



Alois Kormann, BSc

Standardisierung von Zeitbausteinen für ein projektübergreifendes Planzeitsystem

Masterarbeit zur Erlangung
des akademischen Grades
Diplom-Ingenieur

Studienrichtung
Masterstudium Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau
Produktionstechnik

Technische Universität Graz

Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften
Institut für Innovation und Industrie Management
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Christian Ramsauer

Graz, Juli 2017

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

AFFIDAVIT

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit/Diplomarbeit/Dissertation identisch.

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly indicated all material which has been quoted either literally or by content from the sources used. The text document uploaded to TUGRAZonline is identical to the present master's thesis/diploma thesis/doctoral dissertation.

Graz, am

.....

(Unterschrift)

Danksagung

Als Erstes möchte ich mich bei meiner Familie für all ihre Unterstützung bedanken. Im Speziellen bei meinen Eltern, die mir dieses Studium an der TU Graz ermöglicht haben und mich über die Jahre stets bei all meinen Entscheidungen gestärkt und immer an mich geglaubt haben. Ein großer Dank gebührt auch meinen Geschwistern und Freunden die für mich immer ein offenes Ohr hatten und die mir immer wieder neue Kraft gaben.

Diese vorliegende Masterarbeit entstand in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Siemens AG am Standort Graz-Eggenberg und unter der wissenschaftlichen Betreuung des Instituts für Innovation und Industrie Management der TU Graz unter der Leitung von Uni.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Christian Ramsauer.

Ein spezieller Dank gilt dem Leiter des Production Engineering (PE) der Siemens AG am Standort Graz-Eggenberg Herrn Ing. Hans Ulrich Zöhrer, der diese Masterarbeit erst ermöglichte. Besonders danken möchte ich Herrn Dipl.-Ing. (FH) Ditmar Halbedel und Herrn Robert Wagner, da sie sehr viel Zeit und Engagement in die Betreuung dieser Arbeit investiert und mich stets mit ihrem Fachwissen unterstützt haben.

Des Weiteren gilt mein Dank Herrn Uni.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Christian Ramsauer und dem gesamten Team des Institutes für Innovation und Industrie Management. Insbesondere danke ich meinen beiden Betreuern Dipl.-Ing Mario Kleindienst und Dipl.-Ing. Matthias Friessnig welche mir bei all meinen Fragen jederzeit mit ihrer wissenschaftlichen Betreuung helfend zur Seite standen.

Kurzfassung

Das Unternehmen Siemens AG Österreich am Standort Graz-Eggenberg ist das Weltkompetenzzentrum für die Entwicklung und Fertigung von Fahrwerken für Schienenfahrzeuge im Siemens Konzern. Aktuell wird die Kalkulation der Vorgabezeiten für die Fertigung mit Hilfe des MTM-Verfahren (MEK) durchgeführt. Dafür wurden Zeitdatenkarten angelegt, welche von den Mitarbeitern zur Zeitanalyse benutzt werden.

Ziel dieser Masterarbeit ist es, diese Datenkarten zu hinterfragen, zu verbessern und die Umsetzung der digitalen Anbindung an das ERP-System zu prüfen. Um einen ganzheitlichen Lösungsansatz entwickeln zu können, müssen die Bereiche entlang der Wertschöpfungskette der Fertigung berücksichtigt werden. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf dem Bereich Montage, da aufgrund der unterschiedlichen Tätigkeiten ein breites Spektrum an Grundtätigkeiten abgedeckt wird und für die anderen Bereiche herangezogen werden kann. Um ein durchgehendes Änderungsmanagement sicherzustellen, sowie qualifiziertere Kostenprognosen bei Neuprojekten rascher und detaillierter abgeben zu können, wurde das Zeitdatenmanagementsystem CAPP Knowledge von der Firma dmc-ortim GmbH eingeführt. Diese Entscheidung soll hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Nutzen unabhängig, von der bereits durchgeführten Implementierung, hinterfragt werden.

Der erste Teilbereich dieser Arbeit beschäftigt sich mit der Standardisierung von Zeitbausteinen. Basierend auf einer Ist-Stand-Analyse werden die aktuellen Vorgehensweisen und verwendeten Materialien, wie Datenkarten und Analysetechniken auf Richtigkeit, Vollständigkeit und Nachvollziehbarkeit untersucht. Die Standardisierung beschäftigt sich mit der Neukonzeption von Bausteinen und soll als Grundlage für eine optimierte Ablaufplanung dienen. Anhand einer Gegenüberstellung werden die erarbeiteten Bausteine mit den Altdaten verglichen. Im zweiten Teilbereich wird eine Benchmarkanalyse für die am Markt existierenden Planungssoftware Anbieter durchgeführt. Dadurch soll ein Eindruck davon gegeben werden, welches Unternehmen der „best in class“ ist. Als nächster Schritt erfolgt eine Nutzwertanalyse, diese basiert auf dem Ergebnis der Benchmarkanalyse. Anhand eines erstellten Anforderungskatalogs werden Zeitverwaltungs-Softwares gegenübergestellt und die aus der Implementierung resultierenden Vorteile und Einsparungspotentiale dargestellt.

Abstract

Siemens AG Austria in Graz Eggenberg is the world competence center for the development and manufacturing of bogies for rolling stock within the Siemens group. Currently the MTM-Method (MEK) is used for the evaluation of the time allocation in the production. Workflow data sheets have been established as basis for the working time analyses.

This Master Thesis targets to critically analyze the existing system, develop improvements and investigate in a possible implementation into the ERP system. For a holistic overview all subareas along the productions process need to be considered. This Master Thesis brings the assembly work into focus. Various activities in the assembly workshop cover a wide spectrum of standard works which is the basis for all other subareas of the production. To guarantee a continuous change management and realize highly skilled cost predictions in shorter time for new projects, Siemens has implemented the time and data management system CAPP Knowledge from the company dmc-ortim GmbH onsite in Graz. Although the implementation of CAPP knowledge has been already performed the economic feasibility and further benefits of this measure is being questioned.

The first part of this Master Thesis is about the standardization of time modules. Based on detailed analyses of the actual condition the current valid procedures, used materials, data sheets and the method of analyses will be investigated in terms of accuracy, completeness and traceability. A standardization will develop new time modules which will be the basis for an optimized sequence planning. These time modules will be compared with the existing data. The second part of this Master Thesis will benchmark suppliers of planning software and provides an outlook about the market leader. The next step is a value benefit analyses. Softwares will be compared based on an established catalog of requirements to demonstrate the added value.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Das Unternehmen "Siemens AG"	1
1.1.1	Der Standort Graz-Eggenberg	1
1.1.2	Produktportfolio Siemens AG Graz-Eggenberg	2
1.2	Ausgangssituation und Problemstellung	3
1.3	Abgrenzung der Arbeit	4
1.4	Zielsetzung und Forschungsfragen	5
1.5	Vorgehensweise und Methodik	6
2	Theoretische Grundlagen	9
2.1	Der Begriff Zeitwirtschaft	9
2.1.1	Verwendungszweck von Zeitdaten	10
2.1.2	Beschreibung der Arbeitsablaufarten	11
2.1.3	Synthese der Vorgabezeit	13
2.1.4	Zeitarten und Zeitgliederung	14
2.2	Methoden der Zeitermittlung	16
2.2.1	Methoden zur Erfassung von Ist-Zeiten	17
2.2.2	Methoden zur Erfassung von Soll-Zeiten	29
3	Praxisbetrachtung	43
3.1	Analyse der Ist-Situation	43
3.2	Maßnahmen zur Steigerung der Produktivität	54
3.3	Neuer Aufbau der Zeitanalysen-Struktur	56
3.4	Standardisierung der Zeitbausteine zu Baugruppen	60
3.4.1	Beispiel Schraubverbindung montieren	61
3.4.2	Beispielbaustein KRAN	62
3.5	Standardisierung der Zeitbausteine zu Produktfamilien	66
3.5.1	Beispiel Baugruppe Bremse	67
3.5.2	Detailaufbau Bremse S-VBP	68
3.6	Standardisierung der Analysezeiten	69

3.7	Codierung der Analyse.....	72
3.8	Gegenüberstellung Analysen	73
4	Bewertung des gewählten IT-Planzeitsystems	76
4.1	Benchmarkanalyse.....	76
4.1.1	Definition Benchmarking	76
4.1.2	Formen des Benchmarkings	78
4.2	Anbieter von Planzeitsoftware.....	78
4.2.1	TiCon – MTM	78
4.2.2	CAPP Knowledge – dmc-ortim GmbH	79
4.2.3	TimeStudyT1 – TimeStudy GmbH	80
4.2.4	Hsplan – HSi.....	80
4.2.5	JobFEKO – Org Soft	81
4.2.6	Übersicht der Anbieter	81
4.3	Nutzwertanalyse.....	83
4.3.1	Bewertung der IT-Planungstools.....	85
4.3.2	Kriterien.....	85
4.3.3	Präferenzmatrix.....	92
4.3.4	Nutzwertbildung	92
4.3.5	Zusammenfassung der Ergebnisse	93
4.4	Einsparungspotentiale.....	94
4.5	Zeitplan für das Umsetzungskonzept	95
5	Zusammenfassung.....	97
5.1	Beantwortung der Forschungsfragen	98
5.2	Überprüfung der Hypothesen.....	99
5.3	Ausblick.....	100
	Literaturverzeichnis	101
	Internetquellenverzeichnis.....	105
	Abbildungsverzeichnis.....	106
	Tabellenverzeichnis.....	108
	Formelverzeichnis	109

Abkürzungsverzeichnis.....	110
Anhang A : Standardisierte Baugruppenbausteine.....	i
Anhang B : Datenkarte Neu.....	iii
Anhang C : Codierung der Analysen	iv
Anhang C : MEK Standard- und Grundvorgänge	v
Anhang D : Datenkarte Alt.....	vii

1 Einleitung

Diese Masterarbeit beschäftigt sich mit der Standardisierung von Zeitbausteinen für ein projektübergreifendes Planzeitsystem und ist in Kooperation mit dem Unternehmen Siemens AG, am Standort Graz-Eggenberg, entstanden. Im nachfolgenden Kapitel wird das Unternehmen Siemens AG näher vorgestellt. Von der Problemstellung für den Standort Graz-Eggenberg werden Forschungsfragen abgeleitet und die Zielsetzung definiert. Des Weiteren werden die Vorgehensweise und Methodik erläutert, welche dieser Arbeit zu Grunde liegen.

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass aus Gründen der besseren Lesbarkeit dieser Masterarbeit die männliche Form als geschlechtsneutral verstanden werden soll.

1.1 Das Unternehmen “Siemens AG”

Das Unternehmen Siemens AG wurde vor mehr als 165 Jahren von Werner von Siemens gegründet. Heute ist es ein weltweit führendes Unternehmen welches sich in den Gebieten Elektrifizierung, Digitalisierung und Automatisierung spezialisiert hat. Als weltweit tätiges Technologieunternehmen ist die Siemens AG führend in der Energieübertragung und -erzeugung sowie in der Medizintechnik. Besonders bei Lösungen in der Industrie und der Infrastruktur nimmt die Siemens AG eine Vorrangstellung ein. Im Geschäftsjahr 2016 wurden von den weltweit rund 350.000 Mitarbeitern Umsatzerlöse in der Höhe von etwa 75,6 Mrd. Euro erwirtschaftet. Die Geschäftsaktivitäten des Unternehmens sind in zehn Divisionen unterteilt an deren Spitze der Vorstandsvorsitzende Joe Kaeser steht.¹

1.1.1 Der Standort Graz-Eggenberg

Die Eingliederung des Standorts Graz-Eggenberg erfolgt in den Siemens AG Österreich Geschäftsbereich Mobility (MO) sowie in die Sektion Mainline Transport (MLT) – Bogies (BG). Das 69.500m² große Werk in Graz-Eggenberg gehört zu den weltweit führenden Entwicklungs- und Fertigungsstandorten für High-Tech-Drehgestelle im Schienenverkehr. Jährlich werden von den rund 1000 Mitarbeitern bis zu 3500 Fahrwerke entwickelt, konstruiert und gefertigt, die weltweit zum Einsatz kommen. Für das Geschäftsjahr 2016 entspricht dies einem Fertigungsaufwand von rund 720.000 Stunden.²

¹ Vgl. Siemens AG (2016), Zugriffsdatum: 02.02.2016

² Vgl. Siemens AG (2016a)

Um die internationale Wettbewerbsfähigkeit bei der Vergabe von Aufträgen zu erhöhen, steht Graz mit den Standorten Sacramento/USA und Jekaterinburg/Russland in einem Werkeverbund (Abbildung 1). Als Fertigungs- und Technologiekompetenzzentrum nimmt Graz die Rolle der Lead-Factory ein. Die gesamten Entwicklungskompetenzen sind in Graz konzentriert und legen die Standards für den Werkeverbund fest.³

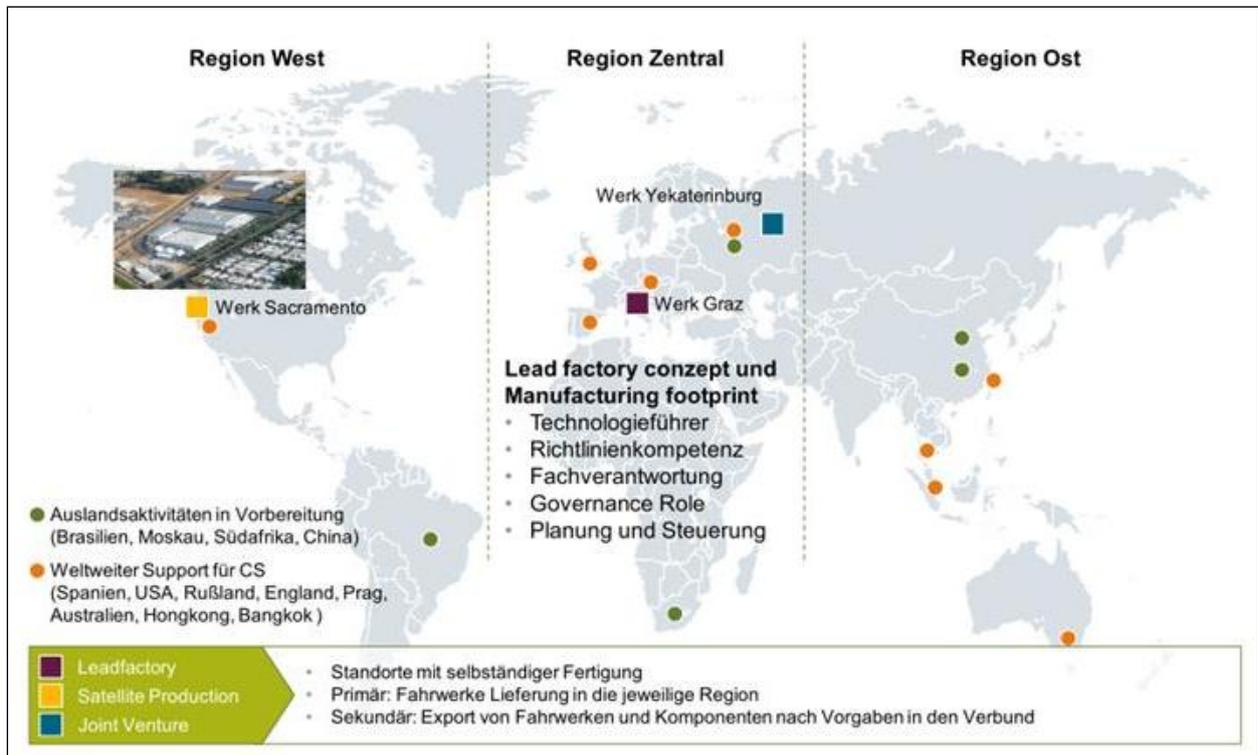


Abbildung 1: Werkeverbund Graz⁴

1.1.2 Produktportfolio Siemens AG Graz-Eggenberg

Im Werk Graz-Eggenberg werden hochtechnologische Drehgestelle für den Personenverkehr hergestellt. Abbildung 2 zeigt eine Übersicht der wichtigsten Schienenfahrzeugtypen und ihre unterschiedlichsten Einsatzgebiete.

³ Vgl. Siemens AG (2016b)

⁴ Siemens AG (2016b)

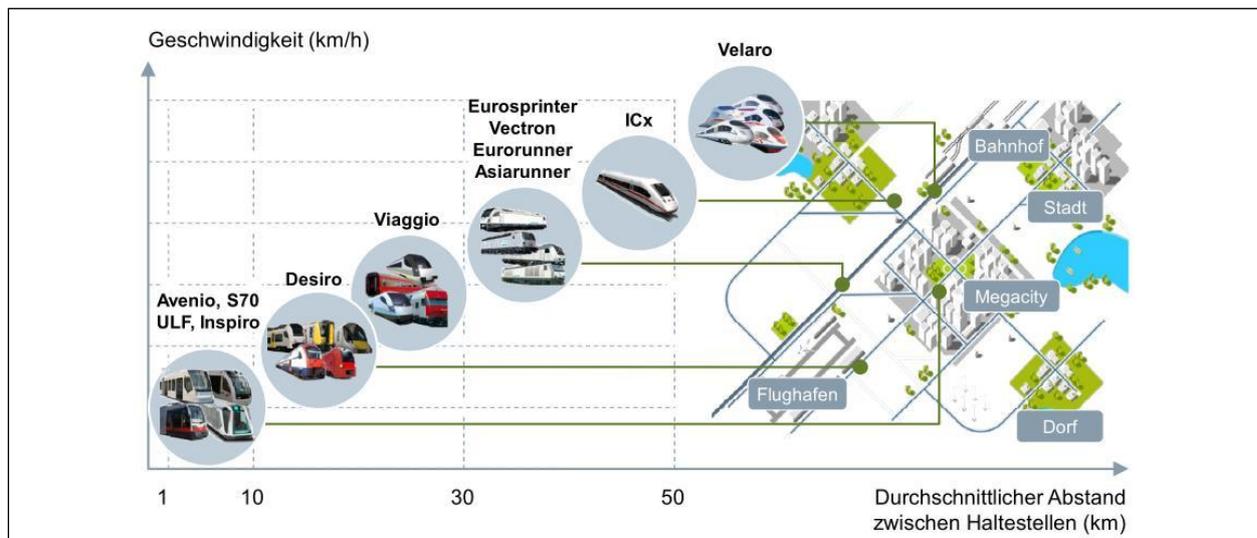


Abbildung 2: Lösungen für den Transport von Menschen⁵

Das Produktionsprogramm am Standort Graz-Eggenberg lässt sich in die fünf nachfolgenden Segmente unterteilen:⁶

- **Lokomotiven und Sonderfahrzeuge:** Locomotives (LM)
- **Metros:** Heavy Rail (HR)
- **Straßen- und Stadtbahnen:** Light Rail (LR)
- **Reisezugwagen:** Passenger Coaches (PC)
- **Regional- und Hochgeschwindigkeitstriebzüge:** Trains (TR)

Diese Fahrwerke können als Laufdrehgestell (LDG), Triebdrehgestell (TDG) und Jakobs-Drehgestelle (JDG) ausgeführt sein. Dieses umfangreiche Produktportfolio, welches das gesamte Produktspektrum für den gleisgebundenen Personenverkehr abdeckt, überzeugt durch höchste Qualität, höchste Betriebssicherheit, niedrigste Lebenszykluskosten, besondere Laufruhe, hohe Zuverlässigkeit und einfache Wartung.⁷

1.2 Ausgangssituation und Problemstellung

Für die Kalkulation der Vorgabezeiten in der Fertigung am Standort Graz-Eggenberg wird derzeit das Methods-Time Measurement Verfahren (MTM) angewendet. Um eine optimale Projektabwicklung zu gewährleisten, werden für jeden Auftrag individuell erarbeitete Vorgabezeiten angewandt. Die verwendeten Zeitdaten, welche in Form von

⁵ Siemens AG (2016b)

⁶ Vgl. Siemens AG (2016a)

⁷ Vgl. Siemens AG (2016a)

Zeitbausteinen auftreten, werden von allen Arbeitsvorbereitern manuell in Microsoft Excel-Listen eingetragen und die errechneten Vorgabezeiten danach in das Enterprise-Resource-Planning (ERP)-System übertragen. Die historisch gewachsene Struktur der einzelnen Bausteine hat stetig an Komplexität zugenommen und wurde nicht für die einzelnen Bereiche adaptiert. Durch das Fehlen der gemeinsamen Datenbasis und dem Einsatz von unterschiedlichen Planungsmethoden, gestaltet es sich schwierig, eine exakte Kostenprognose bei Neuprojekten zu gewährleisten. Darüber hinaus lassen sich Änderungen in den Arbeitsumfeldern in der derzeitigen Planungsmethode nur begrenzt abbilden. Das ständige Wechseln der Planungsumgebungen von Excel-Listen zu SAP ist sehr zeitaufwendig und birgt zusätzlich die Gefahr einer fehlerhaften Übertragung der Vorgabezeiten. Um eine Qualitätsverbesserung des Planungsprozesses zu erzielen, wurde von Siemens AG das Programm CAPP Knowledge der Firma dmc-ortim GmbH am Standort Graz-Eggenberg eingeführt.

1.3 Abgrenzung der Arbeit

Zur Berechnung einer qualitativ hochwertigen Vorgabezeit müssen die Bereiche entlang der Wertstromkette der Fertigung/Manufacturing (MF) berücksichtigt werden.

Um einen ganzheitlichen Lösungsansatz in MF zu erzielen, wird der Fokus dieser Arbeit auf den Bereich Montage gelegt. Die unterschiedlichen Grundtätigkeiten in diesem Bereich dienen als Basis und können inhaltlich für die anderen Bereiche herangezogen werden. Abbildung 3 zeigt die Abgrenzung der Masterarbeit anhand der Wertstromkette am Standort Graz-Eggenberg.

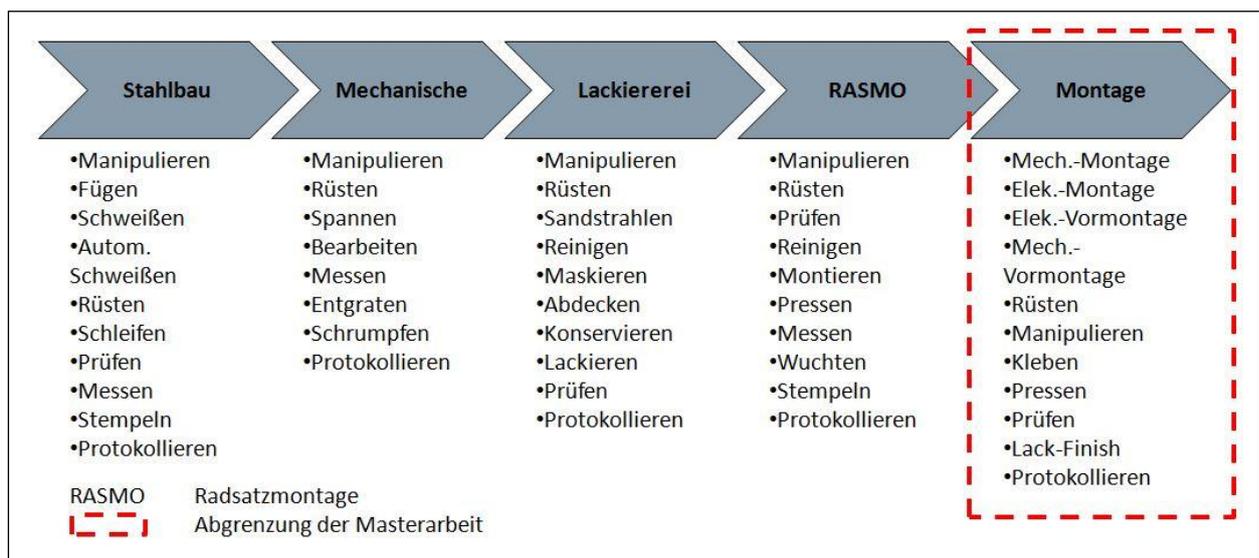


Abbildung 3: Wertstromkette MF-Graz⁸

⁸ In Anlehnung an Zöhrer, Hans-Ulrich (2015), Leiter Production Engineering (PE), Interview, Graz, 05.12.2015, eigene Darstellung

1.4 Zielsetzung und Forschungsfragen

Ziel dieser Masterarbeit ist es, standardisierte Zeitbausteine mit einem geeigneten Aufbau der Bausteinstruktur zu entwickeln, die in den einzelnen Bereichen der Fertigung Anwendung finden und Gültigkeit besitzen. Die Inhalte der vorhandenen Bausteine sollen validiert, geprüft und neu konzipiert werden. Darüber hinaus soll eine gültige Bausteinstruktur erarbeitet werden um die Komplexität der Analyse zu minimieren. Zudem soll die Entscheidung der Auswahl von CAPP Knowledge als IT-Planzeitsystem hinterfragt und bewertet werden. Auf Grundlage dieser Zielvorgaben sollen in weiterer Folge neu entstandene Bedürfnisse an das Planzeitsystem eruiert werden. Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen helfen ein generalisiertes Umsetzungskonzept zu entwickeln, das ebenso in den anderen Bereichen von MF Anwendung findet.

Daraus ergeben sich folgende Forschungsfragen:

- Welchen Mehrwert hat das Unternehmen, wenn ein ganzheitlicher Lösungsansatz - in Form von standardisierten Zeitbausteinen, welche projekt- und bereichsübergreifend Gültigkeit besitzen – implementiert wird?
- Welche Vorteile haben Softwareimplementierungen im Bereich des Zeitmanagements?
- Welche Maßnahmen setzt das Unternehmen, um im Bereich der Vorgabezeitermittlung, besser zu werden?

Die aus den Forschungsfragen abgeleiteten Hypothesen lauten wie folgt:

Hypothese 1:

Ein ganzheitlicher Lösungsansatz für standardisierte Zeitbausteine liegt im Interesse des Unternehmens, da die vorhandenen Zeitressourcen besser genutzt werden.

Hypothese 2:

Die Vorteile liegen in der raschen Umsetzung von Neuproduktkalkulation und der Nachvollziehbarkeit einzelner Zeitanalysen.

Hypothese 3:

Zu Verbesserung der Vorgabenzeitermittlung wird die Digitalisierung der Fertigung und Vereinheitlichung der Verfahren und Prozessabläufe angestrebt.

1.5 Vorgehensweise und Methodik

Um bei der Umsetzung dieser Masterarbeit einen strukturierten Ablauf zu gewährleisten, wird die Arbeit in vier Bereiche unterteilt. Abbildung 4 stellt die genaue Vorgehensweise schematisch dar.

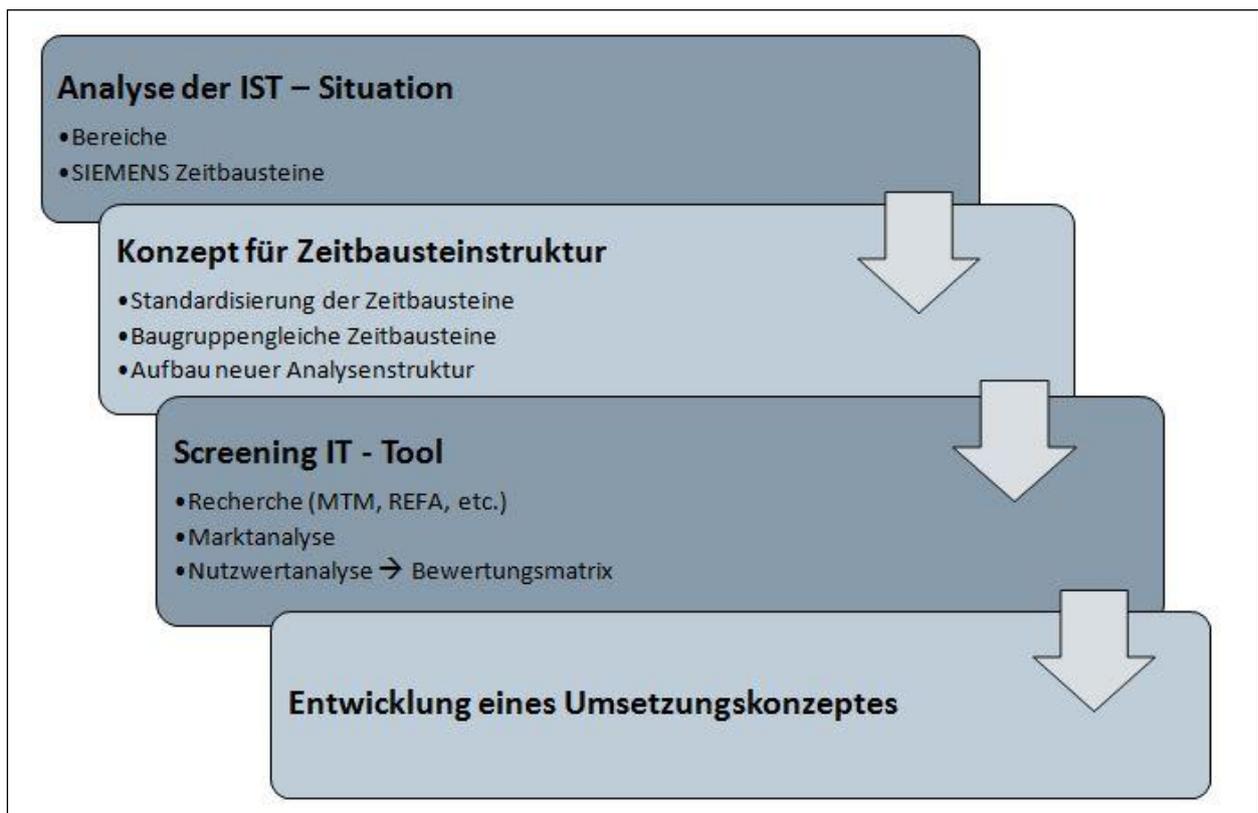


Abbildung 4: Vorgehensweise bei der Masterarbeit

Zu Beginn der Arbeit wird eine umfassende ist-Situationsanalyse am Standort Graz-Eggenberg durchgeführt, um erforderliche Informationen über die verwendeten Daten und die Vorgehensweise bei der Planzeitermittlung zu erlangen. Um eine objektive

Bewertung des gewählten IT-Planzeit-Tools zu ermöglichen, wird eine Marktanalyse der existierenden Anbieter und ihrer Produkte durchgeführt. Für die Neukonzeption der Bausteine wird zuerst das Planzeitsystem für die einzelnen Bereiche festgelegt, danach die Richtigkeit der Bausteine überprüft und bei Bedarf neu erstellt. Darauf aufbauend wird eine neue Zeitbaustein-Hierarchie konzipiert, welche in allen Bereichen der Fertigung Anwendung findet. Bei der Entwicklung eines Umsetzungskonzeptes wird die Komponente „Bremse“ in der Montage im Detail untersucht. Mittels Gegenüberstellung der alten und neuen Planzeiten werden verschiedene Szenarien für eine mögliche Lösung erarbeitet.

In der nachfolgenden Abbildung 5 ist der Aufbau der Masterarbeit mit ihren Arbeitspaketen und Inhalten grafisch dargestellt.

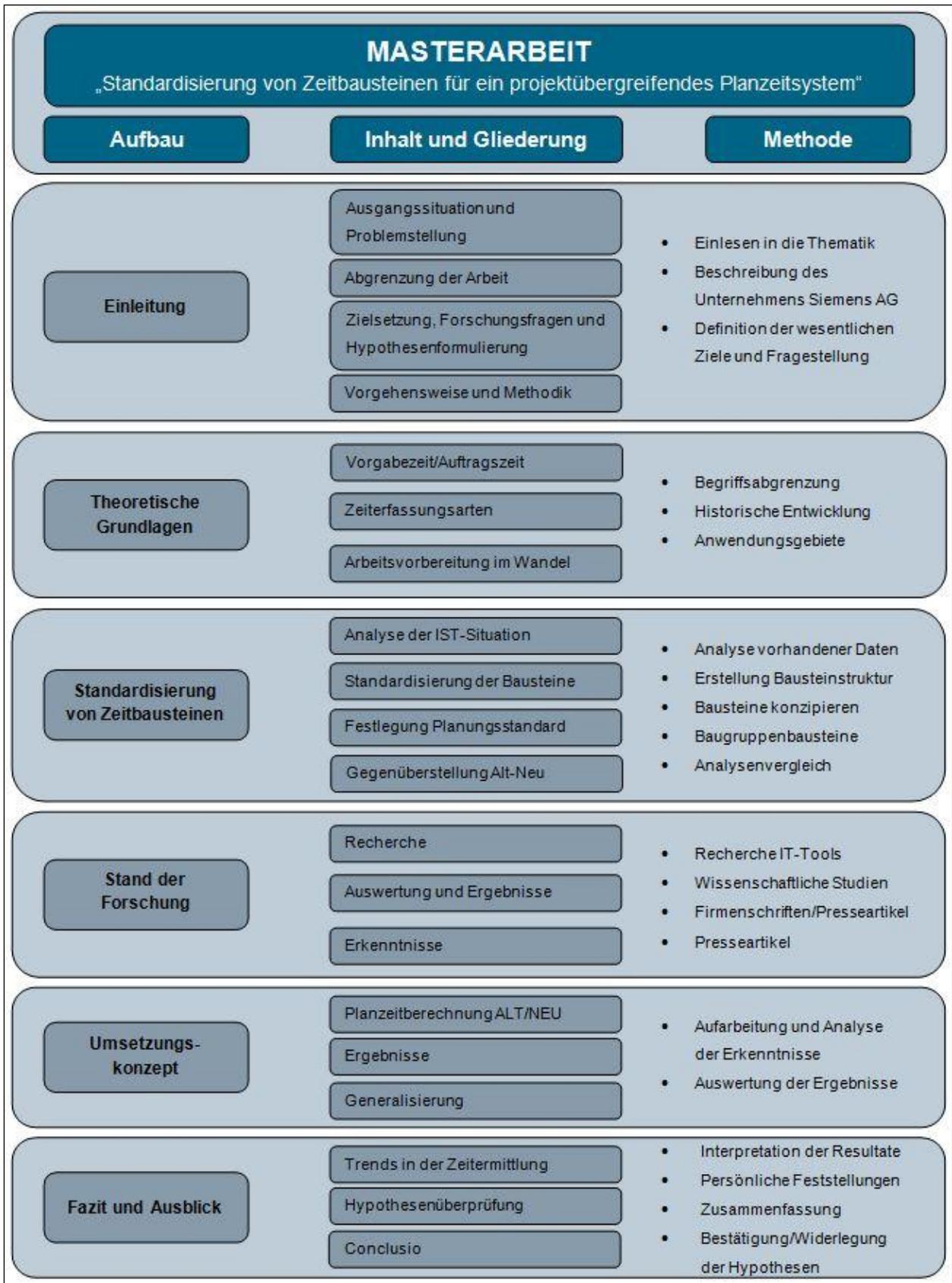


Abbildung 5: Aufbau der Masterarbeit

2 Theoretische Grundlagen

Im nachfolgenden Kapitel 2 wird der Terminus Zeitwirtschaft näher definiert. Um eine theoretische Grundlage für diese Arbeit zu schaffen werden am Anfang essentielle Begriffe der Zeitwirtschaft aufgelistet und beschrieben. Darauf aufbauend werden Zeiterfassungsverfahren und -methoden und ihre Anwendungsgebiete erläutert.

2.1 Der Begriff Zeitwirtschaft

Die Zeitwirtschaft gewinnt aufgrund der Ökonomisierung der Arbeitswirtschaft, besonders bei Arbeitssystemen, immer mehr an Bedeutung. Zeitdaten, welche den Start, die Dauer und den Abschluss eines Arbeitsvollzugs beschreiben, stellen wesentliche Kriterien hinsichtlich der Gestaltung und Organisation, der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit und der zeitgerechten Durchführung einer Arbeit dar. Der Begriff „Zeitwirtschaft“ wird als die Bewirtschaftung der gesamten in einem Unternehmen anfallenden und notwendigen Zeitdaten für die Betriebsmittel, die Arbeitsgegenstände, das Personal und alle anderen zusätzlichen Produktionsfaktoren beschrieben. Die Bewirtschaftung von Zeitdaten beinhaltet die Planung und Durchführung einer Datenerhebung. Des Weiteren müssen die neuen Zeiten ausgewertet, aufbereitet, kontrolliert, verwendet und gepflegt werden, um daraus entsprechende Gestaltungsmaßnahmen ableiten zu können.⁹ Die Zeitwirtschaft, oder auch Terminwirtschaft, ist ein Teilprozess der Produktionsteuerung und -planung und umfasst die zeitliche Gliederung des Produktionsprozesses.¹⁰ Das Aufgabengebiet der Zeitwirtschaft erstreckt sich von der Zeitdatenermittlung bei einzelnen Arbeitsvorgängen, über die Termin- und Fristenplanung, bis hin zur Terminsteuerung und -kontrolle. Bei der Terminkontrolle werden die errechneten Soll-Zeiten mit den vorliegenden Ist-Zeiten verglichen und bei Bedarf berichtend in den Fertigungsprozess eingegriffen.¹¹ Gegenwärtig entwickelt sich die Zeitwirtschaft deutlich in Richtung Time Based Management und Industrial Engineering.¹² Dadurch hat sich ein selbstständiger Managementansatz herausgebildet, das sogenannte Zeitmanagement. Das Zeitmanagement hat die Aufgabe alle operativen und dispositiven Kernprozesse entlang der Wertschöpfungskette eines Unternehmens terminlich zu optimieren, dies geschieht auf Basis einer durchgängigen und ganzheitlichen Prozessplanung, -steuerung, -führung und eines -controllings.¹³

⁹ Vgl. Schlick/Bruder/Luczak (2010), S.664f

¹⁰ Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon, S.1336f

¹¹ Vgl. Luczak (1993), S. 498

¹² Vgl. Landau (2007), S. 1333

¹³ Vgl. Binner (2005), S. 855

2.1.1 Verwendungszweck von Zeitdaten

Die Zeitdaten lassen sich in Abhängigkeit der einzelnen betrieblichen Funktionsbereiche in unterschiedliche betriebliche Verwendungszwecke unterteilen. Grundsätzlich können die Zeitdaten im industriellen Zusammenhang in vier wesentliche Anwendungsgebiete unterteilt werden:¹⁴

- Produkt
- Mitarbeiter
- Auftrag/Produktion
- Führung

Um ein wirtschaftlich lohnendes Verhältnis zwischen den Kosten für die Datenerhebung und dem Nutzen der Daten zu generieren, muss die betriebliche Planung das Ziel verfolgen, die Zeitdaten, wenn möglich mehrfach, auf die verschiedenen Anwendungszwecke zuzuführen.¹⁵

In Bezug auf das produktbezogene Anwendungsgebiet werden die Zeitdaten als Entscheidungs- und Planungsgrundlage für die Kalkulation und Angebotserstellung von Produkten verwendet. Darüber hinaus finden sie in der Konstruktion und Entwicklung, sowie in der Qualitäts- und Fertigungsplanung Verwendung.¹⁶ Im mitarbeiterbezogenen Bereich werden die Zeiten zur Gestaltung von Anreizsystemen verwendet. Dabei werden Vorgabezeiten benützt um Bezugsleistungen festzulegen, was sich leistungssteigernd und motivierend auf die Mitarbeiter auswirkt. Die Zeitdaten spielen eine wesentliche Rolle im Managementinformationssystem. Im führungsrelevanten Anwendungsbereich wird daher mit den Zeitdaten der erforderliche Bedarf an Betriebsmitteln, Material und Personal ermittelt. Darüber hinaus können die Zeitdaten bei der Bewertung von alternativen Methoden der Investitionsrechnung herangezogen werden.¹⁷ Im produktionsbezogenen Anwendungsgebiet werden die Zeitdaten für die Unterstützung des gesamten Auftragsabwicklungsprozesses verwendet, in dem sie in die Produktionsplanung und -steuerung eingebunden werden.¹⁸

Die nachfolgende Abbildung 6 veranschaulicht den Verwendungszweck von Zeitdaten in den einzelnen Bereichen eines Unternehmens.

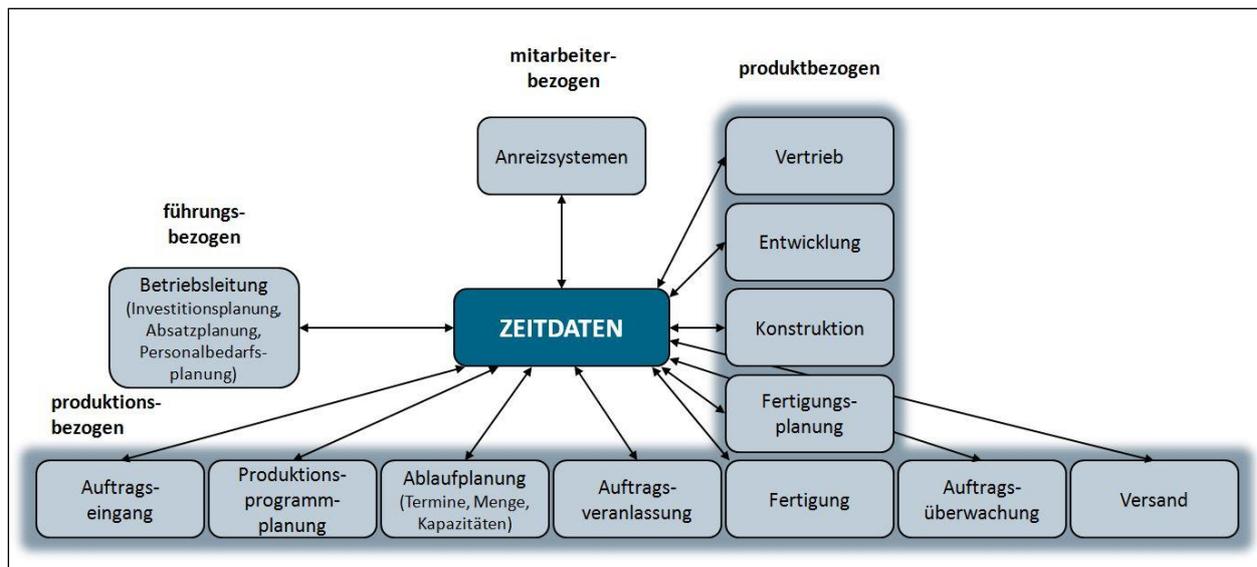
¹⁴ Vgl. Britzke (1996), S. 4:32ff

¹⁵ ibidem

¹⁶ Vgl. Bishop (2001), S. 5.35f

¹⁷ Vgl. Schlick/Bruder/Luczak (1999), S. 666f

¹⁸ Vgl. Luczak/Eversheim (1999), S. 132

Abbildung 6: Verwendungszweck von Zeitdaten¹⁹

2.1.2 Beschreibung der Arbeitsablaufarten

Der Arbeitsablauf wird durch den zeitlichen und räumlichen Fortgang des Zusammenwirkens von Arbeitern, Arbeitsgegenständen, Energie, Materialien und Information innerhalb eines Arbeitssystems beschrieben.²⁰ Er sollte so gestaltet sein, dass die Arbeit unter Berücksichtigung der humanen Bedürfnisse und Eigenschaften sowie der Wirtschaftlichkeit des Systems erfüllt wird.²¹ Durch eine Arbeitsablaufanalyse bzw. Arbeitsablaufstudie wird der Arbeitsablauf in unterschiedlich große Ablaufabschnitte, wie z.B. Vorgänge oder Vorgangsstufen, gegliedert. Wird der Ablauf für Mensch, Betriebsmittel oder Arbeitsgegenstand so in entsprechende Abschnitte unterteilt, sodass jeder Kategorie ein Zweck zugewiesen werden kann, so werden diese Abschnitte Ablaufarten genannt.²² REFA definiert diese Ablaufarten wie folgt:²³

„Ablaufarten sind Bezeichnungen für das Zusammenspiel von Mensch und Betriebsmittel mit der Eingabe innerhalb bestimmter Ablaufabschnitte.“

¹⁹ In Anlehnung an Britzke (1996), S. 4:33, eigene Darstellung

²⁰ Vgl. DIN EN ISO 6385 (2004), S. 8

²¹ Vgl. REFA (1993), S. 21

²² Vgl. Schlick/Bruder/Luczak (1999), S. 667f

²³ REFA (1997), S. 20

Diese Ablaufarten können nach Mensch, Betriebsmittel und Arbeitsgegenstand unterschieden werden.²⁴ In dieser Masterarbeit liegt der Fokus auf der menschlichen Arbeit, weshalb im Folgenden nur auf die menschlichen Bezugsgrößen eingegangen wird. In der nachfolgenden Abbildung 7 ist die Gliederung der Ablaufarten für den Menschen, auch Ressourcenanalyse²⁵ genannt, grafisch dargestellt.

