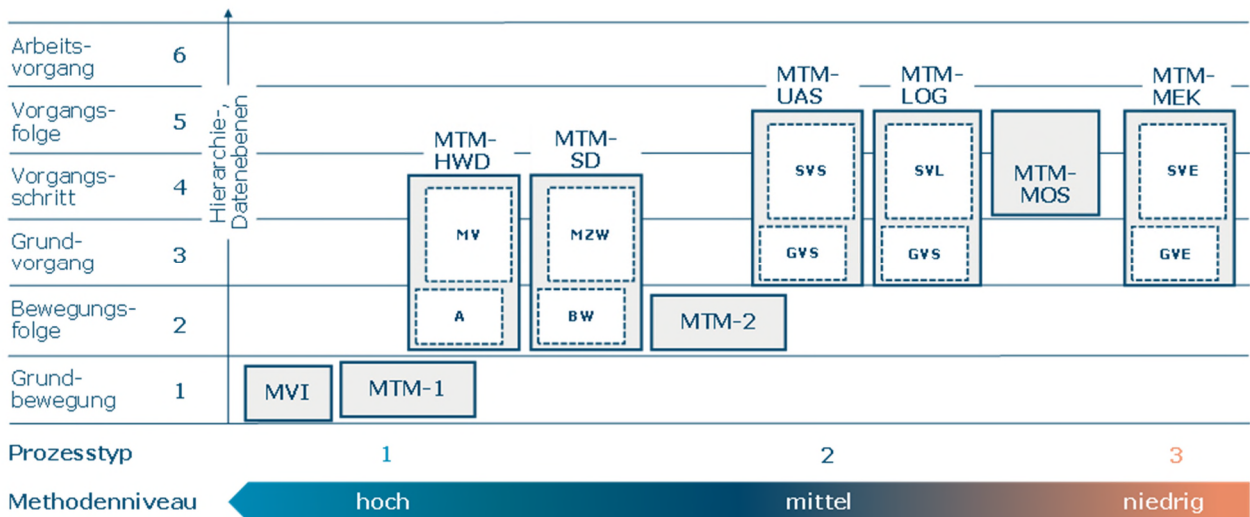


Abbildung 1 Gesamtstruktur der der anwendungsneutralen MTM-Prozessbausteinsysteme³

MTM-Prozessbausteinsysteme			
MVI	MTM-Sichtprüfen (Visual Inspection)		
MTM-1	MTM-Grundsystem		
MTM-HWD	Human Work Design (HWD)	A	HWD-Aktionen
		MV	HWD-Modellierungsvorlagen
MTM-SD	Standard-Daten (SD)	BW	SD-Basiswerte
		MZW	SD-Mehrzweckwerte
MTM-2	MTM-2		
MTM-UAS	Universelles Analysiersystem (UAS)	GVS	UAS-Grundvorgänge Serie
		SVS	UAS-Standardvorgänge Serie
MTM-LOG	MTM-Logistik	SVL	Standardvorgänge Logistik
MTM-MOS	MTM-Office-System		
MTM-MEK	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, früher: Aufbaustufen) muss immer im Kontext des im konkreten Anwendungsfall vorliegenden Prozessstyps erfolgen. Der nachfolgende Überblick ordnet die MTM-Prozessbausteinsysteme entsprechend „ihres“ Methodenniveaus und kann als Auswahlunterstützung genutzt werden (siehe Abbildung 3).

³ vgl. Kurlang, 2018, S. 13

Merkmale zur Charakterisierung der Prozessbedingungen	Prozesstyp 1 repräsentiert durch Mengenfertigung	Prozesstyp 2 repräsentiert durch Serienfertigung	Prozesstyp 3 repräsentiert durch 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
Methodenniveau			

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 Anwendung von MTM-UAS

4.1 Historischer Kontext

MTM-UAS ist ein MTM-Prozessbausteinsystem auf der hierarchischen Ebene der Grundvorgänge. Es wurde zur Modellierung von Prozessen konzipiert, die den Prozesstyp 2 repräsentieren.

Hinweis:

Zur regelkonformen Anwendung des Prozessbausteinsystems MTM-UAS ist die Teilnahme an der Ausbildung MTM-UAS bzw. die Auffrischung der Blauen Karte für den MTM-Praktiker erforderlich. In diesen Ausbildungen werden die MTM-UAS Grundvorgänge sowie die Konstruktion (-sprinzipien) bzw. die Architektur sowie die Anwendung der MTM-UAS Standardvorgänge gelehrt und Hinweise auf die Entwicklung unternehmensspezifischer Prozessbausteine gegeben.