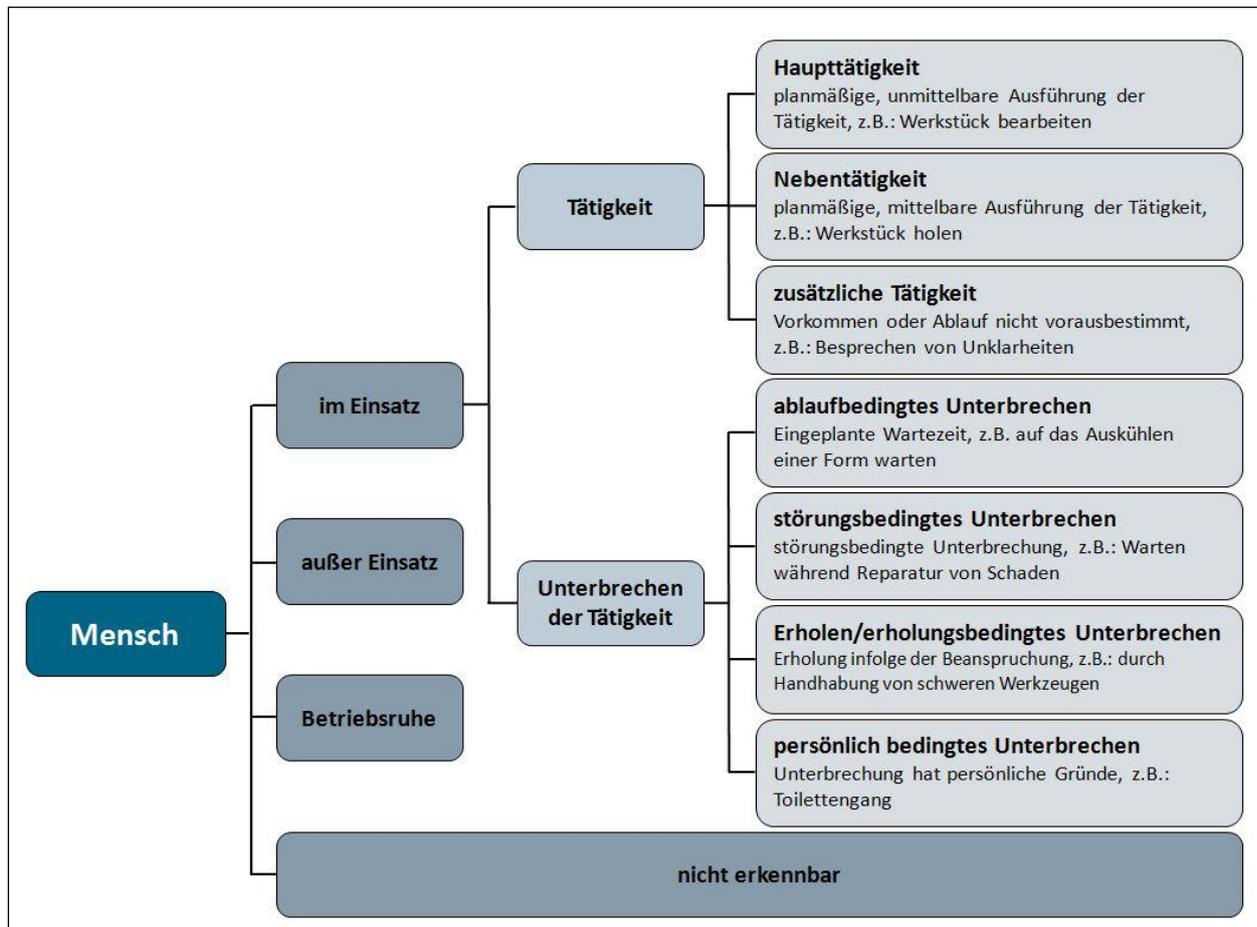


Abbildung 7: Analyse der Tätigkeit des Menschen und Einteilung in Ablaufarten²⁶

Die Ablaufarten für den Menschen gliedern sich in alle Ereignisse die vorkommen können, während der Mensch dem Unternehmen im Rahmen eines Arbeitsverhältnisses und unter der Einhaltung der Arbeitszeitordnung (AZO) zur Verfügung steht. Dies umfasst auch die vertraglichen und gesetzlichen Pausen. Je nach Unternehmensvorgaben kann sich die Arbeitsablaufuntersuchung über die

²⁴ Vgl. REFA (1997), S. 23ff

²⁵ Vgl. Bokranz/Landau (2006), S. 477

²⁶ In Anlehnung an REFA (1992), S. 25, eigene Darstellung

Gesamtzeit, Teile einer Schicht, einen bestimmten Arbeitsauftrag, eine bzw. mehrere Schichten oder über eine Periode des Rechnungswesens erstrecken.²⁷

2.1.3 Synthese der Vorgabezeit

Um Zeitdaten für die Kontrolle, Planung, Steuerung und Entlohnung für gewisse Ablaufabschnitte verwenden zu können, müssen die Bezugsmenge und die Bezugsleistung für diese Zeitdaten festgelegt sein. Im Arbeitsstudium werden diese Soll-Zeiten Vorgabezeiten genannt, sofern diese Zeitdaten, zu der planmäßigen Ausführung der Arbeitsaufgabe, noch zusätzliche und nicht exakt vorherbestimmbare Ablaufabschnitte enthalten. Zusammengefasst sind Vorgabezeiten Soll-Zeiten für das Ausführen von Arbeitsabläufen von Mensch und Betriebsmittel. Sie beinhalten Grund-, Erhol- und Verteilzeiten, wobei für die Betriebsmittel die Erholungszeiten entfallen.²⁸

Wie aus Abbildung 8 ersichtlich, kann bei Vorgabezeiten grundsätzlich zwischen zwei Arten unterschieden werden.

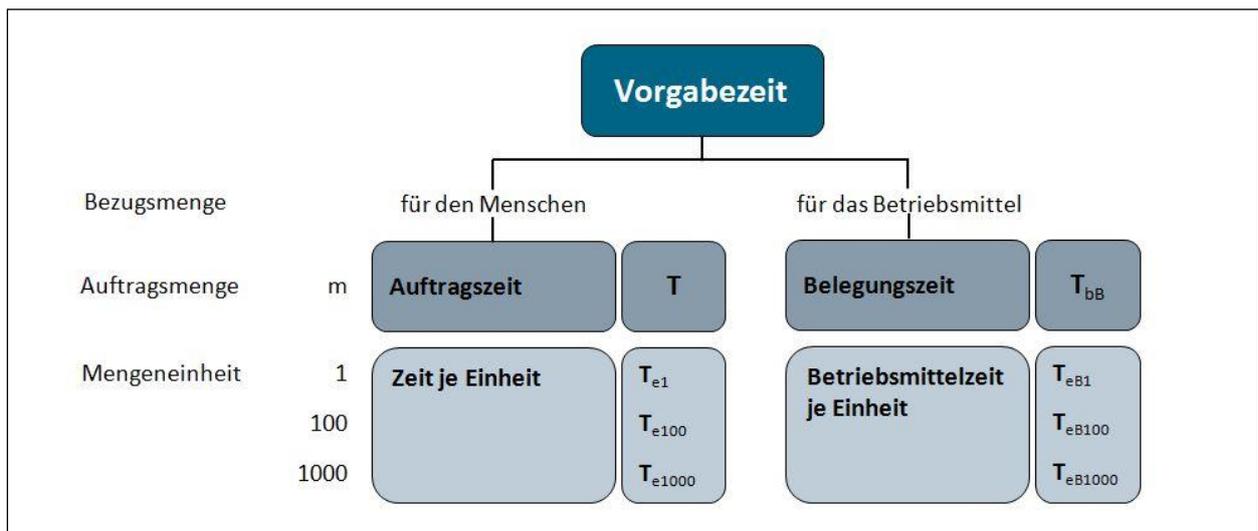


Abbildung 8: Bezeichnungen der Vorgabezeiten für Mensch und Betriebsmittel²⁹

Dabei bezieht sich die auftragsabhängige Vorgabezeit auf die Verrichtung eines Auftrages mit der Auftragsmenge (m) von 32 Stück. Bei der auftragsunabhängigen Vorgabezeit liegt der Fokus auf einer Mengeneinheit, z.B. 1, 100, 1000 Stück.³⁰

²⁷ Vgl. REFA (1992), S. 24

²⁸ Vgl. REFA (1997), S 41f

²⁹ In Anlehnung an REFA (1997), S. 41 eigene Darstellung

³⁰ Vgl. REFA (1997), S. 42f

2.1.4 Zeitarten und Zeitgliederung

Eine zentrale Differenzierung, bei der Gliederung von Zeitdaten in verschiedenen Zeitarten, bildet die Unterscheidung von Ist-Zeiten und Soll-Zeiten.³¹ REFA definiert Ist-Zeiten als die vom Betriebsmittel und Menschen tatsächlich benötigten Zeiten für das Ausführen von bestimmten Ablaufabschnitten. Die Erfassung dieser Zeit erfolgt durch eine selbstständige direkte Messung an der Arbeitsstätte durch den Arbeiter, oder durch einen Beobachter. Im Sonderfall können die Ist-Zeiten auch durch eine Befragung der Arbeitsperson, welche die Arbeit zuvor ausgeführt hat, erfasst werden. Soll-Zeiten sind hingegen Zeiten, welche aus vorab einmaligen erhobenen Ist-Zeiten abgeleitet und gebildet wurden.³² Die Soll-Zeiten basieren auf der Auswertung einer Vielzahl von Ist-Zeiten, die unter der Berücksichtigung der in dem Moment der Zeitaufnahme vorherrschenden Leistungsgrade und Einflussgrößen reproduzierbar aufgenommen wurden.³³ Soll-Zeiten stützen sich auf eine festgesetzte Bezugsleistung der Beschäftigten, welche als Normalleistung klassifiziert wird. Sie entspricht einem Leistungsgrad von 100% und gibt die von einem durchschnittlich geübten und geeigneten Arbeiter erreichbare Leistung wieder.³⁴ Mit einer Zeitdatenermittlung werden Zeitarten, den durch eine Arbeitsablaufanalyse festgestellten einzelnen Ablaufarten, zugewiesen. Summiert man die Soll-Zeiten für die einzelnen Ablaufarten, so ergibt das die Vorgabezeit für die Tätigkeit, welche auch als Auftragszeit bezeichnet wird.³⁵ Sie entspricht der Vorgabezeit für den Menschen um einen Auftrag auszuführen und besteht, wie in Abbildung 9 ersichtlich, aus der Auftragszeit t_a und der Rüstzeit t_r . Der größte Anteil der Vorgabezeit entfällt in der Regel auf die Grundzeiten. Die Grundzeit t_g besteht aus der Summe von Tätigkeitszeit t_t und Wartezeit t_w und somit aus den Soll-Zeiten für das planmäßige Ausführen eines Ablaufes. Sollzeiten für die Berücksichtigung von zusätzlichen außerplanmäßigen vorkommenden Aktivitäten werden Verteilzeit t_v genannt. Eine Unterscheidung gibt es zwischen sachlichen Verteilzeiten t_s , z.B. störungsbedingten Unterbrechungen und persönlichen Verteilzeiten t_p , z.B. persönliche Bedürfnisse. Sie kommen innerhalb eines Prozesses mit unterschiedlicher Häufigkeit und Dauer vor. Bis zu einem gewissen Grad sind sie mit der Erfüllung der Aufgabe verbunden (wird in der sachlichen Verteilzeit berücksichtigt), sie können aber auch in keinem direkten Zusammenhang mit der Aufgabe stehen (wird in der persönlichen Verteilzeit berücksichtigt). Soll-Zeiten, welche erforderliche Erholungsunterbrechungen berücksichtigen, um körperliche Anstrengungen zu

³¹ Vgl. Lotter/Wiendahl (2012), S.82

³² Vgl. REFA (1997), S. 62

³³ Vgl. Lotter/Wiendahl (2012), S.82

³⁴ Vgl. REFA (2011), S. 60

³⁵ Vgl. Schlick/Bruder/Luczak (2010), S. 669

kompensieren, heißen Erholungszeiten t_{er} . Sie umfassen die Zeitspanne, die für die erforderliche Wiederherstellung des Arbeitnehmers, aufgrund von Ermüdung durch die Arbeit, notwendig ist. Welchen Anteil sie an der Vorgabezeit nehmen, hängt von der Dauer und Höhe der durch die Arbeit verursachten Beanspruchung des Arbeiters ab.³⁶

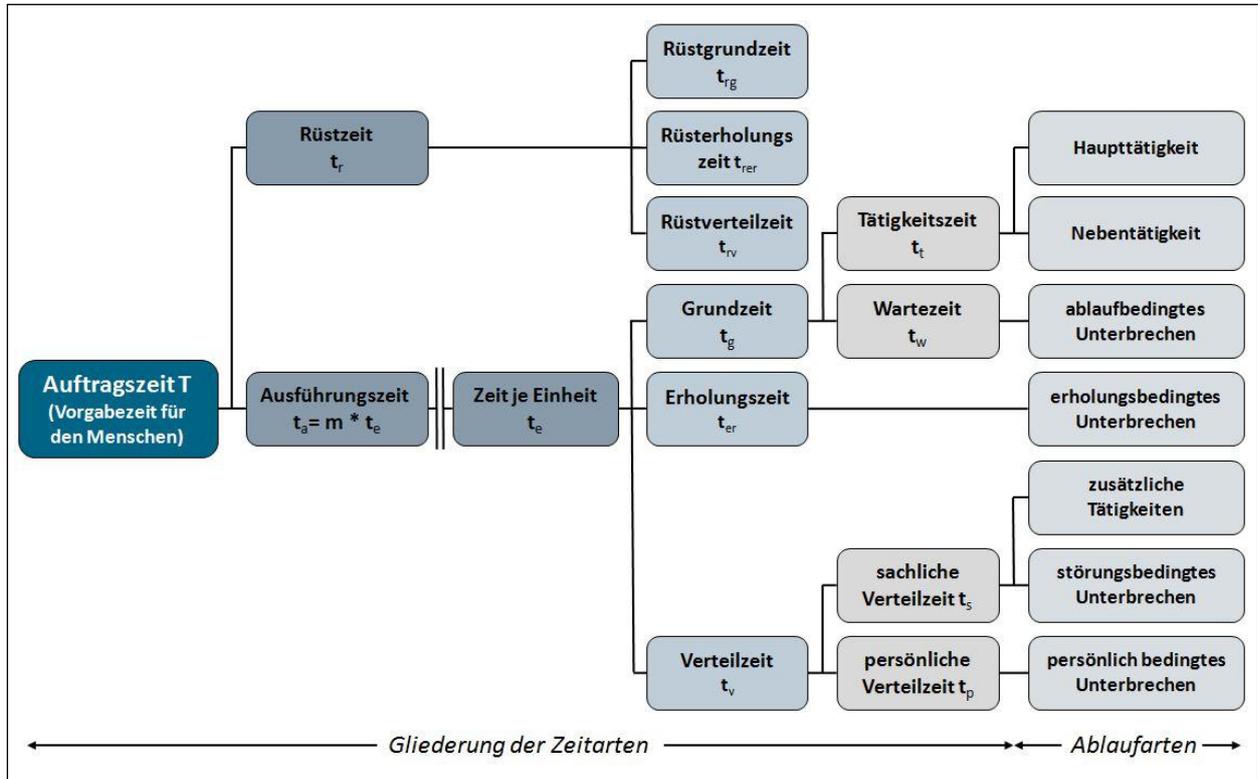


Abbildung 9: Zeitgliederung für den Menschen³⁷

Die dargestellte Zeitgliederung bezieht sich auf den am häufigsten vorkommenden Fall, welcher zur Erfüllung des Auftrags ein Ausführen und Rüsten erfordert. Das Ausführen besteht wiederum aus „m“ Wiederholungen des gleichartigen Vorgangs. Es ist für die Vollständigkeit sehr wichtig, dass die Grund-, Erhol- und Verteilzeiten mit der entsprechenden Einheit, welche Bezugsgröße und Menge definiert, versehen sind. Dies benötigt die Schaffung der Einheit, die Zeit je Einheit t_e genannt wird. Daraus ergibt sich für die Auftragszeit die Formel (1).³⁸

$$T = t_r + m * t_e \quad (1)^{39}$$

³⁶ Vgl. REFA (1997), S. 44ff

³⁷ In Anlehnung an REFA (1997), S. 42ff, eigene Darstellung

³⁸ Vgl. REFA (1997), S. 44ff

³⁹ REFA (1997), S. 54

2.2 Methoden der Zeitermittlung

Für die Ermittlung von Zeitdaten wurde über Jahrzehnte eine Vielzahl von Methoden entwickelt. Grundsätzlich lassen sich diese Methoden nach ihren charakteristischen Ergebnissen und ihren spezifischen Einsatzmöglichkeiten hinsichtlich Struktur und Genauigkeit der gefundenen Zeitdaten voneinander differieren. Welche Methode zu bevorzugen ist, hängt von dem Verwendungszweck, dem Genauigkeitsgrad mit dem die Zeitdaten ermittelt werden, sowie dem zu betreibenden Aufwand bei der Datenerfassung ab.⁴⁰ Daraus ergibt sich, wie aus Abbildung 10 ersichtlich, eine Clusterung der Methoden nach der Art der Datenermittlung in Ist-Zeitdatenermittlung und Soll-Zeitdatenermittlung.⁴¹ Ist-Zeiten können nur für tatsächlich durchgeführte Ablaufabschnitte, mit den Ist-Zeitermittlungsmethoden bestimmt werden. Werden diese Ist-Zeiten so ausgewertet, dass sie auch für Arbeitsbereiche die sich nicht im Erhebungsbereich befinden, verwendet werden können, spricht man von Soll-Zeiten. Diese Soll-Zeiten können durch Vereinbaren, durch Systeme vorbestimmter Zeiten oder durch Schätzen bestimmt werden.⁴²

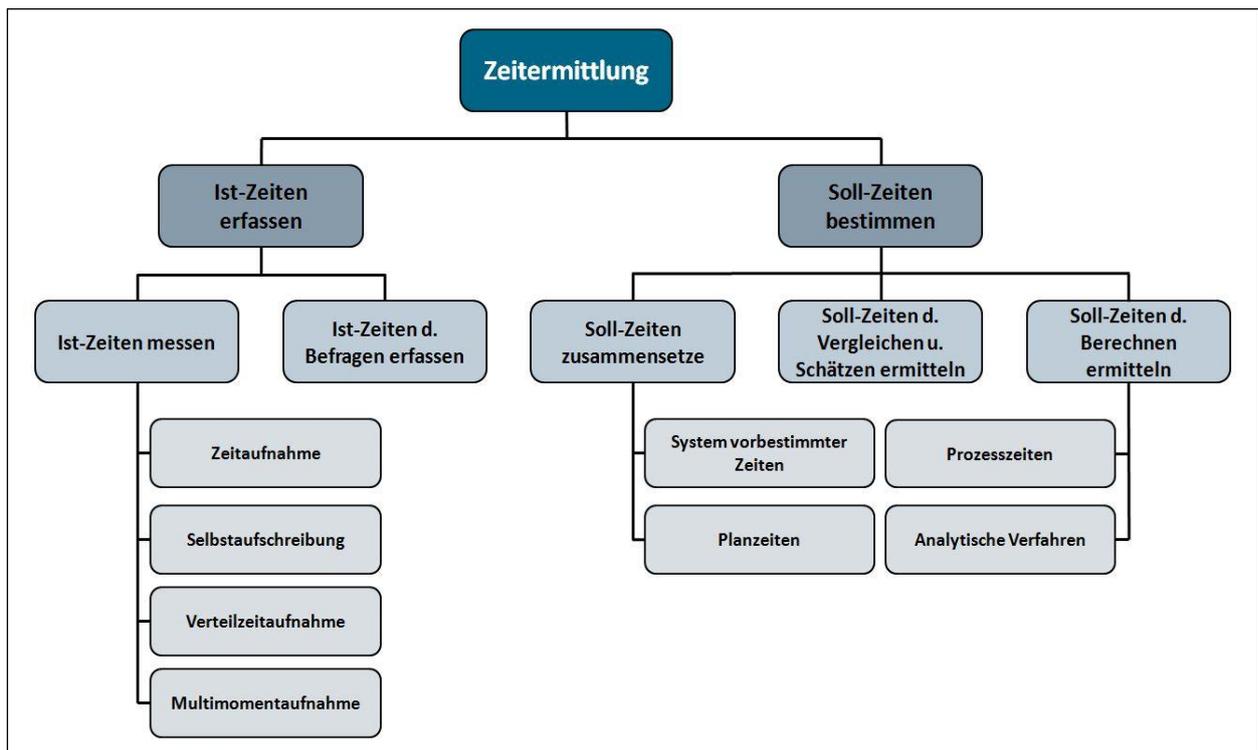


Abbildung 10: Übersicht der Zeitermittlungsmethoden⁴³

⁴⁰ Vgl. Borges/Bondroit/Paffenholz (1971), S. 9f

⁴¹ Vgl. Schlick/Bruder/Luczak (2010), S. 671

⁴² Vgl. Picker (2006), S. 30

⁴³ In Anlehnung an REFA (1992), S. 61, eigene Darstellung

2.2.1 Methoden zur Erfassung von Ist-Zeiten

Ist-Zeiten, sind die vom Menschen tatsächliche benötigte Zeiten, um bestimmte Arbeitsschritte auszuführen, diese können direkt am Arbeitsplatz gemessen und ermittelt werden. Dies erfolgt durch beobachtete Zeitaufnahmen, Multimomentaufnahmen, automatische Zeiterfassungsgeräte und Befragung der Mitarbeiter.⁴⁴ Im Folgenden werden nun diese verschiedenen Methoden und ihre Charakteristika erörtert.

Zeitaufnahme

Die Zeitaufnahme, auch Zeitstudie genannt, ist ein Verfahren zur Messung von Ist-Zeiten, die ein geübter Arbeiter mit einem normalen Leistungsniveau benötigt, um eine bestimmte Aufgabe unter Berücksichtigung der verwendeten Arbeitsmethode auszuführen.⁴⁵ Basierend auf der Messung und Auswertung von Ist-Zeiten für bestimmte Ablaufabschnitte, werden Soll-Zeiten ermittelt. Der Zeitaufnahme gehen daher Beschreibungen des Arbeitssystems, des Arbeitsverfahrens, der Arbeitsbedingungen und der Arbeitsmethode voraus. Um eine qualitative Soll-Zeit zu erlangen, müssen zusätzlich die Einflussgrößen, die Bezugsmengen und der Leistungsgrad identifiziert und erfasst werden.⁴⁶ Daher beinhalten Zeitstudien für gewöhnlich eine Arbeitsverfahrensanalyse, die vom Arbeitsstudienmann während einer Zeitaufnahme aufmerksam verfolgt und kontrolliert werden soll. Zeitstudien sollten nur dann durchgeführt werden, wenn im Vorfeld die Methoden bestimmt, die Bedingungen standardisiert und die Arbeiter für ihre Tätigkeiten geschult wurden.⁴⁷ Im Zentrum der Zeitstudie steht die Beobachtung der Ist-Abläufe durch den Zeitnehmer. Die aus der Beobachtung resultierenden Ergebnisse werden dabei mit Hilfe von Zeitmessgeräten, wie zum Beispiel einer Stoppuhr und einem Zeitaufnahmebogen protokolliert. Die Reproduzierbarkeit der Daten steht dabei im Vordergrund. Je detaillierter die Bedingungen während der Zeitaufnahme erfasst werden, desto einfacher können neue Arbeitssysteme aufgebaut werden, um damit ähnliche Resultate zu erzielen.⁴⁸

Anwendung

Eine weit verbreitete Methode der Zeitermittlung ist die Zeitaufnahme nach REFA. Sie gliedert sich, wie in Abbildung 11 ersichtlich, in acht Schritte. Der erste Schritt beinhaltet die Festlegung des Verwendungszwecks der Zeitaufnahme. Darüber hinaus muss in

⁴⁴ Vgl. Binner (2005), S. 863

⁴⁵ Vgl. Sellie (2001), S. 17.21

⁴⁶ Vgl. REFA (1992), S.81

⁴⁷ Vgl. Sellie (2001), S 17.21

⁴⁸ Vgl. REFA (1992), S. 81f

diesem Schritt auch geprüft werden, ob die für eine Zeitstudie erforderlichen Voraussetzungen gegeben sind.⁴⁹ Eine Zeitstudie hat nur dann einen Sinn, wenn der zu untersuchende Arbeitsablauf so gestaltet wurde, dass er auch in Zukunft bei gleicher Arbeitsmethode, bei ähnlichen Arbeitsbedingungen und bei gleichem Arbeitsverfahren vorkommt. Schritt zwei umfasst die Vorbereitung der Zeitaufnahme. Dabei muss die Vorschrift beachtet werden, dass alle an der Zeitstudie beteiligten Personen über die Durchführung einer Zeitstudie informiert werden.⁵⁰ Die Schritte drei, vier und fünf haben ebenso vorbereitenden Charakter. Im dritten Schritt ist zwischen Einzel- und Fortschrittszeitmessung zu wählen. Bei der Zeitaufnahme entsprechend dem Einzelzeitverfahren wird jeder Ablaufabschnitt separat gemessen und dokumentiert, während bei der Fortschrittszeitmessung immer die aggregierten Zeiten notiert werden. Das Fortschrittszeit-Verfahren hat im Vergleich zum Einzelzeit-Verfahren Vorteile bei der Fehlerkompensation. Der vierte Schritt hat die Auswahl des verwendeten Zeitmessgeräts zum Gegenstand. Während früher größtenteils Stoppuhren jeglicher Art zum Einsatz gekommen sind, werden heutzutage überwiegend elektronische, mobile Zeitdatenerfassungssysteme verwendet. Die Datenauswertung kann durch eine Kombination der Zeiterfassungssysteme mit Softwareprogrammen am PC durchgeführt werden. Der fünfte Schritt umfasst die Selektierung des Zeitaufnahmebogens, welche sich nach der Zahl und Folge der zu kontrollierenden Ablaufschritte richtet. Der sechste Schritt sieht die Beschreibung der Arbeitsbedingungen vor. Im Zeitaufnahmebogen sind Informationen über Arbeitsaufgabe, Auftragsmenge, Auftragsnummer, Arbeitsmethode, Betriebsmittel, Mensch, Arbeitsobjekt und Umgebungseinflüsse einzutragen. Darüber hinaus muss der Arbeitsablauf in einzelne Ablaufabschnitte unterteilt und beschrieben werden. Mittels Zeitmesspunkte werden Start und Ende des Ablaufabschnittes bestimmt und danach werden die Einflussgrößen und Bezugsmengen erfasst. Im Schritt sieben wird die Zeitaufnahme durchgeführt und dabei die Ist-Zeiten für jeden Ablaufabschnitt gemessen. Die Basis dieser Ist-Zeiten bildet der Leistungsgrad, oder der Leistungsfaktor.⁵¹

Der Leistungsfaktor in Prozent wird aus der Division von der beobachteten Ist-Leistung durch die vorgestellte Bezugsleistung mal 100 ermittelt (siehe Formel (2)).

$$\text{Leistungsfaktor} \cong \frac{\text{beobachtete Istleistung}}{\text{vorgestellte Bezugsleistung}} * 100\% \quad (2)^{52}$$

⁴⁹ Vgl. Schlick/Bruder/Luczak (2010), S. 672

⁵⁰ Vgl. REFA (1992), S. 82

⁵¹ Vgl. Schlick/Bruder/Luczak (2010), S. 672ff

⁵² REFA (1992), S. 126

Der Leistungsgrad kann auch als Leistungsfaktor angegeben werden. Hierfür muss die beobachtete Ist-Leistung durch die vorgestellte Bezugsleistung dividiert werden (siehe Formel (3)).

$$\text{Leistungsgrad} \cong \frac{\text{beobachtete Istleistung}}{\text{vorgestellte Bezugsleistung}} \quad (3)^{53}$$

Der Leistungsgrad wird auf Grundlage der beobachteten Wirksamkeit und Intensität der Arbeit dokumentiert sowie beurteilt, um spezifische Leistungsgradabweichungen bei der Transferierung auf Kollektive anzugleichen.⁵⁴ Die Intensität berücksichtigt dabei die Kraftanspannung und die Bewegungsgeschwindigkeit während der Bewegungsausführung und die Wirksamkeit berücksichtigt die Qualität der Arbeitsweise (zügig, beherrscht, harmonisch).⁵⁵ Der letzte Schritt ist die Auswertung der Zeitaufnahme. Im Rahmen dieses Prozesses werden die Daten auf Richtigkeit und Vollständigkeit überprüft und die einzelnen Ist-Zeiten berechnet. Darauf aufbauend wird eine statistische Auswertung durchgeführt, da die Zeiten als Stichprobeninformation anzusehen sind. Diese Auswertung kann mit dem Streuzahlverfahren oder dem Variationszahlverfahren durchgeführt werden. Die mit dem Leistungsgrad errechneten Soll-Zeiten werden dann zur Grundzeit t_g zusammengefasst um schlussendlich die Zeit je Einheit t_e zu ermitteln.⁵⁶

⁵³ REFA (1992), S.126

⁵⁴ Vgl. Schlick/Bruder/Luczak (2010), S. 674

⁵⁵ Vgl. REFA (1992), S. 128ff

⁵⁶ Vgl. Schlick/Bruder/Luczak (2010), S. 674

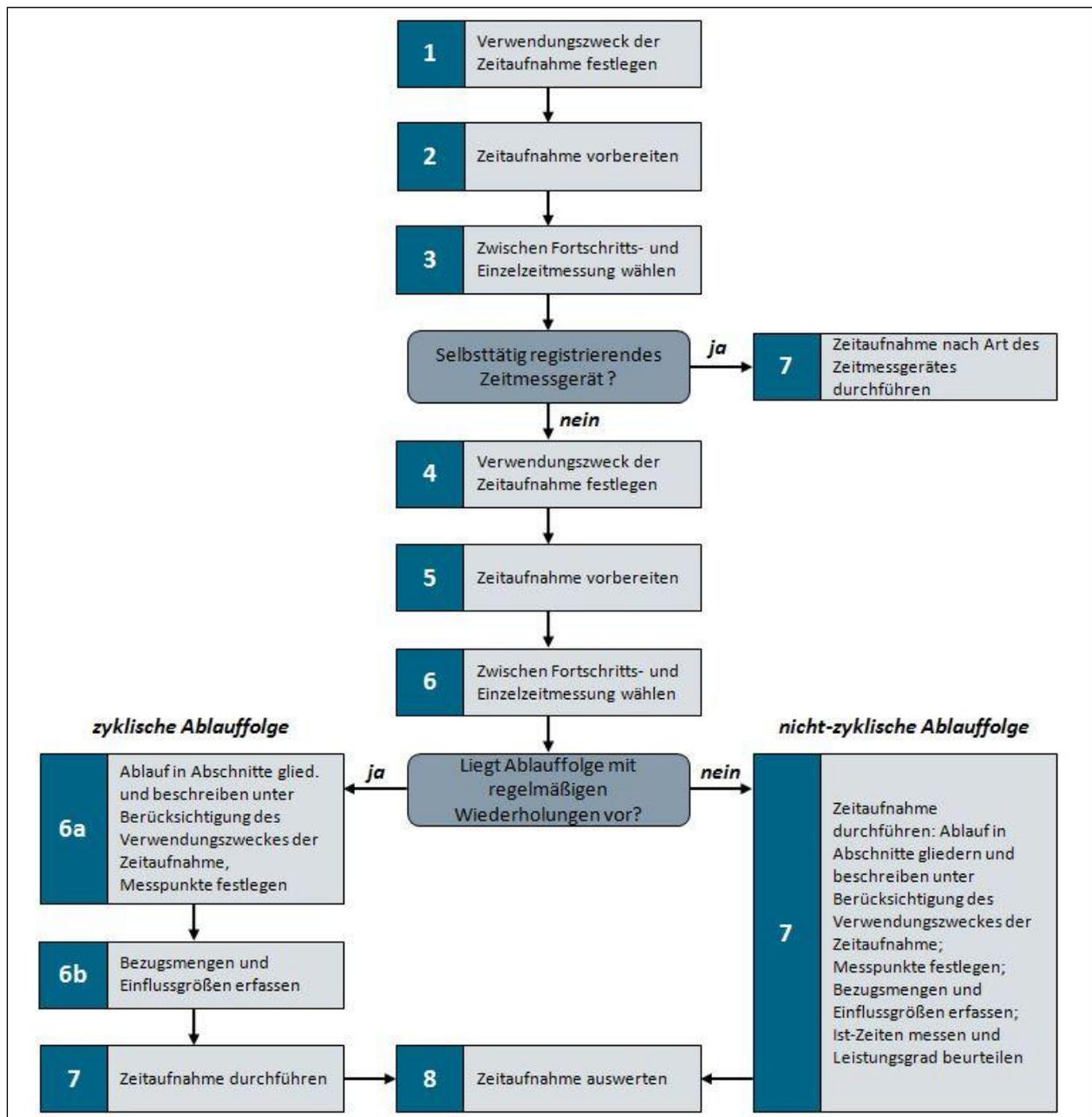


Abbildung 11: REFA Standardprogramm Zeitaufnahme⁵⁷

Die methodische Nutzung der Zeitaufnahme bringt sowohl Vor- als auch Nachteile mit sich.

⁵⁷ In Anlehnung an REFA (1992), S. 83, eigene Darstellung

Wesentliche Vorteile sind:⁵⁸

- Im Vergleich zum System vorbestimmter Zeiten ist die Zeitaufnahme und ihre Methodik einfacher zu erlernen
- Die Zeitaufnahme liefert zusätzlich zu den Soll-Zeiten auch Ist-Zeiten. Dadurch können auch Aussagen zum wirklichen Leistungsgrad getätigt werden
- Das Einsatzgebiet der Zeitaufnahme ist sehr flexibel. Sie kann zur Zeitmessung ohne Leistungsgradbeurteilung eingesetzt werden, oder zur Messung von Betriebsmitteln und Arbeitsgegenständen
- Aufgrund der intensiven Beobachtung der Arbeitsabläufe, werden Verbesserungspotentiale bei diesen Arbeitsabläufen schneller erkannt
- Die ermittelten Soll-Zeiten stützen sich auf den real beobachteten Arbeitsablauf

Dem gegenüber stehen folgende Nachteile:⁵⁹

- Die Beurteilung des Leistungsgrads kann zu Konflikten zwischen Arbeitsvorbereiter und Beschäftigten führen
- Die Zeitaufnahme kann nur bei einem tatsächlich bestehenden Arbeitssystem durchgeführt werden
- Etwaige Änderungen am Arbeitssystem erfordern eine erneute Zeitaufnahme
- Mit der Zeitaufnahme wird für gewöhnlich nur ein Arbeitsablauf detailliert analysiert

Selbstaufschreibung

Mit der Methode der Selbstaufschreibung werden Ist-Zeiten, Häufigkeiten, Vorkommenshäufigkeiten (Fallarten) oder Mengen durch jene Person, welche die Arbeit zuvor ausgeführt hat, erhoben.⁶⁰ Man unterscheidet zwei Typen der Selbstaufschreibung:⁶¹

- Freie Selbstaufschreibung

Der Betreiber eines Arbeitssystems beschreibt, ohne vorgegebene Datenstruktur, in eigenen Worten den zu erhebenden Sachverhalt. Dies kann durch einen Tätigkeitsbericht oder eine Aufgabenaufzählung erfolgen.

⁵⁸ Vgl. Sellie (2001), S. 17.21ff

⁵⁹ ibidem

⁶⁰ Vgl. Bokranz/Landau (2006), S. 700

⁶¹ Vgl. Bokranz/Kasten (2003), S. 376

- Selbstaufschreibung nach vorgegebener Struktur

Für alle zu dokumentierenden Sachverhalte und Vorkommnisse werden zuvor Kategorien festgelegt. Der Mitarbeiter trägt dies, nach Vollendung seiner Arbeit, in vorbereitete Aufschreibungs-Vordrucke ein.

Darüber hinaus kann die Selbstaufschreibung noch in drei grundlegende Formen unterteilt werden. Je nach dem zu betrachtenden Bereich kann zwischen Tagesablaufanalyse, Einzelaufgabenanalyse und Durchlaufanalyse unterschieden werden. Bei der Einzelablaufanalyse liegt der Fokus der Betrachtung auf den Ressourcen, vor allem auf dem Menschen. Sie kommt dann zum Einsatz, wenn ausgewählte Aufgaben erhoben werden, um neue Erkenntnisse, z.B. Störungshäufigkeiten zu generieren. Die Tagesablaufanalyse betrachtet ebenso den Bereich Ressource und wird für die Quantifizierung von Tagesabläufen mit anderen Bereichen in einem Unternehmen eingesetzt. Hingegen ist der Betrachtungsbereich der Durchlaufanalyse auf den Prozess gerichtet. Die Durchlaufanalyse wird zur Erkennung von Verbesserungspotentialen durchgeführt.⁶²

Vorteile der Selbstaufschreibung:⁶³

- Es können gleichzeitig mehrere Arbeitsplätze, mit geringerem Erhebungsaufwand erhoben werden
- Da die Mitarbeiter selbst mitwirken und nicht durch Dritte kontrolliert werden, ist der Widerstand gering

Nachteile der Selbstaufschreibung:⁶⁴

- Hoher Aufwand bei der Datenauswertung
- Da die Aufschreibung ohne Kontrolle erfolgt, müssen die erfassten Daten hinsichtlich ihrer Plausibilität überprüft werden

Verteilzeitaufnahme

Mit der Verteilzeitaufnahme werden unplanmäßig auftretende Zeiten oder Ablaufabschnitte, kurze sachlich und persönlich bedingte Unterbrechungen und auch Zeitdaten für „außer Einsatz“ erfasst. Diese Methode kommt deshalb zum Einsatz, weil bei normalen Zeitstudien diese Zeiten nicht ausreichend erfasst werden. Mit Hilfe dieser

⁶² Vgl. Bokranz/Landau (2006), S. 700f

⁶³ Vgl. Heise (2009), S. 164

⁶⁴ Vgl. Sandkuhl/Wißotzki/Stirna (2013), S. 52f

aufgenommen Verteilzeiten, die in einem prozentualen Verhältnis zur Grundzeit stehen, können die Verteilzeitprozentsätze oder Verteilzeitzuschläge errechnet werden.⁶⁵

Die Verteilzeitprozentsätze, (persönliche und sachliche Verteilzeit) werden per Division der Summe der Verteilzeiten t_v durch die Summe der Gesamtzeit t_g ermittelt (siehe Formel (4)).

$$z_v = \frac{t_v}{t_g} * 100 \quad (4)^{66}$$

Grundsätzlich gibt es drei Methoden zur Erfassung der Verteilzeiten und folglich auch drei Verteilzeitprozentsätze:⁶⁷

1. Verteilzeitaufnahme in Form einer langdauernden Zeitaufnahme
2. Verteilzeitaufnahme in Form einer geteilten Zeitaufnahme (Zufallsprinzip)
3. Multimomentaufnahme

Bei der langfristigen Verteilzeitaufnahme wird eine klassische Zeitstudie durchgeführt, um die verschiedenen Zeitarten, sowie die persönliche und sachliche Verteilzeit zu ermitteln und aufzuschreiben. Hieraus wird der entsprechende Prozentsatz, unter Verwendung bestimmter Formulare (siehe REFA (1992), S. 2016ff), ermittelt. Die im Aufnahmebogen erfassten Zeiten werden im Sortierbogen nach den entsprechenden Zeitarten gegliedert. Im Zusammenstellungsbogen werden danach die verschiedenen Zeitarten geordnet, addiert und mit Hilfe des Ergebnisbogens der Verteilzeitprozentsatz errechnet. Die langdauernde Verteilzeitaufnahme beansprucht einen relativ hohen Zeitaufwand. Über mehrere Arbeitstage bzw. Wochen wird versucht, alle möglichen Einflussgrößen zu erfassen, um einen brauchbaren Verteilzeitprozentsatz mit einer entsprechenden Sicherheit zu bekommen. Bei der geteilten Verteilzeitaufnahme wird der Nachteil des hohen zeitlichen Aufwandes, wie es bei der langdauernden Verteilzeitaufnahme vorkommt, durch den Gebrauch statistischer Methoden vermieden. Für die verschiedenen Zeitarten wird nach Zufallskriterien ein besonderer Aufnahmebogen erstellt. Darin wird festgehalten, an welchen bestimmten Wochentagen welche bestimmten Zeitabschnitte über längere Zeit aufgezeichnet werden.⁶⁸

⁶⁵ Vgl. REFA (1992), S. 204

⁶⁶ REFA (1992), S.209

⁶⁷ Vgl. REFA (1992), S. 205

⁶⁸ Vgl. Schnauber (1979), S. 254

Multimomentverfahren

Bei der Methodik des Multimomentverfahrens handelt es sich um ein statistisches Verfahren zur Erfassung von Ist-Zeitdaten.⁶⁹ Auf der Grundlage von stichprobenmäßig stattfindenden Kurzzeitbeobachtungen wird die Häufigkeit von zuvor bestimmten Ablaufarten erfasst. Diese Erfassung kann sich auf ein Arbeitssystem beziehen oder auf mehrere Arbeitssysteme, die ähnlich aufgebaut sind. Der durchführende Arbeitsstudienmann beobachtet bei seinen Rundgängen durch den Betrieb die Art des Arbeitsablaufes von vorher bestimmten Arbeitssystemen (z.B. „Maschine in Betrieb“ oder „Maschine außer Betrieb“). Die Zeitpunkte, an denen die Betriebsrundgänge stattfinden, werden vorher festgesetzt und sind beliebig verteilt.⁷⁰ Aus einer Vielzahl von Notierungen, die bei den Einzelrundgängen gesammelt werden, kann ein Bild von den Zeitanteilen am üblichen Tagesarbeitsablauf gewonnen werden.⁷¹

Wie aus Abbildung 12 ersichtlich, besteht die Vorgehensweise für die Planung, Durchführung und Auswertung der Multimomentaufnahme aus acht Schritten. Diese acht Schritte werden im Nachfolgenden kurz erklärt.

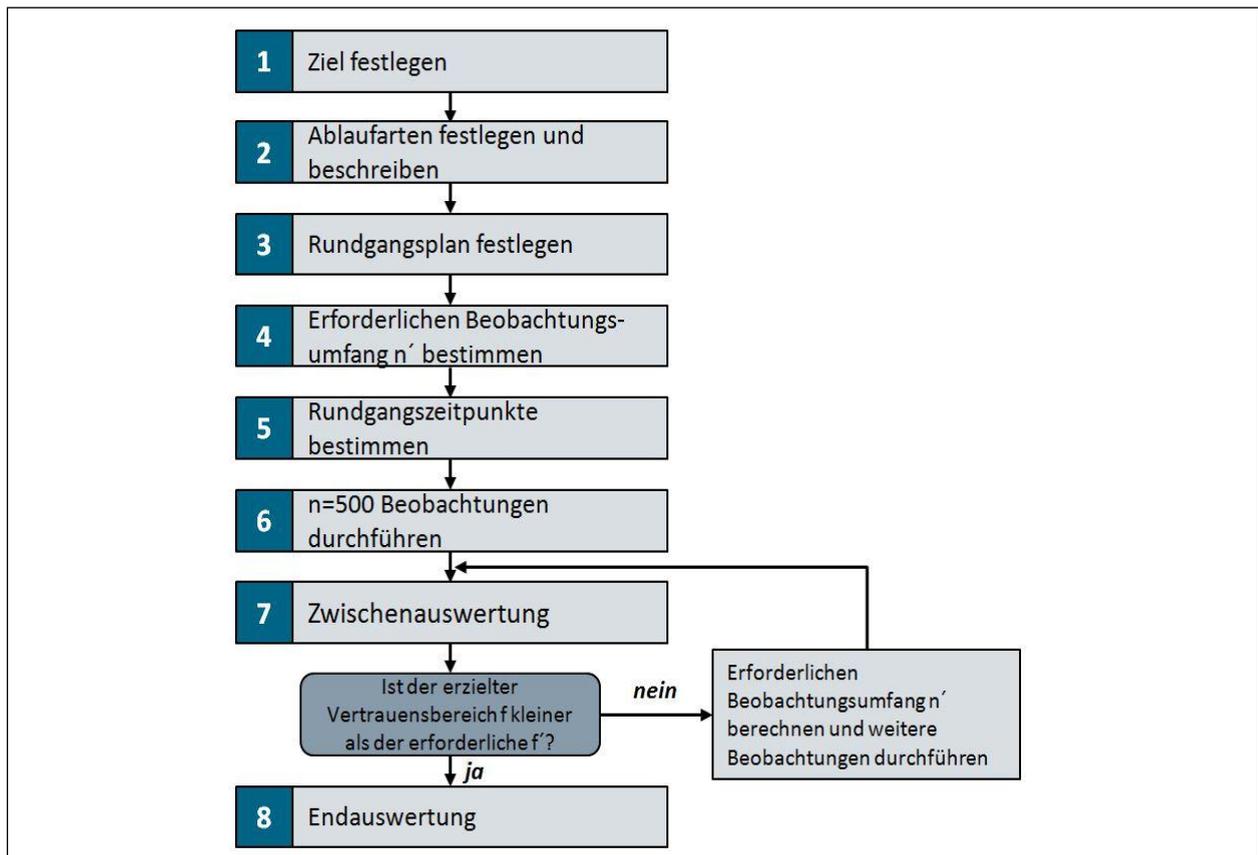


Abbildung 12: Vorgehensweise bei der Multimomentaufnahme⁷²

⁶⁹ Vgl. Schlick/Bruder/Luczak (2010), S. 675

⁷⁰ Vgl. REFA (1992), S. 232

⁷¹ Vgl. Bokranz/Landau (2006), S. 704

⁷² In Anlehnung an REFA (1992), S. 237, eigenen Darstellung

Im ersten Schritt der Multimomentaufnahme liegt der Fokus auf der Formulierung des Ziels, sowie auf der Selektion und Beschreibung der zu analysierenden Arbeitssysteme. Dies kann auch Arbeitspersonen und Betriebsmittel beinhalten. Mit der Multimomentaufnahme können Untersuchungen für die Feststellung von betrieblichen Kennzahlen, Verteilzeitzuschlägen und Arbeitsabläufen erfolgreich durchgeführt werden.⁷³ Außerdem kann die Multimomentaufnahme für Untersuchungen der Fördermittelauslastung und der Arbeitsaufteilung auf den unterschiedlichen Arbeitsplätzen in der Produktion herangezogen werden.⁷⁴ Der zweite Schritt befasst sich mit der Festlegung und Beschreibung von den zu unterscheidenden Ablaufarten, um Informationen über deren Verhalten zu gewinnen. Um einen besseren Überblick über das Geschehen zu erlangen, fällt die Gliederung dabei grundsätzlich etwas stärker aus, als es die Aufgabenstellung benötigt. Hierbei ist es wichtig, dass die Ablaufarten bei der Kurzzeitbeobachtung eindeutig identifiziert werden können. Deshalb sollten eindeutige Erkennungsmerkmale, wie z.B. Fertigungszeit, Hilfszeit oder Ausfallzeit angegeben werden. Diese Merkmale können noch zusätzlich unterteilt werden, um dem Beobachter die Identifikation der Arbeitsabläufe zu erleichtern. Der dritte Schritt befasst sich mit der Festlegung des Rundgangplans. Dazu zählt die Anfertigung einer Skizze, welche alle zu beobachtenden Standpunkte und Abfolgen beinhaltet. Der Beobachtungsstandpunkt beschreibt jene gekennzeichneten Stellen, an denen die Beobachtungen der Arbeitssysteme erfolgen müssen. Zur Wahrung des Zufallsprinzips werden verschiedenartige Beobachtungsfolgen festgelegt. Welche Variante zum Einsatz kommt, wird am Beginn eines jeden Rundgangs zufallsmäßig ausgewählt.⁷⁵ Der vierte Schritt sieht die Bestimmung des erforderlichen Beobachtungsumfangs vor. Der Beobachtungsumfang beschreibt die notwendige Anzahl von Beobachtungen, um die von der Multimomentanalyse geforderte Genauigkeit der Ergebnisse zu erzielen.⁷⁶ Hierfür liegt der Fokus auf dem Zeitraum, in dem die Beobachtungen stattfinden werden. Um qualifiziertere Ergebnisse zu erzielen, sollte dieser länger angesetzt werden. Bei Mehrschichtbetrieben müssen außerdem alle Schichtenränder erfasst werden, wobei es vorteilhaft wäre die Multimomentaufnahme auch an Wochenenden oder Monatsenden durchzuführen.⁷⁷

⁷³ Vgl. REFA (1992), S. 236

⁷⁴ Vgl. Weber (1994), S. 74

⁷⁵ Vgl. REFA (1992), S. 239

⁷⁶ Vgl. Schulte-Zurhausen (2014), S. 557

⁷⁷ Vgl. Weber (1994), S. 77

Zur Ermittlung der durchzuführenden Beobachtungen n' sind folgenden Faktoren notwendig:⁷⁸

- 1,96 Statistischer Sicherheitsfaktor
- p erwarteter Anteil der im Vorhinein beobachteten Ablaufarten
- f' vorgegebener Vertrauensbereich

Die Beobachtungszahl n' kann laut Formel (5) berechnet werden

$$n' = \frac{1,96^2 * p * (100 - p)}{f'^2} \quad (5)^{79}$$

Der fünfte Schritt bei der Multimomentaufnahme befasst sich mit der Bestimmung der Rundgangs-Zeitpunkte. Wichtig ist es hierbei, dass die Zeitpunkte zufällig ausgewählt werden um unbewusste Beeinflussungen der Resultate durch den Beobachteten oder den Beobachter zu vermeiden. Es werden dadurch aber auch die statistischen Bedingungen zur Gänze erfüllt. Die Zeitpunkte für die Rundgänge werden mit Hilfe von Stunden-Minuten-Zufallstafeln (siehe REFA (1992), S.249) bestimmt. Im sechsten Schritt, wird die Beobachtung im laufenden Betrieb durchgeführt. Der Beobachter notiert dabei jene Ablaufart, die er beim Vorbeigehen am untersuchenden Arbeitssystem feststellt. Da jene Ablaufarten notiert werden, die auf den ersten Blick festgestellt wurden, sollte die Anzahl der zu unterscheidenden Ablaufarten nicht all zu groß sein. Es ist auch ratsam, sich mit den beteiligten Personen auszutauschen. Dabei können Leitfragen bezüglich der Arbeitsbedingungen, der Ablaufarten, der Auftragsmenge und der Störeinflüsse gestellt werden. Treten hier schwerwiegende Probleme auf, muss die Multimomentanalyse unterbrochen werden und darf erst nach Beseitigung der Mängel wieder gestartet werden. Im Rahmen des siebten Schritts wird nach etwa 500 Beobachtungen eine Zwischenauswertung vorgenommen. Somit können die im Schritt vier geschätzten erforderlichen Beobachtungen n' auf ihre Plausibilität überprüft werden, um bei etwaigen Schätzfehlern korrigierend eingreifen zu können. War die Schätzung für die erforderlichen Beobachtungen ausreichend, wird die Multimomentaufnahme solange fortgesetzt, bis sie die erforderliche Beobachtungszahl n' erreicht hat. Danach kann mit der Endauswertung (Schritt 8) begonnen werden.

⁷⁸ Vgl. REFA (1992), S243f

⁷⁹ REFA (1992), S. 243

Hierfür werden alle Aufnahmebögen zusammengefasst, da für jede Ablaufart die zusammengerechneten Häufigkeiten gebildet werden müssen.⁸⁰

Die Endauswertung wird aus den folgenden sechs Punkten gebildet und berücksichtigt alle Ablaufarten:⁸¹

1. Berechnung der Gesamtbeobachtungen
2. Berechnung des prozentualen Anteils
3. Ermittlung des erzielten Vertrauensbereichs
4. Ergebnisse auf den Zusammenstellungsbogen übertragen
5. Erstellung von Kontrollkarten
6. Entscheidung über Tauglichkeit

Laut REFA soll die Multimomentaufnahme erst dann wirtschaftlich angewendet werden, wenn bei einem Rundgang mindestens fünf Beobachtungen anfallen.⁸²

Wesentliche Vorteile der Multimomentaufnahme sind:

- Durch die langfristige Beobachtung erhält man, im Vergleich zur Zeitaufnahme, ein tatsächliches Bild der Ist-Abläufe⁸³
- Keine Beschränkung des Beobachtungsumfangs. Es kann eine Vielzahl von Arbeitsplätzen analysiert werden⁸⁴
- Die Aufnahme benötigt keine Messgeräte⁸⁵
- Rasche Fehlererkennung durch Zuhilfenahme von Kontrollkarten⁸⁶
- Die beobachteten Personen werden bei der Ausführung ihrer Tätigkeiten nur geringfügig gestört⁸⁷

⁸⁰ Vgl. REFA (1992), S. 243ff

⁸¹ Vgl. REFA (1992), S. 258

⁸² Vgl. REFA (1992), S. 263

⁸³ ibidem

⁸⁴ ibidem

⁸⁵ ibidem

⁸⁶ ibidem

⁸⁷ Vgl. Mroß (2012), S. 145

Diese Vorteile stehen folgenden Nachteile oder Grenzen der Multimomentaufnahme gegenüber:⁸⁸

- Die Arbeit wird hinsichtlich ihrer Qualität nicht beurteilt⁸⁹
- Im Vergleich zur Zeitaufnahme liefert die Multimomentaufnahme keinen Angaben über Leistungsgrade⁹⁰
- Störungsbedinge Unterbrechungen und Abwesenheitsgründe können nicht näher untersucht werden⁹¹
- Ist der Zeitanteil von Ablaufarten kleiner als 1%, können keine Aussagen gemacht werden⁹²
- Einflussnahme der beobachteten Person auf das Ergebnis können nur schwer erkannt werden⁹³

Befragen

Bei der Zeitermittlung mit der Methodik der Befragung wird die Meinung eines Mitarbeiters, wobei es sich meist um eine arbeitende Person oder ihren Vorgesetzten handelt, über die Dauer seiner Tätigkeit erfragt. Die Befragung wird von Mitarbeitern, die umfassende Kenntnisse des Arbeitsstudiums haben, durchgeführt.⁹⁴ Durch die Befragung von Personen, die im direkten Kontakt zum Prozess stehen, können komplexe Zusammenhänge strukturiert analysiert und zusätzliche Informationen gewonnen werden.⁹⁵ Grundsätzlich können drei unterschiedliche Methoden der Befragung unterschieden werden:⁹⁶

- Einzelbefragung
Mit der Befragung von einzelnen Personen im direkten Gespräch, soll deren Geschicklichkeit, Intelligenz, körperliche Leistungsfähigkeit oder deren Belastung nach einer körperlich anstrengenden Tätigkeit in Erfahrung gebracht werden.

⁸⁸ Vgl. REFA (1992), S. 264

⁸⁹ Vgl. Mroß (2012), S. 145

⁹⁰ ibidem

⁹¹ Vgl. REFA (1992), S. 264

⁹² ibidem

⁹³ Vgl. REFA (1992), S. 264

⁹⁴ Vgl. REFA (1992), S. 307

⁹⁵ Vgl. Lindemann (2009), S.256

⁹⁶ Vgl. REFA (1992), S. 307

- Betriebsumfrage

Mit Hilfe von Fragebögen oder Interviews werden mehreren Personen die gleichen Fragen gestellt. Diese sogenannte Aufwärtsinformation dient der Betriebsführung als Einblick in und Aufklärung über das Verhalten und die Ursachen des Verhaltens der Arbeiter.

- Ergänzende Befragung

Sie ist die am häufigsten verwendete Befragung im Arbeitsstudium. Die bei der Befragung der beobachteten arbeitenden Person oder deren Vorgesetzten erhaltenen zusätzlichen Informationen werden durch eigene Beobachtung abgesichert und auf Richtigkeit überprüft.

Vorteile der Befragung:⁹⁷

- Sicherstellung der Vollständigkeit der Antworten durch den Interviewer
- Ermöglicht Rückfragen durch persönliche Interaktion
- Einholung vieler Informationen durch Motivation und Miteinbindung
- Niedrige Abbruchquote

Nachteile der Befragung:⁹⁸

- Lange Abwicklungsdauer
- Erfassung personenbezogener Daten

2.2.2 Methoden zur Erfassung von Soll-Zeiten

Die Grundlage für die Soll-Zeitermittlung bildet die Erfassung von Ist-Zeiten. Diese Ist-Zeiten werden nach bestimmten Regeln abgeleitet, um sie in eine reproduzierbare Form zu bringen.⁹⁹ Nach Aufbereitung der Soll-Zeiten können diese in Form von Planzeitkatalogen, Funktionsgraphen, Zeitformeln oder Kalkulationsblättern dargestellt werden.¹⁰⁰ Im Nachfolgenden werden die aus Abbildung 10 ersichtlichen Methoden genauer erklärt.

⁹⁷ Vgl. Albers et al. (2009), S. 52ff

⁹⁸ Vgl. Albers et al. (2009), S. 52ff

⁹⁹ Vgl. Lotter/Wiendahl (2012), S. 86

¹⁰⁰ Vgl. Picker (2006), S. 33

System vorbestimmter Zeiten

Bei der Methode System vorbestimmter Zeiten (kurz SvZ) handelt es sich um eine analytisch-rechnerischere Verfahrensweise zur Zeitdatenermittlung. Diese Verfahren werden verwendet, um Zeiten für die Ausführung der einzelnen Bewegungsabläufe, schon in der frühen Planungsphase von Arbeitssystemen zu bewerten und im Vorhinein zu bestimmen. Unter Rücksichtnahme von methodenspezifischen Anwendungsregeln und Zeiteinflussgrößen können vorwiegend händische Arbeitsabläufe, durch Zusammenstellen von Bewegungselementen, in unterschiedlichen Detailierungsgraden beschrieben werden. Die Tätigkeitszeiten der Arbeitsabläufe werden durch Aufsummierung, der Soll-Zeiten dieser einzelnen Bewegungselemente, ermittelt.¹⁰¹ Die Höhe, der den Bewegungselementen zugeordneten Normzeitwerten werden durch die einbezogenen Einflussgrößen, z.B. Platzierungsgenauigkeit, Kraftaufwand oder Bewegungslänge vorbestimmt.¹⁰² System vorbestimmter Zeiten können nur unter der Voraussetzung zu Soll-Zeit Bestimmung eingesetzt werden, wenn es sich bei den zu bewertenden Tätigkeiten um von Menschen voll beeinflussbare Tätigkeiten handelt.¹⁰³

Als Begründer des Bewegungsstudiums und damit der Systeme vorbestimmter Zeiten gilt Lilian und Frank Bunker Gilbreth sowie Frederick Winslow Taylor. Im Rahmen von umfangreichen Zeitstudien zerteilte Taylor die einzelnen Tätigkeiten der Arbeitsperson in separate elementare Grundbewegungen.¹⁰⁴ Gilbreth fand durch zu Hilfenahme von Photozyklogrammen und Filmaufnahmen heraus, dass nur 17 unterschiedliche Vorgangselemente von Nöten sind, damit alle vom Menschen durchgeführten Bewegungen beschrieben werden können. Diese unterschiedlichen Vorgangselemente wurden „Therbligs“ genannt. Das erste System vorbestimmter Zeiten wurde von Asa B. Segur entwickelt. Durch jahrelange Untersuchungen, die auf den Vorgangselementen und einer Symbolsprache von Gilbreth basierten, war es ihm möglich, Zeitwerte diesen Vorgangselementen zuzuordnen. 1926 veröffentlichte er dieses System unter der Bezeichnung „Motion Time Analysis“, kurz MTA.¹⁰⁵

Es gibt eine Vielzahl an unterschiedlichen Verfahren von Systemen vorbestimmter Zeiten. Die meist verbreiteten Verfahren sind Methods Time Measurement (MTM), Maynard Operations Sequence Technique (MOST) sowie Work Faktor (WF).¹⁰⁶ Im deutschsprachigen Raum werden überwiegend das MTM-System und das WF-

¹⁰¹ Vgl. Schlick/Bruder/Luczak (2010), S. 696

¹⁰² Vgl. Picker (2006), S. 35

¹⁰³ Vgl. REFA (1997), S. 66

¹⁰⁴ Vgl. Lotter/Wiendahl (2012), S100

¹⁰⁵ Vgl. Schlick/Bruder/Luczak (2010), S. 696f

¹⁰⁶ Vgl. Lotter/Wiendahl (2012), S100

Verfahren eingesetzt.¹⁰⁷ Im Rahmen dieser Masterarbeit wird aber nur näher auf das MTM-System eingegangen da es auch am Standort Graz-Eggenberg eingesetzt wird.

Methods Time Measurement (MTM)

Der Ausdruck Methodenzeit besagt, dass die benötigte Zeit für die Ausführung einer bestimmten Arbeit von der ausgewählten Methode der Tätigkeit abhängig ist.¹⁰⁸ Der Grundsatz der MTM-Methode lautet:

„Die Methode bestimmt die Zeit.“¹⁰⁹

Bei dem MTM-Verfahren werden sämtliche manuelle Abläufe aus der Ablaufanalyse in einzelne separate Bewegungselemente zergliedert. Anschließend werden Normzeitwerte, die durch unterschiedliche Einflussgrößen vorbestimmt sind, diesen Bewegungselementen zugeordnet. Bei den MTM-Normzeitwerten handelt es sich um Zeiteinheiten, welche in Time Measurement Units, kurz TMU, angegeben werden. Dabei entspricht 1 TMU gleich 0,036 Sekunde, 0,0006 Minuten oder 10^{-5} Stunden. Die Zuordnung der Normzeitwerte zu den Bewegungselementen erfolgt unter Zuhilfenahme der MTM-Datenkarten, auch Normzeitwertetabellen genannt. Diese Tabellen enthalten die Zeitwerte alle Grundbewegungen unter Berücksichtigung ihrer unterschiedlichen Einflussgrößen. So können mit der Verwendung von SvZ neben den wesentlichen Zeitdaten auch Maßnahmen zur Gestaltung von Arbeitsplätzen und Arbeitsmethoden generiert werden.¹¹⁰ Das MTM-System besteht aus mehreren Analysiersystemen, auch Bausteinsysteme genannt, mit denen quantitativ ermittelbare und qualitativ bewertbare Einflussgrößen berücksichtigt werden können.¹¹¹ Die Auswahl welches Bausteinsystem verwendet wird, hängt vom augenblicklichen Methodenniveau der Tätigkeit ab. Unter Methodenniveau kann die Qualität des Arbeitsablaufes verstanden werden. Sie hängt vom Organisationsgrad des Arbeitssystems und von dem Übungsgrad der ausführenden Person ab. Es können bei MTM drei verschiedene Prozesstypen mit verschiedenen Methodenniveaus unterschieden werden. Je nach Unternehmenstypologie werden die angepassten Zeitbausteinsysteme den Prozesstypen zugeordnet (siehe Abbildung 13). Sämtliche Analysierverfahren basieren

¹⁰⁷ Vgl. Picker (2006), S. 35

¹⁰⁸ Vgl. Deutsche MTM Vereinigung e.V.(2003), S. 5

¹⁰⁹ Deutsche MTM Vereinigung e.V. (2003), S. 5

¹¹⁰ Vgl. Lotter/Wiendahl (2012), S. 100

¹¹¹ Vgl. Schlick/Bruder/Luczak (2012), S. 697f

auf dem Grundverfahren MTM-1. Das Grundverfahren, oder auch Grundsystem genannt, unterteilt jedwede Tätigkeit in ihre nachfolgenden elementaren Grundbewegungen. Abbildung 14 zeigt den Zyklus der sechs Grundbewegungen Hinlangen, Greifen, Bringen, Vorrichten, Fügen und Loslassen. Durch eine Kombination diese Bewegungselemente miteinander ist es möglich, bis zu 85% der voll beeinflussbaren manuellen Tätigkeiten in einer Fertigung darstellen und analysieren zu können.¹¹² Zusätzlich gibt es noch weitere Bewegungselementen, wie Körperbewegungen, Reagieren, Demontieren, Prüfen, Augen bewegen und Drücken.¹¹³

Merkmale Charakterisierung der Prozessbedingungen	Prozesstyp 1	Prozesstyp 2	Prozesstyp 3
Fertigungstyp	Mengenfertigung	Serienfertigung	Einzelfertigung
Zyklus	Permanent kurzzyklische Wiederholungen	Begrenzt längerzyklische Wiederholungen	keine zyklische Wiederholungen
Ablaufinformation	Bewegungsablauf (Grundbewegung)	Teilablauf (Rahmenbedingungen des Prozesses)	Gesamtablauf (Rahmenbedingungen des Prozesses)
Arbeitsplatz	für eine definierte Produktvariante	für dein definiertes Produktspektrum	für nahezu beliebige Prozesse und Produktvarianten
Versorgungsprinzip des Arbeitssystems	Bringprinzip	Holprinzip mit Bereitstellung	Holprinzip
Arbeitsweisenstreuung	gering	mittel	hoch
Methodenniveau	niedrig	mittel	hoch
MTM Analysier-Verfahren	<p>Das Diagramm zeigt die Entwicklung der MTM-Analysier-Verfahren. MTM-1 ist das früheste Verfahren, gefolgt von MTM-SBW, dann UAS und schließlich MEK als das modernste Verfahren.</p>		
MTM	Methods Time Management	UAS	Universelles Analysiersystem
SBW	Standard-Daten-Basiswert	MEK	MTM für Einzel- und Kleinserienfertigung

Abbildung 13: MTM Analysier-Verfahren¹¹⁴

¹¹² Vgl. Lotter/Wiendahl (2012), S. 100

¹¹³ Vgl. REFA (1997), S. 69

¹¹⁴ In Anlehnung an Bokranz/Landau (2006), S. 513, eigenen Darstellung

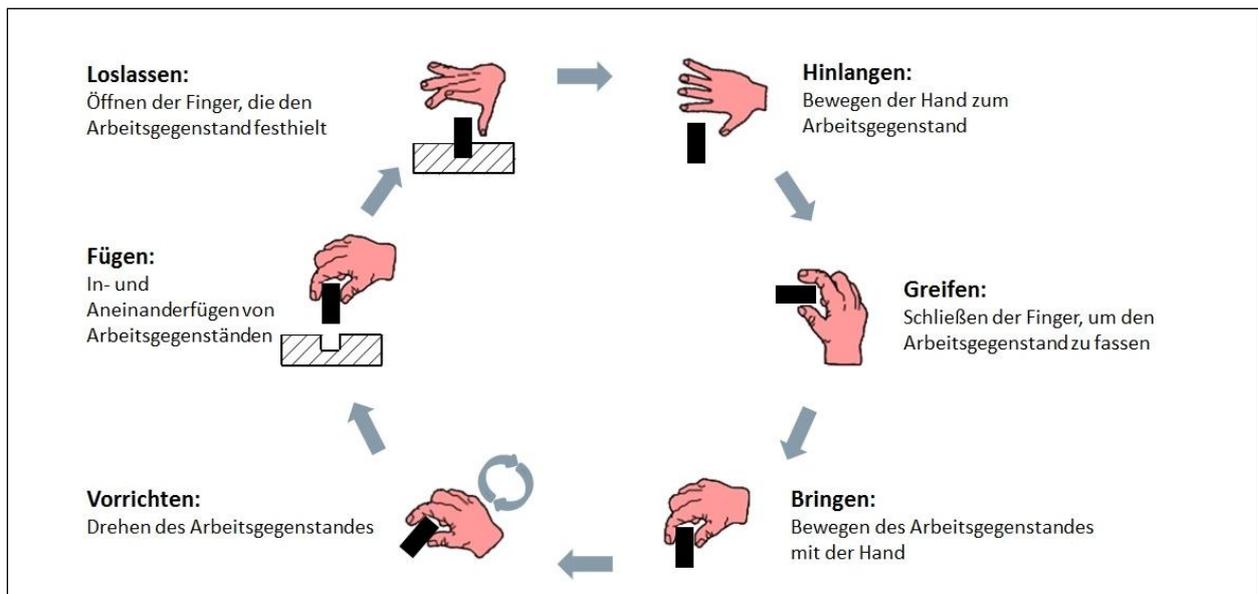


Abbildung 14: Zyklus der Grundbewegungen¹¹⁵

Auf Basis des Grundverfahren MTM-1 wurden durch Kombination und Zusammensetzung der verschiedenen Grundbewegungen höher verdichtete Bausteinsysteme entwickelt. Dies sind der Standard-Daten-Basiswert (SBW), das MTM für Einzel- und Kleinserienfertigung (MEK) und das Universelles Analysiersystem (UAS). Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass sich der Analysieraufwand bei der Sollzeitbestimmung für komplexere Tätigkeiten erheblich reduziert.¹¹⁶ Die nachfolgende Abbildung 15 zeigt durch die Bewegungen „Aufnehmen und Platzieren“ beispielhaft die Verdichtungskette vom MTM-1 Grundverfahren zu den Standard-Daten-Basiswerten bis hin zum MTM-UAS und MTM-MEK.

¹¹⁵ In Anlehnung an Bokranz/Landau (2006), S. 509, eigenen Darstellung

¹¹⁶ Vgl. Lotter/Wiendahl (2012), S. 102

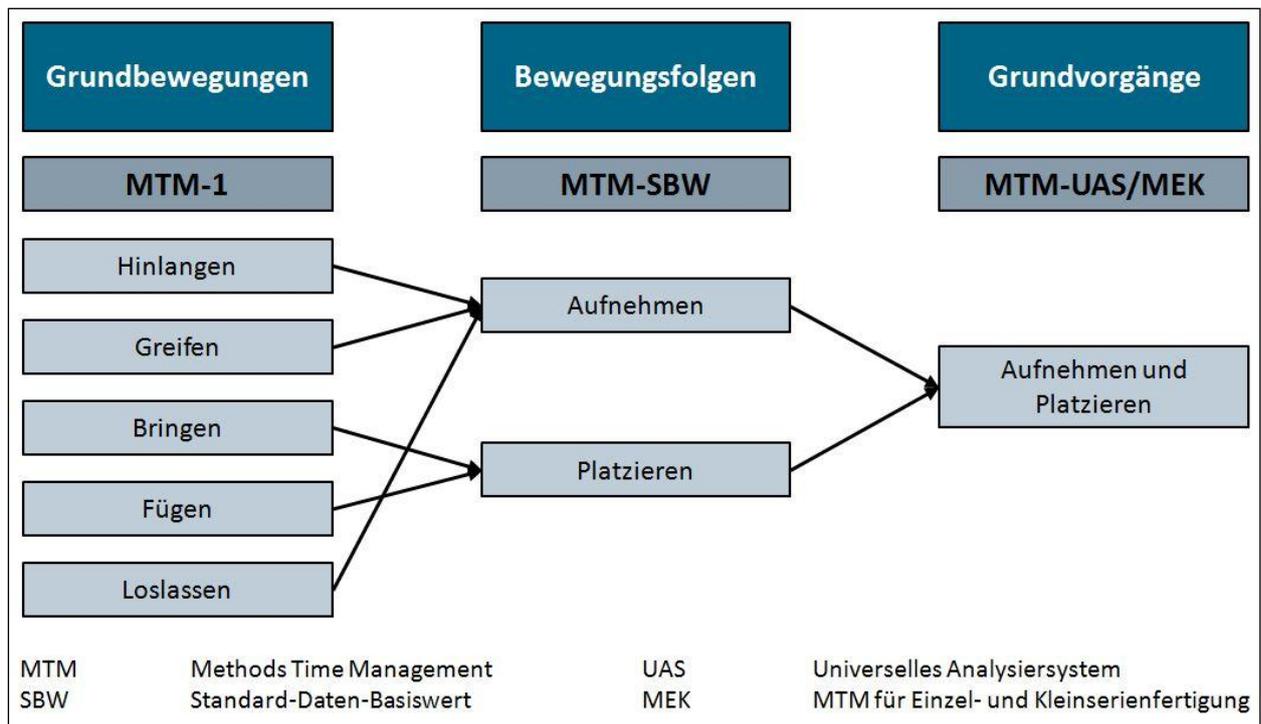


Abbildung 15: Verdichtungskette im MTM-Prozessbausteinsystem¹¹⁷

Das Standard-Daten-Basiswert System ist die erste Weiterentwicklung des MTM-1 Grundsystems. Bei diesem System wurden die Grundbewegungen (z.B. Fügen und Bringen) zu sogenannten Grundvorgängen (Platzieren) zusammengefasst. Aufgrund der Reduzierung der Einflussgrößen verringert sich der Analysieraufwand und es erhöht sich damit die Analysiergeschwindigkeit.¹¹⁸ Die Bausteinsysteme UAS und MEK wurden für die wirtschaftliche Beschreibung von Arbeitsabläufe konzipiert, welche nicht der Massen- und Großserienfertigung zuzuordnen sind. Diese Datensysteme besitzen eine noch höhere Analysiergeschwindigkeit als MTM-1 und SBW infolge weiterer Dezimierungen der Einflussgrößen.¹¹⁹

Das Vorgehen bei der Bestimmung von Soll-Zeiten für manuelle Tätigkeiten mit SvZ besteht aus drei grundlegenden Schritten. Der erste Schritt umfasst die Ablaufanalyse. Hierfür wird die zu untersuchende Tätigkeit in ihre einzelnen Bewegungselemente zerlegt. Die vorgenommene Unterteilung wird dabei durch das angewendete Verfahren vorgegeben und kann bis zu den MTM1- Grundelementen gehen. Der zweite Schritt befasst sich mit der Zeitzuordnung. Mit Hilfe der MTM-Datenkarten werden alle identifizierten Bewegungselemente mit Soll-Zeiten versehen. Dafür müssen die auf die

¹¹⁷ In Anlehnung an Österreichische MTM Vereinigung, S 20, eigene Darstellung

¹¹⁸ Vgl. Becks (1993), S. 10

¹¹⁹ Vgl. Becks (1998), S. 2ff

Bewegungselemente einwirkenden Einflussgrößen eruiert werden und danach der passende Wert aus der Datenkarte abgelesen werden. Im abschließenden Schritt werden die zeitlich beurteilten Bewegungselemente zu einer Soll-Zeit für den Arbeitsablauf aufsummiert.¹²⁰

Vorteile vom System Vorbestimmter Zeiten:¹²¹

- Aufgrund der detaillierten Analyse von Arbeitsprozessen können arbeitswirtschaftliche Optimierungspotentiale und ergonomische Verbesserungsmaßnahmen einfacher identifiziert und umgesetzt werden
- SvZ beinhalten keine Leistungsgradbeurteilungen, so dass Konflikte und Diskussionen zwischen Arbeiter und Beobachter vermieden werden
- Die Festlegung eines kombinierten Zeit- und Arbeitsstandards ist schon in frühen Phasen der Arbeitssystemplanung möglich

Nachteile vom System Vorbestimmter Zeiten:¹²²

- Für eine richtige Anwendung von SvZ muss der Methodenanwender eine zeitaufwendige und intensive Schulung haben, um das umfassende Regelwerk der einzelnen Analysiersysteme zu kennen
- Es können nur manuelle körperliche Tätigkeiten berücksichtigt werden. Zeiten die durch einen technischen Prozess verursacht werden, müssen gemessen werden und werden danach als Prozesszeit in der Analyse eingetragen und berücksichtigt

Planzeiten

Als Planzeiten werden Soll-Zeiten bezeichnet, deren Ablauf für definierte Arbeitsabschnitte mit der Hilfe von zeitlichen Einflussgrößen beschrieben wird. Eine weitere Bezeichnung von Planzeiten sind Zeitnormen, Zeitrichtwerte, Zeitnormative, Richtzeiten, Mehrzweckzeiten oder Planzeiten.¹²³ Planzeiten können zur Ermittlung der Ausführungszeit von ablaufähnlichen Arbeitssystemen herangezogen werden. So

¹²⁰ Vgl. Lotter/Wiendahl (2012), S. 103

¹²¹ Vgl. Schlick/Bruder/Luczak (2012), S. 701

¹²² ibidem

¹²³ Vgl. REFA (1997), S. 348

können geplante Arbeitsabläufe zeitlich bewertet werden, um diverse Gestaltungsalternativen in einem früheren Stadium der Entwicklung zu vergleichen. Darüber hinaus führt die strukturierte Arbeitsablaufplanung, die eine Planzeitverwendung mit sich bringt, zu einer Standardisierung der Arbeitsmethoden.¹²⁴

Planzeiten sind durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet:¹²⁵

- Arbeitsmethode und Arbeitsverfahren sind exakt gekennzeichnet und ermöglichen eine vielseitige Wiederverwendbarkeit
- Der Verwendungszweck bestimmt mit welcher Sorgfalt Arbeitsmethoden, -verfahren und -bedingungen beschrieben sowie Zeitwerte und Einflussgrößen erfasst werden
- Die Verwendung von Planzeiten ist vor allem dann vorteilhaft, wenn sich in verschiedenen Aufträgen die Ablaufabschnitte ähnlich wiederholen
- Je nach Verwendungszweck variiert die Größe des Ablaufabschnittes einer Planzeit

Die Besonderheit bei der Planzeitermittlung ist, dass für ihre Erstellung Soll-Zeiten aus einem vorhergehenden Zeitermittlungsverfahren herangezogen werden.¹²⁶ Die Bildung von Planzeiten folgt also dem Prinzip von etwas Bekanntem auf etwas Unbekanntes zu schließen. Umso exakter müssen bei der Zeitermittlung alle Einflüsse erfasst werden, um später Daten zu erlangen, die zuverlässig sind. Bereits während der Zeitstudie soll die Voraussetzung für eine präzise Datenbasis geschaffen werden. Die am häufigsten verwendete Methode ist dabei der Einsatz von registrierenden Geräten, welche die Einflüsse parallel zur Zeitaufnahme erfassen. Aus den erworbenen Daten, kann unter Verwendung einer Regressionsanalyse und unter Berücksichtigung von sich ändernden Einflussgrößen, ein allgemeiner Verlauf der zu erwartenden Zeitwerte ermittelt werden.¹²⁷ Die Regressionsanalyse überprüft dabei, welche Einflüsse auf die Sollzeit wirken und in welchem Zusammenhang sie zueinander stehen.¹²⁸ Die Identifizierung der meist gleichzeitig wirkenden Einflussgrößen wird durch die statistischen Größen und Prüfverfahren der Regressionsanalyse erleichtert. Dies geschieht durch Aufteilung der Einflussgrößen in unwesentliche (nicht signifikante) und wesentliche (signifikante) Faktoren. Nicht signifikante Einflussgrößen werden bei der Planzeitbildung nicht

¹²⁴ Vgl. Lotter/Wiendahl (2012), S. 99

¹²⁵ Vgl. REFA (1997), S. 348

¹²⁶ Vgl. Picker (2006), S. 34

¹²⁷ Vgl. Landau (2007), S. 991f

¹²⁸ Vgl. Picker (2006), S. 34

berücksichtigt, da sie einen zu geringen Einfluss auf die Ausführungszeit eines Ablaufabschnittes haben. Indes wird bei signifikanten Einflussgrößen die Haltung der Zeit in Beziehung zu den Einflussgrößen abgebildet und durch die Arbeitsbedingungen berücksichtigt.¹²⁹

Wie aus Abbildung 16 ersichtlich, besteht die Vorgehensweise bei der Planzeitermittlung aus sieben Schritten. Diese Schritte werden im Nachfolgenden kurz erklärt.

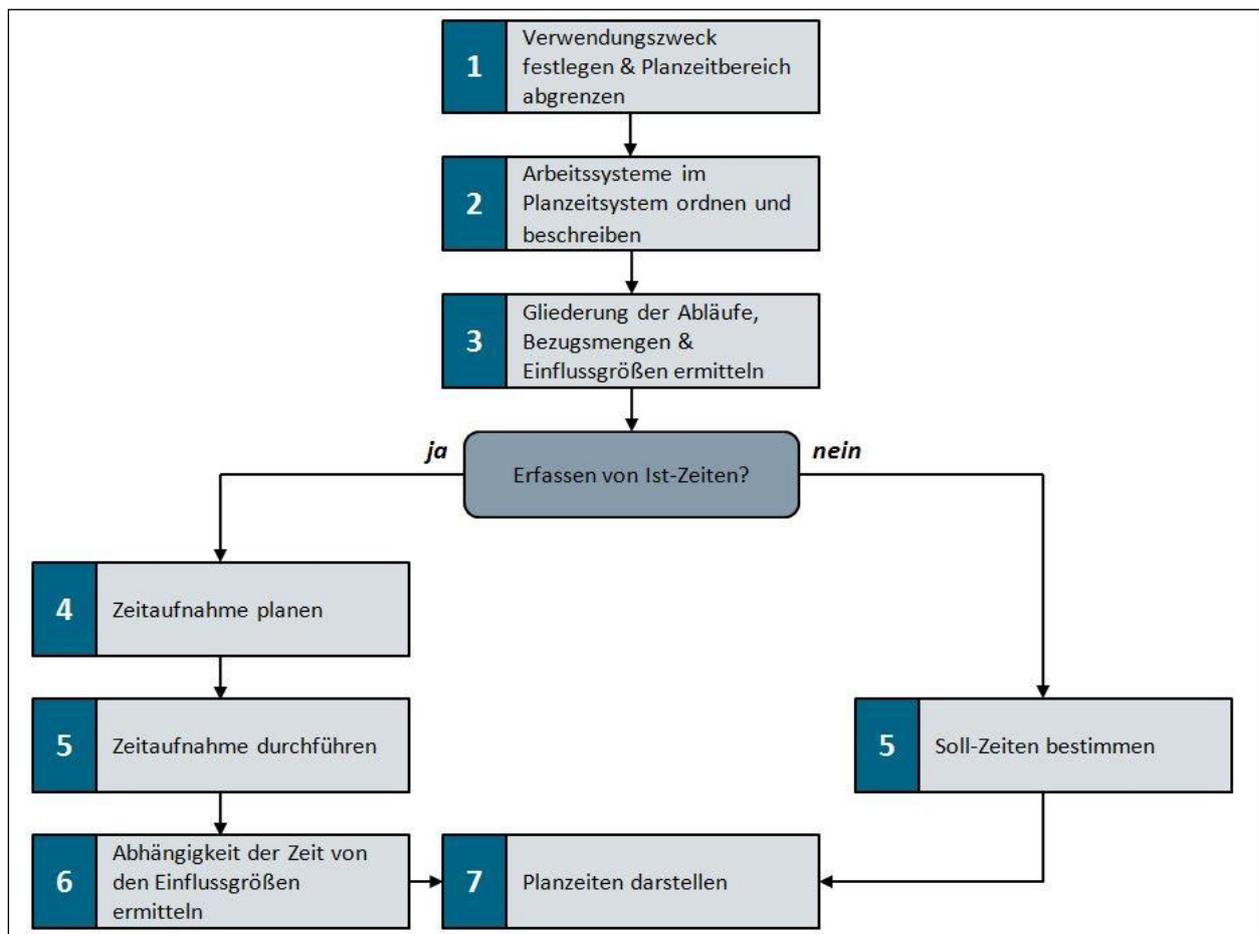


Abbildung 16: Vorgehensweise bei der Planzeitermittlung¹³⁰

Im ersten Schritt der Planzeitermittlung wird der Verwendungszweck festgelegt und der Planzeitbereich abgegrenzt. Die Zeiten können für die Planung, Kontrolle, Entlohnung und Steuerung verwendet werden. Je höher die Wiederverwendung, desto genauer müssen die Planzeiten ermittelt werden. Das System indem die Planzeiten ermittelt werden, nennt man Planzeitbereich. Er wird durch die Zusammenfassung der

¹²⁹ Vgl. Landau (2007), S. 992f

¹³⁰ In Anlehnung an REFA (1997), S. 350, eigene Darstellung

Arbeitssysteme, welche ähnliche Arbeitsbedingungen und Arbeitsprozesse aufweisen, dargestellt. Der zweite Schritt sieht vor, sich einen Überblick über alle im beobachteten Planzeitbereich vorkommenden Arbeitsabläufe und -aufgaben zu verschaffen sowie diese allgemein zu beschreiben. Darüber hinaus wird die Zweckmäßigkeit des Aufbaues der Planzeiten hinsichtlich des untersuchten Arbeitssystems überprüft. Im Rahmen des dritten Schritts werden die Abschnittsgrößen ausgewählt. Werden die Planzeiten z.B. für Netzpläne verwendet, genügt es die Abläufe in Makroabschnitte zu unterteilen. Werden Planzeiten jedoch für die Entlohnung verwendet, müssen kleinere Abschnitte wie z.B. Vorgangsstufen, festgewählt werden.¹³¹ Zusätzlich müssen alle Einflussgrößen erfasst werden, welche die Zeit für einen Ablaufabschnitt eventuell beeinflussen können. Da eine Vielzahl solcher Einflussgrößen existiert, werden durch subjektive Beurteilungen nur jene ausgewählt die bei der Grobplanung Verwendung finden. Ob diese Einflussgrößen tatsächlich relevant sind, ist erst nach der Ist-Zeit Ermittlung ersichtlich.¹³² Der vierte Schritt sieht die Planung der Zeitaufnahme vor. Der Fokus liegt dabei auf der Auswahl einer geeigneten Zeitermittlungsmethode. Für Makroabschnitte können die Verfahren Vergleichen und Schätzen sowie Selbstaufschreibung und Befragung herangezogen werden. Bei Mikroabschnitten sollte für beeinflussbare Abschnitte das System vorbestimmter Zeiten zum Analysieren verwendet werden. Für unbeeinflussbare Abschnitte können Zeitaufnahmen oder Berechnungen herangezogen werden. Der fünfte Schritt bei der Planzeitermittlung befasst sich mit der Durchführung der Zeitaufnahme. Mit Hilfe eines Zeitaufnahmebogens wird die Aufnahme entsprechend dem Aufnahmeplan durchgeführt. Der sechste Schritt beinhaltet die Ermittlung der Abhängigkeit der Zeit von ihren Einflussgrößen und wie diese in einer mathematischen Formel dargestellt werden kann. Hierfür wird die Korrelation zwischen Zeit und Einflussgröße ermittelt und bei keiner befriedigenden Abhängigkeit weitere Einflussgrößen hinzugezogen. Ist die funktionale Abhängigkeit der Zeit von der Einflussgröße befriedigend, kann anhand der Regressionsanalyse die Zeitformel ermittelt werden. Wahlweise kann zu den Schritten vier bis sechs eine Soll-Zeitbestimmung mit Hilfe von vorbestimmten Zeiten das Vergleichen, Schätzen und Berechnen von Prozesszeiten vorgenommen werden.¹³³ Im letzten Schritt werden die Planzeiten dargestellt. Dafür existieren drei Möglichkeiten, welche in der nachfolgenden Abbildung 17 veranschaulicht werden. Die erste Form ist die Zusammenfassung von Tabellen zu Planzeitkatalogen. Mit ihnen können Zeitwerte einfach nach der entsprechenden Einflussmenge oder Einflussgröße gesucht werden. Die zweite Form ist die graphische Darstellung. Sie ermöglicht eine rasche Erfassung

¹³¹ Vgl. REFA (1997), S. 355f

¹³² Vgl. Konrad (1987), S. 13

¹³³ Vgl. REFA (1997), S. 366ff

der Verbindung zwischen Einflussgröße und Zeitwert. Die dritte Möglichkeit Planzeiten darzustellen ist durch Formeln. Mit ihr lassen sich beliebig viele Wertevariationen mit entsprechend hoher Genauigkeit berechnen.¹³⁴

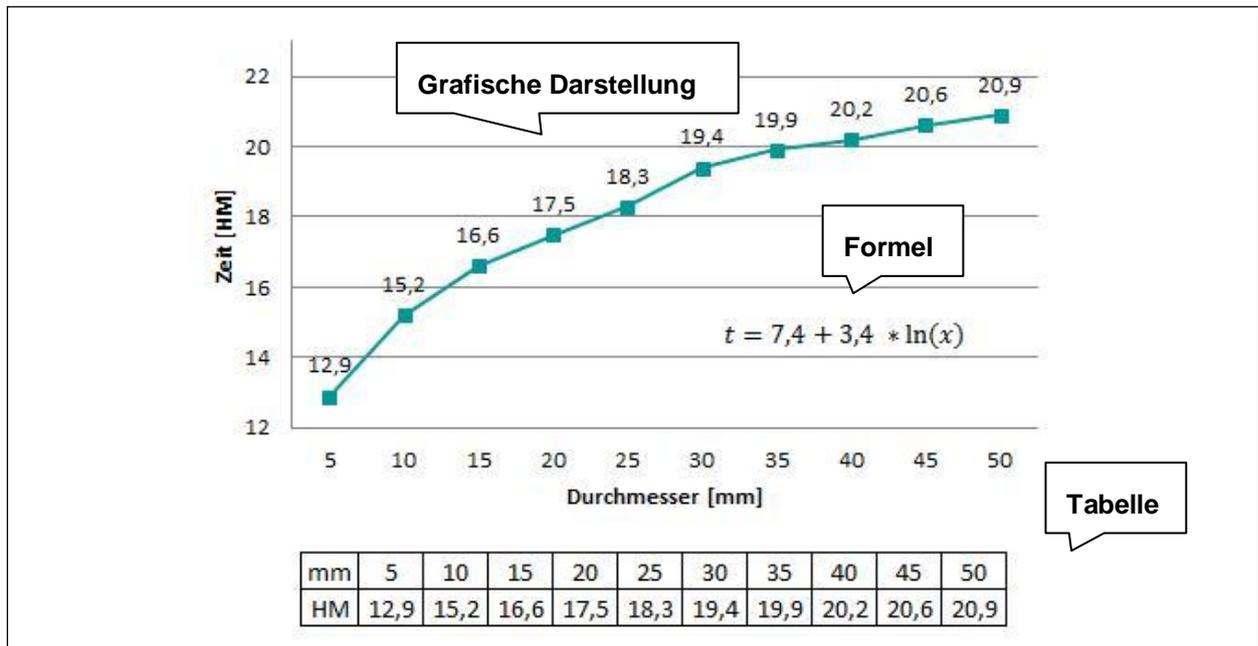


Abbildung 17: Darstellungsmöglichkeiten von Planzeiten¹³⁵

Vorteile durch die Anwendung der Planzeitermittlung:

- Zeitliche Bestimmung festgesetzter Arbeitsabläufe¹³⁶
- Bereits während der Planung können alternative Arbeitsabläufe bewertet werden¹³⁷
- Es können Aussagen über Fehlergrößen und Datenqualität gemacht werden¹³⁸

Nachteile durch die Anwendung der Planzeitermittlung:¹³⁹

- Zeitaufwand ist im Vergleich zum System vorbestimmter Zeiten größer
- Der Qualifizierungsaufwand bei der Einführung in einem Betrieb ist größer, da statistische Kenntnisse erforderlich sind

¹³⁴ Vgl. Landau (2007), S. 993

¹³⁵ Vgl. Landau (2007), S. 992

¹³⁶ Vgl. Heinz/Olbrich (1994), S. 5

¹³⁷ ibidem

¹³⁸ Vgl. Schlick/Bruder/Luczak (2010), S. 708

¹³⁹ ibidem

Vergleichen und Schätzen

Die Anwendung der Methode des Vergleichens und Schätzens ist, im Vergleich zu den in dem vorhergehenden Kapitel beschriebenen Methoden, mit geringerem Aufwand verbunden. Sie ermöglicht bereits in früheren Phasen der Produktentstehung an Zeitdaten mit ausreichender Genauigkeit zu gelangen. Besitzt die ausführende Person Erfahrung und Kenntnis über die Tätigkeiten in den Arbeitsabläufen, kann die Dauer der Ausführungszeit geschätzt werden. Dabei werden vergleichbare Tätigkeiten registriert und die Zeit für deren Ausführung bestimmt, um die zeitliche Aufwendung für Abweichungen vom ausgearbeiteten Ablauf zu schätzen.¹⁴⁰ Dabei können mehrere Verfahrensvarianten unterschieden werden:¹⁴¹

- Pauschales Schätzen
- Unterteiltes Schätzen
- Schätzen mit Zeitklassen

Von einer pauschalen Schätzung spricht man, wenn die Zeit für den gesamten Ablauf pauschal geschätzt wird, ohne zuvor den Ablauf in separate Abschnitte zu gliedern.¹⁴² Dieses Verfahren hat den Vorteil des geringen Zeitaufwands bei der Datenermittlung. Jedoch sollte das Resultat, aufgrund der bestehenden Möglichkeit eines hohen Schätzfehlers, nur als Richtwert herangezogen werden.¹⁴³ Beim unterteilten Schätzen wird im Gegensatz zum pauschalen Schätzen der zu schätzende Ablauf in separate Abschnitte unterteilt. Für jeden einzelnen Abschnitt wird die Ausführungszeit geschätzt und danach zur Gesamtausführungszeit des betrachteten Ablaufs addiert.¹⁴⁴ Diese Methode hat den Vorteil, dass das Schätzen durch die kürzeren und überschaubaren Abschnitte um ein vielfaches erleichtert wird.¹⁴⁵ Des Weiteren stellt sich unter der Bedingung, dass die Abschnitte voneinander statistisch unabhängig sind, ein Fehlerausgleich ein, welcher zu einer höheren Genauigkeit der Schätzwerte führt.¹⁴⁶

Der Gesamtfehler kann mit Formel (6) berechnet werden:

¹⁴⁰ Vgl. Heinz/Mesenhöller (2001), S. 573f

¹⁴¹ Vgl. REFA (1997), S. 276ff

¹⁴² Vgl. Lotter/Wiendahl (2012), S. 104

¹⁴³ Vgl. Picker (2006), S. 38

¹⁴⁴ Vgl. Lotter/Wiendahl (2012), S. 104

¹⁴⁵ Vgl. REFA (1997), S. 278

¹⁴⁶ Vgl. Lotter/Wiendahl (2012), S. 104

$$F = \frac{f}{\sqrt{n}} \quad (6)^{147}$$

F Gesamtfehler der Zeit für einen längerdauernden Ablauf in %¹⁴⁸

n Anzahl der Abschnitte¹⁴⁹

f durchschnittlicher Fehler der einzelnen Abschnitte in %¹⁵⁰

Aus dieser Formel (6) ist ersichtlich, dass der Gesamtfehler mit zunehmender Anzahl von Abschnitten sinkt.