Den Ausgangspunkt zur Anwendung von MTM-UAS bilden die charakteristischen Merkmale des Prozesstyps 2 wie sie typischerweise in der Serienfertigung vorzufinden sind⁴:

- auftragsorientierte Fertigung von Erzeugnissen mit Wiederholungs-Charakter, d.h. die Art der anfallenden Arbeitsvorgänge und ihre Wiederholhäufigkeit wechseln, allerdings ist das Variantenspektrum der Arbeitsgänge begrenzt.
- gestaltete Arbeitsabläufe; die Arbeitsplätze haben eine dem Aufgabenspektrum angemessene Standardausrüstung; die eingesetzten Arbeitsmittel (Maschinen, Werkzeuge, Vorrichtungen) sind dem Aufgabenspektrum angepasst.
- vergleichbare Arbeitsinhalte trotz Arten- und Variantenvielfalt der Erzeugnisse.
- definierte Rahmenbedingungen für die Arbeitsabläufe; die Arbeitsorganisation hat nicht den Stand wie in der Großserien- und Mengenfertigung, so ist z.B. das zu verarbeitende Material häufig vom Mitarbeiter selbst zu holen bzw. bereitzustellen.
- deutlich längerzyklische Arbeitsabläufe als in der Mengenfertigung
- routinierte Mitarbeiter; im Vergleich zur Großserien- und Mengenfertigung wird erkennbar, dass der Routinegrad der Mitarbeiter geringer ist; die jeweiligen Arbeitsgänge werden in individueller (streuender) Arbeitsweise, jedoch weitgehend nach vorgegebener Arbeitsmethode ausgeführt.
- Arbeitsunterweisung; die Methode wird vorgegeben, aber ohne detaillierte Methodenbeschreibung.

Das originäre Prozessbausteinsystem MTM-UAS besteht aus den MTM-UAS Grundvorgängen und den entsprechenden Anwendungsregeln.

⁴ vgl. MTMA, 2019, S.II-4f.

Unter Berücksichtigung dieser charakteristischen Merkmale wurden zunächst das Prozessbausteinsystem der MTM-UAS Grundvorgänge (Veröffentlichung 1978) und später die darauf aufbauenden MTM-UAS Standardvorgänge (Veröffentlichung 1988) entwickelt.

Wesentliche Gründe und Motivation für die Entwicklung der MTM-UAS Grundvorgänge waren zum einen die Reduktion des Analyseaufwands und zum anderen eine stabile Anwendung – also eine Reduzierung des Anwendungsfehlers (im Vergleich zu MTM-1).

Wesentliche Gründe und Motivation für die Entwicklung des Konzeptes der MTM-UAS Standardvorgänge waren⁵:

- Die Analysiergeschwindigkeit bei der Anwendung des MTM-UAS-Prozessbausteinsystems weiter zu erhöhen.
- Anleitung zur Entwicklung unternehmensspezifischer Bausteine zu geben.
- Mit einem Minimum an Prozessbausteinen eine Vielzahl für den Anwendungsbereich typischer, in sich abgeschlossener Vorgangfolgen zu beschreiben.
- Eine überbetriebliche Anwendbarkeit der Prozessbausteine.

Daher empfiehlt die MTM ASSOCIATION e. V. die Anwendung der Konstruktionsprinzipien der MTM-UAS Standardvorgänge als Grundlage für die Entwicklung unternehmensspezifischer Prozessbausteine.

4.2 Vorbemerkungen

Der Entwicklung der Prozessbausteinsysteme MTM-UAS und MTM-MEK lagen zwei Ziele zu Grunde, nämlich gegenüber MTM-1 Vereinfachungen zu erzielen, um

1. bei längerzyklischen oder nichtzyklischen Abläufen (Prozesstypen 2 und 3) den Erstellungs- und Änderungsaufwand gegenüber MTM-1 (Prozesstyp 1) zu reduzieren und
2. durch die systemimmanenten Vereinfachungen eine Verringerung des Anwendungsfehlers und damit eine Stabilitätsverbesserung zu erreichen⁶.

Die Ausgleichszeiten der Prozessbausteinsysteme sind – so die Entwicklungsvorgaben für MTM-UAS und MTM-MEK – etwa so hoch wie die prozesstypische Zyklusdauer. Als Ausgleichszeit wird also jene Zykluslänge bezeichnet, die als prozesstypisch vorgegeben ist und ab der die Systemabweichung von MTM-UAS und MTM-MEK etwa der von MTM-1 entspricht. Die Ausgleichszeiten betragen z.B. bei MTM-UAS ca. 3,5 min und bei MTM-MEK ca. 19 min⁷.