Ein drittes Verfahren um Schätzungen durchführen zu können, ist die Zuhilfenahme von Zeitklassen. Je nachdem wie stark die Zeit für die Ausführung eines bestimmten Ablaufes und der Zeitraum indem ein Fehlerausgleich eingestellt wird ausgeprägt sind, werden Zeitklassen gebildet. Diese werden schematisch in Zeitklassentabellen erfasst. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass annähernd gleiche Arbeitsabläufe Zeitklassen zugeordnet werden und somit der Zeitwert abgelesen wird.¹⁵¹

Prozesszeiten

Prozesszeiten sind nicht vom Mensch beeinflussbare Haupt- und Nebennutzungszeiten von mechanisch oder automatisch ablaufenden Betriebsmitteln. Diese Zeiten können durch selbstaufschreibende Betriebsmittel, durch Zeitaufnahmen oder durch Berechnen ermittelt werden. Die am häufigsten angewandte Methode ist die Berechnung, da dafür nur ein geringer Aufwand notwendig ist.¹⁵² Berechnet werden diese Zeiten mit Formeln, die alle relevanten prozessbestimmenden Parameter des vorliegenden Arbeitsprozesses beinhalten müssen. Für einen Zerspanungsprozess wären dies das Drehen, Fräsen, Bohren, Hobeln, Räumen, Schleifen und Stoßen. Basis für die formelgebundene Berechnung der Prozesszeiten ist die gewählte Arbeitsgeschwindigkeit des verwendeten Betriebsmittels sowie die Abmessungen der zu be- oder verarbeitenden Gegenstände.¹⁵³ Mit Hilfe von graphischen Verfahren, z.B. Nomogramme oder Leitertafeln, kann die Prozesszeitberechnung wesentlich

¹⁴⁷ REFA (1997), S. 278

¹⁴⁸ Vgl. REFA (1997), S. 278

¹⁴⁹ ibidem

¹⁵⁰ Vgl. REFA (1997), S. 278

¹⁵¹ Vgl. Lotter/Wiendahl (2012), S. 104

¹⁵² Vgl. REFA (1997), S. 266

¹⁵³ Vgl. Binner (2005), S. 873f

vereinfacht werden. In Nomogrammen, auch Netztafeln genannt, werden die Prozesszeitformeln übertragen und daraus dann die Soll-Zeiten zeichnerisch ermittelt und abgelesen. Leitertafeln sind hierfür ein typisches Beispiel. Sie werden vor allem in der Fertigungstechnik eingesetzt. Eine weitere Möglichkeit Prozesszeiten zu ermitteln kann mit Simulationswerkzeugen realisiert werden. Mit softwaregestützten Simulationen können die Formeln numerisch umgesetzt und der Fertigungsprozess automatisch ausgewertet und beschrieben werden. Darüber hinaus ist es möglich, Arbeitssysteme mit einer ereignisdiskret stattfindenden Simulationen virtuell abzubilden und hinsichtlich ihres Störungsverhaltens zu untersuchen. Dies ermöglicht Auswirkungen auf den Prozess zu untersuchen und erwartende Stillstandzeiten der Maschine zu ermitteln.¹⁵⁴

Analytisches Verfahren

Für die Ermittlung der Beanspruchung und der Belastung sowie der daraus resultierenden Erholungszeit hat REFA ein analytisches Verfahren entwickelt. Bei der methodischen Erholungszeitermittlung werden Teilerholungszeiten, durch das Ausgliedern von Beanspruchungen in separate Beanspruchungsarten, ermittelt und danach zur Gesamterholungszeit summiert.¹⁵⁵

Folgende Beanspruchungsarten werden unterschieden:¹⁵⁶

- Statische Muskelarbeit
- Einseitige Muskelarbeit
- Konzentration und Aufmerksamkeit
- Sonstige Umgebungseinflüsse

Die Erholungszeit für die aufgezählten Beanspruchungsarten hängen von dem Grad der Belastung und von der Dauer der unausgesetzten Tätigkeit ab.¹⁵⁷

¹⁵⁴ Vgl. Lotter/Wiendahl (2012), S. 105

¹⁵⁵ Vgl. REFA (1997), S. 310ff

¹⁵⁶ Vgl. REFA (1997), S. 312

¹⁵⁷ ibidem

3 Praxisbetrachtung

In diesem Abschnitt der vorliegenden Masterarbeit werden die im Kapitel 2 aufzeigten theoretischen Hintergründe auf die vorliegende praktische Problemstellung in der Siemens AG Graz-Eggenberg angewendet. Der Abschnitt gliedert sich in zwei Bereiche. Im ersten Bereich werden Zeitbausteine für die Vorgabezeitermittlung standardisiert und im zweiten Bereich kommt es zur Bewertung von IT-Planungstools.

Zu Beginn werden mittels einer Ist-Stand-Analyse Probleme bei der Vorgabezeitermittlung herausgefiltert, welche durch die vorliegende Arbeit bewältigt werden sollen. Besonders wurde bei der Ist-Stands-Analyse auf die Nachvollziehbarkeit, Anwendbarkeit und Richtigkeit der Bausteine einer Vorgabezeitermittlung geachtet. Im weiteren Verlauf dieses Kapitels wird ein neuer Aufbau der Zeitanalyse-Struktur erstellt und darauf aufbauend werden die bisherigen Zeitbausteine standardisiert. Danach wird für die leichtere Handhabung ein neues Konzept von Zeitbausteinen für Produktfamilien verfasst. Vervollständigt werden diese Punkte zur Produktivitätssteigerung mit der Definition eines neuen Planungsstandards für die Vorgabezeitermittlung. Abschließend werden anhand eines Praxisbeispiels die Vorgabezeitanalysen nach altem und neuem System einander gegenübergestellt.

Im zweiten Teil wird kurz auf die Termini „Benchmarking“ und „Nutzwertanalyse“ eingegangen, da sie als Basis für dieses Kapitel dienen. Durch eine Benchmarkanalyse werden zwei IT-Planzeitsysteme ausgewählt, wobei eines der beiden Systeme bereits in der Siemens AG Graz-Eggenberg, implementiert war. Die beiden IT-Planzeitsysteme werden in weiterer Folge einer Nutzwertanalyse unterzogen, welche schließlich vor allem Aufschluss über die bereits implementierte Softwarelösung hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Nutzen gibt.

3.1 Analyse der Ist-Situation

In diesem Kapitel wird die aktuelle Situation im Hinblick auf die Zeiterfassung von Arbeitsvorgängen der Siemens AG am Standort Graz-Eggenberg dargestellt. Es werden die Probleme aufgezeigt, die sich aufgrund dieser Handhabung ergeben und es wird erläutert, warum ein neues System notwendig ist.

Um die Situation genau darstellen zu können, wurde mit einer Analyse der aktuellen Arbeitsumgebungen begonnen. Erste Recherchen haben ergeben, dass am Standort Graz eine Datenbank vorhanden ist, auf die die Arbeitsvorbereiter für die Erstellung der Analyse zurückgreifen. Wie auch in der nachfolgenden Abbildung 18 ersichtlich ist, bestehen unterschiedliche Arbeitsumgebungen, die einerseits mit SAP und andererseits mit zwei Excel-Systemen aufgebaut sind.

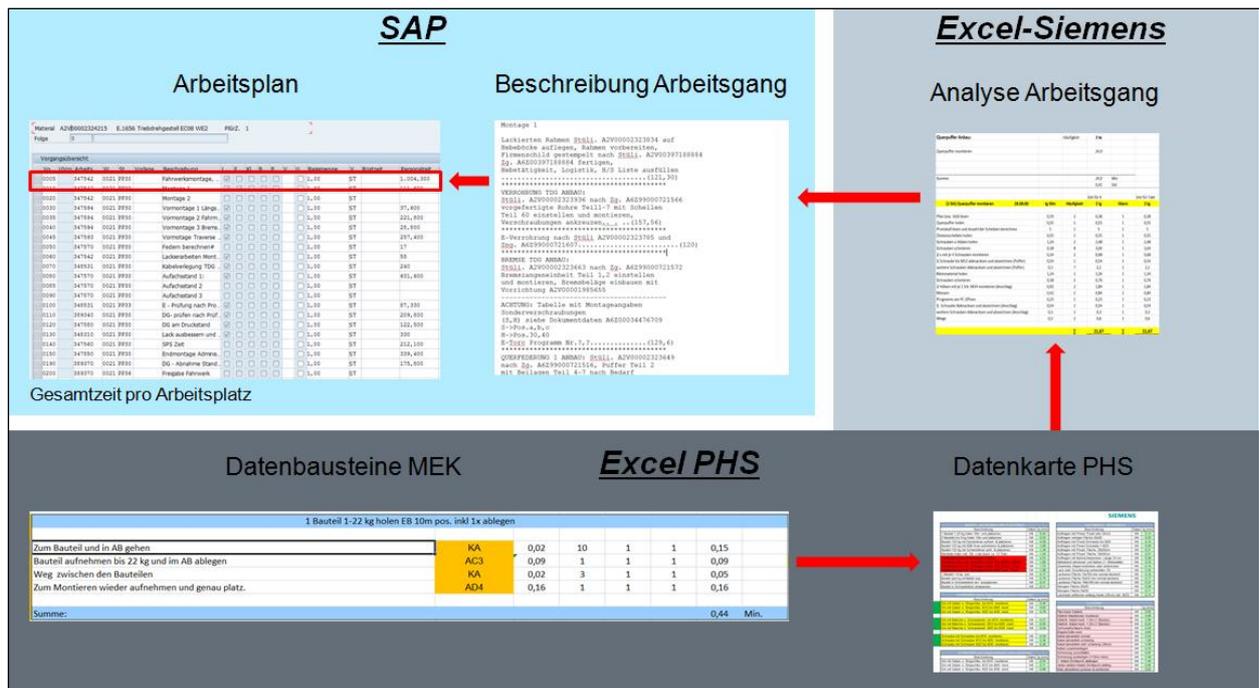


Abbildung 18: Arbeitsumgebungen Siemens Graz¹⁵⁸

Im Betrachtungszeitraum wurde innerhalb der drei unterschiedlichen Arbeitsumgebungen gearbeitet, (Excel-Tabelle PHS Datenkarte¹⁵⁹, Excel-Tabelle Arbeitsvorbereiter, SAP-System) welche nun kurz erläutert werden:

PHS Datenkarte (Excel)

Die PHS Datenkarte ist eine Datenbank auf Basis MTM-Vorgabezeiten, die durch die Firma PHS kalkuliert und Siemens Graz zur Verfügung gestellt wurde. Die Datenkarte ist in Excel erstellt worden, worin die Bausteine tabellarisch aufgelistet sind. Aus ihnen können die Sollzeiten für die Tätigkeiten ermittelt werden. Sie liegt auf dem Abteilungslaufwerk und ist für jeden Arbeitsvorbereiter zugänglich, nutzbar und kann nicht abgeändert werden.

Analyse Arbeitsgang (Excel)

Bei der Erstellung einer Analyse verwendet jeder Arbeitsvorbereiter für jede neue Tätigkeitszeitermittlung ein eigenes Excel Dokument. Darin werden die Arbeitsgänge, die für die vollständige Verrichtung der Tätigkeit notwendig sind, aufgelistet. Darauf aufbauend werden die Zeiten aus der PHS Datenkarte herangezogen und in die Excel

¹⁵⁸ In Anlehnung an Zöhler, Hans-Ulrich (2016), Leiter Production Engineering (PE), Interview, Graz, 10.01.2016, eigene Darstellung

¹⁵⁹ PHS Consulting GmbH

Vo...	UVrg	Arbeits...	W...	St...	Vorlage...	Beschreibung	L...	F...	Kl...	B...	P...	V...	U...	Bassmenge	V...	Rüstzeit	Personalzeit
0005	347542	0021	FP30			Fahrwerksmontage...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST	1.004,300	
0010	347542	0021	FP30			Montage 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST	111,600					
0020	347542	0021	FP30			Montage 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST		
0030	347594	0021	FP30			Vormontage 1 Längs...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST	37,600	
0035	347594	0021	FP30			Vormontage 2 Fahrm...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST	221,800	
0040	347594	0021	FP30			Vormontage 3 Brems...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST	28,800	
0045	347593	0021	FP30			Vormontage Traverse	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST	257,400	
0050	347570	0021	FP30			Federn berechnen#	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST	17	
0060	347542	0021	FP30			Lackarbeiten Mont...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST	55	
0070	348531	0021	FP30			Kabelverlegung TDG	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST	240	
0080	347570	0021	FP30			Aufachsstand 1:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST	631,600	
0085	347570	0021	FP30			Aufachsstand 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST		
0090	347570	0021	FP30			Aufachsstand 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST		
0100	348531	0021	FP33			E - Prüfung nach Pro...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST	87,330	
0110	389340	0021	FP30			DG - prüfen nach Prüf...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST	209,800	
0120	347580	0021	FP30			DG am Druckstand	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST	122,500	
0130	348310	0021	FP30			Lack ausbessern und	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST	330	
0140	347560	0021	FP30			SPS Zeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST	212,100	
0150	347550	0021	FP30			Endmontage Adminis...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST	339,400	
0190	389370	0021	FP30			DG - Abnahme Stand...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST	175,800	
0200	389370	0021	FP36			Freigabe Fahrwerk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	ST		

Montage 1

Lackierten Rahmen Stüli. A2V00002323834 auf Hebeböcke auflegen, Rahmen vorbereiten, Firmenschild gestempelt nach Stüli. A2V00397188884 Zg. A6Z00397188884 fertigen, Hebetätigkeit, Logistik, H/S Liste ausfüllen (121,30) *****

VERROHRUNG TDG ANBAU:
 Stüli. A2V00002323936 nach Zg. A6Z99000721566 vorgefertigte Rohre Teil1-7 mit Schellen Teil 60 einstellen und montieren, Verschraubungen ankreuzen..... (157,56) *****

E-Verrohrung nach Stüli A2V00002323785 und Zng. A6Z99000721607..... (120) *****

BREMSE TDG ANBAU:
 Stüli. A2V00002323663 nach Zg. A6Z99000721572 Bremszangeneinheit Teil 1,2 einstellen und montieren, Bremsbeläge einbauen mit Vorrichtung A2V00001985655 -----

ACHTUNG: Tabelle mit Montageangaben Sonderverschraubungen (S,H) siehe Dokumentdaten A6Z00034476709 S->Pos.a,b,c H->Pos.30,40 E-Torc Programm Nr.?,?..... (129,6) *****

QUERFEDERUNG 1 ANBAU: Stüli. A2V00002323649 nach Zg. A6Z99000721516, Puffer Teil 2 mit Bellagen Teil 4-7 nach Bedarf

Abbildung 20: Arbeitsplan mit Hintergrunddaten

Für die Analyse eines Arbeitsvorganges kann jeder Arbeitsvorbereiter Änderungen und Anpassungen in seiner Excel-Analyse vornehmen. Dies ist insofern nötig, wenn der Wert aus der Datenkarte für die eingetragene Arbeit nicht passend ist. Diese Änderung bezieht jedoch nicht alle drei Arbeitsumgebungen (PHS-Datenkarte, Analyse Arbeitsgang Excel, Arbeitsplan SAP) mit ein. Somit bringt eine Änderung gleichzeitig immer einen Mehraufwand für den zuständigen Arbeitsvorbereiter mit sich. Wird die Information über den Fehler und die daraus resultierende Änderung nicht an andere Arbeitsvorbereiter weitergegeben, findet diese Abänderung nur lokale, personenspezifische Anwendung. Dieses System ist sehr umständlich, ineffektiv und für Fehler anfällig.

Analyse der Datenkarten

Aus dem Umstand heraus, dass sich bis zum jetzigen Zeitpunkt sämtliche Analysen auf die Werte der Datenkarte stützen und die Karte seit mehreren Jahren für sämtliche Arbeitszeitanalysen am Standort Graz historisch entsprechend gewachsen ist, wurde sie genauer überprüft und validiert. Hierfür wurde die bestehende Datenkarte auf Richtigkeit, Nachvollziehbarkeit, Vollständigkeit, Anwendbarkeit und Aufbaustruktur kontrolliert. Aus dieser Analyse ergab sich, dass es großes Verbesserungspotential in diesem Bereich gibt.

Zu diesem Zweck wurden die vorhandene Datenkarte sowie die sich darin befindlichen Bausteine validiert und überprüft. Dadurch war schnell ersichtlich, dass der Inhalt der Datenkarte wie vorhin bereits erwähnt, historisch gewachsen ist. Wenn es zwischen den Arbeitsvorbereitern und dem Abteilungsleiter zu einer Diskussion über die Vorgabezeit für eine bestimmte Tätigkeit gekommen ist, wurde diese Tätigkeit neu analysiert. Hierbei tritt allerdings das Problem auf, dass Änderungen zuerst in den vom Arbeitsvorbereiter erstellten Analysen im Excel nachgetragen werden müssen und im

Anschluss daran erst in das SAP übertragen werden können. Da es kein durchgehendes Änderungsmanagement, keine Nachvollziehbarkeit und keine Kontrolle gibt, sind diese Schritte für jedes Projekt separat zu machen und nehmen sehr viel Zeit in Anspruch. Zudem ist diese Methode auch sehr fehleranfällig. Daraus resultiert, dass die PHS Datenkarte historisch sehr gewachsen ist und daher nicht mehr nachvollzogen werden kann, wie sie am Anfang ausgesehen hat bzw. welche Inhalte die einzelnen Datenbausteine enthalten haben.

Dieser Umstand erfordert eine detaillierte Überprüfung des Inhalts der Datenkarte auf Vollständigkeit, Richtigkeit und Anwendbarkeit.

Die PHS Datenkarte, welche zum Analysieren der Tätigkeiten verwendet wird, besteht aus zwei Teilen.

- Übersichtsblatt
- Hintergrundanalyse

Diese beiden Dokumente, welche die Sollzeiten für die Arbeitsvorgänge enthalten, werden hier genauer analysiert und näher vorgestellt.

Übersichtsblatt

Das Erste, was der Arbeitsvorbereiter nach dem Öffnen der PHS Datenkarte sieht, ist das Übersichtsblatt. Darauf sind alle Tätigkeiten für die einzelnen Abteilungen (Montage, Stahlbau, Lackieren, Elektrofertigung, usw. siehe Auszug der PHS Datenkarten für den Bereich Montage im Angang) abgebildet. Die Datenkarte ist, basierend aus der Wertstromkette des Standorts, in elf Kategorien unterteilt.

Auf diesem Blatt sind sämtliche Tätigkeitszeiten zusammengefasst, um eine übersichtlichere Darstellung für die Sollzeiten zu bekommen. Die aufgelisteten und in einzelne Bereiche unterteilten Bausteine, sind durch eine kurze Beschreibung gekennzeichnet und mit der entsprechenden Sollzeit versehen. Die Felder in diesem Übersichtsblatt sind mit Hintergrundanalysen hinterlegt, in denen eine detaillierte Aufschlüsselung und Zusammensetzung der Bausteine abgebildet ist.

Abbildung 21 zeigt einen Ausschnitt des Übersichtsblattes und die darauf befindlichen Tätigkeiten mit ihren Vorgabezeiten.

SCHRAUBEN (ohne Gegenschlüssel) (ohne schmieren)		
Beschreibung	Daten	tg [min]
Srb mit Gabel- o. Ringschlüs. bis M10 montieren	HA	0,46
Srb mit Gabel- o. Ringschlüs. M12 bis M20 mont.	HA	0,62
Srb mit Gabel- o. Ringschlüs. M22 bis M36 mont.	HA	0,79
Srb mit Ratsche o. Schraubendr. bis M10 montieren	HA	0,37
Srb mit Ratsche o. Schraubendr. M12 bis M20 mont.	HA	0,45
Srb mit Ratsche o. Schraubendr. M22 bis M36 mont.	HA	0,56
Schraube mit Schrauber bis M10 montieren	HA	0,30
Schraube mit Schrauber M12 bis M20 montieren	HA	0,36
Schraube mit Schrauber M22 bis M36 montieren	HA	0,36

Abbildung 21: PHS Datenkarte - Detail Schrauben

Hintergrunddatenblätter

Hinter dem Übersichtsblatt existieren, für die dort aufgeführten Tätigkeiten, weitere Dateien für bestimmte Arbeiten, bei denen eine Hintergrunddatenanalyse notwendig ist. Diese Hintergrundanalyse zeigt die genaue Zusammenstellung der Tätigkeiten mit den hierfür verwendeten Einzelbausteinen. Für Tätigkeiten ohne Hintergrundanalyse, wie z.B. dem Justieren, sind Prozesszeiten eingetragen. Diese Bausteine wurden durch eine Zeitaufnahme ermittelt und sind daher nicht mit MEK analysiert.

Im Wesentlichen fungiert die PHS Datenkarte als Datenbank, aus welcher Sollzeiten für vordefinierte Arbeitsschritte entnommen werden können. Diese mit Zeiten hinterlegten Arbeitsvorgänge sind Zeitbausteine, mit denen die Analyse der einzelnen Tätigkeiten gemacht werden kann. Die Gestaltung eines Zeitbausteins sollte so realitätsnah wie möglich sein, um den zu untersuchenden Bereich ideal abbilden zu können. Die Sollzeitermittlung für eine Tätigkeitsfolge erfolgt schließlich durch Aufsummierung der einzelnen Zeiten, mit den für die Tätigkeit entsprechenden Bausteinen. Abbildung 22 zeigt den Aufbau eines PHS Bausteins im Detail.

Darüber hinaus sind Grundbausteine inkludiert, welche in gewissen Fällen mit selbstkonzipierten Ergänzungsfaktoren erweitert und ergänzt wurden. Sowie Bausteine bei denen nur eine Prozesszeit hinterlegt ist, obwohl die Tätigkeit mit MEK analysiert werden kann. Bisher wurde diese Gegebenheit akzeptiert und die Zeiten für die Analysen so übernommen. Auf diese Probleme wird nun näher eingegangen und die damit einhergehenden Folgen erörtert.

BAUTEIL AUFNEHMEN UND PLATZIEREN	
Beschreibung	Daten tg [min]
1 Bauteil 1-22 kg holen 10m und platzieren	HA 0,44
2 Bauteile bis 8 kg holen 10m und platzieren	HA 0,55
Bauteil > 22 kg mit Deckenkran aufneh. & platzieren	HA 4,58
Bauteil > 22 kg mit KBK Kran aufnehmen & platzieren	HA 3,08
Bauteil > 22 kg mit Schwenkkran aufn. & platzieren	HA 1,49
Kleinteile holen inkl. Stk.-Liste lesen ca. 12 Teile	HA 1,24
Palettenwechsel mit Hubwagen 10-50m	HA 4,23
Palettenwechsel inkl. Hubwagen holen 10m Boden/ Boden	HA 1,02
Palettenwechsel inkl. Hubwagen holen 10m Boden/ Tisch	HA 1,53
Palettenwechsel inkl. Hubwagen holen 10m Tisch/ Tisch	HA 1,89
1 Bauteil 1-8 kg pos.	HA 0,17
Bauteil sperrig einfüdeln eng	HA 0,70
Bauteil in Schraubstock ein- ausspannen	HA 0,31
Bauteil in Schraubstock umspannen	HA 0,11

SCHRAUBEN (ohne Gegenschlüssel/ohne schmieren)	
Beschreibung	Daten tg [min]
Srb mit Gabel- o. Ringschlüs. bis M10 montieren	HA 0,46
Srb mit Gabel- o. Ringschlüs. M12 bis M20 mont.	HA 0,02

Tätigkeit	Minuten /Einheit	Wiederholungen /Einheit	Häufigkeit Einheiten	Anzahl Mitarbeiter	SuMin	Block-Summen
Schrauben inkl. Kleben (ohne Gegenschl.)						
Schraube bis M10 mit Gabel-/Ringschlüssel leicht gängig leicht zugänglich inkl. entfetten und kleben (MEK) ohne Gegenschlüssel						
Schraube montieren mit Gabel-/Ringschlüssel	A-SAC 0,24	1	1	1,0	0,24	
Ergänzungswert Schrauber	A-EH3 0,036	0,5	1	1,0	0,02	
Ergänzungswert Teil	A-ET4 0,042	1	1	1,0	0,04	
Entfetten mit Spray	A-BAB 0,048	1	1	1,0	0,05	
Kleber auftragen	A-BNA 0,06	1	1	1,0	0,06	
Zusatzteil Scheibe	AB3 0,054	1	1	1,0	0,05	
Summe:					0,46	Min.

Abbildung 22: Detail Hintergrundanalyse

Nicht nachvollziehbare/fehlende Hintergrunddaten

Bei jenen PHS Bausteinen, welche keine Hintergrundanalyse vorweisen konnten, sondern bei welchen nur eine Prozesszeit hinterlegt war, wurde versucht die Vorgabezeit mit Hilfe von PHS Grundbausteinen zu rekonstruieren. Diese Nachberechnungen stellten sich jedoch als schwierig heraus, da in den Beschreibungstexten nicht genau angeführt ist, welche Tätigkeiten beinhaltet sind. Das heißt, dass diese Bausteine nicht rekonstruierbar sind und sie können daher für die tägliche Planzeitanalyse nicht verwendet werden.

Fehlerhafte Hintergrunddaten

Im Zuge der detaillierten Überprüfung der Hintergrunddaten der PHS Datenkarte wurde die erste Fehlerquelle im Aufbau der einzelnen Analysewerte eruiert. Dieser Aufbau ist nicht korrekt eingehalten worden. Es wird sowohl mit Grundbausteinen als auch mit Standardvorgängen in allen Analyseebenen gearbeitet. Die speziell für den Standort Graz angefertigte Baugruppenebene ist bezüglich der Sinnhaftigkeit gewisser gewählter Baugruppen nicht nachvollziehbar. Außerdem sind die Hintergrunddaten nicht immer eindeutig definiert und aus diesem Grund weiß man meist nicht woraus der Baustein

besteht. Zusätzlich beinhalten die einzelnen Hintergrunddaten auch noch Ergänzungswerte, die das Ergebnis der Analyse verfälschen. In diesem Zusammenhang erscheint es als logische Schlussfolgerung, dass bei der Analyse einer Tätigkeit die Manipulation von Werten durch Ergänzungsfaktoren keinen optimalen Lösungsweg darstellt, um eine entsprechende Arbeitszeit zu erzielen. Des Weiteren sind sehr viele dieser Bausteine abteilungsabhängig bzw. bereichsabhängig, wodurch sich unmittelbar eine Vielzahl von ähnlichen Bausteinen mit anderen Bezeichnungen ergibt. Ein weiteres signifikantes Problem ist die mangelnde Beschreibung der Bausteine. Durch diese unklar definierte Hilfestellung ist es dem Arbeitsvorbereiter nicht möglich, eine qualitativ hochwertige Analyse zu erstellen, ohne sich jedes Mal mit den Details der Hintergrunddatenanalyse zu beschäftigen. Ein weiteres Problem der Datenkarten ist, dass für gewisse Tätigkeiten auch keine Hintergrunddaten oder Analysen existieren und hierbei der Verdacht auf eine willkürliche Ermittlung von Analysezeiten aufkommt. Denn wenn nur Prozesszeiten und keine genauen Beschreibungen der Tätigkeit, der Arbeitsumgebung und der vorherrschenden Bedingungen vorliegen, ist es auch nicht möglich diese Bausteine entsprechend zu überprüfen.

Vermischung der Methoden

Wie die genaueren Kontrollen ergeben haben, befinden sich in den Hintergrunddaten nicht nur MEK Einzelbausteine in Form von Standard- und Grundvorgängen, sondern es ist auch zu einer Vermischung des Analysier-Systems MEK mit dem feiner definierten Analysier-System UAS gekommen (siehe Abbildung 23, rot und grün umrandet). Dies ist ein gravierender Fehler, da sich die UAS und MEK Systeme signifikant voneinander unterscheiden und sich daher auch sehr abweichende Werte bei der Analyse von Tätigkeiten ergeben.

ZUSATZ		Daten [tg [min]									
Beschreibung	Daten	tg	min	Tätigkeit	Minuten /Einheit	Wiederholungen /Einheit	Häufigkeit /Einheiten	Anzahl Mitarbeiter	SuMin	Block-Summen	
Zusatz, Handschuhe an- und ausziehen	HA	0,42									
Zusatz, Hubhöhe verfahren	PT	1,00									
Zusatz, in Rahmen rein & raus steigen	HA	0,25									
Zusatz, 1 Klebeband kleben	HA	0,18									
Zusatz, markieren mit Stift	HA	0,25									
Zusatz, gehen 10 Meter (hin & zurück)	HA	0,30									
Zusatz, Gewinde nachschn. von Hand	HA	0,98									
Zusatz, Gewinde nachschn. machin.	HA	0,63									
Zusatz, Messen und ablesen	HA	0,40									
Dokument lesen/aufnehmen											
Schreiben 10 Zeichengruppen											
Ausdrucken inkl. Dok. händl.											
Lichtschranke quitieren											
SAP Daten öffnen und kopieren											
Programm am PC öffnen											
Programm am PC (Messung)											
Drehgestell aus 2. Haller											
Q - Prüfung Lackschicht											
				Klebeband anbringen oder entfernen < 200 mm							
				Klebeband anbringen oder entfernen < 200 mm	M-KKA	0,084	1	1	1,0	0,08	
				Klebeband handhaben	A-EH4	0,054	1	1	1,0	0,05	
				Weg	KA	0,015	2,5	1	1,0	0,04	
				Summe:					0,18	Min.	

Abbildung 23: Vermischung der Analysiermethoden

Um genauer darzulegen warum eine Vermischung von UAS und MEK nicht erlaubt ist, werden in der nachfolgenden Tabelle 1 die beiden Analysiersysteme gegenübergestellt und die Prozesstypen mit ihren Merkmalunterschieden verglichen. Anschließend werden die beiden Analysiersysteme zum besseren Verständnis kurz vorgestellt.

Merkmale	UAS	MEK
Zyklus	Begrenzt längerzyklische Wiederholungen	Keine zyklische Wiederholungen
Ablaufinformation	Teilablauf (Rahmenbedingungen des Prozesses)	Gesamtablauf (Rahmenbedingungen) des Prozesses
Arbeitsplatz	Für definiertes Produktspektrum	Für nahezu beliebige Prozesse und Produktvarianten
Versorgungsprinzip des Arbeitssystems	Holprinzip mit Bereitstellung	Holprinzip
Arbeitsweisenstreuung	Mittel	Hoch
Methodenniveau	Mittel	Niedrig
Arbeitsbereich	bis 80cm (grob)	bis 2m

Tabelle 1: Unterschied zwischen MEK und UAS¹⁶⁰

Bausteinsystem MEK

Die Abkürzung MEK steht für „MTM in der Einzel- und Kleinserienfertigung“. Es ist ein Untersystem vom verwendungsneutralen MTM-Prozessbausteinsystem und ist durch ein niedriges Methodenniveau gekennzeichnet. Unter Methodenniveau versteht man die Beeinflussung der gewonnenen Fertigkeiten auf die Arbeitsmethode. Die Ergebnisse von den Fertigkeiten entstehen in der Praxis durch mehrmalige Wiederholungen. Bei diesem Bausteinsystem ist es nicht möglich eine Routine aufzubauen, da die anfallenden Arbeiten in der Art und Weise wie sie vorkommen ständig wechseln. Durch die nichtzyklischen und langzyklischen Arbeitsabläufe, welche die Komplexität der Arbeitsinhalte beeinflussen, sind für die Verrichtung der Arbeit entsprechend qualifizierte Mitarbeiter erforderlich. Dafür benötigen diese einen entsprechenden, der vielseitigen Aufgabenstellung angepassten, Arbeitsplatz. Dadurch

¹⁶⁰ In Anlehnung an Österreichische MTM-Vereinigung (2010), S. 4, eigene Darstellung

kann es auch zu stetigen Veränderungen in den Arbeitsbedingungen und -abläufen kommen. Der dafür notwendige Arbeitsbereich erstreckt sich auf bis zu zwei Meter.¹⁶¹

Bausteinsystem UAS

Unter UAS versteht man ein praktikables Datensystem welches dem Methodenniveau, bezogen auf den Routinegrad und Übungsgrad der Bewegungsabläufe, der Serienfertigung zugrunde liegt. Der Terminus UAS steht für „Universelles Analysier-System“, wobei der Ausdruck universell auf die Möglichkeit verweist, dass es bei unterschiedlichen Anwendungsbereichen und manuellen Arbeitsabläufen eingesetzt wird. Bestehend aus sieben Grundvorgängen, welche sich in einem Bereich von bis zu 80 cm um den zu analysierenden, für ein festgelegtes Produktspektrum angepassten Arbeitsplatz befinden, dient es zur Beschreibung der dort zu verrichtenden Tätigkeiten. Die Bewegungslänge, das Teilegewicht sowie die Sperrigkeit der zu handhabenden Gegenstände stellen prägnante Einflussgrößen dar. Die Grundvorgänge sind visuelle Kontrolle, Körperbewegungen, Bewegungszyklen, Betätigen, Handhabung von Hilfsmittel, Platzieren sowie Aufnehmen. Ein weiteres Merkmal ist, dass die Wiederholhäufigkeit der anfallenden Arbeitsvorgänge sehr oft wechseln, jedoch ist die Vielfalt an Arbeitsgängen limitiert. Im Gegensatz zur Großserienfertigung wird bei UAS häufig das benötigte Material selbst bereitgestellt bzw. selbst geholt.¹⁶²

Da also das UAS System für die Serienfertigung angedacht ist und sehr fein gegliederte Tätigkeiten beschreibt, der Grazer Standort jedoch Kleinserienfertigung mit einem großen Spektrum an unterschiedlichen Tätigkeiten aufweist, ist das MEK Analysier-System für sämtliche im Werk getätigte Arbeiten am passendsten.

Aufbaustruktur der Datenkarten Alt

Die Herausforderung bei der Analyse der Vorgabezeiten ist der Aufbau der Analysestruktur. Der bisherige Aufbau der Datenkarte gliedert sich in zwei Ebenen (siehe Abbildung 24), wobei sich in der untersten Ebene die Grauzone befindet. Diese ist nicht aussagekräftig genug, da man aufgrund der unvollständigen Hintergrunddaten sehr viel Interpretationsspielraum hat.

¹⁶¹ Vgl. Österreichische MTM-Vereinigung (2010), S. 3ff

¹⁶² Vgl. Österreichische MTM-Vereinigung (2013), S1-2ff

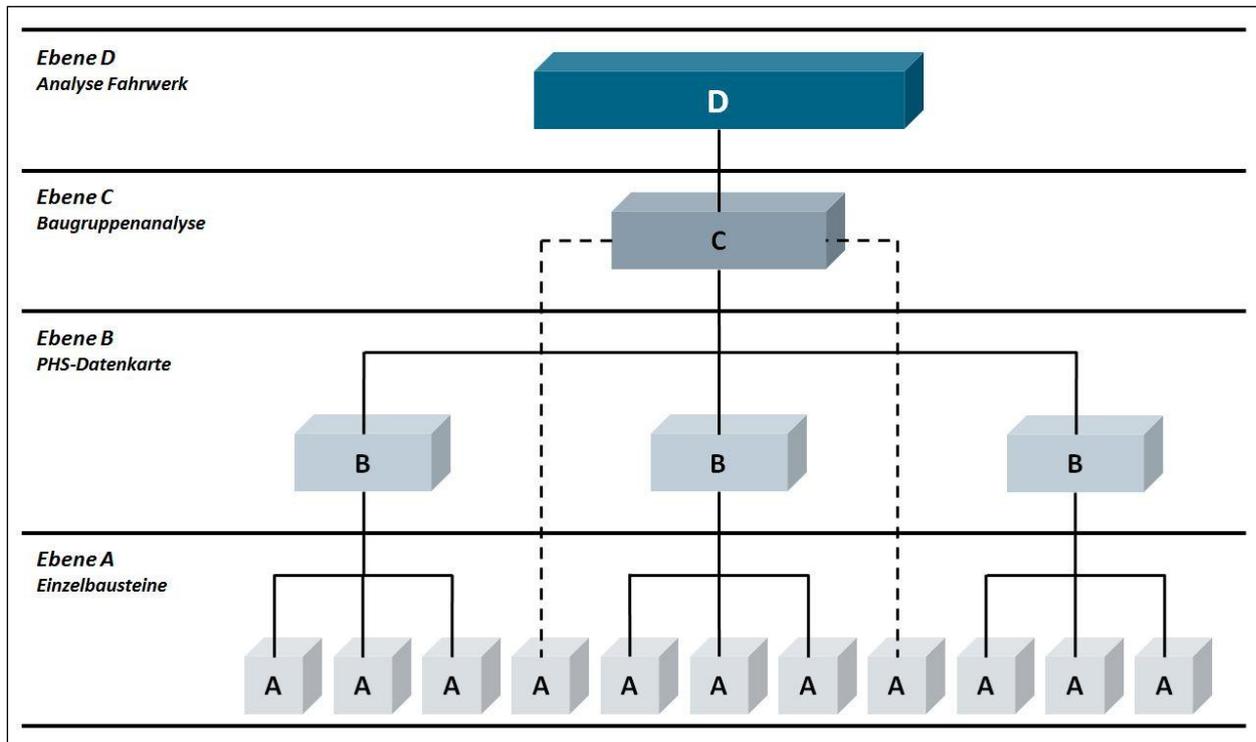


Abbildung 24: Hierarchie ALT

Ebene A

Als unterste Ebenen in der PHS Datenkarten und somit als Ausgangspunkt für sämtliche bisher getätigten Analysen dient die Ebene A. Darin sind sowohl MEK als auch UAS Einzelbausteine enthalten, sowie eigens entwickelte Ergänzungsbausteine. Mit diesen Bausteinen sollten die grundlegendsten Tätigkeiten beschrieben werden. Sie kommen in der Regel nicht einzeln vor, sondern stehen meist in direkter Verbindung mit anderen Einzelbausteinen. Für diese Ebene gibt es eine Unterteilung der Einzelzeitbausteine in elf Kategorien.

Ebene B

In der zweiten Ebene, der PHS-Baugruppen Ebene, sind wesentliche Prozessabläufe von häufig wiederkehrenden Durchführungen zusammengefasst worden. Zusätzlich werden in den derzeitigen Analysen in dieser Ebene auch Grundbausteine miteinbezogen.

Ebene C

In dieser Ebene kommt es erst zu einer Aufsummierung der Sollzeiten der einzelnen Prozesszeiten zu einem Baugruppenwert.

Ebene D

Danach werden alle Baugruppen, die im Arbeitsvorgang im SAP hinterlegt und notwendig sind, zu einer Fahrwerksanalyse zusammengefasst.

Vorgehensweise bei der Erstellung einer Analyse

Der Arbeitsvorbereiter sucht aus den PHS Datenkarten die entsprechenden Bausteine für eine bestimmte Tätigkeit heraus. Danach überträgt er die Werte in eine eigene Excel-Liste und rechnet die Gesamtzeit aus. Diese wird dann in das SAP übertragen und kann dort nur als Wert hinterlegt werden. Das bedeutet, dass nicht ersichtlich ist, welche Arbeitsschritte (z.B. Werkzeug holen, Schraube zusammenschrauben, Schmiermittel auftragen, usw.) in dem entsprechenden Arbeitsgang eingetragen wurden. Man sieht nur den Wert für eine Tätigkeit.