⁵ vgl. MTMA, 2019, S.III-3

⁶ vgl. Bokranz/Landau, 2012, S.400

⁷ vgl. Bokranz/Landau, 2012, S.401

Typische Zykluszeiten für die MTM-Bausteinsysteme sind:

- MTM-1: bis ca. 1 min
- MTM-HWD: 0,5 bis 2 min
- MTM-SD: von ca. 0,6 min bis ca. 2,5 min
- MTM-UAS: von ca. 2,5 min bis ca. 9 min
- MTM-MEK: über 9 min.

Insbesondere für die MTM-Prozessbausteinsysteme (MTM-1, MTM-2, MTM-HWD, MTM-SD, MTM-UAS, MTM-MEK) wird die MTM ASSOCIATION e. V. keine Ergänzung bzw. Veränderungen von anwendungsneutralen Bausteinen und Regeln durchführen, um somit den Einsatzbereich eines Systems nicht zu verändern⁸.

Hinweis:

Konkretisierungen zur Anwendung des Regelwerks und von Prozessbausteinen sind unternehmensspezifisch möglich. Hierzu steht die MTM ASSOCIATION e. V. gerne beratend zur Verfügung.

4.3 Anwendung von MTM-UAS Grundvorgängen und Standardvorgängen

Das Universelle Analysiersystem MTM-UAS basiert auf MTM-1 und ist durch statistische Datenzusammenfassung aus den MTM-1-Grundbewegungen entstanden. Dies bedeutet, dass mehrere Grundbewegungen zusammengefasst wurden, zugleich wurden Zeiteinflussgrößen vereinfacht und hinsichtlich ihrer Ausprägungen gröber abgestuft. Hierbei wurden auch Ergänzungsbewegungen, wie etwa ein Nachgreifen, Drücken, Trennen, Drehen oder kurze Hinlang- und Bringbewegungen sowie Greif- oder Fügebewegungen, anteilig im systemimmanenten Methodenniveau berücksichtigt.

Bei sachgerechter Anwendung des Prozessbausteinsystem MTM-UAS entspricht die zugrundeliegende Leistungserwartung der MTM-Normleistung von MTM-1. Im Gegensatz zu MTM-1 basiert die MTM-UAS-Analyse nicht auf dem konkreten Bewegungsablauf der Arbeitsausführung, sondern den Rahmenbedingungen der Tätigkeit, die beispielsweise aus dem Arbeitsplatzlayout oder dem Arbeitsgegenstand resultieren. Mit MTM-UAS steht ein Prozessbausteinsystem für die Modellierung manueller Arbeitsprozesse im Prozess-typ der Serienfertigung zur Verfügung, dessen systemimmanente Vereinfachungen zum einen den Analyseaufwand reduziert und zum anderen für eine stabile Anwendung – also zu einer Reduzierung des Anwendungsfehlers führt (beides im Vergleich zu MTM-1).

⁸ Kuhlang et al., 2020, S.10

Auf Grundlage der MTM-UAS Grundvorgänge und der Kenntnis der Konstruktionsprinzipien der MTM-UAS Standardvorgänge können unternehmensspezifische Prozessbausteine für die Beschreibung und Bewertung von unternehmensinternen Arbeitsabläufe erstellen werden.

Maßgebend für die regelkonforme Entwicklung und Anwendung betrieblicher Prozessbausteine ist stets das Regelwerk der MTM-UAS Grundvorgänge; nicht zuletzt aufgrund der Sicherstellung der MTM-Normleistung.

Den MTM-UAS Standardvorgängen liegt die in der Lehrgangsunterlage dargestellte Architektur aus Kern- und Ergänzungswerten zugrunde. Daraus ergeben sich Anwendungsregeln, die gleichermaßen für alle Standardvorgänge Gültigkeit besitzen. Wesentlich für die Anwendung der MTM-UAS-Standardvorgänge ist, dass die Kernwerte typische in sich abgeschlossene Arbeitsvorgänge enthalten. Die MTM-UAS Standardvorgänge sind so aufgebaut, dass es in der Regel erforderlich ist, innerhalb eines Ablaufabschnittes Prozessbausteine der Grundvorgänge mit denen der Standardvorgänge zu kombinieren.

Die in den MTM-UAS Standardvorgängen „abgebildeten“ und festgelegten Arbeitsmethoden repräsentieren die in den 1980er Jahren angewendeten Arbeitsabläufe und Technologien. Seit der Entwicklung der MTM-UAS Standardvorgänge haben sich die Gestaltung der Arbeitssysteme bzw. die Arbeitsorganisation in der Produktion und damit die Rahmenbedingungen der Serienfertigung (des Prozesstyps II) stark verändert.

So können beispielsweise neue Fertigungstechnologien, Verbindungstechniken, Werkzeuge, aber auch veränderte Arbeitsbedingungen, wie Taktzeit oder Produktkomplexität dazu führen, dass die heutigen, realen Arbeitsmethoden von den, damals in den MTM-UAS Standardvorgängen festgelegten, abweichen können. Dies kann sogar so weit gehen, dass die ursprünglich festgelegten Arbeitsmethoden ihre Gültigkeit verloren haben bzw. gar nicht mehr existieren und somit Standardvorgänge (egal ob MTM-UAS Standardvorgänge oder betriebliche Standardvorgänge) daher in diesem Fall nicht (mehr) anzuwenden sind. In diesem Fall empfiehlt die MTM ASSOCIATION e. V. entweder diese Standardvorgänge nicht zu nutzen und alternativ neue, betriebliche Standardvorgänge zu entwickeln oder die Arbeitsabläufe direkt mit den MTM-UAS Grundvorgängen zu analysieren.

Diese Position begründet sich dadurch, dass die Lehrmeinung der MTM ASSOCIATION e. V. bzw. die Anwendungsregeln der MTM-UAS Standardvorgänge besagen: Bei wesentlichen Abweichungen (zwischen dem MTM-UAS Standardvorgang und dem konkreten Arbeitsablauf) ist der Arbeitsinhalt komplett mit MTM-UAS Grundvorgängen und unter Beachtung des Regelwerkes zu analysieren.

Maßgebend für die Entwicklung bzw. die Bildung unternehmensspezifischer MTM-Prozessbausteine ist die Struktur – also das Konstruktionsprinzip der Kern- und Ergänzungswerte - und nicht der vorgegebene Inhalt bzw. die in den MTM-UAS Standardvorgänge definierte Arbeitsmethode.

Für die Festlegung der Arbeitsmethoden der einzelnen unternehmensspezifischen Prozessbausteine auf Basis der MTM-UAS Grundvorgänge empfiehlt es sich, neben dem Regelwerk insbesondere auf die Definitionen (Beginn, Inhalt, Ende, Begrenzung) der MTM-UAS Grundvorgänge zu achten. Hieraus ergeben sich eine klare Abgrenzung von Grundvorgängen zueinander und die Vollständigkeit der festgelegten Arbeitsmethode (z.B. Hilfsmittel handhaben und Verrichtung an der Verwendungsstelle) kann somit überprüft werden.

4.4 Zusammenfassung bzw. Kernaussagen

- Die Anwendung der von der MTM ASSOCIATION e. V. veröffentlichten MTM-UAS Standardvorgänge ist nicht zwingend.
- Arbeitsabläufe können mit den MTM-UAS Grundvorgängen beschrieben werden.
- Das zugrundeliegende Regelwerk der MTM-UAS Grundvorgänge ist bindend für die praktische Anwendung von MTM-UAS. Insbesondere ist auf die Definition bzw. die Abgrenzung der MTM-UAS Grundvorgänge (Beginn, Inhalt, Ende, Begrenzung) zu achten.
- Maßgebend für die Entwicklung bzw. die Bildung unternehmensspezifischer Prozessbausteine ist das Konstruktionsprinzip der Kern- und Ergänzungswerte.
- MTM-UAS Standardvorgänge sind vor der Übernahme in die betriebliche Anwendung hinsichtlich der Methodenbeschreibungen bzw. des Methodenmix (siehe Hintergrundanalysen) zu prüfen.

5 Einflussgröße Kraftaufwand

5.1 Vorbemerkung

Die Pflege des Prozessbausteinsystems MTM-UAS erfolgt durch die MTM ASSOCIATION e. V. Im Jahre 2009 erfolgte durch das damalige Internationale MTM Direktorat (IMD) eine internationale Vereinheitlichung der Lehre und Anwendung des Prozessbausteinsystems MTM-UAS. Dies führte u. a. dazu, dass die Einflussgröße Teilegewicht (damals in daN definiert) vereinheitlicht wurde.

5.2 Ausgangssituation

Dem MTM-UAS Grundvorgang Aufnehmen und Platzieren sind folgende fünf Einflussgrößen in der jeweils aktuellen Lehrgangsunterlage⁹ zugeordnet.