Zusammenfassung der Problemfelder

Die aus der Analyse der Datenkarte ersichtlichen Probleme werden nachfolgend aufgelistet:

- Die Planzeit ist als Text hinterlegt
- Die Inhalte sind teilweise nicht eindeutig
- Die Datenkarte beinhaltet Zusatztätigkeiten und Ergänzungswerte
- Teilweise sind keine Analysewerte vorhanden
- Die Datenkarte ist in Excel abgebildet
- Der Inhalt ist historisch gewachsen
- Die Sinnhaftigkeit und der Aufbau sind unzureichend
- Die Datenkarten sind abteilungsabhängig
- Es besteht eine Mischung von Methoden

Um diese Probleme zu beseitigen wurde eine neue Datenkarte erarbeitet. Dafür war es notwendig, Zeitbausteine neu zu konzipieren und eine gültige Bausteinstruktur zu schaffen. Hierbei wurde darauf geachtet, baugruppenähnliche Bausteine zu reduzieren und somit die Komplexität zu reduzieren.

3.2 Maßnahmen zur Steigerung der Produktivität

Um das Ziel der Produktivitätssteigerung zu erreichen, musste ein entsprechendes Umsetzungskonzept ausgearbeitet werden. Mit Hilfe dieses Konzepts sollen die Struktur und Gültigkeit der Zeitbausteine so konzipiert werden, dass sie im

Werkeverbund der Siemens BG Anwendung finden können. Die folgenden vier aufgezählten Maßnahmen dienen zur Realisierung dieses Ziels.

1. Neuer Aufbau der Zeitanalysen-Struktur

Die Analyse muss so aufgebaut werden, dass sie jederzeit von jedem gelesen werden kann und nachvollziehbar ist.

2. Standardisierung der Zeitbausteine zu Baugruppen

Die Bausteine sollen so einfach und allgemein gültig wie möglich zusammengefasst werden, damit sie in möglichst vielen Bereichen angewendet werden können. Diese Zeitbausteine spiegeln allgemeine Tätigkeiten (Schrauben, Kleben, Heben, usw.) wieder. Darüber hinaus soll der Bausteinumfang erheblich reduziert werden, indem die Einflussgrößen und Prozessbausteine verringert werden.

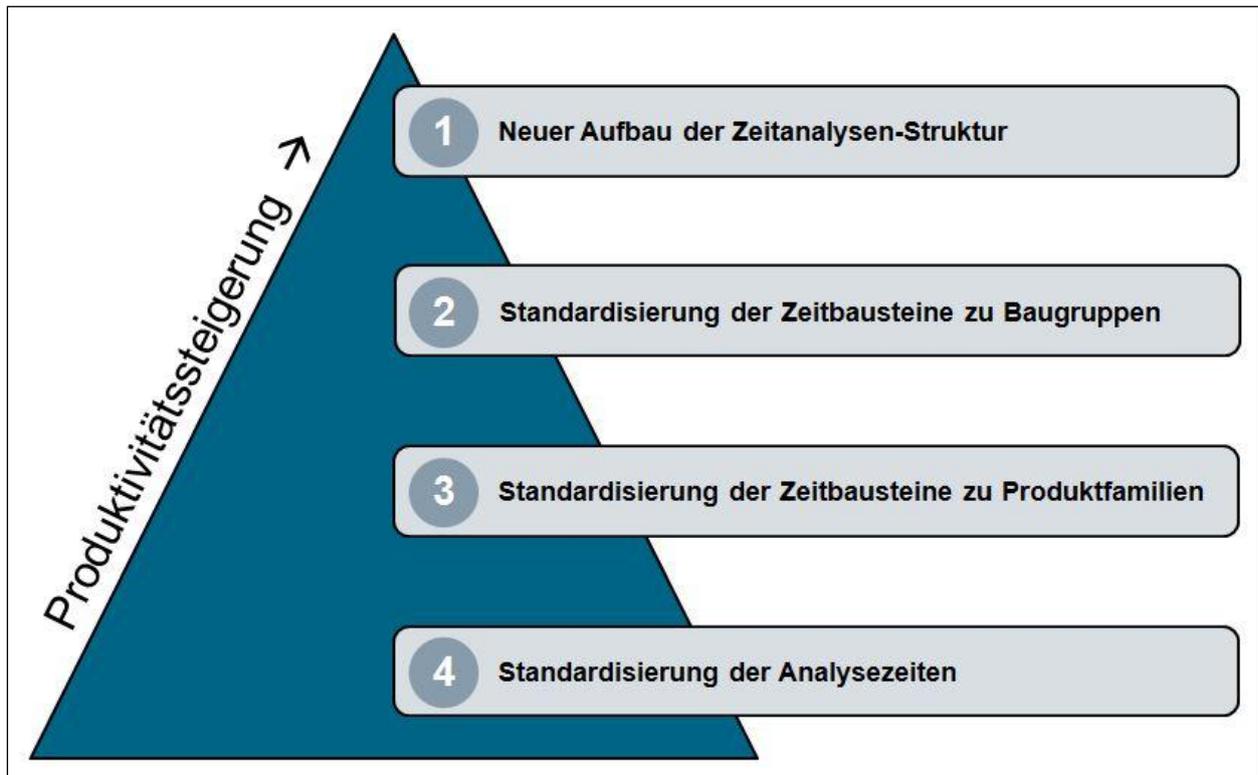
3. Standardisierung der Zeitbausteine zu Produktfamilien

Um die Menge einzudämmen sollen Bausteine entwickelt werden, die für ganze Produktfamilien (Dämpfer, Bremseinheit, Antriebseinheiten, usw.) Gültigkeit haben und typischen Vorgängen der Einzel- und Kleinserienfertigung entsprechen.

4. Standardisierung der Analysezeiten

Eine konsequente Verwendung der Standardzeitbausteine muss gewährleistet werden, um dadurch den individuellen Einfluss einzudämmen. Ebenso werden die analysierten Tätigkeiten so immer gleich bewertet und es hat keine Bedeutung, wer diese Analyse durchführt. Die Ergebnisse sollen basierend auf einem einheitlichen MTM Bezugsniveau dieselben sein.

Abbildung 25 veranschaulicht die Maßnahmen des Umsetzungskonzeptes. Im Detail werden die einzelnen Punkte und die Vorgangsweise bei der Durchführung des Umsetzungskonzeptes im nächsten Abschnitt dieser Masterarbeit vorgestellt und erklärt.

Abbildung 25: Maßnahmen für die Produktivitätssteigerung¹⁶³

3.3 Neuer Aufbau der Zeitanalysen-Struktur

Um eine Standardisierung von Bausteinen zu gewährleisten muss im Vorfeld eine Hierarchie festgelegt werden in welcher Bausteine und Baugruppenbausteine eingegliedert werden können. Dabei wurde beschlossen, dass zwei neue Ebenen für die Analyse der Fahrwerke von Nöten sind. Durch die Schaffung dieser neuen beiden Ebenen B und C ist es möglich die Komplexität der Analyse zu minimieren. Bei der Neukonzeption wurde das Hauptaugenmerk darauf gelegt, dass die standardisierten Bausteine, auch Grundvorgang genannt, und die Produktgruppenbausteine entsprechend ihrer Zusammensetzung und ihres Arbeitsumfanges den neu konzipierten Ebenen zugeordnet werden.

Die Struktur der Datenkarte NEU wurde auf Basis der in der Fertigung erhobenen Tätigkeiten erstellt. Die Basis bilden die MEK Einzelbausteine der sogenannten Grundvorgänge und die Standardvorgänge, welche durch MTM vordefiniert sind und auch nicht geändert werden dürfen (siehe Abbildung 26, Ebene A). Für den Aufbau der Datenkarte NEU wurde die Struktur so festgelegt, dass die neu konzipierten,

¹⁶³ In Anlehnung an DI (FH) Dietmar Halbedel (2016), Projektleiter Production Engineering (PE), Interview, Graz, 18.04.2016, eigene Darstellung

standardisierten Bausteine in Baugruppen unterteilt werden. Diese Baugruppen setzen sich aus den Einzelbausteinen zusammen und spiegeln neutrale Standardabläufe wieder. Des Weiteren bietet die Baugruppenstruktur den Vorteil, sich einen besseren Überblick während der Analyse zu verschaffen. Außerdem wird die Handhabung und Findung erleichtert, da man sich nur in der zu analysierenden Umgebung befindet. Auch die Einflussfaktoren Methodenniveau und Arbeitsweisenstreuung, der ausführenden Personen, wurden in der Struktur berücksichtigt, da sie den Wert für einzelne Arbeitsvorgänge signifikant beeinflussen können und der Fokus hierbei auf ein möglichst realistisches Planungsszenario gelegt wurde. Die Gesamtzeit der einzelnen Bausteine berücksichtigt die sachliche und persönliche Verteilzeit.

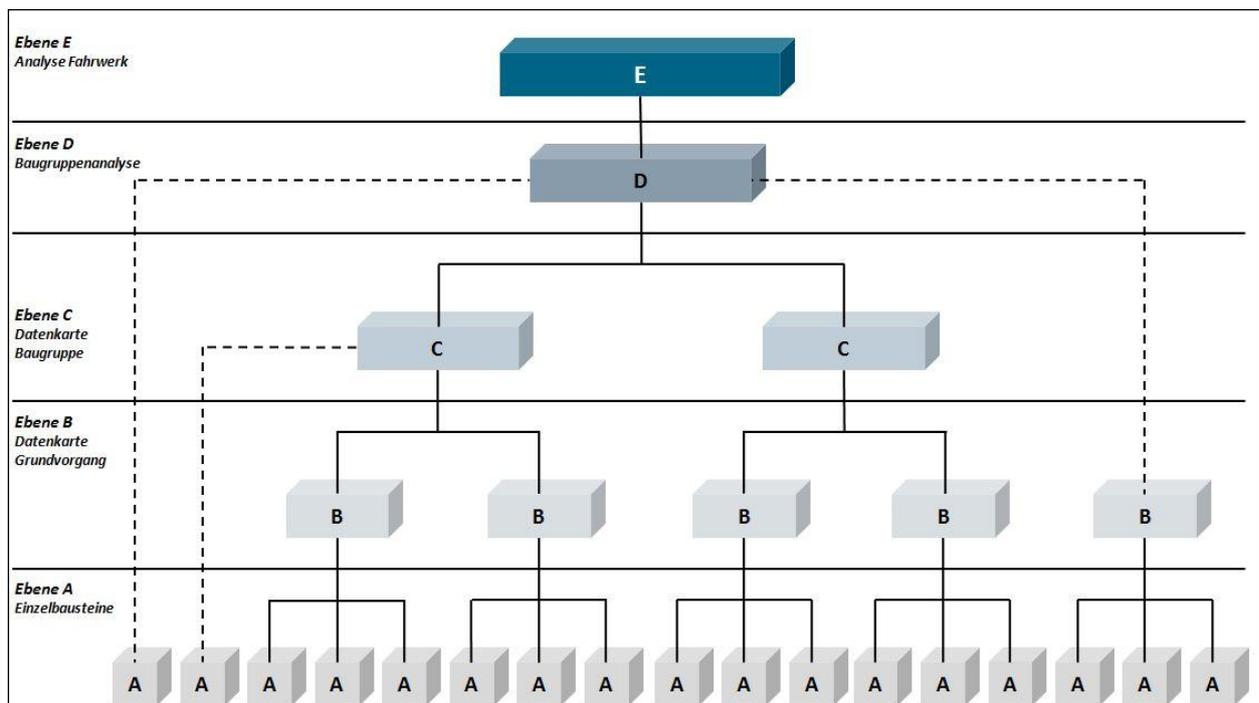


Abbildung 26: Hierarchie NEU

Im Abbildung 26 ist die neue Hierarchie bei der Erstellung einer Analyse dargestellt und unterscheidet sich nun von der alten durch die beiden neu erstellten Ebenen Baugruppen (C) und Grundvorgänge (B), die ergänzend hinzukommen sind. Der Aufbau der Analyse gliedert sich in fünf Ebenen, welche nun kurz erläutert werden.

Ebene A

Die Basis der Gesamtanalyse bilden die Einzelbausteine von MEK als Standard- und Grundvorgänge auf Ebene A. Sie stellen die grundlegenden Tätigkeiten dieser Bausteine dar und dürfen nicht geändert werden. Sie dienen lediglich der Ermittlung der Sollzeit und können auch in den anderen drei Ebenen einfließen. Diese Bausteine kommen selten einzeln vor und stehen daher meist in Verbindung mit anderen

Bausteinen dieser Ebene. Da diese Bausteine durch MTM vorgeben und durch wissenschaftliche Studien gestützt sind, benötigt es keine weitere Detaillierung, da der Mehraufwand für die Analyse dieser Elemente keine Auswirkung auf die Planungsgenauigkeit hätte. Im Anhang sind die Standardvorgänge Datenkarte, welche in neun Kategorien unterteilt sind und Grundvorgänge Datenkarte, welche in sieben Kategorien unterteilt sind mit ihren Codes und Zeiten ausgewiesen.

Ebene B

Durch eine ausführliche Analyse der gesamten Arbeitsschritte, die für die Montage eines Fahrwerks notwendig sind, wurde die Basis für die zukünftig in der Ebene B vorkommender Bausteine festgelegt. Die zu standardisierenden Zeitbausteine in der Ebene B repräsentieren nun jene Tätigkeiten, die regelmäßig bei allen Fahrwerkstypen vorkommen und dadurch allgemeine Gültigkeit besitzen.

Die neu konzipierte Datenkarte für Grundvorgänge befindet sich auf Ebene B. Diese Kategorie beinhaltet sämtliche Schraubenverbindungen, Montagetätigkeiten, Rohrmontagen, Behandlungstätigkeiten von Materialien wie Fetten oder Schmieren und weitere Tätigkeiten, die übergreifend als Baugruppe weiterverwendet werden können (siehe Abbildung 27). Auch hier dient wiederum eine piktografische Darstellung als Hilfestellung, um rascher zu erkennen, um welchen exakten Baustein es sich handelt. Außerdem ist der MEK Code und die Vorgabezeit schnell auffindbar.

Bezeichnung:	Rohr Montage mit 7 Befestigungen im 5m Bereich		Zeit ohne Verteilzeit in Minuten	2,38				
	Element:	S-RM7	Zeit mit Verteilzeit in Minuten	2,74				
Beginn:	zum Rohrwagen							
Inhalt:	Rohr von Rohrwagen holen Rohr am Rahmen platzieren Rohr Ausrichten Kontrolle auf Rahmen- bzw. Rohrkontakte							
Ende:	Rohr in Schellen platziert							
Nr.	Element	Typ	Anzahl	Häufigkeit	Sort	Beschreibung	Minuten/Einheit	Gesamtzeit
	S-ZSL		1	0,30		Fertigungsunterlagen sichten Zeichnung und Stückliste lesen	0,29	0,09
	AC4		1	1,00		Kommissionieren und vorbereiten		
	AA3		1	2,00		Rohr von Rohrwagen holen und am Rahmen ablegen	0,13	0,13
	ZB		1	1,00		Staubschutz abnehmen an beiden enden	0,03	0,06
	ZZ		1	2,00		Rohr drehen um zweiten Staubschutz abzunehmen	0,01	0,01
						Kraftaufwand Staubschutz abnehmen	0,02	0,04
						Rohr platzieren		
	AD4		1	1,00		Rohr am Rahmen platzieren	0,16	0,16
	AD3		1	7,00		Weiteres platzieren in 7 Befestigungen	0,11	0,80
	PB3		3	7,00		Weiteres einrichten vom Rohr	0,03	0,63
	VA		1	7,00		Kontrolle auf Berührungen	0,02	0,17
						Wege		
	S-WKZ		1	1,00		Weg zum Rohrwagen	0,30	0,30

Abbildung 27: Grundvorgang Verrohrung

Ebene C

Die Ebene C ist die erste Ebene, in der bereits zusammengesetzte Baugruppen vorkommen und sie wird Siemens-Baugruppe genannt. Sie besteht aus einer Reihe von Bausteinen der Ebene B ergänzt durch Einzelbausteine der Ebene A und soll jene

Baugruppe repräsentieren, welche die größte mögliche Gemeinsamkeit aufweist. Die Gesamtzeit eines Baugruppenbausteins ergibt sich aus der Summierung der Einzelbausteine unter der Berücksichtigung der jeweiligen Häufigkeit.

Wie aus Abbildung 28 ersichtlich umfasst diese Liste eine Vielzahl von häufig verwendeten Baugruppen und im Detail die Bremsen. Jede Baugruppe ist mit einem entsprechend aussagekräftigen Bild, einer kurzen, prägnanten Beschreibung und mit dem dazugehörendem MEK Code gekennzeichnet. Des Weiteren gibt es einen Link zu jedem Baustein, worüber man zu den Hintergrundanalysen und den dafür verwendeten Einzelbausteinen kommt.

Links	Bremsen	Beschreibung	Code	Minuten
Bremsen		Erste Bremse mont. m. S-SV4	S-VBP	13,10
Dämpfer		weitere Bremse mont. m. S-SV4	S-VBPW	8,18
Radsatzführungen		Erste Bremse mont. m. S-SV1	S-VBP1	13,99
RSL Anbauen		weitere Bremse mont. m. S-SV1	S-VBP1W	9,02
Motoren		Montage der ersten Hängelaschenbremse	S-HLBP	20,98
Gehäuse/Halter/Konsolen		Montage weiterer Hängelaschenbremsen	S-HLBPW	11,20
Längsmitnahmen		Bremsbeläge montieren	S-BBM	1,06
Querspielbegrenzungen		Bremsbelag montieren	S-BBM1	0,61
Wanksysteme				
Elektrik				
Luftfedersteuerung				
Sekundärfederung				
Querpuffer/Anschläge				
E-Vormontage				
Zug-/ Druckstange				

Abbildung 28: Datenkarte Baugruppen

Ebene D

Diese Ebene dient der Zusammenfassung der einzelnen Sollzeiten der Ebenen A bis C zu einem Wert. Darauf aufbauend wird dieser Wert dann mit sämtlichen anderen, für die Analyse eines Fahrwerks notwendigen Arbeitsschritte ermittelten Vorgabezeiten zusammengerechnet und beaufschlagt. Diese Berechnung und Beaufschlagung erfolgt automatisch im SAP (CAPP).

Die Siemens Datenkarte zeichnet sich dadurch aus, dass mit dieser Struktur sämtliche andere Projekte analysiert werden können. Dadurch dass die Standard- und Grundvorgänge in jeder Ebene der Analyse zum Einsatz kommen, können die Baugruppenbausteine so gewählt und konzipiert werden, dass sie überall Anwendung finden.

Ebene E

In dieser Ebene werden die Baugruppen, die im Arbeitsvorgang im SAP hinterlegt sind, zu einer Fahrwerksanalyse zusammengefasst.

3.4 Standardisierung der Zeitbausteine zu Baugruppen

Bevor mit der Standardisierung begonnen wurde, ist die Zeiteinheit festgelegt worden. Hierfür hat man sich auf die im Werk herrschenden Bedingungen angepasst und sich für die Minute des Arbeitsstudiums entschieden (1 Min. = 100HM). Durch die Unterteilung der Echtzeitminute in hundert Teile ist es leichter die Arbeitszeiten für das Analysieren der Tätigkeiten zu verwalten. Dadurch wird die Bestimmung der Arbeitsinhalte auf den Arbeitsplätzen entlang des Arbeitssystems und der dadurch erbrachten Leistung erleichtert. Da bei Kontrollmessungen vom Zeitaufwand und von der Verrichtung einer Tätigkeit Abweichungen zu der mit den PHS Bausteinen ermittelten Analysezeit auftraten, wurden auch die vorherrschenden Rahmenbedingungen am Arbeitsplatz untersucht. Als Absprungbasis für die Bildung neuer Zeitbausteine sind die MEK Standard- und Grundvorgänge herangezogen worden.

Durch die Zusammenfassung von Tätigkeiten zu Baugruppenbausteinen der Ebene B besitzen diese eine allgemeine Gültigkeit, da sie weder standortbezogene noch arbeitsplatzbezogene Aufbaustrukturen haben.

Die Vorgehensweise für die Standardisierung der Bausteine war immer dieselbe. Nachdem die Analyse der Tätigkeit auf MEK Basis durchgeführt wurde, sind diese an den Montageorten durch eine Zeitaufnahme kontrolliert worden. Zusätzlich wurden außerdem weitere Zeitaufnahmen in der Fertigung durchgeführt, um möglichst viele unterschiedliche Mitarbeiter mit verschiedensten Rahmenbedingungen zu beobachten. Dadurch konnte eine breite Streuung erfasst werden.

Anhand der Beispiele „Verschrauben“ und „Krantätigkeiten“ wird der Aufbau der Zeitbausteine der Ebene B genau erklärt.

3.4.1 Beispiel Schraubverbindung montieren

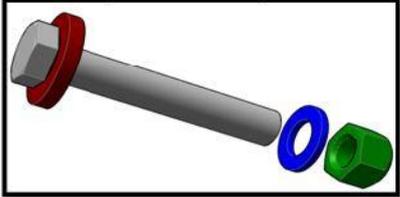
Bezeichnung:	1 Schraubverbindungsatz (1 Schraube, 2x1 Scheiben, 1 Mutter)		Zeit ohne Verteilzeit in Minuten	0,62				
	Element: S-SV1		Zeit mit Verteilzeit in Minuten	0,71				
Beginn:	Kommissionierwagen steht bereit							
Inhalt:	Schraube aus Schütte und auf Wagen Scheibe aus Schütte und auf Schraube geben Scheibe aus Schütte und auf Wagen Schraube am Rahmen ablegen oder platzieren Schrauben mit Druckluftwerkzeug verschrauben							
Ende:	Schraubverbindung montiert							
Nr.	Element	Typ	Anzahl	Häufigkeit	Sort	Beschreibung	Minuten/Einheit	Gesamtzeit
	S-ZSL		1	0,20		Fertigungsunterlagen sichten Zeichnung und Stückliste lesen	0,29	0,06
						Kommissionieren		
	AA3		1	1,00		1 Stück Schrauben auf Wagen	0,03	0,03
	AA3		1	2,00		2x1 Scheiben auf Wagen	0,03	0,06
	AA3		1	1,00		1 Stück Mutter auf Wagen	0,03	0,03
						Vormontieren		
	AA3		1	1,00		Schraube aufnehmen	0,03	0,03
	AB3		1	1,00		Scheibe auf Schraube platzieren	0,05	0,05
	PB3		1	1,00		Schraubverbindung im Arbeitsbereich ablegen	0,03	0,03
						Schraubverbindung mit Druckluftwerkzeug		
	A-SBD		1	1,00		Schraubverbindung verschrauben	0,13	0,13
	A-SZB		1	1,00		Zusatzteil Scheibe montieren	0,05	0,05
	A-SGA		1	1,00		2. Schraubteil mit Werkzeug	0,08	0,08
						Wege		
	S-WKZ		1	0,20		Weg zum Kanban und zurück	0,30	0,06

Abbildung 29: Analyse Schraubenverbindung

Abbildung 29 zeigt eine Schraubenverbindung-Analyse im Detail. Die Analyse ist durch einen definierten Startpunkt und Endpunkt abgegrenzt. Die zu verrichtenden Tätigkeiten sind durch eine Kurzbeschreibung definiert und dienen der Hilfestellung für das Analysieren. So kann der Arbeitsvorbereiter aus der Analyse entnehmen welches Werkzeug benötigt wird und welche Arbeit verrichtet werden muss. Die Analyse gliedert sich in drei Bereiche. Zuerst werden Zeichnungen und Stücklisten gelesen. Für das Lesen einer Stückliste wurde wiederum ein standardisierter Baustein gebildet. Die zugewiesene Zeit entspricht nicht der gesamten dafür vorgesehenen Zeit, da die Zeit mittels Häufigkeit angerechnet werden kann. Die Häufigkeit spiegelt dabei den Aufwand, der für die Verrichtung der Tätigkeit notwendig ist, wieder. Danach werden die benötigten Teile kommissioniert und darauf folgend miteinander verschraubt. Um die Analyse zu vervollständigen, werden Wege-Zeiten mittels eines standardisierten Bausteins berücksichtigt. Dieser Aufbau ist aus einer Vielzahl von Versuchen entstanden, so wurden am Anfang der Bausteinstandardisierung auch diverse andere Tätigkeiten mit einbezogen. Doch durch Trennung der Haupttätigkeiten von unterschiedlichen Nebentätigkeiten wie Fetten, Schmierem, Drehmoment aufbringen, Kleben bzw. die Berücksichtigung der Zugänglichkeit, wurden die daraus resultierenden Unmengen an Einflussfaktoren aus den Bausteinen entfernt. Folglich ist die Standardisierung der Bausteine gewährleistet. Für diese Tätigkeiten, aber auch für andere Schraubenverbindungen mit z.B. Sackloch oder die Verwendung von mehreren

Beilagen wurden eigene Datenbausteine gebildet. Somit können die unterschiedlichen Tätigkeiten auf die Bausteine keinen Einfluss nehmen und diese Bausteine können dann überall angewendet werden.

3.4.2 Beispielbaustein KRAN

Bei den Überlegungen zur Standardisierung der Bausteine sollten stets sämtliche Randbedingungen und Faktoren berücksichtigt werden, da diese die Vorgabezeit wesentlich beeinträchtigen können. Beim Manipulieren von Gegenständen ist dabei zu beachten, welches Gewicht und welche Länge das entsprechend zu manipulierende Objekt hat. Dabei entspricht die Gewichtsgrenze von 22 kg, beim Manipulieren mit der Hand, den empfohlenen Werten der MTM Vereinigung.

Des Weiteren wurden für die Kranzeiten die am Standort im Einsatz befindlichen unterschiedlichsten Kräne aufgenommen und evaluiert. Zwar gibt es für jeden Kran eine von MTM ermittelte Sollzeit für sämtliche Krantätigkeiten, doch um eine Vielzahl an unterschiedlichsten Zeiten zu vermeiden, wurde daraus ein Einheitswert gebildet. Dieser berücksichtigt keine diversen Tätigkeiten rund um den Kran. Sowohl die Beschaffenheit der Kranhilfsmittel von Ketten oder Hebeschlaufen, als auch die Kranwartezeiten – warten bist der Kran wieder zur Verfügung steht, da er von einem anderen Mitarbeiter genutzt wird – sind in eigenen Zeitbausteinen abgebildet. Um die Krannutzungszeit zu bestimmen, müssen nun die Bausteine der Hilfstätigkeiten und einheitlichen Kranbedienzeiten summiert werden.

Die Unterteilung der standardisierten Kranbausteine gliedert sich in Bausteine für Deckenkran von 5 - 15 Tonnen, Kräne bis 1000 kg und Kräne bis 4000 kg. Des Weiteren gibt es Bausteine für sämtliche Tätigkeiten, um den Kran zu bedienen sowie das Holen diverser notwendiger Teile wie Anschlagmittel, um mit dem Kran Teile zu manipulieren (siehe Abbildung 30, Unterteilung Kran).

Manipulieren				
Beschreibung		Minuten	Code	Weitere
	Bauteil <22kg kommissionieren und platzieren 10m	0,44	S-BAP	
	Kranbahn bis 1000 kg kein Anschlagmittel und kein anhängen inkludiert	1,15	S-KB1	
		0,86		W
	Kranbahn bis 4000 kg	2,18	S-KB4	
		1,94		W
	Kranbahn bis 5000 - 15000 kg Anschlagmittel und das einhängen des Bauteils sind extra zu	2,99	S-KB5	
		2,76		W
	einen Haken ein- und wieder aushängen	0,25	S-HEA	
	Werkstück mit Schlupf - holen/verstauen u. an/aushängen	0,66	S-BSAA	
		0,47		W
	Anschlagmittel holen und am Kran einhängen Hebebehelfe für Bremsen, Luftfedern; usw.	0,67	S-ASM	
	Anschlagmittel Kette - holen/verstauen u. ein/aushängen	0,79	S-WMDP	
	Fahrmotor manipulieren bis 1000 kg	5,63	S-MM1	
	Rahmen von A nach B	7,51	S-RMP	
	Treibradsatz am AAS positionieren	5,76	S-MTR1	
	Laufradsatz am AAS positionieren	4,94	S-MLR1	
	Hebebühne 1m auf oder ab bewegen	1,03	S-HAA	
Ergänzungswert				
	Ergänzungswert Schraube Schwer zugänglich	0,14	S-EHS	
	Schraube anziehen zweiter Mann	0,40	S-SA2M	

Abbildung 30: Datenkarte Manipulieren

Um die Vorgehensweise bei seiner Erstellung genauer darstellen zu können, soll ein Kranbaustein im Detail (Abbildung 31) beschrieben werden und dadurch aufgezeigt werden, welche Inhalte in diesem Baustein enthalten sind und welche Besonderheiten dieser hat.

Bezeichnung:	Kranbahn bis 1000 kg kein Anschlagmittel und kein anhängen inkludiert				Zeit ohne Verteilzeit in Minuten	1,15		
	Element:	S-KB1			Zeit mit Verteilzeit in Minuten	1,32		
Beginn:	Bei Werkbank							
Inhalt:	das bewegen des Kranes zum Werkstück das Bewegen des Werkstücks zur Einbauposition ungefähres platzieren							
Ende:	Bei Werkbank							
Nr.	Element	Typ	Anzahl	Häufigkeit	Sort	Beschreibung	Minuten/Einheit	Gesamtzeit
	KA		5	1,00		zum Kran gehen 5m	0,02	0,08
	KA		8	1,50		Kran zum Bauteil ziehen 5m (erschwerter Schritt)	0,02	0,18
						Anschlagmittel und das einhängen des Bauteils sind extra zu Analysieren		
	PTSEC		16	1,00		Hacken absenken ~ 2 m	0,02	0,27
	PTSEC		14	1,00		heben oder senken ~ 1 m	0,02	0,24
	KA		5	1,50		Werkstück am Fahrwerk ungefähr platzieren 5m (erschwerter Schritt)	0,02	0,11
	PTSEC		14	1,00		heben oder senken ~ 0,5m (langsam)	0,02	0,24
	PA5		1	1,00		ungefähres platzieren	0,04	0,04

Abbildung 31: Datenkarte Kranbahn

Auch bei diesem Baustein sind der Anfangspunkt und Endpunkt genau definiert und die Tätigkeiten in einer Beschreibung festgelegt. Die in der Analyse verwendeten Prozesszeiten (PTSEC), z.B. für Heben und Senken, wurden durch Zeitaufnahmen eruiert.

Praktische Absicherung der Zeitbausteine

Um die theoretisch erstellten Zeitbausteine auf ihre praktische Richtigkeit zu überprüfen, wurde eine Art Feldversuch durchgeführt. Dafür wurden in der ersten Phase die Arbeitsschritte eines Arbeitsgangs mit Hilfe von Stücklisten und Zeichnungen festgelegt. Im nächsten Schritt wurde eine Videoaufnahme der Tätigkeit durchgeführt (nach Rücksprache mit dem Arbeiterbetriebsrat, der Werksleitung und dem ausführenden Mitarbeiter). Hauptaugenmerk dieser Videoanalyse war es, die Arbeitsumgebung, den Arbeitsablauf, den Schwierigkeitsgrad, verwendete Werkzeuge, bzw. verwendete Spezialwerkzeuge zu erfassen. Gleichzeitig wurde eine Zeitstudie direkt am Arbeitsplatz mit einer parallelen Dokumentation der tatsächlich verrichteten Arbeitsschritte und Arbeitsfolgen durchgeführt. Mit dieser Summe an Informationen konnte dann eine Gegenüberstellung der einzelnen Methoden durchgeführt werden. Zum einen wurden mehreren Mitarbeitern der Abteilung Production Engineering die theoretisch festgelegten Arbeitsschritte zum Analysieren mit der PHS Datenkarte bzw. mit der neu konzipierten Datenkarte vorgelegt, damit diese die Ergebnisse anhand der PHS Datenkarte bzw. der neu konzipierten Datenkarte analysieren. Zum anderen wurde dieselbe Aufgabe anhand des Filmmaterials an die Mitarbeiter ausgehändigt, um die daraus gewonnenen Ergebnisse ebenso durch die Datenkarte zu analysieren. Dabei wurde sofort ersichtlich, dass die mit der PHS Datenkarte erstellten Analysen keine einheitlichen Zeiten produzierten. Darüber hinaus war es mit der alten Datenkarte nicht möglich, sämtliche Arbeitsschritte (Montage einer Verrohrung mit zwei Klemmhälftenpaare) vollständig abbilden zu können. Unter der Berücksichtigung einer gewissen Ungenauigkeit wurden mit der neuen Datenkarte nahezu idente Zeiten errechnet. Damit wurde der Faktor Mensch und seine Fehleranfälligkeit als Einflussgröße minimiert und es entstehen reproduzierbare, nachvollziehbare und keine

redundanten Zeiten. Aus dieser Studie wurde ein weiterer positiver Effekt ersichtlich. Sowohl die Analysiergeschwindigkeit als auch die Qualität der Analyse bei der Verwendung der neuen Datenkarte konnten gesteigert werden. Dies bestätigt, dass durch die piktografische Darstellung sowie durch die übersichtliche Strukturierung und Einteilung der Bausteine das Analysieren von Arbeitsprozessen erleichtert wird.

BG Datenkarte Standardvorgänge

Durch die Evaluierung von mehreren Fahrwerken sind die am häufigsten wiederkehrenden Tätigkeiten sowie ihre Erweiterungen zusammengefasst und mit Siemens Codes versehen worden. Daraus entstand die BG Datenkarte Standardvorgänge, die nun als Unterlage für die Analyse Anwendung findet.

Diese Datenkarte zeichnet sich durch standardisierte Zeitbausteine, standardisierte Analysezeiten, abteilungsunabhängige Daten, einen verständlichen Aufbau der Hintergrundanalyse sowie wenige fertigungsähnliche Bausteine aus. Abbildung 32 zeigt einen Ausschnitt der BG Datenkarten, die vollständige Datenkarte ist in dem Anhang ersichtlich.

Anziehen mit Drehmoment					Rohrverlegung				
Beschreibung	Minuten	Code		Einflussgröße	Beschreibung	Minuten	Code	Einflussgröße	
		erste	weitere					1	2
Schraube abknacksen bis M20 weiteres abknacksen Code "S-SA1" mit Endung "W"	1,37	S-SA1	W	1	Stützen Lohngröße Anzahl der Rohrverschraubung	1,01	S-RV	1	7
Schraube abknacksen ab M20 weiteres abknacksen Code "S-SA2" mit Endung "W"	0,20	S-SA2	W	2	Schottstützen mit einer Rohrverschraubung	1,74	S-RVD	2	
Schraube abknacksen mit Gegenschlüssel bis M20 weiteres abknacksen Code "S-SA3" mit Endung "W"	1,39	S-SA3	W	3	Schottstützen mit Beilagen Schlaggröße Anzahl der Rohrverschraubung	2,57	S-RVD	3	
Schraube abknacksen ab M20 weiteres abknacksen Code "S-SA4" mit Endung "W"	0,37	S-SA4	W	4	Schwenkverschraubung Kommissionieren montieren	2,06	S-SCV	4	
H Schraube abknacksen bis M20 weiteres abknacksen Code "S-SA5" mit Endung "W"	1,32	S-SA5	W	5	Einschraubstützen montieren	2,19	S-ESV	5	
H Schraube abknacksen ab M20 weiteres abknacksen Code "S-SA6" mit Endung "W"	0,41	S-SA6	W	6	Bremsschlauch montieren mit 1x gegenhalten, festziehen und abzeichnen	2,85	S-BM	6	
H Schraube abknacksen mit Gegenschlüssel bis M20 weiteres abknacksen Code "S-SA7" mit Endung "W"	1,34	S-SA7	W	7	Rohrmontage Lohngröße Anzahl der Klemmhälftenpaare bzw. Schellen	1,01	S-RM	7	
H Schraube abknacksen ab M20 weiteres abknacksen Code "S-SA8" mit Endung "W"	0,43	S-SA8	W	8	Richten mit Hammer oder Montierisen	1,24	S-RRME	8	
Ergänzungswert Drehmoment H Verschraubung	2,56	S-SA5		9	Zuschlag Rohrmontage Hängend pro Klemmhälftenpaar	1,47	S-ZRMH	9	
	2,58	S-SA6							
	2,61	S-SA7							
	2,68	S-SA8							
	1,25	S-EHH							
Behandeln					Werkzeuge				
Beschreibung	Minuten	Code		Einflussgröße	Beschreibung	Minuten	Code	Einflussgröße	
		erste	weitere					1	2
Schraube fetten ohne Kopf weiteres fetten Code "S-SSOK" mit Endung "W"	0,11	S-SSOK	W	1	Vorbereiten von Luftdruck Werkzeugen Bereich 10m ohne Werkzeugaufsatz und verstauen	0,91	S-VLW	1	
Schraube fetten mit Kopf weiteres fetten Code "S-SSMK" mit Endung "W"	0,08	S-SSMK	W	2	Aufsatz auf Luftdruckwerkzeug aufstecken und abnehmen Bereich 2m	0,23	S-ALA	2	
Schraube reinigen und kleben weiteres reinigen u. kleben Code "S-SRR" mit Endung "W"	0,16	S-SRR	W	3	Werkzeug in Bohrfutter ein- und ausspannen	0,97	S-ALS	3	
Schraube abzeichnen mit Spritze weiteres abzeichnen Code "S-SAS" mit Endung "W"	0,13	S-SAS	W	4	Luftdruckwerkzeug wechseln (ohne Aufsatz aufstecken) Bereich 2m	0,34	S-LW	4	
Lackieren um Schraubverbindung weiteres lackieren Code "S-SVN" mit Endung "W"	0,75	S-SVN	W	5	Werkzeug holen und wegräumen für bis zu 3 versch. Werkzeuge	0,79	S-WHW3	5	
überflüssiges Schmiermittel entfernen weiteres reinigen Code "S-SR" mit Endung "W"	0,31	S-SR	W	6					
Schraubverbindung Tectylieren	0,49	S-SR	W	7					
Lackfinish um Schrauben	0,18	S-SVT	W	8					
Lackieren um Radatzlagerdeckel	0,09	S-SVT	W	9					
erstes Erdungsschild Kleben	0,15	S-LFS	W	10					
Firmenschild Kleben	1,48	S-LRD	W	11					
Beschriftung Groß	1,44	S-ESK	W	12					
Beschriftung Klein	0,87	S-FSK	W	13					
Fläche Blank schleifen	4,19	S-FSK	W	14					
Typenschild mit Markengerät nadeln, einzellig	1,76	S-BSG	W	15					
Typenschild mit Markengerät nadeln, zweizellig	1,54	S-BSK	W	16					
erstes Gewinde nachschneiden mit Maschine bis M25 weitere Gewinde mit S-GNSMW	0,26	S-FBS	W	17					
erstes Gewinde nachschneiden mit Maschine bis M25 weitere Gewinde mit S-GNSMW	1,54	S-TSNZ1	W	18					
Lack vorbereiten	1,95	S-TSNZ2	W	19					
	1,40	S-GNSW	W	20					
	0,72	S-GNSW	W	21					
	2,41	S-GNSM	W	22					
	0,19	S-GNSM	W	23					
	0,45	S-LAV	W	24					
Schraubverbindungen Kommissionieren Montieren					Manipulieren				
Beschreibung	Minuten	Code		Einflussgröße	Beschreibung	Minuten	Code	Einflussgröße	
		erste	weitere					1	2
1 Schraubverbindingssatz (1 Schraube, 2x1 Scheiben, 1 Mutter)	0,62	S-SV1	X	1	Bauteil <22kg kommissionieren und platzieren 10m	0,44	S-BAP	1	
1 Schraubverbindingssatz (1 Schraube, 1 Scheiben)	0,41	S-SV2	X	2	Kranbahn bis 1000 kg kein Anschlagmittel und kein anhängen inkludiert	1,15	S-KB1	2	W
1 Schraubverbindingssatz (1 Schraube, 1 Scheiben, 1 Dehnhülse)	0,52	S-SV3	X	3	Kranbahn bis 4000 kg	0,96	S-KB2	3	
1 Schraubverbindingssatz (1 Schraube, 2 Scheiben)	0,47	S-SV4	X	4	Kranbahn bis 5000 - 15000 kg Anschlagmittel und das einhängen des Bauteils sind extra zu	2,18	S-KB4	4	W
1 Schraubverbindingssatz (1 Schraube)	0,28	S-SV7	X	5	einen Haken ein- und wieder auszuhängen	1,94	S-KB5	5	W
1 Schraubverbindingssatz (1 Schraube, 1 Scheiben, 1 Mutter)	0,50	S-SV8	X	6	einem Haken ein- und wieder auszuhängen	2,99	S-KB5	6	W
1 Schraubverbindingssatz (1 Schraube, 2x1 Scheiben, 1x Dehnhülse, 1 Mutter)	0,70	S-SV9	X	7	Werkstück mit Schlupf - holen/verstauen u. anhängen	0,25	S-HEA	7	
1 Schraubverbindingssatz (1 Schraube, 4x2 Teilerscheiben, 1 Beilage, 1 Mutter)	1,08	S-SV5	X	8	Anschlagmittel holen und am Kran einhängen Hebebefehle für Bremsen, Luftfedern, usw.	0,66	S-BSAA	8	W
1 Schraubverbindingssatz 3 Teilig für Bremsscheibenmontage	0,53	S-SV6	X	9	Hebebefehle für Bremsen, Luftfedern, usw.	0,47	S-BSAA	9	W
				10	Anschlagmittel Kette - holen/verstauen u. einhängen	0,67	S-ASM	10	
				11	Fahrmotor manipulieren bis 1000 kg	0,79	S-WMDP	11	
				12	Rahmen von A nach B	5,63	S-MM1	12	
				13	Treibradsatz am AAS positionieren	7,51	S-RMP	13	
				14	Laufbandsatz am AAS positionieren	5,76	S-MTR1	14	
				15	Hebebohle 1m auf oder ab bewegen	4,94	S-MLR1	15	
				16	Hebebohle 1m auf oder ab bewegen	1,03	S-HAA	16	
Ergänzungswert					Ergänzungswert				
				17	Ergänzungswert Schraube schwer zugänglich	0,14	S-EHS	17	
				18	Schraube anziehen zweiter Mann	0,40	S-SAZM	18	

Abbildung 32: Datenkarte Grundvorgänge

3.5 Standardisierung der Zeitbausteine zu Produktfamilien

Um die Arbeit mit diesen in der Ebene B befindlichen Bausteinen weiter zu vereinfachen, wurden übergeordnete Bausteine zu Produktfamilien zusammengelegt. Diese befinden sich in der Ebene C der neuen Datenkarte Baugruppe.

Diese Baugruppenbausteine unterscheiden sich von den Bausteinen der Ebene B insofern, dass sie zu Produktfamilien zusammengefasst wurden. Bei der Anlage von Produktfamilien wurde darauf geachtet, dass alle möglichen Varianten durch Bausteine abgebildet sind. Dadurch ist gewährleistet, dass keine projektspezifischen Produktbausteine angelegt werden müssen. Das soll den Vorteil haben, dass es zu

keinem Wildwuchs an Bausteinen kommt, außerdem wird die Möglichkeit einer Manipulation durch Änderung diverser Bausteinparameter ausgeschlossen.

Mit den Produktfamilien-Bausteinen hat man neue Baugruppenbausteine gebildet, die wiederum in ihrer Komplexität so einfach gehalten sind, dass sie auch auf andere Projekte angewendet werden können. Im Anhang sind die Baugruppen „Radsatzlager Anbauten“ und „Dämpfer“ ersichtlich, sie stellen den Umfang der zu bearbeiteten Bausteine dar.

Anhand des Baugruppenbeispiels „Bremse“ werden jene, in dieser Ebene befindlichen, Bausteine nun näher dargestellt und erklärt.

3.5.1 Beispiel Baugruppe Bremse

Die Bremsen werden als Gesamteinheit von Unterlieferanten geliefert und bestehen aus der Bremseinheit und den Bremsbelägen. Es gibt drei verschiedene Bremsenausführungen, die sich in der Montagetätigkeit unterscheiden. Für jede dieser unterschiedlichen Montagen und für die Montage der Bremsbeläge wurden eigene Produktbausteine angelegt (siehe Abbildung 33).

Es gibt bei jeder Bremsenart eine zusätzliche Unterteilung, diese orientiert sich an der Anzahl der an einem Fahrwerk zu montierenden Bremsen, da bei weiteren Bremsenmontagen das Rüsten entfällt.