- Teilegewicht
- Sperrigkeit
- Fall des Aufnehmens
- Fall des Platzierens
- Entfernungsbereich

Die Einflussgröße Teilegewicht wird in Kilogramm (kg) angegeben und ist in 3 Klassen eingeteilt:

			≤	1 kg
>	1 kg	bis	≤	8 kg
>	8 kg	bis	≤	22 kg

Diese Beschreibung findet sich ebenfalls auf der zugehörigen Datenkarte des Prozessbausteinsystems MTM-UAS wieder.

Die Lehrgangsunterlage liefert in ihrer Version aus dem Jahre 2019 keine expliziten Hinweise zur Einstufung von Kraftanwendungen (bspw. Schiebewiderständen unter Berücksichtigung eines Reibungskoeffizienten), sowie dies aus dem Prozessbausteinsystem MTM-1 bekannt ist. Dies kann zu unterschiedlichen Analyseergebnissen bei der Anwendung der MTM-UAS Grundvorgänge Aufnehmen und Platzieren führen.

5.3 Einstufung der Einflussgröße Teilegewicht beim MTM-UAS Grundvorgang Aufnehmen und Platzieren

Das Prozessbausteinsystem MTM-UAS basiert auf dem Prozessbausteinsystem MTM-1. Der Grundvorgang Aufnehmen und Platzieren besteht im Wesentlichen aus den MTM-1

⁹ vgl. MTMA, MTM-UAS Lehrgangsunterlage, 2019

Grundbewegungen Hinlangen Greifen, Bringen, Fügen und Loslassen. Die vom Prozessbausteinsystem MTM-1 bekannten Regelungen zur Einstufung des Kraftaufwands bei der Grundbewegung Bringen, auch für das Prozessbausteinsystem MTM-UAS für den Grundvorgang Aufnehmen und Platzieren übertragbar.

Regelungen aus der MTM-1 Lehrgangsunterlage¹⁰

Um den eigentlichen Kraftaufwand oder das Gewicht beim Bringen zu bestimmen, muss der Analytiker die verschiedenen Möglichkeiten verstehen, wie ein Gegenstand gebracht werden kann. Folgende Möglichkeiten kommen in der Praxis zur Anwendung:

- Lastenhandhabung (z. B. Umsetzen)
- Kraftaufwand in einer oder mehreren Richtung(en)
- Kraftaufwand auf einer Ebene/Fläche

Zur Vereinheitlichung der Kodierung von Gewicht und Kraftaufwand werden in der Lehrgangsunterlage MTM-1 generell die Einheiten kg (für das zu handhabende Lastgewicht) und daN (für den aufzubringenden Kraftaufwand) genutzt, wobei 1 kg etwa 1 daN entspricht.

Bei Gewichten > 1 kg bzw. einem Kraftaufwand > 1 daN wird der Zeitbedarf des Bringens maßgeblich durch das „Unter-Kontrolle-Bekommen“ und das „Unter-Kontrolle-Halten“ des Gewichts (bzw. der Gewichtskraft) bestimmt und hängt sowohl von der Art und Weise des Bringens als auch den relevanten Ausführungsbedingungen ab. Das Bringen kann mit einer Hand oder beiden Händen, räumlich oder auf einer Fläche (unter Berücksichtigung des Reibungskoeffizienten) erfolgen.

Der Zeitbedarf des „Unter-Kontrolle-Bekommens“ wird durch den dabei notwendigen Kraftaufbau bestimmt und unter Berücksichtigung des jeweiligen Gewichtes oder Kraftaufwandes mithilfe der statischen Komponente abgebildet. Der zusätzliche Zeitbedarf, der notwendig ist, um einen Gegenstand während der Bringbewegung unter Kontrolle zu halten, wird mithilfe der dynamischen Komponente anhand eines Faktors beschrieben, der in Abhängigkeit vom Gewicht bzw. dem Kraftaufwand proportional steigt.

Beim Grundvorgang Aufnehmen und Platzieren des Prozessbausteinsystems MTM-UAS werden diese beiden Komponenten durch die Einflussgröße Teilegewicht repräsentiert, demzufolge kann auch ein Kraftaufwand mit dieser Einflussgröße abgebildet werden.

Bei Kraftanwendungen im Raum ist aufgrund der geführten Bewegung jedoch nicht das technische Lastgewicht der zu bewegenden Gegenstände, sondern vielmehr der tatsächlich aufzubringende, der effektiv wirksamen Kraft entgegenwirkende, Kraftaufwand zur Bewertung heranzuziehen. Bei Kraftaufwendungen auf einer Ebene ist für das Prozessbausteinsystem MTM-UAS ebenfalls die für MTM-1 bekannte Berechnungslogik zur Er-

¹⁰ vgl. MTMA, MTM-1 Lehrgangsunterlage, 2019

mittlung des Kraftaufwandes unter Berücksichtigung des Reibungskoeffizienten anzuwenden. Die aus MTM-1 bekannte Umrechnung zwischen Gewicht [kg] und Kraftaufwand [daN] ist dabei auch für die Einstufung des Kraftaufwandes in die Einflussgröße Teilgewicht beim Prozessbausteinsystem MTM-UAS übertragbar.

5.4 Zusammenfassung

Die Einstufung eines Kraftaufwandes erfolgt im Prozessbausteinsystem MTM-UAS beim Aufnehmen und Platzieren in der Einflussgröße Teilgewicht in Abhängigkeit von der Art und Weise der Bewegungsausführung. Dies erfolgt bei Bewegungen in einer oder mehreren Ebenen unter Berücksichtigung der effektiv aufzubringenden Kraft, wobei die Maßeinheit der Kraft von daN in kg (1 kg entspricht etwa 1 daN) umzurechnen ist. Bei Bewegungen auf einer Ebene hingegen wird die Einflussgröße Teilgewicht entsprechend der aufzuwendenden Schiebekraft unter Verwendung des Reibungskoeffizienten bestimmt.

6 Gleichzeitigkeit

6.1 Vorbemerkung

Das Prozessbausteinsystem MTM-UAS ist konzipiert für die Serienfertigung. Aufgrund der Einfachheit der Anwendung wird das System häufig außerhalb seiner „angestammten Prozesstyps“ bspw. in kurzzyklischen Produktionsbereichen, angewendet. Dies hatte zur Folge, dass insbesondere bei der Gleichzeitigkeit von Grundvorgängen, eine Adaption anhand der Regelungen im Grundverfahren MTM-1 zur Anwendung kamen. Mit dem letzten Release von MTM-UAS im Jahre 2016 wurden Veränderungen zurückgesetzt, die im Laufe der Jahrzehnte Eingang gefunden hatten; u.a. betrifft dies auch die Regelungen zur Gleichzeitigkeit.

6.2 Ausgangssituation

Die Modellierung gleichzeitiger Bewegungen mit dem Prozessbausteinsystem MTM-UAS erfolgt nach den in der gültigen Lehrgangsunterlage beschriebenen Regelungen. Die nachfolgende Ergänzung konkretisiert die Regelung zur Verwendung des Prozessbausteins Platzieren als Interaktionsgrundvorgang, dem Anwendungsfall Zwangsreihenfolge und die Schreibweise im Analyseformular.

6.3 Regeln zur Gleichzeitigkeit beim Aufnehmen und Platzieren

6.3.1 Aufnehmen und Platzieren als Interaktionsgrundvorgang

Gleichzeitige (simultane) Bewegungen sind einzelne oder eine Serie von Bewegungen, die von *verschiedenen Körperteilen* (hier den Händen) gleichzeitig ausgeführt werden. Die gleichzeitige Ausführbarkeit von Bewegungen hängt von dem zur Ausführung der Bewegungen erforderlichen *Kontrollaufwand* ab.

Hoher Kontrollaufwand liegt vor, wenn:

- das AUFNEHMEN *schwierig* ist
- das PLATZIEREN *lose* oder *eng* erfolgt
- das Teilegewicht $> 1 \text{ kg}$ ist und/oder
- die Teile *sperrig* sind.

Bezugnehmend auf die Gesamtheit aller Grundvorgänge des Aufnehmens und Platzierens beinhalten nur die MTM-UAS-Grundvorgänge **AA** und **AG** **keinen hohen Kontrollaufwand**.

Gleichzeitige Bewegungen mit hohem Kontrollaufwand werden mit einem **zusätzlichen Interaktionsgrundvorgang** für die zweite Hand, üblicherweise mit dem Entfernungsbereich 1, bewertet. Die Entscheidung über die Bewertung gleichzeitiger Bewegungen ist der nachfolgenden Matrix (Regel 4 S. II-32) zu entnehmen:

Bei gleichzeitigen Bewegungen mit hohem Kontrollaufwand wird ein **zusätzlicher (Interaktions-) Grundvorgang** für die zweite Hand (üblich: **Entfernungsbereich 1**) analysiert.