Bremsen	Beschreibung	Code	Minuten
	Erste Bremse mont. m. S-SV4	S-VBP	13,10
	weitere Bremse mont. m. S-SV4	S-VBPW	8,18
	Erste Bremse mont. m. S-SV1	S-VBP1	13,99
	weitere Bremse mont. m. S-SV1	S-VBP1W	9,02
	Montage der ersten Hängelaschenbremse	S-HLBP	20,98
	Montage weiterer Hängelaschenbremsen	S-HLBPW	11,20
	Bremsbeläge montieren	S-BBM	1,06
	Bremsbelag montieren	S-BBM1	0,61

Abbildung 33: Unterteilung Bremsen

3.5.2 Detailaufbau Bremse S-VBP

Die Montagetätigkeiten der Bremse beinhalten umfangreiche Arbeiten. So muss im ersten Schritt die Stückliste gelesen werden und danach die zu montierenden Bremsen kommissioniert werden. Danach wird die Bremse, welche sich bereits im Arbeitsbereich befindet, in die Einbauposition gehoben. Dies erfolgt mittels eines Krans, dieser Baustein wurde wie vorhin bereits erklärt, neu ermittelt. Bevor mit der eigentlichen Montage begonnen werden kann, müssen gewisse Vorarbeiten wie Bremse öffnen und bei Bedarf Manipulationsmaßnahmen durchgeführt werden. Für die eigentlichen Schraubtätigkeiten müssen die Schrauben entsprechend der Stückliste kommissioniert und zusammengesetzt werden und danach kann das Drehmoment mittels eines Werkzeugs aufgebracht werden. Sämtliche für diesen Montageprozess notwendige Wege befinden sich an unterster Position dieser Analyse und sind MTM Standardwerte, welche durch den Häufigkeitsfaktor entsprechend der Tätigkeit angepasst wurden. Abbildung 34 zeigt den Aufbau einer Bremsenmontage im Detail und die daraus resultierende Gesamtzeit mit persönlicher und sachlicher Verteilzeit.

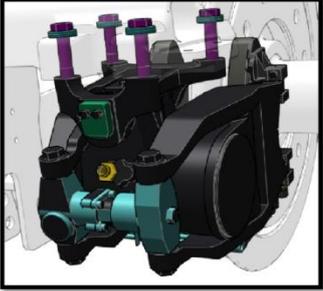
Bezeichnung:	Erste Bremse mont. m. S-SV4		Zeit ohne Verteilzeit in Minuten	13,10				
	Element:	S-VBP	Zeit mit Verteilzeit in Minuten	15,06				
Beginn:	Am Arbeitsplatz							
Inhalt:	Das ein- und aushängen des Anschlagmittels Vorbereitungstätigkeiten wie hölzer entfernen, Bremsen auseinander schrauben Positionieren der Bremse am Rahmen Schraubverbindung mit Schraube und je 2x Scheibe Kommissionieren und montieren Drehmoment aufbringen und abzeichnen !!Achtung!! Schraubverbindungsart Schmiermittel oder Klebstoff und das einschrauben des Schlauchanschlusses sind nicht enthalten!							
Ende:	Schraubverbindung montiert							
Nr.	Element	Typ	Anzahl	Häufigkeit	Sort	Beschreibung	Minuten/Einheit	Gesamtzeit
	S-ZSL		1	1,00		Fertigungsunterlagen sichten		
	S-ZSL		1	1,00		Zeichnung Stückliste Vorbereiten und verstauen	0,29	0,29
	S-ZSL		1	1,00		Zeichnung Stückliste lesen	0,29	0,29
	A-TAAB		2	1,00		Kommissionieren		
	A-TAAB		2	1,00		Bremsen mit Transportvorrichtung in Arbeitsbereich bringen u	0,11	0,23
	S-KB1		1	1,00		Hebetätigkeit		
	S-KB1		1	1,00		Kran in Arbeitsbereich bringen	1,15	1,15
	S-ASM		1	1,00		Hebebehelf holen ein- aushängen am Kran und zurück	0,67	0,67
	S-HEA		1	1,00		Bremse ein- und aushängen	0,25	0,25
	PB3		1	1,00		weiteres platzieren des Anschlagmittels	0,03	0,03
	S-KB1W		1	1,00		Bremse am Rahmen platzieren	0,86	0,86
	HB4		1	1,00		Vorbereitungstätigkeiten		
	HB4		1	1,00		Öffnen der Bremse	0,10	0,10
	ZB		1	10,00		Umsetzen für das öffnen	0,01	0,12
	S-WHW3		1	1,00		Werkzeuge		
	S-WHW3		1	1,00		Werkzeuge vorbereiten und verstauen	0,79	0,79
	S-VLW		1	1,00		Druckluftwerkzeug vorbereiten und verstauen	0,91	0,91
	S-ALA		2	1,00		Steckschlüssel aufstecken/abnehmen	0,23	0,46
	S-SV4		4	1,00		Schraubverbindung Kommissionieren/Montieren		
	S-SV4		4	1,00		Schraubverbindungen Kommissionieren/Montieren	0,47	1,87
	S-SSMK		1	1,00		Erste Schraube mit Stabtags	0,16	0,16
	S-SSMKW		3	1,00		weitere Schrauben mit Stabtags	0,13	0,38
	S-SA6		1	1,00		Drehmoment aufbringen und abzeichnen		
	S-SA6		1	1,00		erste Schraube mit Drehmoment	2,58	2,58
	S-SA2W		3	1,00		weitere Schraube mit Drehmoment	0,37	1,12
	S-SAS		1	1,00		erste Schraube abzeichnen mit Spritze	0,35	0,35
	S-SASW		3	1,00		weitere Schrauben abzeichnen mit Spritze	0,14	0,43
	KA		5	1,00		Wege		
	KA		5	1,00		Wege	0,02	0,08

Abbildung 34: Detailanalyse Bremse S-VBP

3.6 Standardisierung der Analysezeiten

Um eine einheitliche Vorgabezeit zu gewährleisten, d.h. unbeeinflussbar vom Arbeitsvorbereiter, musste der Planungsablauf neu definiert werden.

Hierfür wurde die Arbeits- und Zeitplanung einer Baugruppe auf Basis einer angepassten und logischen Fertigungsreihenfolge ausgerichtet.

Im ersten Schritt wurden Überlegungen gemacht, welche Arbeitsgänge und Arbeitsplätze für die Analyse einer Montagebaugruppe benötigt werden. Hierfür hat sich eine zusätzliche Excel-Liste als sehr vorteilhaft erwiesen, da ein Überblick über die einzelnen Tätigkeiten behalten werden kann. Diese Liste kann dann mittels einer entsprechenden Drag & Drop Funktion ins Zeitdatenmanagementsystem CAPP Knowledge (siehe Kapitel 4) übertragen werden und spiegelt die Analyse des Vorgangs wieder. Diese Analyse ist mit MTM Grund- und Standardvorgängen sowie den neu konzipierten Bausteinen der Ebene B und C (Siemens Datenkarte BG) aufgebaut. Abbildung 35 zeigt die in das CAPP Knowledge übertragenen Excel-Listen und die Hintergrunddaten – im Detail einen Siemensbaustein.

The image shows two screenshots from the CAPP Knowledge software. The top screenshot is a table listing tasks with columns for ID, description, and time. The bottom screenshot shows the 'Strukturdaten zum Element' (Structure data for element) for a specific task, listing sub-tasks with their types, quantities, and descriptions.

ID	Description	Time
A2V00002264856	Link Antrieb, Anbau	155,42
58170OB	A2V00002264856 1 Link Fahrmotorbuchsen einpressen	T-GRZ-48-M-02-67-000 25,49
58170OB	A2V00002264856 2 Link Fahrmotor Montage	T-GRZ-48-M-02-67-010 55,44
58170OAU	A2V00002264856 3 Link Fahrmotor Montage Aufsetzstand	T-GRZ-48-M-02-67-020 24,92
58170ODF	A2V00002264856 4 Link Kupplung Montage	T-GRZ-48-M-02-67-030 31,37
58170OLF	A2V00002264856 5 Link Lackfinish Antrieb Anbau	T-GRZ-48-M-02-95-320 5,11
58170OLF	A2V00002264856 6 Link Lackfinish Antrieb Anbau Tectyl	T-GRZ-48-M-02-95-330 13,08

Pos.	Elementname	Typ	Anz.	Häufigkeit	Sortierbegriff	Kurzbeschreibung
0010	.	G			DOMINI-ELEMENT	
0020	S-ZSL	MEX	1	1,0000		Fertigungsunterlagen vorbereiten, verstauen und ...
0030	.	G			DOMINI-ELEMENT	
0040	MEX-AA3	G	1	1,0000		Zeichnung und Stückliste lesen
0050	MEX-AA3	G	1	2,0000		Kommissionieren
0060	MEX-AA3	G	1	1,0000		1 Stück Schrauben auf Wagen
0070	.	G			DOMINI-ELEMENT	
0080	A-SBD	MEX	1	1,0000		1 Stück Mutter auf Wagen
0090	A-SZS	MEX	1	1,0000		Schraubverbindung verschrauben
0100	A-SB	MEX	1	1,0000		Zusätzlich Scheibe montieren
0110	.	G			DOMINI-ELEMENT	
0120	S-NRZ	MEX	1	0,2000		Weg zum Kanban und zurück

Abbildung 35: Arbeitsplan im CAPP Knowledge

Für die logische Fertigungsreihenfolge für die Arbeits- und Zeitplanung einer Baugruppe wurden in der ersten Phase anhand der vorherrschenden Arbeitsplätze die Tätigkeiten definiert. Mit den Daten aus dem Engineering, z.B. den Zeichnungen und den Stücklisten werden die Fertigungsschritte geplant und den Arbeitsplätzen zugeordnet. Dabei wurden die Gegebenheiten, die bei den Arbeitsplätzen herrschen,

aufgenommen bzw. neu definiert und im Fertigungsablauf berücksichtigt. In der zweiten Phase erfolgte die Ermittlung der Vorgabezeit anhand der neu definierten Fertigungsreihenfolge. Die Analyse beinhaltet dabei sämtliche Arbeitsplätze und Technologien die für die Durchführung der Arbeit notwendig sind. Abbildung 36 soll eine Veranschaulichung des neuen Planungsstandards darstellen. Damit ist auch der Übergang von dem werksneutralen Konstruktionsprozess zum Fertigungsprozess mit den benötigten Daten und Arbeitsplätzen ersichtlich.

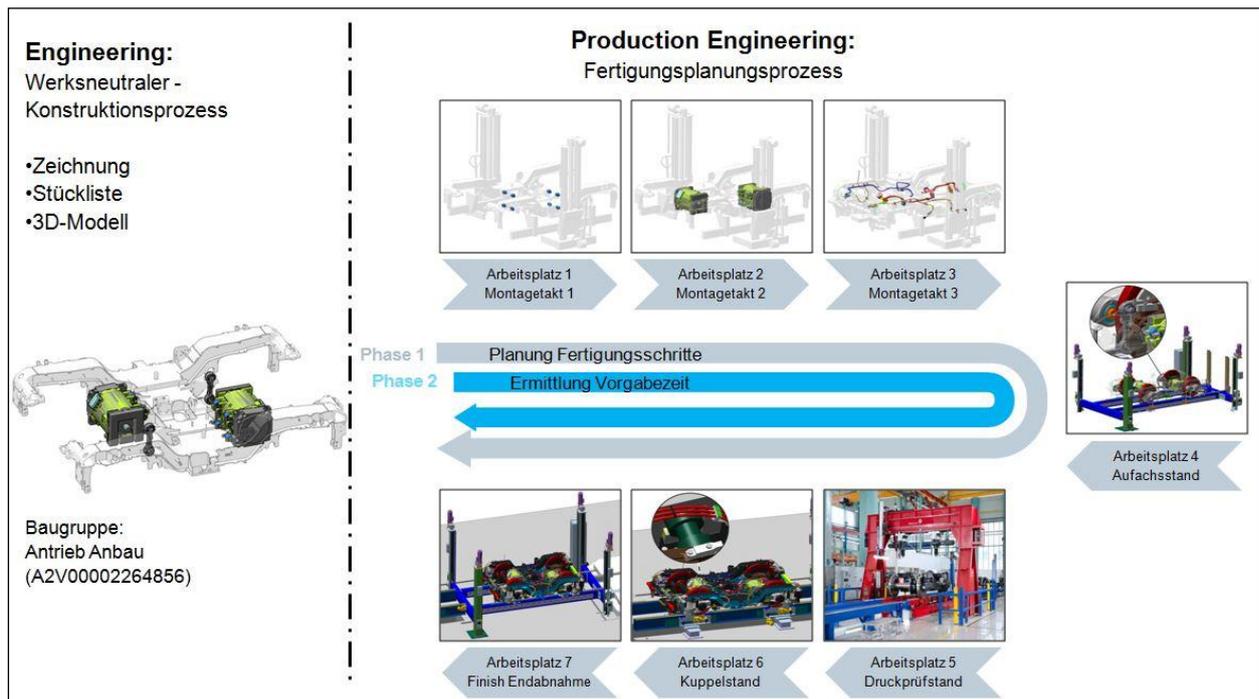


Abbildung 36: Neuer Planungsstandard

Die Baugruppen werden arbeitsplatzbezogen in Vor- und Untervorgänge aufgeteilt und analysiert.

Im CAPP Knowledge sieht man die Nomenklatur dieses Montageschrittes und die Gesamtzeit. Hier sieht man nun auch deutlich, welche Informationen sich hinter einem fertigen Baustein der Siemens Datenkarte befinden.

Gliederung einer Analyse:

- Zeichnung und Stückliste lesen
- Kommissionieren (falls benötigt)
- Montieren
- Aufbringen definierter Drehmomente (falls benötigt)
- Wege
- Werkzeuge vorbereiten und verstauen (falls benötigt)



Abbildung 38: Analyse Neu

3.7 Codierung der Analyse

Um die einzelnen Analysen für deren Verwendung schnellstmöglich im CAPP Knowledge zuordnen zu können ist ein entsprechender Code definiert worden. Der Code setzt sich aus 14 Stellen zusammen.

Die erste Stelle bezieht sich auf die entsprechende Stufe für die Analyse. Dadurch kann man hier zwischen Arbeitsvorgang, Teilvorgang, Baugruppen und Kalkulation auswählen. Die zweite Stelle bezeichnet das Werk in dem die Analyse durchgeführt wurde. So hat man die Möglichkeit zu sehen, welche Zeiten in Sacramento, Jekaterinburg oder Aurangabad ermittelt wurden. In der dritten Stufe kann die entsprechende Fahrwerksplattform ausgewählt werden. Die vierte Kategorie beinhaltet die Bereiche entlang der Wertstromkette in den einzelnen Werken, wobei Graz als Referenzunternehmen dient. Als Nächstes ist die verwendete Technologie zu wählen und die zu bearbeitende Baugruppe. Als letzter Punkt ist eine dreistellige Zahlenkombination vorgesehen, welche die Möglichkeit offenlässt, mehrere verschiedene Varianten mit fortlaufender Nummerierung zu erstellen und zu verwalten. Abbildung 39 zeigt einen Ausschnitt des Codes und dessen Aufbau, die gesamte Liste ist im Anhang ersichtlich.

Code	Stufe	- Code	Werk	- Code	Plattform	- Code	Bereich	- Code	Technologie	- Code	Gegenstand	- fortlaufende Nummerierung
K	Kalkulation	GRZ	Graz	01	SF 1	S	Stahlbau	01	Fügen	01	DG-Rahmen	
B	Baugruppen	SII	Sacramento	02	SF 2	Z	Zerspanende	02	Montieren	02	DG-Rahmen, vollst.	
A	Arbeitsvorgang	JEK	Jekaterinburg	03	SF 2 B	O	Oberfläche	03	Lackieren	03	DG-Rahmen mit Anschweisstelle	
T	Teilvorgang	AUR	Aurangabad	04	SF 3	R	RASMO	04	Sandstrahlen	04	DG-Rahmen Rohbau	
S	Sonstiges			05	SF 3 B	M	Montage	05	Prüfen	05	Langtraeger	
				06	SF 4	L	Logistik	06	Messen	06	Quertraeger	
				07	SF 4 B	Q	QA	07	Pressen	07	Kopftraeger	
				08	SF 4 US	S	Sonstige	08	Vorbereiten	08	Achslagertraeger	
				09	SF 4 US DE	A	Lehrwerkstätte	09	Schweißen	09	Motortraeger	
				10	SF 6			10	Dichten	10	Traverse	
				11	SF 6 S			11	Kleben	11	Integralbehälter	
				12	SF 6 B			12	Fäsen	12	Rollkranztraeger	
				13	SF 7			13	Drehen	13	Konsole	
				14	SF 8			14	Roboter	14	Halter	
				15	SF 30			15	Markieren	15	Antennenträger	
				16	SF 30plus			16	Richten	16	Träger	
				17	SF 30plus S100			17	Wärmen	17	Montagekomponenten	
				18	SF 35			18	Schleifen	18		
				19	SF 35 Gost			19	Trennen	19		
				20	SF 40			20	Reinigen	20		
				21	SF 45			21	Füllen	21		
				22	SF 70			22	Klemmen	22		
				23	SF 90			23	Peenen	23		
				24	SF 100			24	Manipulieren	24		
				25	SF 110			25	Sortieren	25	Drehgestellrahmen vollst., lackiert	
				26	SF 200			26	Kommissionieren	26	Treibradsatz vollst.	
				27	SF 300			27	Auspacken	27	Laufbandsatz vollst.	
				28	SF 400			28	Entsorgen	28	Losradsatz	
				29	SF 1000 HS			29	Transportieren	29	Lageranbauten	
								30	Verzurren	30	Radsatzlagerdeckel o. Belegung Anbau	
								31	Verpacken	31	Gleitschutzgeber Anbau	
										32	Geschwindigkeitsgeber Anbau	
										33	Temperatursensor Anbau	
								98	Kombination	34	Erdungskontakt Anbau	
								99	Sonstiges	35	Radsatzführung Anbau	

Abbildung 39: Codierung der Analysen

Als Beispiel wird nun der CAPP Baugruppenbaustein für eine Montage eines Halters dargestellt.

Analysecode: B-GRZ-01-S-02-14-001

- B Analyse für eine Baugruppe
- GRZ Standort Graz
- 01 Plattform SF1 (Lokomotive)
- S Bereich Stahlbau
- 02 Montieren
- 14 Halter
- 001 Fortlaufende Nummer zur Analyse dieses Bausteins

3.8 Gegenüberstellung Analysen

In diesem Kapitel soll es nun zu einer Gegenüberstellung der beiden Analysier-Systeme, wie es am Standort Graz bisher geschehen ist und wie es in Zukunft gemacht werden soll, kommen. Dafür wird die Montage der Querspielbegrenzung am Fahrwerk

Im Arbeitsplan wurden danach die Zeiten für die Gesamtmontagetätigkeit manuell aufsummiert. Es existierte also nur ein Gesamtarbeitsplan, welcher wiederum aus einzelnen Arbeitsvorgängen bestand. In den Vorgängen waren einzelne Baugruppen enthalten, deren Inhalt wiederum nur als Text hinterlegt war. Die Schwierigkeit war es, die genauen Daten und Einzelheiten dieser Baugruppen nachzuvollziehen, da sie nur als Text hinterlegt waren. Ein negativer Effekt war, dass Änderungen in der tiefsten Bearbeitungsebene keine Auswirkung auf die Zeit hatten, da es keine direkte Verbindung zwischen den einzelnen Analysen gab.

Vorgehensweise Analyse NEU am Beispiel Querspielbegrenzung

Unter der Prämisse die neue Datenkarte zu verwenden und sich an den neuen Planungsstandard zu halten, ist der Aufbau der Analyse Neu, wie in der nachfolgenden Abbildung 41 ersichtlich. Die Analyse besitzt nun für jeden Vorgang einen eigenen Arbeitsplatz und die Arbeitsinhalte sind in detailliertere Untervorgänge gegliedert. Danach erfolgt eine Zuweisung eines CAPP Elements für jeden Untervorgang. Der Arbeitsplan befindet sich jetzt auf Baugruppenebene, nicht wie in der alten Analyse auf Arbeitsplatzebene, und ist dadurch übersichtlicher und einfacher zu handhaben. Weiters existiert eine direkte Verknüpfung von CAPP Knowledge und SAP, was den Änderungsaufwand erheblich minimiert. Hinter jedem Arbeitspaket ist eine detaillierte Analyse vorhanden, die bei einer Änderung automatisch alle Projekte, die diesen Baustein beinhalten, synchronisiert.

The screenshot displays a software interface for process analysis. The top part shows a 'Vorgangsübersicht' (Process Overview) table with columns for work order, work center, step, description, and various time-related fields. The table lists several assembly steps, with 'Querdämpfer Anbau' (Cross-play damper assembly) highlighted in blue. Below the table, there are two detailed analysis windows. The first window, titled 'CAPP Knowledge: Anzeigeanalyse', shows the selected element 'A-GRZ-48-M-02-39-000' and its associated parameters and times. The second window, titled 'CAPP Knowledge Einstellungen Werk Graz', shows the settings for the analysis, including the material 'SF6500 Treibdreigestell 1' and the work center 'S20246202'. The interface is designed to provide a clear view of the assembly process and its associated data.

Vo...	UVrg	Arbeits...	W...	St...	Vorlage...	Beschreibung	L...	F...	Kl...	B...	P...	V...	U...	Basismenge	V...	Personalzeit	EL...
0020		581700B	0021	PF30		Fahrwerksmontage								1,00	ST		MIN
0020	0010	581700B	0021	PF30		Lackierten Rahmen								1,00	ST	25,348	MIN
0020	0020	581700B	0021	PF30		Verrohrung Anbau TDG 1/8 ohne Rohträger								1,00	ST	80,566	MIN
0020	0025	581700B	0021	PF30		Verrohrung Rohträger TDG 1/8								1,00	ST	42,651	MIN
0020	0026	581700B	0021	PF30		Bremsschlauch Montage											
0020	0030	581700B	0021	PF30		Querpuffer Anbau											
0020	0040	581700B	0021	PF30		Längsmittnahme Anbau											
0020	0045	581700B	0021	PF30		Querspielbegrenzung Anbau											
0020	0049	581700B	0021	PF30		Spurkransschmierung Anbau											
0020	0050	581700B	0021	PF30		Bremse Anbau											
0020	0070	581700B	0021	PF30		Antrieb Anbau - Einpressen Buchsen											
0020	0080	581700B	0021	PF30		Antrieb, Anbau											
0020	0090	581700B	0021	PF30		Luftfedergestänge Vormontage											
0020	0100	581700B	0021	PF30		Luftfedersteuerung Anbau											
0020	0110	581700B	0021	PF30		Ueberblasventil, Anbau											
0020	0130	581700B	0021	PF30		Querdämpfer Anbau											
0020	0140	581700B	0021	PF30		Rohrträger Anbau											
0020	0150	581700B	0021	PF30		Kopfkonsole Anbau											
0020	0160	581700B	0021	PF30		Schienenräumer											
0020	0170	581700B	0021	PF30		Indusi Anbau											
0020	0180	581700B	0021	PF30		Radsatzführung Anbau											
0020	0190	581700B	0021	PF30		Sandung Anbau											
0040		581700E	0024	PF30		Kabelverlegung 100176, Anbau											
0040	0010	581700E	0021	PF30		Fahrmotor anschließen und Halter montier											
0040	0020	581700E	0021	PF30		Kabelverlegung Montage											

Abbildung 41: Vorgehensweise Analyse Neu

4 Bewertung des gewählten IT-Planzeitsystems

Um eine einheitliche und übersichtliche Vorgabezeitberechnung sicherzustellen, wurde das Zeitdatenmanagementsystem CAPP Knowledge von der Firma dmc-ortim GmbH am Standort eingeführt. Diese Entscheidung soll nun hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Nutzen in der Masterarbeit hinterfragt werden. Dafür wurde eine Benchmarkanalyse durchgeführt, die den Zweck hat, den Marktführer auf diesem Segment zu identifizieren. Über eine Nutzwertanalyse sollen die Softwarelösungen der Anbieter und ihre unterschiedlichen Methoden mit den standortspezifischen Anforderungen gegenübergestellt werden.

4.1 Benchmarkanalyse

Als das Unternehmen Siemens AG sich entschieden hat ein neues Zeitdatenmanagementsystem einzuführen, war schnell klar, dass es nicht das optimale System auf dem Markt gibt, welches sich für sämtliche spezifische Verwendungszwecke eines Unternehmens eignet. Darum sollten im Vorfeld die Schwächen und Stärken eines Produktes verglichen werden, um eine optimale Abdeckung der individuellen Anforderungen sicher zu stellen.

Zu diesem Zweck wurde in der vorliegenden Arbeit eine Benchmarkanalyse, welche im nachfolgenden kurz erläutert wird, für die Verifikation von Zeitdatenmanagement-Softwares durchgeführt.

4.1.1 Definition Benchmarking

Unter dem Begriff Benchmarking ist ein kontinuierlicher und systematischer Prozess zu verstehen. In dessen Rahmen werden die Methoden, Prozesse und Produkte eines Unternehmens mit denen des führenden Technologieunternehmens gegenübergestellt und bewertet. Ziel ist es an Informationen zu gelangen, welche dem eigenen Unternehmen weiterhelfen, Spitzenleistungen realisieren zu können. Über mehrere Unternehmen hinweg wird ein systematischer und permanenter Kosten- und Leistungsvergleich vorgenommen. Dies geschieht auf Basis einer kontinuierlichen Verbesserung und soll eine beständige ideenreiche Unruhe im Unternehmen schaffen.¹⁶⁴ Camp Robert gilt als der Begründer des Benchmarkings und definiert es wie folgt:

¹⁶⁴ Vgl. Mussnig/Mödrischer (2013), S. 497

*„Benchmarking ist die Suche nach Lösungen, die auf den besten Methoden und Verfahren der Industrie, der Best Practices, basieren und ein Unternehmen zu Spitzenleistungen führen“.*¹⁶⁵

Der Begriff „Benchmark“ existiert schon sehr lange in der Computerbranche und ist ein gängiger Ausdruck für die Gegenüberstellung von verschiedensten Computerprogrammen. Mit dem Zweck das leistungsstärkste und objektivste System mittels Konkurrenzvergleichs zu ermitteln.¹⁶⁶

Das Stufenkonzept des Benchmarking Ansatzes, setzt sich aus fünf Abschnitten zusammen. Zuerst wird der Fokus des Benchmarkings festgelegt, um darauf aufbauend den relevanten Wettbewerbsbereich definieren zu können. Im dritten Schritt, welcher die zeitaufwendigste Phase darstellt, findet die detaillierte Informationsbeschaffung statt. Danach werden die vorhandenen Leistungsunterschiede eruiert um in Stufe fünf schlussendlich einen Masterplan für die Erstellung der Best Practice-Ansätze der eigenen Konzepte zu generieren.¹⁶⁷ Abbildung 42 soll der Veranschaulichung des Fünf-Stufenkonzeptes dienen.

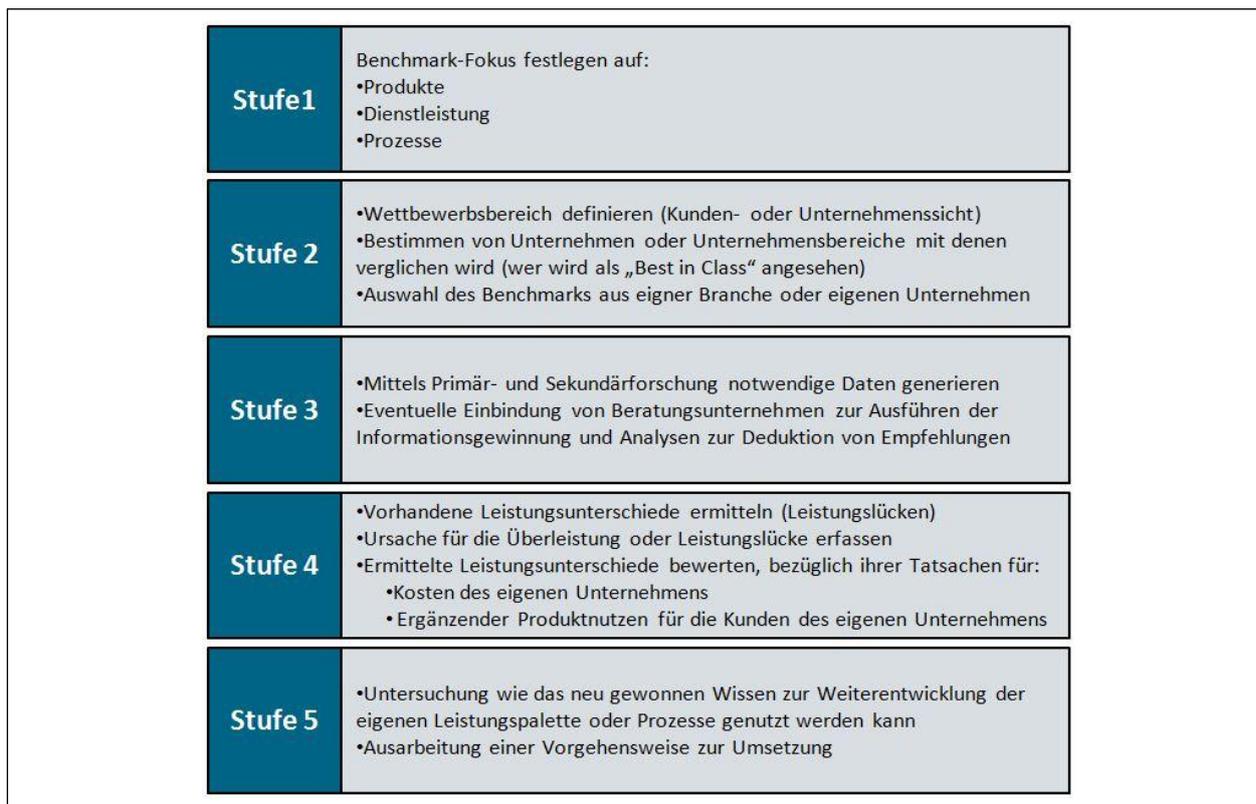


Abbildung 42: 5 Stufenkonzept des Benchmarkings¹⁶⁸

¹⁶⁵ Camp (1994) S. 16

¹⁶⁶ Vgl. Burckhardt (1992), S. 105

¹⁶⁷ Vgl. Kreutzer (2013), S103f

¹⁶⁸ Vgl. Kreutzer (2013) , S 104, eigene Darstellung

4.1.2 Formen des Benchmarkings

Laut Literatur wird das Benchmarking in drei Bereiche untergliedert. Das Benchmark Objekt, die Benchmark Parameter sowie die Benchmark Partner.¹⁶⁹ Die für diese Arbeit relevante IT-Benchmark-Art ist die Unterscheidung nach den Parametern. Deshalb wird im folgenden Abschnitt auch nur diese näher erläutert.

Die Benchmarking Parameter werden in ein quantitatives, ein qualitatives sowie ein prozessorientiertes Benchmarking unterteilt. Beim quantitativen Benchmarking wird die Leistung des Unternehmens durch die Anwendung von Kennzahlen erfassbar und somit einfacher vergleichbar. In der IT Branche gilt es zu berücksichtigen, dass individuelle Kennzahlen neben den standardisierten entwickelt werden müssen. Dies erfordert zwar einen höheren zeitlichen Aufwand, liefert im Gegenzug jedoch präzisere Ergebnisse. Dem gegenüber steht das qualitative Benchmarking, das die subjektiven Parameter erhebt. Die Abläufe im Unternehmen werden durch die Prozessbeteiligten evaluiert. Die größte Herausforderung hierbei ist, qualitative Kennzahlen zu generieren auf Grund der subjektiven Bewertung. Deshalb ist diese Form des Benchmarkings für die IT Branche nur bedingt nutzbar. Beim prozessorientiertem Benchmarking werden auch mit Hilfe von Kennzahlen Prozesse abgebildet (z.B. Fehlerquoten) sowie Kriterien der Ablauforganisation ausgewertet. Dadurch werden Best Practices dargelegt, um sie dann in bestehende Prozesse einbauen zu können.¹⁷⁰

4.2 Anbieter von Planzeitsoftware

Durch Fachgespräche mit Experten dieses Wirtschaftsbereichs ergänzt durch eine umfassende Internetrecherche wurden fünf Unternehmen ausgemacht, welche sich durch ihre individuelle Planzeitsoftware auf dem internationalen Markt etabliert haben. Folgend werden die Produkte der fünf Unternehmen dargestellt.

4.2.1 TiCon – MTM

Mit dem Produkt TiCon hat MTM eine Softwarelösung entwickelt, welche direkt im SAP als Addon integriert werden kann. Dadurch ist es möglich schnittstellenfrei ohne Systemwechsel, ohne sonstige Datenbanken und ohne Datenredundanz in der Arbeitsplanung Zeitbedarfe der einzelnen Arbeitsschritte zu ermitteln. Dies ermöglicht bereits in den frühen Planungsphasen valide und reproduzierbare Werte zu generieren. Mit der TiCon Transaktion im SAP können direkte MTM-Kalkulationen und -Analysen erstellt werden, welche auf Basis von MEK oder UAS beruhen. Sehr effizient erweist sich die direkte Erweiterung der Arbeitsvorgänge im SAP um MTM-Kalkulationen. Diese

¹⁶⁹ Vgl. Mertins/Kohl, (2009), S. 271

¹⁷⁰ Vgl. Blommer/Mann/Bernhard (2006)S. 457ff

ermöglicht eine rasche und nachvollziehbare Ermittlung der Vorgangszeit für die Arbeitsvorgänge ohne Systemwechsel. Es können auch firmeneigene Datenkarten und Standardkalkulationen erstellt werden, welche durch den direkten Zugriff auf den Arbeitsvorgang ein rascheres Ergebnis erzielen. Die Software liefert den Verwendungsnachweis der einzelnen MTM-Berechnungen bis hin zu den Arbeitsvorgängen und Materialien im SAP. Dadurch ist ein schnelleres Arbeiten möglich und zusätzlich wird eine optimale Datentransparenz und -konsistenz erreicht. Änderungen von ermittelten Zeiten können sowohl im Online als auch im Offline Modus bewerkstelligt werden und sind durch eine durchgehende Änderungshistorie gespeichert. Die Navigation erweist sich durch die Baumstruktur als sehr benutzerfreundlich und auch die Drag & Drop Funktion ist für die Überleitung diverser, in einem anderen Programm kalkulierte Zeiten, ist als Standardfunktion in dieser Software vorhanden.¹⁷¹

4.2.2 CAPP Knowledge – dmc-ortim GmbH

Das Produkt CAPP Knowledge von dem Unternehmen dmc-ortim GmbH dient zum Erstellen, Verwalten und Abfragen von Planzeiten in der Fertigung sowie in der Instandhaltung. Es basiert auf den in der Zeitwirtschaft anerkannten Methoden, REFA und MTM. CAPP Knowledge kann mittels eines SAP-Addon direkt in ein SAP-System eingegliedert werden und ist dadurch ein integriertes Element des SAP-Systems. Durch diese Eingliederung wird die Produktivität des Benützers erhöht, da dieser die Arbeitsumgebung im SAP zur Ermittlung der Vorgabezeit nicht verlassen muss. Durch den modularen Aufbau können die Bedürfnisse der Kunden, welche die Zeit- und Arbeitsplanung im SAP durchführen, maßgeschneidert angepasst werden und bei Bedarf entsprechend ausgeweitet werden. Durch die enge Zusammenarbeit mit den Kunden, vor allem im After Sales Bereich, ist CAPP Knowledge praxisgerecht ausgebaut und wird regelmäßig weiterentwickelt. Die allgemeinen Vorteile dieses Produkts sind die Harmonisierung der Systemwelt bei unterschiedlichen Zeitwirtschaftsverfahren durch die Nutzung von gemeinsamen Datenbasis, die Vergleichbarkeit der Arbeitsprozesse durch zentrale Planzeitkataloge und die revisionssichere Führung der Planzeiten durch Protokollierung von sämtlichen Änderungen. Besonders die Arbeitsplanung wird mit CAPP Knowledge erleichtert. Alle Änderungen in dem Zeiterfassungssystem werden in Echtzeit und direkt im Arbeitsplan übernommen. Durch die direkte Integration fallen Schnittstellen weg und man kann über den Arbeitsplan direkt zu den Zeitbausteinen gelangen. Dadurch sind die Zeitbausteine und der Arbeitsplan im SAP immer automatisch auf demselben Stand. Ebenso wie im SAP gibt es ein gleichartiges Berechtigungskonzept und eine Rollenverteilung. Die Anpassung des Zeiterfassungssystems auf eventuelle SAP Release-Wechsel erfolgt im Zuge der Systemwartung und hat keine Auswirkung auf die

¹⁷¹ Vgl. DMTM (2016), Zugriffsdatum: 30.07.2016

Produktivität. Da keine zusätzliche Infrastruktur benötigt wird, erzielt man dadurch auch einen Kostenvorteil.¹⁷²

4.2.3 TimeStudyT1 – TimeStudy GmbH

Bestehend aus sechs Modulen wurde das Programm TimeStudy T1 entwickelt um die Zeitaufnahme möglichst benutzerfreundlich zu gestalten. Zeitdaten können schnell und übersichtlich mittels Zeitbausteinen modelliert werden, um so eine strukturierte und, durch die Verwendung vorhandener Daten, auch zeitsparendere Übersicht zu erhalten. Die aus den Bausteinen resultierenden Planzeiten werden zentral verwaltet und erlauben eine schnelle und flexible Reaktion auf Planänderungen. Neben dem direkten Export der Daten in Excel-Formblätter, können auch mittels Zeitdaten erfasste Prozessabläufe simuliert werden. Mit der Softwaresuite, welche auf jedem windowsbasierten Gerät läuft, werden die REFA-Methoden, sowie Lean und MTM miteinander verbunden. Durch die anwenderorientierte Menüführung in dem Process-Flow-Chart ist die Vorbereitung, Ausführung und Auswertung der Zeitstudien für jeden Mitarbeiter in kürzester Zeit möglich. Neben den drei Lean-Zeitarten, Verschwendung, Wertschöpfung und teilweise Wertschöpfung, und den klassischen REFA-Zeitarten, ist auch die Definition eigener Zeitarten möglich. In den Datenbibliotheken können Ablaufabschnitte hinterlegt werden, wobei jedem Messwert ein eigenes Produkt und weitere Informationen zugeteilt werden können, welche im Falle einer Zeitaufnahme per Mausklick aufgerufen werden. Der Automodus ermöglicht es, sich wiederholende Ablaufabschnitte auszuwählen und die Zeitdaten automatisch vom System ermitteln zu lassen. Die Eingabe kann auf verschiedene Arten erfolgen, handschriftlich, per Tastatur oder über die Diktier-Funktion. Durch die grafische Prozessmodellierung stehen sämtliche Montage- und Fertigungsdaten den Anwendern übersichtlich zur Verfügung. Durch die Kompatibilität mit windowsbasierenden Betriebssystemen werden außerdem keine zusätzlichen Investitionen für eine Hardware benötigt.¹⁷³

4.2.4 Hsplan – HSi

Mit HSplan/IS SAP wird eine volle SAP-Integration geboten, somit entfällt für den Arbeitsvorbereiter eine Blindleistung im Sinne der doppelten Datenerhaltung sowie der Umstieg auf eine externe Software. Zum SAP-Standard wird zusätzlich die neue Ebene „Arbeitsstufen“ als Unterpunkt der „Vorgänge“ eingeführt und die dort berechneten Zeiten werden im SAP gesichert. Die Abspeicherung jedes Rechenschrittes erhöht

¹⁷² Vgl. dmc-ortim GmbH (2016), Zugriffsdatum: 06.07.2016

¹⁷³ Vgl. TimeStudy GmbH (2016), Zugriffsdatum: 05.07.2016

somit gleichzeitig Transparenz und Nachvollziehbarkeit. Durch die Speicherung der Arbeitspläne und der damit verbundenen Dokumentation und Nachvollziehbarkeit der berechneten Zeiten, ist eine rasche und genaue Ähnlichkeitsplanung möglich. Weiters wird durch standardisierte Berechnungsabläufe eine präzise und dennoch schnelle Sollzeitberechnung ermöglicht, welche die Basis für eine exakte Angebotskalkulation und Arbeitsplanung darstellt. Trotz der unternehmensspezifischen Notwendigkeit der Adaption ist dieses Programm sofort einsatzbereit.¹⁷⁴

4.2.5 JobFEKO – Org Soft

Basierend auf der „JOBDISPO Plugin Technologie“ bietet JobFEKO schnelle und aktualisierte Transparenz aus dem Fertigungsprozess für die Überwachung und Kontrolle aller Fertigungsaufträge im ERP-System von JobDISPO. Dieses Programm setzt auf zahlreiche grafische Darstellungen, welche einfach und übersichtlich gehalten sind um etwaige Abweichungen sofort zu erkennen und schnellstmöglich darauf reagieren zu können. So bietet das System zum Beispiel einen Überblick über Aufträge, Liefertermine, Kunden etc., mit farblicher Kennzeichnung des jeweiligen Zustandes, wie rot für Verzug und grün für erledigte Arbeitsvorgänge. Am Ende eines Fertigungsprozesses erfolgt eine Kontrolle über die Ist- und Planzeit, hier wird angezeigt, welche Ist-Zeiten der Arbeitsgänge von deren Planzeiten abweichen. Bei Erstellung eines Lieferscheines generiert das Modul FAKE eine kurze Übersicht des Fertigungsauftrages mit sämtlichen grafisch dargestellten Daten.¹⁷⁵

4.2.6 Übersicht der Anbieter

Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt im Überblick die fünf analysierten Unternehmen mit ihren expliziten Eigenschaften der Zeiterfassungssoftware. Es wird ersichtlich, dass die Produkte TiCon sowie CAPP Knowledge den gesamten Kriterienkatalog erfüllen und daher für den Einsatz bei Siemens am besten geeignet sind. Beide Produkte haben entsprechende Erfahrung auf diesem Gebiet, welche sie durch den weltweiten Einsatz in der Automobilindustrie erlangt haben. Diese beiden Hersteller bieten auch eine direkte Integration in das SAP an, was eine essentielle Anforderung für Siemens ist, da die komplette Projekt-/ Fertigungsabwicklung über SAP durchgeführt werden.

Die anderen drei Anbieter konnten, wie in Abbildung 20 ersichtlich ist, mehrere Anforderungskriterien nicht erfüllen und sind daher für die weitere Nutzwertanalyse nicht mehr berücksichtigt worden.

¹⁷⁴ Vgl. HSi GmbH (2016), Zugriffsdatum: 10.07.2016

¹⁷⁵ Vgl. Fauser AG (2016), Zugriff datum: 01.08.2016

Logo	Name	Kurzinfo	Referenzen	Hauptkriterien
	TiCon für SAP Firma: MTM	MTM bietet mit TiCon für SAP ein Lösung für direktes analysieren und kalkulieren in SAP. Direkt bedeutet schnittstellenfrei, ohne jegliche Datenbank, ohne externen Systemwechsel und ohne Datenredundanz	MTM vermarktet seine Produkte u.A an: BMW, Daimler, Fiat, Hella Airbus, Bosch Siemens Hausgeräte	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planung nach REFAMTM-Standard ✓ Durchführen und Auswerten von Zeitaufnahmen ✓ Anlegen und Verwalten von Zeitbausteinen ✓ Verwaltung der Planzeittabellen ✓ Direkte Integration in bestehenden SAP-System x Zeitableitung und Berechnung der Personalzeit/Rüstzeit ✓ Dokumentation der Änderungshistorie
	CAPP Knowledge Firma: dmc-ortim	Das System CAPP Knowledge dient zur Erstellung, Verwaltung und der Abfrage von geplanten Zeiten der Produktion und Instandhaltung mittels bekannten Methoden wie zum Beispiel von MTM und REFA	AGCOFFENDT, BOSCH, Berliner Verkehrsbetriebe	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planung nach REFAMTM-Standard ✓ Durchführen und Auswerten von Zeitaufnahmen ✓ Anlegen und Verwalten von Zeitbausteinen ✓ Verwaltung der Planzeittabellen ✓ Direkte Integration in bestehenden SAP-System ✓ Zeitableitung und Berechnung der Personalzeit/Rüstzeit ✓ Dokumentation der Änderungshistorie
	TimeStudy T1 Firma: TimeStudy Lean Management	Mit der TimeStudy-Software werden REFA-Methoden, Lean sowie MTM miteinander verbunden. Da dieses System auf jedem windowsbasierten Gerät läuft, sind keine speziellen Voraussetzungen oder Investitionen im Bezug auf Hardware notwendig.	keine Angabe über Unternehmen oder Produkt, scheint aber relativ populär und gern gesehen zu sein. Gute Kundenrezessionen, starke Berichte in den Medien.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planung nach REFAMTM-Standard ✓ Durchführen und Auswerten von Zeitaufnahmen ✓ Anlegen und Verwalten von Zeitbausteinen ✓ Verwaltung der Planzeittabellen x Direkte Integration in bestehenden SAP-System x Zeitableitung und Berechnung der Personalzeit/Rüstzeit x Dokumentation der Änderungshistorie
	Hsplan Firma: HSi	Hsplan von HSi ist ein System für Fertigungsunternehmen, welche großen Wert auf präzise Arbeitsplanung und bestmögliche Durchlaufzeiten legen.	Unternehmen jeglicher Größen und Branchen nutzen dieses System für Berechnungen und Optimierungen der Produktion. Airbus Defence&Space, Kasto, Daimler, KHS.....	<ul style="list-style-type: none"> x Planung nach REFAMTM-Standard ✓ Durchführen und Auswerten von Zeitaufnahmen ✓ Anlegen und Verwalten von Zeitbausteinen ✓ Verwaltung der Planzeittabellen ✓ Direkte Integration in bestehenden SAP-System x Zeitableitung und Berechnung der Personalzeit/Rüstzeit ✓ Dokumentation der Änderungshistorie
	JobFEKO Firma: Org Soft	JobFEKO ist ein interaktiver Teil des JobDISPO ERP-Systems der Firma Org Soft und dient zur Überwachung sowie Kontrolle von Fertigungsaufträgen.	Von über 80 Kunden genutzt Kleine und mittelständische Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> x Planung nach REFAMTM-Standard ✓ Durchführen und Auswerten von Zeitaufnahmen ✓ Anlegen und Verwalten von Zeitbausteinen ✓ Verwaltung der Planzeittabellen x Direkte Integration in bestehenden SAP-System x Zeitableitung und Berechnung der Personalzeit/Rüstzeit x Dokumentation der Änderungshistorie

Tabelle 2: Überblick der Zeiterfassungssysteme

Zum besseren Verständnis wird nun der Terminus Nutzwertanalyse erörtert, um nachfolgend die beiden Produkte CAPP Knowledge und TiCon unter Berücksichtigung relevanter Kriterien, Gewichtungen und vergebener Punkte miteinander zu vergleichen und zu analysieren.