Folgende Entscheidungsregeln gelten für gleichzeitige Bewegungen:

gleichzeitige Bewegungen		rechte Hand	
		mit geringem/mäßigem Kontrollaufwand	mit hohem Kontrollaufwand
linke Hand	mit geringem/mäßigem Kontrollaufwand	gleichzeitig	gleichzeitig
	mit hohem Kontrollaufwand	gleichzeitig	Interaktionsgrundvorgang

Abbildung 4 Gleichzeitige Bewegungen beim Prozessbausteinsystem MTM-UAS (Regel 4)

Hinweis:

Der zeitlich geringere MTM-UAS®-Grundvorgang wird als Interaktionsgrundvorgang gewählt.

Liegt eine **Zwangsreihenfolge** vor, so sind die Bewegungen nacheinander zu analysieren.

6.3.2 Platzieren als Interaktionsgrundvorgang

Die Reduzierung des Interaktionsgrundvorganges Aufnehmen und Platzieren zu einem reinen Platzieren ist nur unter definierten Bedingungen zulässig. Das folgende Entscheidungsschema dient als Einstufungshilfe zur Erstellung der regelkonformen MTM-UAS Analyse.

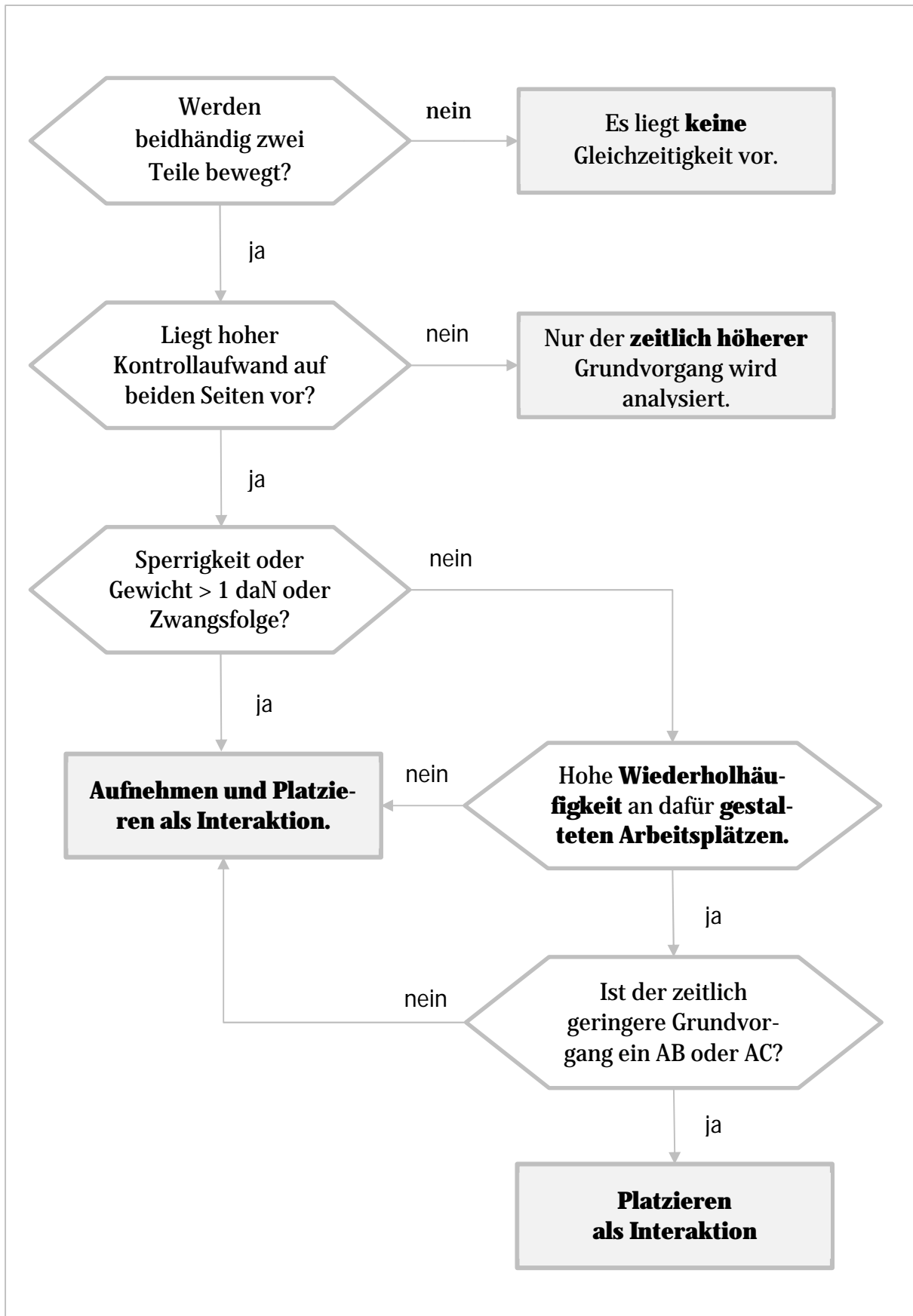


Abbildung 5 Entscheidungsschema zum Interaktionsgrundvorgang

6.3.3 Schreibweise im Analyseformular

Im Unterschied zum Grundverfahren bedarf es beim Prozessbausteinsystem MTM-UAS eine ausführliche Dokumentation in der Beschreibungsspalte der Analyseformulare (005, 005F). Zur einheitlichen Anwendung empfiehlt die MTM ASSOCIATION e.V. folgende Schreibweise bei gleichzeitigen Bewegungen:

- erste Zeile: es müssen stets beide Objekte beschrieben werden
- zweite Zeile: nur der Wortlaut „Interaktionsgrundvorgang“ wird notiert

6.4 Zusammenfassung

Die Gestaltung gleichzeitiger Bewegungen führt auch bei der Anwendung des Prozessbausteinsystem MTM-UAS in der Serienfertigung zu einer zeitlichen und ergonomischen Verbesserung. Mit denen in der Lehrgangsunterlage sowie den hier aufgeführten Regelungen ist eine eindeutige und regelkonforme Erstellung sowie einheitliche Schreibweise gleichzeitiger Bewegungen mit dem Prozessbausteinsystem MTM-UAS gewährleistet.

7 Ausblick

Die hier veröffentlichte Lehrmeinung der MTM ASSOCIATION e. V. stellt einen ganz wesentlichen Beitrag zur Etablierung von MTM als weltweiten Standard dar, da sie den MTM-Instruktoren – auch jenen des One-MTM Netzwerks – als Argumentationsunterstützung dient.