4.3 Nutzwertanalyse

Die Nutzwertanalyse fungiert, wie jede Entscheidungsmethode, als systematische Vorbereitung bei der Selektion von alternativen Projekten. Sie untersucht eine Vielzahl komplexer Handlungsvarianten mit dem Ziel, die einzelnen Varianten bezüglich der Vorzüge des Entscheidungsträgers entsprechend eines mehrdimensionalen Zielsystems zu gliedern.¹⁷⁶

Wie aus Abbildung 43 hervorgeht, besteht die Vorgehensweise bei der Durchführung einer Nutzwertanalyse aus fünf Schritten. Diese Schritte werden im Nachfolgenden kurz erklärt.



Abbildung 43: Vorgehensweise Nutzwertanalyse¹⁷⁷

Im ersten Schritt der Nutzwertanalyse werden durch das Projektteam die Kriterien festgelegt. Diese Kriterien müssen eine ausführliche Beurteilung der zur Auswahl stehenden Lösungsalternativen gewährleisten. Darüber hinaus sollen sie abgrenzbar voneinander sein und es sollte zu keiner Mehrfacherfassung kommen.¹⁷⁸ Im zweiten Punkt werden die festgelegten Kriterien gegeneinander gewichtet, da die einzelnen

¹⁷⁶ Vgl. Wiendahl/Reichardt/Nyhuis (2009), S. 504

¹⁷⁷ Vgl. Schenk/Wirth/Müller (2014), S. 746f

¹⁷⁸ Vgl. Grundig (2014), S. 203

Attribute nicht dieselbe Wichtigkeit besitzen. Das erfolgt mittels Zuweisung eines Wertes.¹⁷⁹ Am einfachsten wird die Gewichtung durch eine paarweise Gegenüberstellung ermittelt. Hierfür müssen die Kriterien in den Zeilen und Spalten eine Matrix eingetragen werden. Danach werden zwei Kriterien gegenübergestellt und entschieden, welches wichtiger davon ist. In die Matrix wird dann die Nummer des wichtigeren Kriteriums eingetragen.¹⁸⁰

Abbildung 44 zeigt eine Präferenzmatrix, bei der die Berechnung der Gewichtungen bereits erfolgte.

Aus der letzten Zeile dieser Präferenzmatrix ist ersichtlich, wie oft ein Attribut wichtiger als die anderen war. Im Anschluss daran können die Gewichtungen durch Normierung in Prozent errechnet werden.¹⁸¹

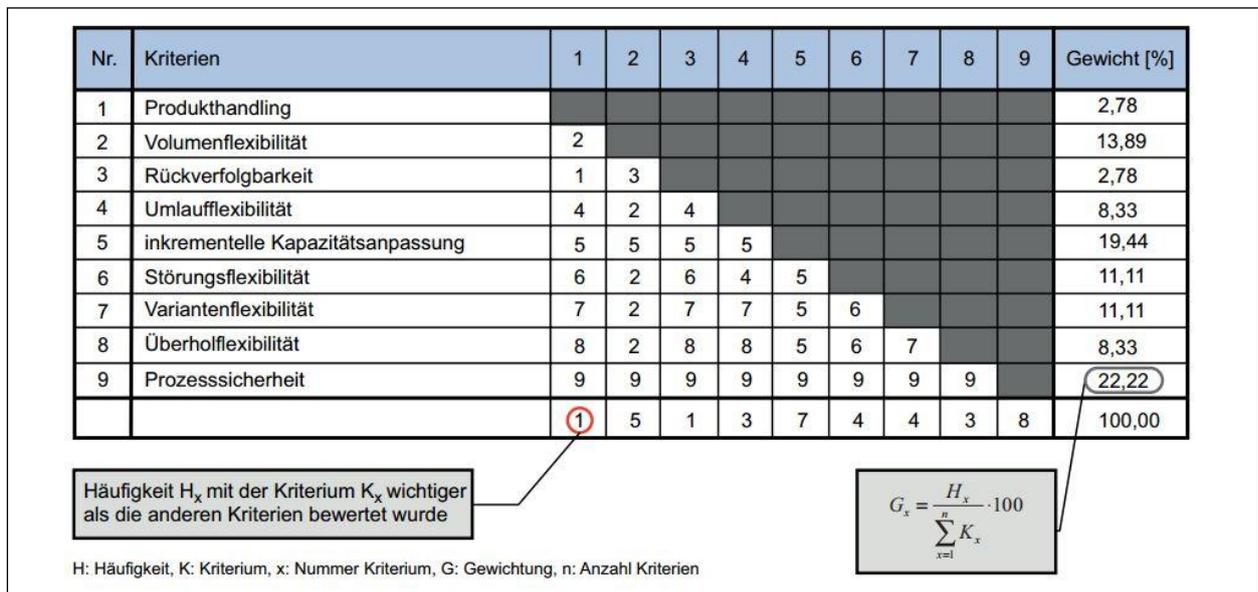


Abbildung 44: Gewichtete Bewertungsmatrix¹⁸²

Im dritten Schritt werden die Teilnutzen bestimmt. Dafür müssen die Ausprägungen der einzelnen Planungsalternativen entsprechend der Zielkriterien bestimmt werden. Durch eine Skala, die für alle Kriterien gleich ist, werden die ermittelten Zielerreichungswerte in Teilnutzwerte übergeführt.¹⁸³ Im Zuge der Bewertung werden dann Punkte (z.B. 1-5) an jedem Zielkriterium vergeben. Dabei gilt, je niedriger die Punktezahl, desto schlechter ist der Erfüllungsgrad.¹⁸⁴ Im vierten Schritt werden die aus Schritt drei ermittelten Teilnutzen mit den Gewichtungsfaktoren multipliziert und bilden den Nutzwert von jedem Bewertungskriterium. Durch eine nachfolgende Aufsummierung

¹⁷⁹ Vgl. Bechmann (1978), S. 26f

¹⁸⁰ Vgl. Wiendahl/Reichardt/Nyhuis (2009), S. 504

¹⁸¹ ibidem

¹⁸² Wiendahl/Reichardt/Nyhuis (2009), S. 504

¹⁸³ Vgl. Schenk/Wirth/Müller (2014), S. 747

¹⁸⁴ Vgl. Vgl. Wiendahl/Reichardt/Nyhuis (2009), S. 504

der einzelnen Nutzwerte wird daraus der Gesamtnutzwert von jeder Lösungsvariante ermittelt. Der Gesamtnutzwert dient dabei als Maßstab für die Erreichung der Zielvorgaben der Lösungsvarianten. Im Abschließenden Schritt fünf kommt es zur Variantenauswahl. Jene Lösung mit der höchsten erreichten Punktzahl stellt die Vorzugsvariante dar. Jedoch sind die subjektiven Einflüsse, wie geschäftliche oder private Interessen der ausführenden Person, bei der Bewertungskriterienfestlegung, welche direkten Einfluss auf die Ergebnisentwicklung haben, zu beachten. Vor allem dann, wenn kein eindeutiges Ergebnis abgebildet wird. Daher ist es wichtig, dass alle Schritte der Nutzwertermittlung als Gruppe durchgeführt werden, um die Subjektivität der Bewertungen zu begrenzen.¹⁸⁵

4.3.1 Bewertung der IT-Planungstools

Wie im vorherigen Absatz bereits erwähnt wurde, haben sich zwei IT-Planungstools als besonders günstig für die Erfordernissen der Firma Siemens AG erwiesen.

- CAPP Knowledge von der Firma dmc-ortim und
- TiCon von MTM

Diese Beiden mussten einer genaueren Bewertung unterzogen werden. Zu diesem Zweck wurde eine Nutzwertanalyse durchgeführt. Um eine aussagekräftige Bewertung zu generieren, ist es von hoher Bedeutung, dass die Bedürfnisse der anwendenden Personen aus den individuellen Abteilungen des Unternehmens berücksichtigt werden und miteinfließen.

Nachfolgend wird die Nutzwertanalyse von CAPP Knowledge und TiCon unter der Rücksichtnahme sämtlicher Kriterien, Gewichtungen und vergebener Punkte vorgestellt.

Im Anschluss daran werden die Ergebnisse der IT-Planungstoolbewertung zusammengefasst und erläutert.

4.3.2 Kriterien

Wie im Kapitel 4.3 bereits erklärt wurde, werden die Kriterien aus der Aufgabenstellung und den Zielen abgeleitet, zusätzlich wurden die am Standort Graz herrschenden Gegebenheiten der IT- Infrastruktur berücksichtigt. Im Nachfolgenden werden die für diese Arbeit festgelegten Kriterien für die Variantenbildung beschrieben. Dabei wurden die Kriterien zusätzlich in drei Gruppen unterteilt, Kaufmännisch (1), Technisch (2) und Support (3) (siehe Abbildung Ergebnis Nutzwertanalyse). Anschließend an die

¹⁸⁵ Vgl. Grundig (2014), S. 204

Kriterienbeschreibung werden die verwendeten Beurteilungsskalen, für die jeweilig ein bis fünf Punkte verteilt werden konnten, sowie die Variantenbewertungen aufgezählt.

Bewertung

Die Bewertung der einzelnen Kriterien erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Leiter der Abteilung PE, einem Projektleiter aus dem Bereich Montage sowie dem Autor dieser Arbeit. Dabei wurden Punkte von 1 bis 5 vergeben, wobei Fünf die höchste erreichbare Bewertung ist. In folgenden Auflistungen sind immer nur die Punkte Eins, Drei und Fünf beschrieben, die Punkte Zwei und Vier stellen Zwischenbewertungen dar.

Preis

Bei der Untersuchung des Kriteriums Preis, wurde darauf geachtet, dass bei dem zur Verfügung stehende Budget von € 300.000,- Software, Lizenzen und auch notwendige Hardware den Lieferumfang beinhalten. Zusätzlich dürfen keine weiteren Kosten für zehn nachträglich angeforderte Lizenzen anfallen. Tabelle 3 zeigt die Bewertungsskala für den Preis.

1 Punkt	Kosten für die Anschaffung des Planungstools sind 20% über das Budget.
3 Punkte	Preis entspricht dem Budget, Lizenzen und Hardware sind im Lieferumfang nicht enthalten.
5 Punkte	Software, Hardware und Lizenzen überschreiten das Budget nicht.

Tabelle 3: Bewertungsskala – Preis

Die Bewertung der beiden Varianten bezogen auf den Preis ist in Tabelle 4 ersichtlich.

	Bewertung
CAPP	4
TiCon	2

Tabelle 4: Variantenbewertung – Preis

Planung nach REFA/MTM-Standard

Ziel war die Bewertung davon, inwieweit die Zeitplanungssoftware nach den Gesichtspunkten der REFA/MTM Systematik agiert. Darüber hinaus sollten sämtliche Daten der Zeitplanungssoftware redundanzfrei und konsistent gehalten werden können. Die Bewertungsskala sowie die Bewertung der Varianten können den folgenden Tabellen entnommen werden.

1 Punkt	Die Software agiert nicht nach REFA/MTM Standard.
3 Punkte	Die Software agiert zwar nach REFA, aber nicht nach MTM Gesichtspunkten.
5 Punkte	Das Zeitplanungstool beinhaltet sämtliche REFA und MTM Standards.

Tabelle 5: Bewertungsskala – REFA/MTM

	Bewertung
CAPP	5
TiCon	5

Tabelle 6: Variantenbewertung – REFA/MTM

Durchführen und Auswerten von Zeitaufnahmen

Die Zeitaufnahme sollte in elektronischer Form durchführbar sein. Die Zeitplanungssoftware muss Zeitaufnahmen von der entsprechenden Hardware (z.B. Tablet) übernehmen und verarbeiten können. Die in die Zeitplanungssoftware transferierten Zeitaufnahmen müssen bearbeitbar (aktualisieren), erstellbar (falls kein Zeitbaustein vorhanden) und zusammenfassbar (mehrerer aufgenommene Tätigkeiten zu einem Zeitbaustein zusammenfassen) sein. Das Ergebnisblatt der Zeitaufnahme muss inhaltlich dem Zeitaufnahmebogen nach REFA entsprechen.

1 Punkt	Mit der Software ist es nicht möglich durchgeführte Zeitaufnahme in das bestehende System zu übernehmen.
3 Punkte	Durchführung/Auswertung von Aufnahmen ist möglich, Ausgabe erfolgt nicht in REFA - Form.
5 Punkte	Durchführung und Auswertung von Zeitaufnahmen können zu 100% durchgeführt werden.

Tabelle 7: Bewertungsskala – Zeitaufnahme

	Bewertung
CAPP	5
TiCon	5

Tabelle 8: Variantenbewertung – Zeitaufnahme

Anlegen und Verwalten von Zeitbausteinen

Die Anlage von Zeitbausteinen muss nach REFA-Kriterien möglich sein. Da Bausteinzeiten sich automatisch zu Bausteinzeiten des übergeordneten Bausteines addieren muss die Anlage und Aktualisierung der Bausteine direkt in der Zeitplanungssoftware oder über eine Zeitaufnahme möglich sein. Bei der Änderung von Zeitbausteinen müssen alle Arbeitspläne, die den jeweiligen Zeitbaustein beinhalten, auf den neuen Wert automatisch angepasst werden. Zusätzlich muss gewährleistet sein, dass bei Zeitbausteinen Formeln hinterlegt werden. Zudem muss jeder Zeitbaustein einen eindeutigen Code besitzen.

1 Punkt	Zeitbausteine können nicht angelegt und verwaltet werden.
3 Punkte	Das Anlegen und Verwalten von Zeitbausteinen ist mit der Planungssoftware möglich, es gibt keine Formelbausteine.
5 Punkte	Anlegen und Verwalten von Zeitbausteinen, sowie automatische Anpassung bei den Bausteinen sind möglich.

Tabelle 9: Bewertungsskala – Zeitbausteine

	Bewertung
CAPP	4
TiCon	4

Tabelle 10: Variantenbewertung – Zeitbausteine

Verwaltung der Planzeittabellen

Mit der Verwaltung der Planzeittabellen wird die Möglichkeit einer übersichtlichen, grafischen Anordnung aller Zeitbausteine in Planzeittabellen beurteilt. Hierbei liegt der Fokus auf eine leichte Handhabung bei der Bearbeitung der Zeitbausteine und der Planzeittabellen sowie deren Ausgabe in definierten Layouts (PDF, XLS, XML). Tabelle 11 zeigt die Bewertung für die Verwaltung der Planzeittabellen.

1 Punkt	Es können keine Planzeittabellen verwaltet werden.
3 Punkte	Verwaltung ist möglich, Planzeittabellen müssen extra ausgefüllt werden.
5 Punkte	Verwaltung der Planzeitzeittabellen erfolgt mittels Drag & Drop.

Tabelle 11: Bewertungsskala – Planzeittabellen

	Bewertung
CAPP	4
TiCon	3

Tabelle 12: Variantenbewertung – Planzeittabellen

Direkte Integration in das bestehende SAP-System

Aufgrund des im Siemens Konzern weltweit verwendeten SAP R3 Datenverwaltungssystems galt hier, je besser das IT-Planungstool mit diesem System harmonisiert, desto höher die Bewertung. Eine einwandfreie, direkte Integration muss gewährleistet sein. Außerdem müssen verschiedenen Auswertungen im Zeiterfassungssystem analog und in Zusammenhang mit SAP möglich sein.

1 Punkt	Keine direkte Integration möglich.
3 Punkte	Software ist mit dem bestehenden Verwaltungssystem kompatibel, Auswertungen müssen ins SAP übertragen werden.
5 Punkte	Direkte Integration in das bestehende Daten Verwaltungssystem.

Tabelle 13: Bewertungsskala – Direkte Integration

	Bewertung
CAPP	5
TiCon	5

Tabelle 14: Variantenbewertung – Direkte Integration

Zeitableitung und Berechnung der Personalzeit/Rüstzeit

Bei diesem Kriterium wurde das Hauptaugenmerk darauf gelegt, dass bei einer SAP Arbeitsplanerstellung die verknüpften Zeitableitungen automatisch mitgezogen werden. Zusätzlich müssen die Zeiten, welche aus der Summe der Einzelzeiten der Zeitableitung gebildet werden, automatisch in das entsprechende SAP-Arbeitsplanfeld (z.B. Rüstzeit, Personalzeit, Maschinenzeit) übertragen werden.

1 Punkt	Personal- und Rüstzeit können nicht zugeordnet werden.
3 Punkte	Personal – und Rüstzeit können ermittelt werden, Übertragung ins System erfolgt manuell.
5 Punkte	Software erkennt die einzelnen Zeiten und überträgt diese ins SAP.

Tabelle 15: Bewertungsskala – Personalzeit/Rüstzeit

	Bewertung
CAPP	4
TiCon	1

Tabelle 16: Variantenbewertung – Personalzeit/Rüstzeit

Dokumentation der Änderungshistorie

Bei dem Kriterium Dokumentation der Änderungshistorie wird die Aufzeichnung diverser Änderungen innerhalb des IT-Planungstools bewertet. Hierfür sollte es, analog zu SAP Dokumenten, einen lückenlos dokumentierten Änderungsdienst für Zeitaufnahmen, Zeitableitungen, Planzeittabellen und Zeitbausteinen geben.

1 Punkt	Änderungen werden vom System nicht gespeichert.
3 Punkte	Änderungen werden gespeichert – Wer und was geändert wurde ist nicht ersichtlich
5 Punkte	Sobald eine Änderung an einem Baustein vorgenommen wird, wird vermerkt wer, wann und was geändert wurde.

Tabelle 17: Bewertungsskala – Änderungshistorie

	Bewertung
CAPP	5
TiCon	3

Tabelle 18: Variantenbewertung – Änderungshistorie

Kompatibilität

Mit der Kompatibilität wird die Fähigkeit beschrieben, inwieweit die Software mit der am Standort bestehenden IT-Infrastruktur kombinierbar ist. Seit 2011 wird in der Serienfertigung, im Bereich Rahmenrohbau ORTIM-Zeit verwendet. Dieses System, bestehend aus einem Tablet, ermöglicht eine direkte Zeitnahme vor Ort. Durch vorab festgelegte Arbeitsschritte werden die gestoppten Zeiten im SAP gespeichert.

1 Punkt	Planungstool kann nicht mit den Daten anderer Zeitaufnahmegesetzten gefüllt werden.
3 Punkte	Software ist nur mit zwei von drei Zeitaufnahmetools kompatibel
5 Punkte	Software ist mit allen am Standort vorhandenen Zeitaufnahmetools kompatibel.

Tabelle 19: Bewertungsskala – Kompatibilität

	Bewertung
CAPP	5
TiCon	1

Tabelle 20: Variantenbewertung – Kompatibilität

Wartung, Betreuung & Support

Bei Wartung, Betreuung & Support wurde darauf geachtet, dass Updates für die Zeitplanungssoftware in regelmäßigen Abständen zur Verfügung gestellt werden. Bei einem Releasewechsel von SAP oder der Betriebssysteme ist die weitere Funktionalität der Zeitplanungssoftware zeitgerecht sicherzustellen. Bei einem Störfall ist mit einem Support innerhalb von vier Stunden zu beginnen, wobei die Zeitplanungssoftware spätestens nach 72 Stunde für den weiteren Einsatz zur Verfügung stehen muss.

1 Punkt	Nur beschränkter Support.
3 Punkte	Updates stehen regelmäßig zur Verfügung, Support nur durch Drittanbieter.
5 Punkte	Sämtliche Anforderungspunkte bezüglich Releasewechsel und Störfall werden erfüllt.

Tabelle 21: Bewertungsskala – Wartung, Betreuung & Support

	Bewertung
CAPP	5
TiCon	5

Tabelle 22: Variantenbewertung – Wartung, Betreuung & Support

Schulung & Handbuch

Unter dem Kriterium Schulung und Handbuch wurde bewertet, welchen Umfang und Dauer die Anwenderschulung hat. Das Handbuch für die Systembetreuung muss in zweifacher Ausführung, in Papierform und elektronisch zur Verfügung stehen und hat bei jedem Releasewechsel in aktualisierter Form vorzuliegen.

1 Punkt	Schulung und Handbuch sind nicht im Angebot enthalten.
3 Punkte	Anwenderschulung wird nicht am Standort durchgeführt.
5 Punkte	Anwenderschulung umfasst eine Woche und wird nach Einführung zweimalig am Standort durchgeführt.

Tabelle 23: Bewertungsskala – Schulung

	Bewertung
CAPP	4
TiCon	4

Tabelle 24: Variantenbewertung – Schulung

4.3.3 Präferenzmatrix

Der größte Nachteil einer Nutzwertanalyse ist seine Subjektivität. Um diese weitgehend neutralisieren zu können, wurde die Präferenzmatrix im Rahmen eines Workshops mit dem Abteilungsleiter der Abteilung Production Engineering, einem Projektleiter und dem Autor dieser Arbeit erstellt. Dafür wurde über die einzelnen Bewertungskriterien diskutiert und diese wurden anschließend von allen gegenwärtigen Personen separat bewertet. Die Hierarchisierung der entsprechenden Merkmale ergab sich aus dem Durchschnitt der Einzelgewichtungen aller beteiligten Personen. Abbildung 45 zeigt die fertige Präferenzmatrix.

	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Gewichtung
Preis	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,82%
REFA/MTM	2	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12,73%
Durchführen/Auswerten von Zeitaufnahmen	3	3	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	9,09%
Anlegen und Verwalten von Zeitbausteinen	4	4	4	4	x	x	x	x	x	x	x	x	16,36%
Verwaltung der Planzeittabellen	5	5	2	5	4	x	x	x	x	x	x	x	5,45%
Direkte Integration in das bestehende SAP-System	6	6	6	6	6	6	x	x	x	x	x	x	18,18%
Zeitableitung und Berechnung der Personalzeit/Rüstzeit	7	7	2	3	4	7	6	x	x	x	x	x	7,27%
Dokumentation der Änderungshistorie	8	8	2	3	4	8	6	8	x	x	x	x	9,09%
Kompatibilität (Ortim Zeit)	9	9	9	9	4	9	6	9	9	x	x	x	14,55%
Wartung, Betreuung & Support	10	10	2	3	4	5	6	7	8	9	x	x	1,82%
Schulung & Handbuch	11	1	2	3	4	11	6	7	8	9	11	x	3,64%
		1	7	5	9	3	10	4	5	8	1	2	100,00%
		Σ 55											

Abbildung 45: Präferenzmatrix

4.3.4 Nutzwertbildung

Aus den beurteilten Merkmalen kann man nun unter Einbeziehung der Präferenzmatrix die Teilnutzwerte der Merkmale und anschließend den Gesamtnutzwert der Softwarelösungen berechnen. Dadurch kann eine Rangordnung der Softwaretools festgelegt werden. Abbildung 46 zeigt das Resultat der Nutzwertanalyse. Abgebildet

sind die Gewichtungsgrößen sowie die Beurteilung der verschiedenen Varianten mit den entsprechenden Nutzwerten.

	Gewichtung	dmc-ortim		MTM			
		CAPP Knowledge	Gewichtet	TiCon	Gewichtet		
1	Preis	4	0,073	2	0,036		
	1,8%		0,073		0,036		
2	REFA/MTM	5	0,636	5	0,636		
	Durchführen/Auswerten von Zeitaufnahmen		5		0,455	3	0,273
	Anlegen und Verwalten von Zeitbausteinen		4		0,655	4	0,655
	Verwaltung der Planzeittabellen		4		0,218	3	0,164
	Direkte Integration in das bestehende SAP-System		5		0,909	5	0,909
	Zeitableitung und Berechnung der Personalzeit/Rüstzeit		4		0,291	1	0,073
	Dokumentation der Änderungshistorie		5		0,455	3	0,273
	Kompatibilität (Ortim Zeit)		5		0,727	1	0,145
	92,7%		4,345		3,127		
	3		Wartung, Betreuung & Support		5	0,091	5
Schulung & Handbuch		4	0,145	4		0,145	
5,5%		0,236	0,236				
Σ 100,0%			4,655		3,400		

Abbildung 46: Ergebnis der Nutzwertanalyse

4.3.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

An der folgenden Abbildung 47 kann man gut erkennen, dass CAPP Knowledge und TiCon in unterschiedlichen Bereichen ihre Stärken haben.

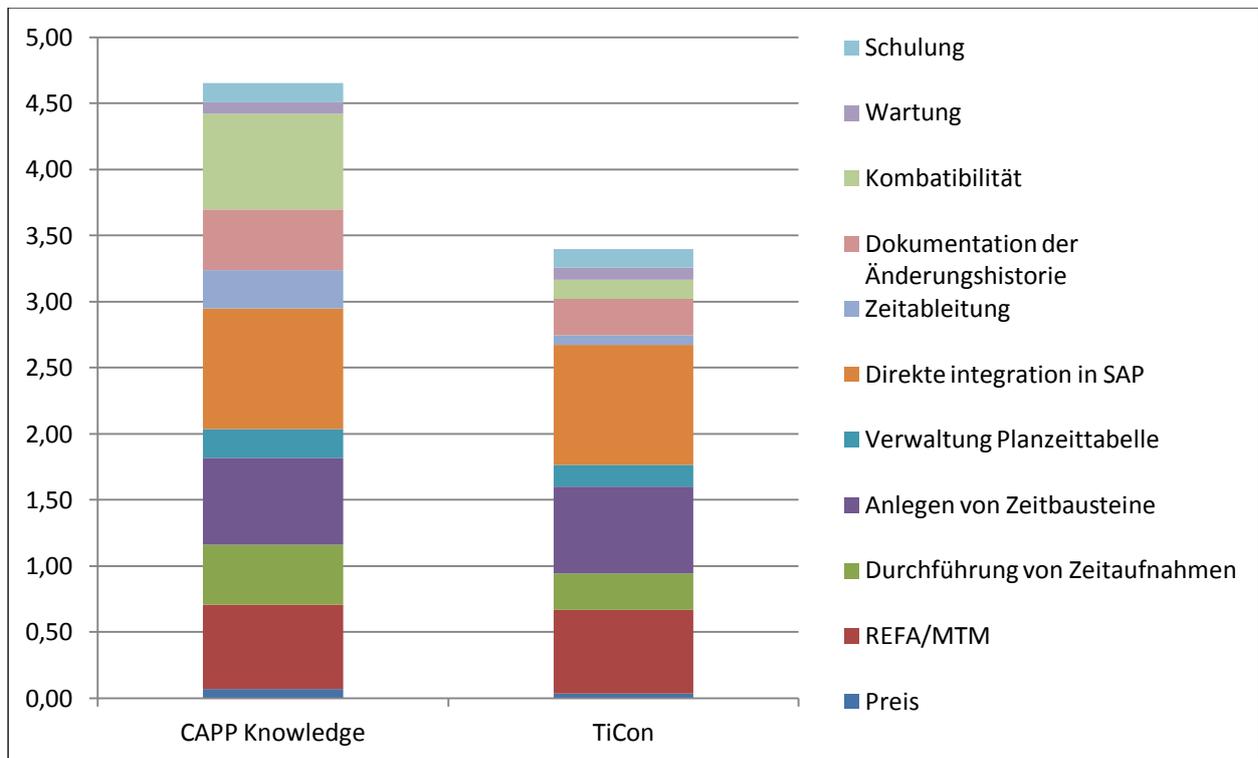


Abbildung 47: Grafische Auswertung der Nutzwertanalyse

Die Abweichungen zwischen den einzelnen Punkten, die beide bewerteten Programme in den unterschiedlichen Kategorien erlangt haben, sind sehr knapp. Dadurch ist ersichtlich, dass diese beiden Systeme sich gewissermaßen äußerst ähnlich sind. Der größte Unterschied mit zwölf Punkten gibt es in dem Gruppen-Segment „Technisch“.

Ausschlaggebend für die bessere Gesamtbeurteilung von CAPP Knowledge waren die Vorzüge im technischen Bereich der Anforderungen. Auf diesem Anforderungsbereich liegt die Priorität in dieser Bewertung. Die dort von CAPP Knowledge erreichten Punkte machen ~90 % der Gesamtpunkteanzahl aus.

Vor allem haben die umfangreiche Zeitableitung und die Analyse der Personalzeit/Rüstzeit sowie die Verwaltung von bestehenden Planzeittabellen den Ausschlag für die bessere Gesamtbeurteilung gegeben. In diesem Gebiet bietet das Produkt von dmc-ortim GmbH dem Anwender mehr Funktionen als TiCon. Weitere Vorteile hat CAPP Knowledge durch die bessere Dokumentation und Nachvollziehbarkeit der Änderungshistorie. Sehr gravierend wirkt sich auch der Umstand auf das Ergebnis aus, dass TiCon nicht mit den am Standort Graz bereits installierten Zeiterfassungssystemen kompatibel ist und es auch keine Möglichkeit besteht, eine Kompatibilität zu schaffen. Die Stärken von TiCon liegen dagegen in der bedienerfreundlichen und übersichtlichen Ausführung des Programmes.

Beide Produkte stehen zu Recht in der Liste der Zeiterfassungs-Programme ganz oben, da sie sämtliche, für die Kalkulation der Vorgabezeiten benötigte Funktionen erfüllen und zusätzlich die direkte Integration zu SAP anbieten.

Im Zuge der weiteren Betrachtung wurde in Zusammenarbeit mit dem Leiter des Production Engineering eine Stundenabschätzung durchgeführt, um die Einsparungspotentiale resultierten aus Erfahrungswerten und Beobachtungen zu erheben.

4.4 Einsparungspotentiale

Bei der Recherche für das Zeiterfassungstool ist sowohl die Arbeitsweise der Systems als auch dessen Vorgehensweise bei der Ermittlung der Vorgabezeit untersucht worden. Diese Arbeitsweise hat direkte Auswirkung auf die für die Arbeitsvorbereiter zu verrichtenden Tätigkeiten im Tagesgeschäft. Daraus lassen sich folgende Einsparungspotenziale, durch die Implementierung eines Zeiterfassungssystems, rückschließen und abschätzen.

Durch die Möglichkeit von On- und Offline Aktualisierungen von Zeitvorgaben auf allen Datenebenen sind Arbeitspläne bei geringem Pflegeaufwand permanent aktualisiert. Durch diese rasche Umsetzung von Änderungen können sich Einsparungen von etwa

30 Std. jährlich pro Mitarbeiter der Arbeitsvorbereitung ergeben, was bei 15 Mitarbeitern einen Gesamtnutzen von 450 Std. pro Jahr entspricht.

Eine vielfältige Auswertungseigenschaft gestattet ein komfortables Auflisten der wichtigen Daten von Zeitbausteinen in übersichtlichen Reports. Der damit verbundene Nutzen liegt, für die Verarbeitung von Management Auswertungen, bei 40 Std. pro Jahr.

Durch die lückenlose Änderungshistorie ist die revisionssichere Nachvollziehbarkeit von Daten und Änderungen gegeben. Dadurch sollten sich die Stunden in der Fertigung durch das Minimieren von redundante Daten, d.h. alle Projekte werden aktualisiert, um 500 Std. reduzieren.

Die Unterscheidung in produktive und nicht produktive Tätigkeiten, mittels einer Auswertung der wertschöpfenden Tätigkeiten ermöglicht ein Erfassen von ungenutzter Produktivität.

Durch den integrierten Verwendungsnachweis können Ermittlungen der betroffenen Objekte von der Änderung am Element selbst durchgeführt werden und dadurch die Reduktion von externen Speicherkapazitäten (Vermeidung von unnötigen Bausteinen und Wildwuchs) ermöglicht werden.

Ein weiterer Nutzen bietet die Massenverarbeitungsfunktion. Durch diese können große Mengen an Zeitbausteinen rasch und projektübergreifend bearbeitet werden.

Durch die Verwendung der anerkannten Zeitwirtschaftsmethoden existieren keine Einschränkungen in der Planung und Steuerung des Zeitbausteinsystems. Dadurch sollte das Einsparungspotenzial bei der Erstellung von Arbeitsplänen bei 90 Std. pro Jahr liegen.

Durch die Trennung der wertschöpfenden Tätigkeiten von den Verschwendungen anhand einer Auswertung kann zusätzlich ungenutzte Produktivität aufgezeigt werden.

In Summe werden durch die Einführung des neuen Zeiterfassungssystems, durch die Anwendung des neuen Planungsstandards sowie durch die Verwendung der standardisierten Bausteine insgesamt ca. 1000 Std. pro Jahr sowohl im Bereich AV als auch in der Fertigung eingespart. Zusätzlich ist das Zeiterfassungssystem jetzt deutlich übersichtlicher, nachvollziehbarer und einfacher handhabbar.

4.5 Zeitplan für das Umsetzungskonzept

Abbildung 48 zeigt einen Überblick des Zeitplanes für die Umsetzung der Standardisierung der Zeitbausteine für die einzelnen Bereiche der Wertstromkette. Das Umsetzungskonzept ist in vier Phasen unterteilt. Die erste Phase beinhaltet die Überarbeitung der bestehenden Datenkarte, welche für den Bereich Montage im Mai 2016 abgeschlossen wurde. Danach wurden die neu konzipierten Bausteine in das neu eingeführte Zeitverwaltungssystem CAPP Knowledge übertragen und im dritten Schritt dann auf das Pilotprojekt angewendet. Im letzten Schritt werden die in diesem

Pilotprojekt entstandenen Erfahrungen aufgenommen. Und danach kommt es zu einem Rollout auf die weiteren Projekte. Für den Bereich „Montage“ ist dies bereits im Juli 2016 geschehen. Für die anderen Bereiche war dies gleichzeitig der Startpunkt, um mit der Überarbeitung der Datenkarten zu beginnen. Für den Stahlbau erweist sich dies, nach ersten Studien, als erheblich schwieriger, da die vorhandenen Daten der Datenkarte nur sehr spärliche Informationen und Rückschlüsse zuließen. Für den Bereich Lackiererei sind noch Überlegungen zu machen, ob es nicht vorteilhafter wäre mit dem Zeitaufnahmetool ORTIMzeit zu arbeiten, da sehr viele Prozesszeiten in diesem Bereich vorkommen. Ende des Geschäftsjahres 2017 (Ende September dieses Jahres), sollen sämtliche Bereiche aufgenommen, gepflegt und auf die Projekte übertragen worden sein.

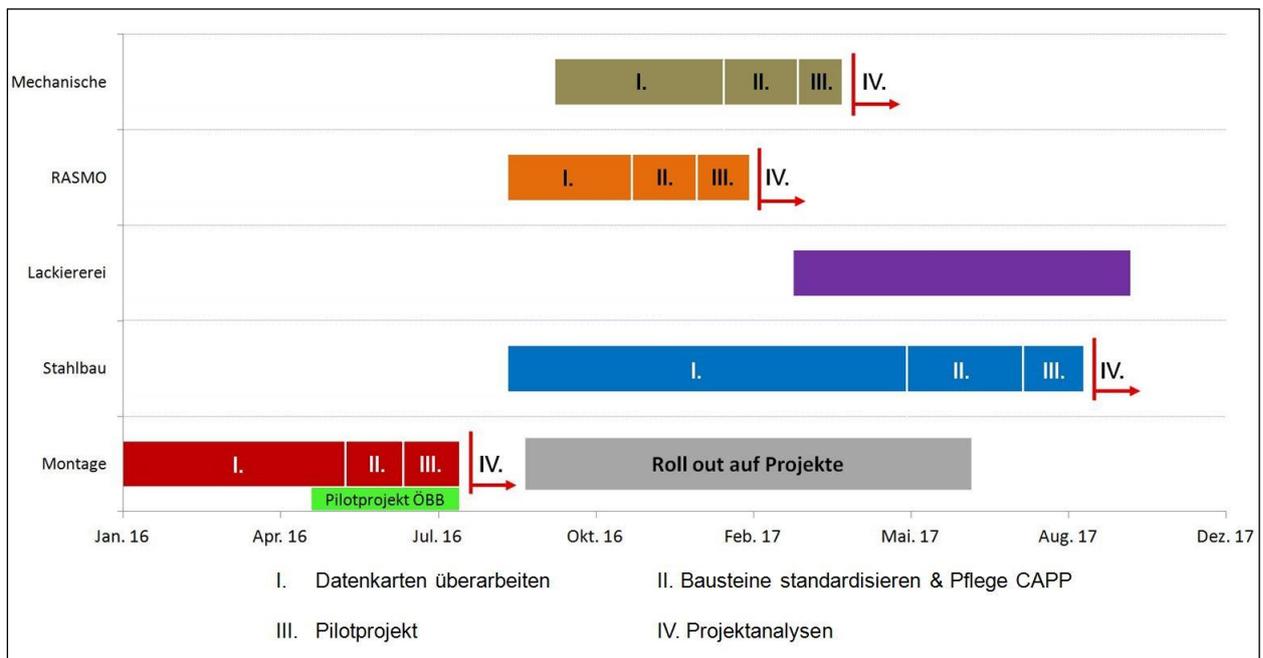


Abbildung 48: Umsetzungskonzept

5 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurde eine Analyse der Ist-Situation bei der Vorgabezeitermittlung im Bereich „Montage“ der Siemens AG am Standort Graz-Eggenberg durchgeführt. Im Zuge dieser Ist-Analyse wurde die Datenkarte hinsichtlich ihrer Vollständigkeit, Richtigkeit, Anwendbarkeit und Nachvollziehbarkeit untersucht. Diese Bestandsanalyse ergab, dass die bis dahin historisch gewachsene Datenkarte, welche von einem externen Consulting Unternehmen zur Verfügung gestellt wurde, unübersichtlich und nicht standardisiert ist und somit unwirtschaftlich war. Außerdem wurde eine Verschwendung von Zeitressourcen in den Bereichen AV und Fertigung durch die Analyse der Handhabung bei der Vorgabezeitermittlung aufgedeckt.

Um diese Zeitressourcen optimal auszunützen, wurden in dieser Masterarbeit vier Lösungsansätze erstellt und anhand des Pilotprojektes SF6500 ÖBB getestet. Zur Optimierung wurde der Aufbau der Zeitanalyse-Struktur verständlicher gestaltet; die Zeitbausteine wurden standardisiert und zu Produktfamilien zusammengefasst und die Vorgehensweise bei der Analysenerstellung wurde ebenfalls standardisiert. Diese Lösungsansätze wurden in den Kapiteln 3.2 bis 3.5 detailliert behandelt. Durch das Pilotprojekt wurde das am Standort eingeführte Planzeitermittlungs-Tool und die neu konzipierten Bausteine hinsichtlich deren Handhabung und Effizienz erstmalig getestet. Für die Erstellung der Analysen im neu implementierten Zeiterfassungstool CAPP Knowledge wurde eine simple, aussagekräftige und eindeutige Analyse-Codierung entwickelt. Die Codierung setzt sich aus Kurzbezeichnungen, bestehend aus Buchstaben und Ziffern, der Kategorien *Stufe, Werk, Plattform, Bereich, Technologie, Gegenstand und fortlaufende Nummerierung* zusammen. Mittels einer Gegenüberstellung der alten und neuen Vorgehensweise bei der Analysierung von Projekten wurden das erarbeitete Bausteinprinzip und der Planungsstandard überprüft. Dabei stellte sich heraus, dass die neue Vorgangsweise einen Mehrwert für das Unternehmen darstellt. Der Mehrwert spiegelt sich in der einfacheren Handhabung der Analysen wieder, da wegen der Zuweisung der Bausteine zu konkreten Arbeitsplätze die Übersichtlichkeit gesteigert wird. Des Weiteren werden die Analysiergeschwindigkeiten von Fahrwerken durch die Verwendung von Produktfamilienbausteinen erhöht.

Nachdem im Rahmen dieser Masterarbeit die Vorgabezeiterfassung firmenintern optimiert wurde, stellte sich nun auch die Frage, ob das implementierte Softwaresystem die beste Lösung für das Unternehmen darstellt. Um dies zu überprüfen, wurde eine Benchmarkanalyse, mit den auf dem Markt befindlichen und konkurrenzfähigen IT-Planungstools, durchgeführt. Von fünf Zeiterfassungssystem-Anbietern, welche dieser Analyse unterzogen wurden, überzeugten vor allem die Produkte CAPP Knowledge von dmc-ortim GmbH und TiCon vom Unternehmen Deutsche MTM-Vereinigung. Beide Produkte basieren auf dem REFA- sowie dem MTM-Verfahren und besitzen eine direkte Einbindung zu SAP, weshalb sie überzeugten. Ob CAPP Knowledge oder TiCon die bessere Softwarelösung im Bereich Zeitermittlung darstellt, wurde durch eine

Nutzwertanalyse ermittelt. Ein im Vorfeld erstellter standortspezifischer Anforderungskatalog diente als Grundlage für die Nutzwertanalyse. CAPP Knowledge überzeugte im Endeffekt durch Vorteile im Bereich Zeitableitung sowie in der Handhabung von Planzeittabellen, aber auch durch die Kompatibilität mit den am Standort vorherrschenden Zeiterfassungswerkzeugen.

Um schließlich die durch diese Masterarbeit erreichten Erfahrungen im Bereich Montage zu etablieren, wurde ein in vier Phasen unterteiltes Umsetzungskonzept erarbeitet. Diese vier Phasen umfassen die Überarbeitung der bestehenden Datenkarte, die Standardisierung der Bausteine und die Übertragung in das neue Zeitverwaltungssystem, die Erprobung und Prüfung anhand eines Pilotprojektes sowie die Ausweitung auf andere Projekte und Bereiche entlang der Wertstromkette.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass durch diese Arbeit eine Optimierung bei der Vorgabezeitermittlung erreicht wurde. Da keine neuen Datenermittlungen durchzuführen sind, sondern auf vorhandene Daten zugegriffen werden kann, können dadurch Zeitressourcen in der Arbeitsvorbereitung eingespart werden. Außerdem ist die Produktivität durch eine bessere Übersicht der Zeitanalysen-Ebenen gesteigert worden.

5.1 Beantwortung der Forschungsfragen

Welchen Mehrwert hat das Unternehmen, wenn ein ganzheitlicher Lösungsansatz - in Form von standardisierten Zeitbausteinen, welche projekt- und bereichsübergreifend Gültigkeit besitzen – implementiert wird?

Durch den vereinfachten Aufbau der standardisierten Bausteine ist es möglich, effizientere sowie übersichtlichere Analysen schneller zu generieren. Dadurch ist es möglich, Altprojekte innerhalb kürzester Zeit zu kontrollieren und gegebenenfalls Zeitverschwendungen aufzudecken und Analysen zu aktualisieren. Durch redundante Daten kam es in der Vergangenheit zu einer Vergeudung der Zeitressourcen in der Fertigung. Diese Daten werden aufgedeckt und durch entsprechende Bausteine ersetzt.

Welche Vorteile haben Softwareimplementierungen im Bereich des Zeitmanagements?