Das Bestreben der MTM ASSOCIATION e. V. und des One-MTM Netzwerks ist es, MTM als weltweiten Standard zu etablieren. Dies bedeutet:

- Eine klar definierte, einheitliche und gemeinsam angewendete Ausbildungsstruktur.
- Eine hohe Bekanntheit der “Marke MTM“ in den relevanten Communities.
- Eine wirtschaftliche und effiziente Organisation!
- Globale Produkte und Dienstleistungen sowie hierzu abgestimmte Angebote.

Die Digitalisierung im internationalen Kontext hat für die Etablierung des weltweiten Standards grundlegende Bedeutung:

- Wir nutzen digitale Werkzeuge (verschiedenste Softwaretools), um MTM weltweit einheitlich und sachgerecht zu verbreiten. Hierzu setzen wir u. a. auf E-Learning, Webinare aber auch unsere eigene Software TiCon und seine An- bzw. Einbindung an andere Tools (wie SAP, Teamcenter, ...). Digitalisierung ist für uns eine notwendige und hinreichende Bedingung und Voraussetzung, um MTM weltweit zu verbreiten.
- MTM ist eine notwendige Bedingung, um die digitale Gestaltung menschlicher Arbeit im internationalen Fachgebiet IE zu ermöglichen. MTM – konkret die Prozesssprache und die ihr immanente MTM-Normleistung – ist die Voraussetzung, um digitale Bewegungsdaten in verlässliche Zeiten für den Menschen in (realen) Arbeitssystemen überzuführen.

Die MTM ASSOCIATION e. V. bestrebt das Vertrauen in MTM (konkret die MTM-Prozesssprache und die ihr immanente MTM-Normleistung) und die Zuverlässigkeit von MTM (die Organisation und die Methode) weltweit zu nutzen, um MTM unverzichtbar zu machen.

Bokranz, R., Landau, K.:

Handbuch Industrial Engineering. Produktivitätsmanagement mit MTM, 2. Auflage. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 2012.

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.

MTM ASSOCIATION e. V. (MTMA):

MTM-UAS Lehrgangsunterlage, Eigenverlag MTM ASSOCIATION e. V., Hamburg, 2019

MTM ASSOCIATION e. V. (MTMA):

MTM-1 Lehrgangsunterlage, Eigenverlag MTM ASSOCIATION e. V., Hamburg, 2019