Durch ein vollständiges in das ERP-System integriertes Zeiterfassungssystem werden Änderungen transparent und können in Echtzeit durchgeführt werden. Zusätzlich werden die Änderungen nachvollziehbar protokolliert und in allen beteiligten Bereichen aktualisiert. So ist es möglich, innerhalb kürzester Zeit, genaue Daten zu generieren und aussagekräftige Zeiten zu präsentieren. Dies ist notwendig, um bei der Erstellung

von Fertigungsangeboten – die Abschätzung der Fertigungsstunden inkl. Einmalkosten – zu einer Entscheidung zu gelangen. Somit dienen die Daten als Entscheidungsgrundlage für den Make-or-Buy-Prozess. Darüber hinaus wird der administrative Pflegeaufwand zur Sicherstellung von einzelnen Datensätzen bzw. Zeittabellen immens reduziert. Des Weiteren sollen damit auch logistische Störungen, sowie eine ineffiziente Arbeitsplatzgestaltung ersichtlich gemacht werden. Auch der Einsatz von Betriebsmitteln und -flächen kann optimiert werden, indem durch die Reduktion der Durchlaufzeit Bestandseinsparungen wirksam werden.

Welche Maßnahmen setzt das Unternehmen, um im Bereich der Vorgabezeitermittlung, besser zu werden?

Mittels einer Implementierung von einer Zeiterfassungssoftware kann die Vorgabezeitermittlung verbessert werden. Diese bringt eine Verschlankung der Administration von Zeitplantabellen sowie Zeitstudien und daraus folgenden Zeitableitungen mit sich. Die daraus resultierenden Zeiten können wiederum permanent Rückschlüsse auf die Arbeitsweise, Arbeitsplatzgegebenheiten und Arbeitsablauf geben. Dies stellt einen Ansatz für einen stetigen Verbesserungsprozess dar. Darüber hinaus werden die Bausteine laufend weiterentwickelt bzw. standardisiert.

5.2 Überprüfung der Hypothesen

Die zu Beginn aus den Forschungsfragen abgeleiteten Hypothesen werden nun auf Basis des Praxisteils bestätigt oder widerlegt.

Hypothese 1:

Ein ganzheitlicher Lösungsansatz für standardisierte Zeitbausteine liegt im Interesse des Unternehmens, da die vorhandenen Zeitressourcen besser genutzt werden.

Durch das Projekt SF6500 ÖBB konnte diese Hypothese bestätigt werden.

Hypothese 2:

Die Vorteile liegen in der raschen Umsetzung von Neuproduktkalkulationen und der Nachvollziehbarkeit einzelner Zeitanalysen.

Anhand der Gegenüberstellung der Analyse Alt zu Neu konnte diese Hypothese bestätigt werden.

Hypothese 3:

Zu Verbesserung der Vorgabenzeitermittlung wird die Digitalisierung der Fertigung und Vereinheitlichung der Verfahren und Prozessabläufe angestrebt.

Wegen der erfolgten Standardisierung der Zeitbausteine und der Zusammenführung mit dem implementierten CAPP Knowledge kann diese Hypothese bestätigt werden.

5.3 Ausblick

Im Rahmen dieser Masterarbeit konnten einige Optimierungspotentiale aufgezeigt werden. Diese konnten durch die Implementierung eines Zeiterfassungs-Tools, sowie den Aufbau einer neuen standardisierten Bausteindatenkarte, welche auf der MTM/MEK Logik basiert, umgesetzt werden. Im weiteren Verlauf muss die Bausteinstandardisierung wie in dem Umsetzungskonzept (siehe Kapitel 4.5) dargestellten Bereichen entlang der Wertstromkette vorangetrieben werden. In weiterer Folge ist es zu erörtern, ob die MTM/MEK Logik auf den Bereich „Stahlbau“, im Speziellen auf die Grundtätigkeit manuelles Schweißen und Schleifen, sinnvoll übertragbar ist. Tabelle 25 zeigt die Grundtätigkeiten im Bereich „Stahlbau“ und die aktuellen Analysiermethoden.

Rüsten	Fügen	Schweißen	Schleifen	Prüfen	Messen	Protokollieren	Stempeln
MEK	MEK	Manuell Zeitaufnahme	Zeitaufnahme	Zeitaufnahme	MEK	MEK	Zeitaufnahme
		Automatisch Maschinenzeit					

Tabelle 25: Tätigkeiten und Analysiermethoden im Stahlbau

Literaturverzeichnis

Albers, S./Klapper, D./Konradt, U./ Walter, A./ Wolf, J.(Hrsg.): Methodik der empirischen Forschung, 3. überarbeitete und erweiterte Auflage, Wiesbaden 2009.

Bechmann, A.: Nutzwertanalyse, Bewertungstheorie und Planung, Band 29,, Bern.

Becks, C.: Investitionsarme Rationalisierung mit MTM, in VDI (Hrsg.): Management in der Rezession, VDI-Verlag, 1993, Düsseldorf, S. 257-288.

Becks, C.: MTM-Werkzeug zur Gestaltung und Quantifizierung von Montageprozessen, in Seminarbericht 36, Moderne Methoden zur Montageplanung: Schlüssel für eine effiziente Produktion, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaft, Herbert Utz Verlag, 1998, München, S.2-1 – 2-24.

Binner, H. F.: Handbuch der prozessorientierten Arbeitsorganisaton-Methoden und Werkzeuge zur Umsetzung, 2. überarbeitete Auflage, München 2005.

Bishop, G.: Purpose and Justrification of Engineered Labor Standard, in Zandin K.B. (Hrsg.): Maynard's Industrial Engineering Handbook, 5. Auflage, McGraq-Hill, New York 2001, S. 5.35-5.36

Blommer, R./Mann, H./Bernhard, M. G.: Praktisches IT-Management, controlling, Kennzahlen, Konzepte, Düsseldorf 2006.

Bokranz, R./Kasten, L.: Organisations-Management in Dienstleistung und Verwaltung, Gestaltungsfelder, Instrumente und Konzepte, 4. Überarbeitet Auflage, Wiesbaden 2006

Bokranz, R./Landau, K.: Produktivitätsmanagement von Arbeitssystemen, MTM-Handbuch, Stuttgart 2006.

Borges, A./Bondroit, U./Paffenholz, B.: Entwicklung eines universell gültigen Regressionsmodells zur Ermittlung von Planzeitwerten für vorweidende manuelle Arbeiten, Wiesbaden 1971.

Britzke, B.: Mehrfachnutzung von Planungsgrundlagen, in: Produktion + Planung, 1996, S. 4:32-34.

Burckhardt, W.: Schlank, intelligent und schnell, So führen Sie Unternehmen zur Spitzenleistung, Wiesbaden 1992.

Camp, R. C.: Benchmarking, München 1994.

Deutsche MTM Vereinigung e. V.: MTM – Grundverfahren Lehrgangunterlagen Teil 1, Hamburg 2003.

DIN EN ISO 6385: Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen. Berlin 2004, S 8.

Gabler Wirtschaftslexikon: 18., aktualisierte und erweiterte Auflage, Wiesbaden 2014.

Grundig, C.-G.: Fabrikplanung, Planungssystematik-Methoden-Anwendungen, 5., aktualisierte Auflage, München 2014.

Heinz, K./Mesenhöller, E.: Zeitdaten zur Gestaltung der Montage, in Landau K. (Hrsg.) Ergonomie und Organisation in der Montage, S. 572–580, München, 2001.

Heinz, K./Olbrich, R.: Planzeitermittlung, München 1994.

Heise, W.: Das kleine 1x1 der Organisationslehr, Erlensee 2009.

Konrad, K.-G.: Planzeiten für Konstruktion und Arbeitsplanung, in Forschung für die Praxis, Band 11, Berlin 1987.

Kreutzer, R. T.: Praxisorientiertes Marketing, Grundlagen – Instrumente – Fallbeispiele, 4., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Wiesbaden 2013.

Landau, K.: Lexikon Arbeitsgestaltung. Best Practice im Arbeitsprozess, Stuttgart 2007

Lindemann, U.: Methodische Entwicklung technischer Produkte, Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden, 3. korrigierte Auflage, Berlin 2009.

Lotter, B./Wiendahl, H.-P.(Hrsg.): Montage in der industriellen Produktion, Ein Handbuch für die Praxis, 2. Auflage, Heidelberg 2012.

Luczak, H.: Arbeitswissenschaft, Heidelberg 1993.

Luczak, H./Eversheim, W.: Produktionsplanung und -steuerung, 2. korrigierte Auflage, Berlin 1999.

Mertins, K./Kohl, H. (Hrsg.): Benchmarking, Leitfaden für den Vergleich mit den Besten, 2., überarbeitete Auflage, Düsseldorf 2009.

Mussnig, W./Mödritscher, G. (Hrsg.): Strategie entwickeln und umsetzen, Speziell für kleine und mittelständische Unternehmen, 2. Aktualisierte Auflage, Wien 2013.

Mroß, M.: Organisationslehre für Sozialmanagement und Sozialverwaltung, Bremen, 2012.

Österreichische MTM Vereinigung.: MTM – MEK, Lehrgangsunterlage, Maria Enzersdorf 2010.

Österreichische MTM Vereinigung.: MTM – UAS, Lehrgangsunterlage, Maria Enzersdorf 2013.

Picker, C.: Prospektive Zeitbestimmung für nicht wertschöpfende Montagetätigkeiten, Dissertation, Technische Universität Dortmund, 2006

REFA: Methodenlehre der Betriebsorganisation-Datenermittlung, München 1997.

REFA: Methodenlehre des Arbeitsstudium-Teil 2, Datenermittlung, 7. Auflage, München 1992.

REFA-Lexikon: Industrial Engineering und Arbeitsorganisation, 2. Auflage, Darmstadt 2011.

REFA: Methodenlehre der Betriebsorganisation-Lexikon der Betriebsorganisation, München 1993.

Sandkuhl, K./Wißotzki, M./Stirna, J.: Unternehmensmodellierung, Grundlagen, Methoden und Praktiken, Heidelberg 2013.

Schenk, M./ Wirth, S./Müller, E.: Fabrikplanung und fabrikbetrieb, Methoden für die wandlungsfähige, vernetzte und ressourceneffiziente Fabrig, 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Berlin 2014.

Schlick, C./Bruder, R./Luczak, H.: Arbeitswissenschaft, 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Heidelberg 2010.

Schnauber, H.: Arbeitswissenschaften, Braunschweig 1979.

Schulte-Zurhausen, M.: Organisation, 6., überarbeitete und aktualisierte Auflage, München 1994.

Sellie, C.N.: Stopwatch time study, in Zandin K.B. (Hrsg.): Maynard´s Industrial Engineering Handbook, 5. Auflage, McGraq-Hill, New York 2001, S. 17.21-17.46.

Siemens AG: Willkommensmappe BG Graz, internes Dokument A6Z00034615119, Graz (2016a).

Siemens AG: Werkspräsentation Standort Graz, internes Dokument A6Z00034587839, Graz (2016b).

Weber, R.: Entlohnungssysteme bei steigender Automatisierung und in der Lean-Production, Voraussetzungen-Methoden-Beispiele, Band 456, Renningen-Malmsheim 1994.

Wiendahl, H.-P./Reichardt, J./Nyhuis, P.: Handbuch Fabrikplanung, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten, 2.,überarbeitete und erweiterte Auflage, München 2014.

Internetquellenverzeichnis

Deutsche MTM-Vereinigung e. V.: Homepage DMTM, Zugriffsdatum: 30.07.2016

<https://www.dmtm.com/software/produkte/ticonfuersap/>

dmc-ortim GmbH: Homepage dmc-ortim GmbH, Zugriffsdatum: 06.07.2016

<http://www.dmc-ortim.de/de/produkte/capp-knowledge.html>

HSi GmbH: Homepage HSi IT solutions for manufacturing, Zugriffsdatum: 10.07.2016

<https://www.hsi4m.com/index.php/de/software>

Siemens AG: Homepage Siemens AG, Zugriffsdatum: 02.02.2016

<http://www.siemens.com/about/de/>

Siemens AG: Weltkompetenzzentrum Fahrwerke Graz, Zugriffsdatum: 03.02.2016

https://w5.siemens.com/web/at/de/corporate/portal/SiemensInOesterreich/Organisation/Niederlassungen/StandorteSteiermark/Documents/Text_Graz.pdf

TimeStudy GmbH: Homepage TimeStudy Lean Management, Zugriffsdatum: 05.08.2016

<http://www.timestudy.de/tools/>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Werkeverbund Graz	2
Abbildung 2: Lösungen für den Transport von Menschen	3
Abbildung 3: Wertstromkette MF-Graz	4
Abbildung 4: Vorgehensweise bei der Masterarbeit	6
Abbildung 5: Aufbau der Masterarbeit	8
Abbildung 6: Verwendungszweck von Zeitdaten	11
Abbildung 7: Analyse der Tätigkeit des Menschen und Einteilung in Ablaufarten	12
Abbildung 8: Bezeichnungen der Vorgabezeiten für Mensch und Betriebsmittel	13
Abbildung 9: Zeitgliederung für den Menschen	15
Abbildung 10: Übersicht der Zeitermittlungsmethoden	16
Abbildung 11: REFA Standardprogramm Zeitaufnahme	20
Abbildung 12: Vorgehensweise bei der Multimomentaufnahme	24
Abbildung 13: MTM Analysier-Verfahren.....	32
Abbildung 14: Zyklus der Grundbewegungen	33
Abbildung 15: Verdichtungskette im MTM-Prozessbausteinsystem.....	34
Abbildung 16: Vorgehensweise bei der Planzeitermittlung.....	37
Abbildung 17: Darstellungsmöglichkeiten von Planzeiten	39
Abbildung 18: Arbeitsumgebungen Siemens Graz.....	44
Abbildung 19: Analyse Querpuffer Anbau	45
Abbildung 20: Arbeitsplan mit Hintergrunddaten	46
Abbildung 21: PHS Datenkarte - Detail Schrauben.....	48
Abbildung 22: Detail Hintergrundanalyse	49
Abbildung 23: Vermischung der Analysiermethoden.....	50
Abbildung 24: Hierarchie ALT	53
Abbildung 25: Maßnahmen für die Produktivitätssteigerung	56
Abbildung 26: Hierarchie NEU	57
Abbildung 27: Grundvorgang Verrohrung.....	58
Abbildung 28: Datenkarte Baugruppen	59

Abbildung 29: Analyse Schraubenverbindung.....	61
Abbildung 30: Datenkarte Manipulieren	63
Abbildung 31: Datenkarte Kranbahn	64
Abbildung 32: Datenkarte Grundvorgänge	66
Abbildung 33: Unterteilung Bremsen.....	67
Abbildung 34: Detailanalyse Bremse S-VBP.....	68
Abbildung 35: Arbeitsplan im CAPP Knowledge	69
Abbildung 36: Neuer Planungsstandard.....	70
Abbildung 37: Unterteilung der Analyse	71
Abbildung 38: Analyse Neu	72
Abbildung 39: Codierung der Analysen.....	73
Abbildung 40: Vorgehensweise Analyse Alt.....	74
Abbildung 41: Vorgehensweise Analyse Neu.....	75
Abbildung 42: 5 Stufenkonzept des Benchmarkings	77
Abbildung 43: Vorgehensweise Nutzwertanalyse	83
Abbildung 44: Gewichtete Bewertungsmatrix.....	84
Abbildung 45: Präferenzmatrix	92
Abbildung 46: Ergebnis der Nutzwertanalyse.....	93
Abbildung 47: Grafische Auswertung der Nutzwertanalyse.....	93
Abbildung 48: Umsetzungskonzept.....	96
Abbildung 49: Baugruppenbaustein Dämpfer.....	i
Abbildung 50: Baugruppenbaustein Radsatzlager Anbauten	ii
Abbildung 51: Datenkarte NEU	iii
Abbildung 52: Aufbau Codierung der Analysen.....	iv
Abbildung 53: MEK Standard- und Grundvorgänge	v
Abbildung 54: MEK Standard- und Grundvorgänge	vi
Abbildung 55: Auszug aus der Datenkarte Alt.....	vii

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unterschied zwischen MEK und UAS	51
Tabelle 2: Überblick der Zeiterfassungssysteme	82
Tabelle 3: Bewertungsskala – Preis	86
Tabelle 4: Variantenbewertung – Preis	86
Tabelle 5: Bewertungsskala – REFA/MTM.....	87
Tabelle 6: Variantenbewertung – REFA/MTM.....	87
Tabelle 7: Bewertungsskala – Zeitaufnahme	87
Tabelle 8: Variantenbewertung – Zeitaufnahme.....	87
Tabelle 9: Bewertungsskala – Zeitbausteine	88
Tabelle 10: Variantenbewertung – Zeitbausteine	88
Tabelle 11: Bewertungsskala – Planzeittabellen	88
Tabelle 12: Variantenbewertung – Planzeittabellen	89
Tabelle 13: Bewertungsskala – Direkte Integration	89
Tabelle 14: Variantenbewertung – Direkte Integration	89
Tabelle 15: Bewertungsskala – Personalzeit/Rüstzeit.....	89
Tabelle 16: Variantenbewertung – Personalzeit/Rüstzeit.....	90
Tabelle 17: Bewertungsskala – Änderungshistorie.....	90
Tabelle 18: Variantenbewertung – Änderungshistorie.....	90
Tabelle 19: Bewertungsskala – Kompatibilität.....	90
Tabelle 20: Variantenbewertung – Kompatibilität	91
Tabelle 21: Bewertungsskala – Wartung, Betreuung & Support	91
Tabelle 22: Variantenbewertung – Wartung, Betreuung & Support.....	91
Tabelle 23: Bewertungsskala – Schulung	91
Tabelle 24: Variantenbewertung – Schulung.....	92
Tabelle 25: Tätigkeiten und Analysermethoden im Stahlbau.....	100

Formelverzeichnis

(1): Auftragszeit	15
(2): Leistungsfaktor.....	18
(3): Leistungsgrad	19
(4): Verteilzeitprozentsatz.....	23
(5): Durchzuführenden Beobachtungen	26
(6): Gesamtfehler	41

Abkürzungsverzeichnis

BG	Bogie (Drehgestell)
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
ERP	Enterprise Resource Planning
Hrsg.	Herausgeber
f	folgend
ff	fortfolgend
usw.	und so weiter
MEK	MTM in der Einzel und Kleinserienfertigung
MF	Manufacturing (Fertigung)
MTM	Methods Time Measurement
PE	Production Engineering (AV Arbeitsvorbereitung)
PHS	PHS Consulting
RSL	Radsatzlager
SvZ	System vorbestimmter Zeiten
UAS	Universelles Analysier-System
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel

Anhang A : Standardisierte Baugruppenbausteine

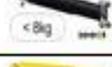
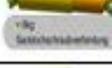
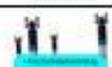
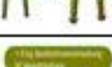
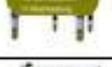
Dämpfer	Beschreibung	Code	Minuten	
	4x Drehdämpfer Anbau (≥ 8 kg) mit H Verschraubung	S-DDA4	38,92	Link
	2x Drehdämpfer Anbau (≥ 8 kg) mit H Verschraubung	S-DDA2	31,92	Link
	2x Drehdämpfer Anbau (≥ 8 kg) mit H Verschraubung	S-DDA3	22,70	Link
	4x Drehdämpfer Anbau (≥ 8 kg) mit S Verschraubung beidseitig	S-DDAB4	50,53	Link
	4x Drehdämpfer Anbau (≥ 8 kg) mit H Verschraubung	S-DDA4SL	34,65	Link
	2x Vertikaldämpfer Anbau (< 8 kg) mit Durchsteckverbindung	S-VDA2	15,93	Link
	2x Vertikaldämpfer Anbau (< 8 kg) mit Sacklochverschraubung	S-VDA3	13,78	Link
	1x Querdämpfer Anbau (< 8 kg) mit Durchsteckverbindung H	S-QDA1	10,20	Link
	1x Querdämpfer Anbau (< 8 kg) mit Sacklochverschraubung H	S-QDA2	7,58	Link
	2x Querdämpfer Anbau (< 8 kg) mit Sackloch und Durchsteckschraubverbindungverschraubung	S-QDA3	17,54	Link
	Primärdämpfer Anbau Montage H Durchsteckverschraubung	S-PDMDH	21,42	Link
	Primärdämpfer Anbau Montage H Sackloch Verschraubung	S-PDMSH	17,07	Link
	Primärdämpfer Anbau Montage M Durchsteckverschraubung	S-PDMDM	18,98	Link
	Primärdämpfer Anbau Montage M Sackloch Verschraubung	S-PDMSM	14,39	Link
	Primärdämpfer Anbau AAS H Durchsteckverschraubung	S-PDRDH	19,30	Link
	Primärdämpfer Anbau AAS H Sackloch Verschraubung	S-PDRSH	14,65	Link
	Primärdämpfer Anbau AAS M Durchsteckverschraubung	S-PDRDM	18,06	Link
	Primärdämpfer Anbau AAS M Sackloch Verschraubung	S-PDRSM	13,47	Link
	Primärdämpfer Anbau AAS mit Gummielement	S-PDRGH	10,99	Link
	Vertikaldämpfer Anbau mit einer Durchsteckschraubverbindung	S-VDA4	9,42	Link

Abbildung 49: Baugruppenbaustein Dämpfer

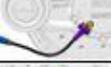
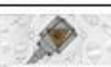
RSL Anbauten	Beschreibung	Code	Minuten	
	Lagerdeckel Montage 5 Schrauben	S-LDM5	12,04	Link
	Lagerdeckel Montage 6 Schrauben	S-LDM6	12,85	Link
	Lagerdeckel Montage 7 Schrauben	S-LDM6	13,64	Link
	Polrad Anbau	S-PRA1	6,45	Link
	Polrad Anbau mit 4 Schrauben	S-PRA2	7,27	Link
	Gleitschutzgeber Anbau ohne Polrad und Deckel	S-GAM	9,93	Link
	Gleitschutzgeber Anbau 2x	S-GA2	18,11	Link
	Gleitschutzgeber Anbau 1x	S-GA1	15,52	Link
	EK Montage	S-EKM1	13,22	Link
	Speedsensor Anbau	S-SPSA1	11,60	Link
	Speedsensor Anbau Mitnehmerscheibe mit 4 Schrauben	S-SPSA2	12,28	Link
	Kabelverlegung Gleitschutzgeber	S-KVGS1	4,07	Link
	Abschlussdeckel 4 Schrauben und Dichtung	S-AB4SD	10,65	Link
	Speedsensor Anbau Mitnehmerscheibe mit Polrad verschraubt	S-SPSA	11,07	Link
	Erdungskontakt Anbau (Schleifscheibe m. 4 Schrauben)	S-EKM2	13,93	Link
	Abschlussdeckel 4 Schrauben und Dichtung	S-AB3SD	9,53	Link
	Lagerdeckel Montage 4 Schrauben	S-LDM4	11,25	Link

Abbildung 50: Baugruppenbaustein Radsatzlager Anbauten

Anhang B : Datenkarte Neu

Anziehen mit Drehmoment					Rohrverlegung					Klemmhälftenpaare							
Beschreibung	Minuten	Code		Einflussgröße	Beschreibung	Minuten	Code	Einflussgröße							Beschreibung	Minuten	Code
		erste	weitere					1	2	3	4	5	6	7			
Schraube abknacksen bis M20 weiteres abknacksen Code "S-SA1" mit Endung "W"	1,37 0,20	S-SA1	W	1	Stutzen Einflussgröße Anzahl der Rohrverschraubung	1,01 1,74 2,57	S-RV	1	2	3	4	5	6	7	1 KLMP mit Deckplatte und 1 Schrauben	1,69	S-KLMP20
Schraube abknacksen ab M20 weiteres abknacksen Code "S-SA2" mit Endung "W"	1,39 0,37	S-SA2	W	2	Schottstutzen mit einer Rohrverschraubung	2,06	S-RVD	1							KLMP mit Deckplatte, 1 Schrauben, 1 Muttern und 1 Scheiben	1,26	S-KLMP04
Schraube abknacksen mit Gegenschlüssel bis M20 weiteres abknacksen Code "S-SA3" mit Endung "W"	1,32 0,41	S-SA3	W	3	Schottstutzen mit Beilagen Einflussgröße Anzahl der Rohrverschraubung	2,19 2,85	S-RVD	1	2						KLMP mit Deckplatte, 2 Schrauben, 2 Scheiben und Deckplatte	2,22	S-KLMP14
Schraube abknacksen mit Gegenschlüssel ab M20 weiteres abknacksen Code "S-SA4" mit Endung "W"	1,34 0,43	S-SA4	W		Schwenkverschraubung Kommissionieren montieren	1,40	S-SCV								KLMP mit Deckplatte, 2 Schrauben, 2 Muttern und 2 Scheiben	1,86	S-KLMP03
H Schraube abknacksen bis M20 weiteres abknacksen Code "S-SA1" mit Endung "W"	2,56	S-SA5			Einschraubstutzen montieren	0,69	S-ESV								KLMP mit Deckplatte, 2 Schrauben, 2 Muttern, 2 Distanzplatten und 2 Scheiben	1,82	S-KLMP16
H Schraube abknacksen ab M20 weiteres abknacksen Code "S-SA2" mit Endung "W"	2,58	S-SA6			Bremschlauch montieren mit 1x gegenhalten, festziehen und abzeichnen	2,38	S-BM								KLMP mit Deckplatte, Distanzrohr und Mutter	1,17	S-KLMP15
H Schraube abknacksen mit Gegenschlüssel bis M20 weiteres abknacksen Code "S-SA3" mit Endung "W"	2,61	S-SA7													KLMP mit Deckplatte, 2 Schraube, 1 Mutter und 1 Scheibe und 3 Distanzplatten	1,77	S-KLMP08
H Schraube abknacksen mit Gegenschlüssel ab M20 weiteres abknacksen Code "S-SA4" mit Endung "W"	2,68	S-SA8			Rohrmontage Einflussgröße Anzahl der Klemmhälftenpaare bzw. Schellen	1,01 1,24 1,47 1,70 1,92 2,15 2,38	S-RM	1	2	3	4	5	6	7	1 KLMP mit Grund- und Deckplatte, Distanzrohr und Mutter	1,30	S-KLMP01
Ergänzungswert Drehmoment H Verschraubung	1,25	S-EHH			Richten mit Hammer oder Montiereisen	0,18	S-RRME								KLMP mit Deckplatte, Distanzrohr, 1 Schraube, 1 Mutter und 1 Scheibe	1,46	S-KLMP02
Behandeln					Werkzeuge					Diverses							
Schraube fetten ohne Kopf weiteres fetten Code "S-SSOK" mit Endung "W"	0,11 0,08	S-SSOK	W		Vorbereiten von Luftdruck Werkzeugen Bereich 10m ohne Werkzeugaufsatz und verstauen	0,91	S-VLW								1 KLMP mit Deckplatte, 1 Schraube, 1 Mutter und 1 Scheibe und Grundplatte	1,29	S-KLMP06
Schraube fetten mit Kopf weiteres fetten Code "S-SSMK" mit Endung "W"	0,16 0,13	S-SSMK	W		Aufsatz auf Luftdruckwerkzeug aufstecken und abnehmen Bereich 2m	0,23	S-ALA								KLMP mit Deckplatte, Distanzrohr, 1 Schraube, 1 Mutter und 2 Scheibe	1,58	S-KLMP21
Schraube reinigen und kleben weiteres reinigen u. kleben Code "S-SRKC" mit Endung "W"	0,75 0,31	S-SRKC	W		Werkzeug in Bohrfutter ein- und ausspannen	0,97	S-ALS								1 KLMP mit Deckplatte, 2 Schrauben u. 2 Schienenmutter	2,63	S-KLMP19
Schraube abzeichnen mit Spritze weiteres abzeichnen Code "S-SAS" mit Endung "W"	0,35 0,14	S-SAS	W		Luftdruckwerkzeug wechseln (ohne Aufsatz aufstecken) Bereich 2m	0,34	S-LW								1 KLMP mit Deckplatte, 1 Schrauben u. 1 Schienenmutter	2,86	S-KLMP18
Lackieren um Schraubverbindung weiteres lackieren Code "S-SVN" mit Endung "W"	0,55 0,19	S-SVN	W		Werkzeug holen und wegräumen für bis zu 3 versch. Werkzeuge	0,79	S-WHW3								KLMP mit je 2 Scheiben und Muttern	1,19	S-KLMP13
überflüssiges Schmiermittel entfernen weiteres reinigen Code "S-SR" mit Endung "W"	0,49 0,11	S-SR	W		Manipulieren					1 KLMP mit Grundplatte mit Gewinde, 2 Schrauben, 2 Scheiben und Einsatz	2,59	S-KLMP07					
Schraubverbindung Tectylieren	0,16 0,09	S-SVT	W		8-22kg Bauteil <22kg kommissionieren und platzieren 10m	0,44	S-BAP								1 KLMP mit Grund- und Deckplatte, 2 Schrauben, 2 Scheiben und Einsatz	1,94	S-KLMP22
Lackfinish um Schrauben	0,15 0,09	S-LFS	W		Kranbahn bis 1000 kg kein Anschlagmittel und kein anhängen inkludiert	1,15 0,86	S-KB1		W						2 KLMP mit Deckplatte mit Gewinde, 2 Schrauben, 2 Scheiben	3,21	S-KLMP17
Lackieren um Radsatzlagerdeckel	1,46	S-LRD			Kranbahn bis 4000 kg	1,94	S-KB4		W						2 KLMP mit Deckplatte, 2 Schraube, 2 Mutter, Scheibe und 4 Grundplatten	3,62	S-KLMP12
erstes Erdungsschild Kleben	1,44 0,87	S-ESK	W		Kranbahn bis 5000 - 15000 kg Anschlagmittel und das einhängen des Bauteils sind extra zu	2,99 2,76	S-KB5		W						2 KLMP mit Deckplatte, 1 Schraube, 1 Mutter und 1 Scheibe	1,91	S-KLMP05
Firmenschild Kleben	4,19	S-FSK			Haken einen Haken ein- und wieder aushängen	0,25	S-HEA								Schelle mit 1 Schraube, 1 Muttern und 2 Scheiben	1,24	S-KLMP09
Beschriftung Groß	1,76	S-BSG			Bautell Werkstück mit Schlupf - holen/verstauen u. an/aushängen	0,66 0,47	S-BSAA		W						Schelle mit 1 Schraube, 1 Muttern, 2 Scheiben und Distanzstück	1,37	S-KLMP10
Beschriftung Klein	1,54	S-BSK			Anschlag Anschlagmittel holen und am Kran einhängen Hebebehalte für Bremsen, Luftfedern; usw.	0,67	S-ASM								Schelle platzieren	0,40	S-KLMP11
Fläche Blank schleifen	0,26	S-FBS			4 Strang Kette Anschlagmittel Kette - holen/verstauen u. ein/aushängen	0,79	S-WMDP								Schelle mit 1 Schraube oder 1 Muttern und 1 Scheibe	0,96	S-KLMP24
Typenschild mit Markiergerät nadeln, einzeilig	1,54	S-TSNZ1			Fahrmotor manipulieren bis 1000 kg	5,63	S-MM1								Schelle mit 1 Schraube, 1 Muttern, 2 Scheiben und Distanzstück	1,04	S-KLMP25
Typenschild mit Markiergerät nadeln, zweizeilig	1,95	S-TSNZ2			Rahmen von A nach B	7,51	S-RMP								1 KLMP mit Deckplatte, 1 Schraube, 1 Mutter und 2 Grundplatten	1,84	S-KLMP26
erstes Gewinde nachschneiden mit Maschine bis M25 weitere Gewinde mit S-GNSMW	1,40 0,72	S-GNSW	W		Treibradsatz am AAS positionieren	5,76	S-MTR1								Schlauchklemme montieren	0,55	S-SKM
erstes Gewinde nachschneiden mit Maschine bis M25 weitere Gewinde mit S-GNSMW	2,41 0,19	S-GNSM	W		Lauftradsatz am AAS positionieren	4,94	S-MLR1								Schlauchklemme versetzen	0,41	S-SKV
Lack vorbereiten	0,45	S-LAV			Hebebühne 1m auf oder ab bewegen	1,03	S-HAA								Diverses		
Schraubverbindungen Kommissionieren Montieren					Ergänzungswert					Messen							
1 Schraubverbindungssatz (1 Schraube, 2x1 Scheiben, 1 Mutter)	0,62	S-SV1	X		Ergänzungs Wert Schraube schwer zugänglich	0,14	S-EHS								Messarm in position bringen und Referenz Messung	2,37	S-MAPR
1 Schraubverbindungssatz (1 Schraube, 1 Scheiben)	0,41	S-SV2	X		Schraube anziehen zweiter Mann	0,40	S-SA2M								Erster Messpunkt Messarm	0,52	S-MPMA
1 Schraubverbindungssatz (1 Schraube, 1 Scheiben, 1 Dehnhülse)	0,52	S-SV3	X												weiterer Messpunkt mit Messarm	0,25	S-MPMAW
1 Schraubverbindungssatz (1 Schraube, 2 Scheiben)	0,47	S-SV4	X												erster Messpunkt Taster Bluetooth	0,44	S-MPT
1 Schraubverbindungssatz (1 Schraube)	0,28	S-SV7	X												weiterer Messpunkt Taster Bluetooth	0,26	S-MPTW
1 Schraubverbindungssatz (1 Schraube, 1 Scheiben, 1 Mutter)	0,50	S-SV8	X												Lineal auf Schiene auflegen genau platzieren und	0,62	S-LAS
1 Schraubverbindungssatz (1 Schraube, 2x1 Scheiben, 1x Dehnhülse 1 Mutter)	0,70	S-SV9	X												Lineal verschieben an zwei Punkten	0,31	S-LASV
1 Schraubverbindungssatz (1 Schraube, 4x2 Tellerscheiben, 1 Beilage, 1 Mutter)	1,08	S-SV5	X												Manuelle Messung mit Handeingabe	0,63	S-MMHE
1 Schraubverbindungssatz 3 Teilig für Bremsscheibenmontage	0,53	S-SV6	X												Weitere Manuelle Messung mit Handeingabe	0,44	S-MMHEW
Das Vorbereiten von Werkzeugen muss extra Analysiert werden															Barcode Aufkleber anbringen	3,75 1,42	S-BCK
Formelbausteine																	W
Federberechnung Monteur																	
E-Prüfung ohne FDU																	

Vorbereiten von Werkzeugen muss extra Analysiert werden

Abbildung 51: Datenkarte NEU

Anhang C : Codierung der Analysen

Code	Stufe	- Code	Werk	- Code	Plattform	- Code	Bereich	- Code	Technologie	- Code	Gegenstand	- fortlaufende Nummerierung
K B A T S	Kalkulation	GRZ	Graz	01	SF 1	S	Stahlbau	01	Fügen	01	DG-Rahmen	
	Baugruppen	SII	Sacramento	02	SF 2	Z	Zerspanende	02	Montieren	02	DG-Rahmen, vollst.	
	Arbeitsvorgang	JEK	Jekaterinburg	03	SF 2 B	O	Oberfläche	03	Lackieren	03	DG-Rahmen mit Anschweissteile	
	Teilvorgang	AUR	Aurangabad	04	SF 3	R	RASMO	04	Sandstrahlen	04	DG-Rahmen Rohbau	
	Sonstiges			05	SF 3 B	M	Montage	05	Prüfen	05	Langtraeger	
				06	SF 4	L	Logistik	06	Messen	06	Quertraeger	
				07	SF 4 B	Q	QA	07	Pressen	07	Kopftraeger	
				08	SF 4 US	S	Sonstige	08	Vorbereiten	08	Achslagertraeger	
				09	SF 4 US DE	A	Lehrwerkstätte	09	Schweißen	09	Motortraeger	
				10	SF 6			10	Dichten	10	Traverse	
				11	SF 6 S			11	Kleben	11	Integralbehälter	
				12	SF 6 B			12	Fäsen	12	Rollkranztraeger	
				13	SF 7			13	Drehen	13	Konsole	
				14	SF 8			14	Roboter	14	Halter	
							15	Markieren	15	Antennenträger		
							16	Richten	16	Träger		
							17	Wärmen	17	Montagekomponenten		
							18	Schleifen	18			
							19	Trennen	19			
							20	Reinigen	20			
							21	Füllen	21			
							22	Klemmen	22			
							23	Peenen	23			
							24	Manipulieren	24			
							25	Sortieren	25	Drehgestellrahmen vollst., lackiert		
							26	Kommissionieren	26	Treibradsatz vollst.		
							27	Auspacken	27	Laufradsatz vollst.		
							28	Entsorgen	28	Losradsatz		
							29	Transportieren	29	Lageranbauten		
							30	Verzurren	30	Radsatzlagerdeckel o. Belegung Anbau		
							31	Verpacken	31	Gleitschutzgeber Anbau		
									32	Geschwindigkeitsgeber Anbau		
									33	Temperatursensor Anbau		
							98	Kombination	34	Erdungskontakt Anbau		
							99	Sonstiges	35	Radsatzführung Anbau		
									36	Sekundaederung Anbau		
									37	Luftfedersteuerung Anbau		
									38	Vertikaldaempfer Anbau		
									39	Querdaempfer Anbau		
									40	Drehdaempferkonsole Anbau		
									41	Drehdaempfer Anbau		
									42	Koppeldampfer Anbau		
									43	Querschlag Anbau		
									44	Querpuffer Anbau		
									45	Querspielbegrenzung Anbau		
									46	Vertikalanschlag Anbau		
									47	Ausdrehanschlag Anbau		
									48	Nickanschlag Anbau		
									49	Wanksystem Anbau		
									50	Drehhemmung Anbau		
									51	Laengsmittnahme Anbau		
									52	Drehzapfen Anbau		
									53	Tauchzapfen Anbau		
									54	Abhebesicherung Anbau		
									55	Traverse Anbau		
									56	Wiege Anbau		
									57	Rollkranztraeger Anbau		
									58	Integralbehälter Anbau		
									59	Neigtechnik Anbau		
									60	Bremse Anbau		
									61	Mg-Bremse Anbau		
									62	Wirbelstrombremse Anbau		
									63	Konditioniereinrichtung Anbau		
									64	Putzbremse Anbau		
									65	Retarder Anbau		
									66	Notoesezug Anbau		
									67	Fahrmotor Anbau		
									68	Fahrmotortraeger Anbau		
									69	Gelenkwelle Anbau		
									70	Generator Anbau		
									71	Stromabnehmer Anbau		
									72	Schieneraeumer Anbau		
									73	Bahnraeumer Anbau		
									74	Sandung Anbau		
									75	Spurkranzschmierung Anbau		
									76	Aufstieg Anbau		
									77	Entgleisungsschutz Anbau		
									78	Tripcock Anbau		
									79	Radschutz Anbau		
									80	Spritzschutz Anbau		
									81	Antenne Anbau		
									82	Kabeltraeger Anbau		
									83	Kabelverlegung Anbau		
									84	Verrohrung Anbau		
									85	Schallabsorber Anbau		
									86	Anschriften Anbau		
									87	Streckenüberwachung Anbau		
									88	Drehgestell Diagnose Anbau		
									89	Schutzwiderstand Anbau		
									90	Getriebeöl Befüllung		
									91			
									92			
									93			
									94			
									95			
									96			
									97			
									98			
									99	Sonstiges		

Abbildung 52: Aufbau Codierung der Analysen

Anhang C : MEK Standard- und Grundvorgänge

Abbildung 53: MEK Standard- und Grundvorgänge¹⁸⁶

 MTM-Institut Eichenallee 11, 15738 Zeuthen Telefon: 033 762 / 20 66 31 Telefax: 033 762 / 20 66 40 eMail: institut@dmtn.com		MEK Standardvorgänge Montage		Ergänzungswerte				
Schrauben - 1 -		Kode TMU EH ET	Hilfsmittel			Teile		
			A-EH			A-ET		
3	4	5	4	5				
Der Gebrauch dieser Tabellenwerte führt ohne gründliche Ausbildung in MTM-1 und MEK zu falschen Ergebnissen								
ohne Werkzeug ≤ M10 A-SAA 260 + > M10 ≤ M20 A-SBA 280 +								
mit Werkzeug leicht zugänglich / leichtgängig ohne Umsetzen Schraubendreher, Werkzeug rundum, Ratsche ≤ M10 A-SAB 300 + + > M10 ≤ M20 A-SBB 370 + + > M20 ≤ M36 A-SBC 640 + + > M36 ≤ M52 A-SDB 740 + + > M52 ≤ M68 A-SDB 800 + +								
mit Umsetzen Gabelschlüssel, Ringschlüssel, Innensechskantschlüssel ≤ M10 A-SAC 400 + + > M10 ≤ M20 A-SBC 590 + + > M20 ≤ M36 A-SCC 1050 + + > M36 ≤ M52 A-SDG 1350 + + > M52 ≤ M68 A-SEC 1500 + +								
mit Prozesszeit Maschinenschrauber ≤ M10 A-SAD 190 + + > M10 ≤ M20 A-SBD 220 + + > M20 ≤ M36 A-SCD 310 + + > M36 ≤ M52 A-SDD 360 + + > M52 ≤ M68 A-SED 490 + +								
mit Werkzeug schwer zugänglich / schwergängig ohne Umsetzen Schraubendreher, Werkzeug rundum, Ratsche ≤ M10 A-SAE 370 + + > M10 ≤ M20 A-SBE 530 + + > M20 ≤ M36 A-SCE 1000 + + > M36 ≤ M52 A-SDE 1200 + + > M52 ≤ M68 A-SEE 1300 + +								
mit Umsetzen Gabelschlüssel, Ringschlüssel, Innensechskantschlüssel ≤ M10 A-SAF 890 + + > M10 ≤ M20 A-SBF 1150 + + > M20 ≤ M36 A-SCF 2550 + + > M36 ≤ M52 A-SDF 3150 + + > M52 ≤ M68 A-SEF 3400 + +								
mit Prozesszeit Maschinenschrauber ≤ M10 A-SAG 220 + + > M10 ≤ M20 A-SBG 250 + + > M20 ≤ M36 A-SCG 370 + + > M36 ≤ M52 A-SDG 440 + + > M52 ≤ M68 A-SEG 590 + +								
E/JD © MTM-Institut Urheberrechtlich geschützt! - Nachdruck verboten!								

 MTM-Institut Eichenallee 11, 15738 Zeuthen Telefon: 033 762 / 20 66 31 Telefax: 033 762 / 20 66 40 eMail: institut@dmtn.com		MEK Standardvorgänge Montage		Ergänzungswerte				
Schrauben - 2 -		Kode TMU EH ET	Hilfsmittel			Teile		
			A-EH			A-ET		
3	4	5	4	5				
Der Gebrauch dieser Tabellenwerte führt ohne gründliche Ausbildung in MTM-1 und MEK zu falschen Ergebnissen								
Zuschläge ≤ M10 A-SAH 80 + > M10 ≤ M20 A-SBH 90 + > M20 ≤ M36 A-SCI 110 + > M36 ≤ M52 A-SDH 150 + > M52 ≤ M68 A-SEH 190 +								
Zusätzliches Festziehen ≤ M10 A-SAI 110 + > M10 ≤ M20 A-SBI 110 + > M20 ≤ M36 A-SCI 600 + > M36 ≤ M52 A-SDI 1250 + > M52 ≤ M68 A-SEI 3000 +								
Verschmutzte oder beschädigte Gewindengänge 2. Schraubteil mit Werkzeug A-SGA 130 + + Gegenschlüssel ansetzen A-SZA 40 + + Zusatzteil (U-scheibe, Federscheibe) A-SZB 90 + +								
Holz- oder Blechschraube, vorgebohrt ohne Umsetzen Schraubendreher, Werkzeug rundum, Ratsche Länge ≤ 25 mm A-SNE 400 + + > 25 ≤ 50 mm A-SPE 1000 + + > 50 mm A-SQE 1400 + +								
mit Umsetzen Gabelschlüssel, Ringschlüssel, Innensechskantschlüssel Länge ≤ 25 mm A-SNF 1000 + + > 25 ≤ 50 mm A-SPF 1800 + + > 50 mm A-SQF 2600 + +								
mit Prozesszeit Maschinenschrauber Länge ≤ 25 mm A-SNG 230 + + > 25 ≤ 50 mm A-SPG 290 + + > 50 mm A-SQG 410 + +								
Holzschraube mit Vorstechen ohne Umsetzen Schraubendreher, Werkzeug rundum, Ratsche Länge ≤ 25 mm A-SRE 730 + + > 25 ≤ 50 mm A-SSE 1650 + + > 50 mm A-SSE 2250 + +								
mit Umsetzen Gabelschlüssel, Ringschlüssel, Innensechskantschlüssel Länge ≤ 25 mm A-SRF 1650 + + > 25 ≤ 50 mm A-SRF 2850 + + > 50 mm A-STF 4000 + +								
mit Prozesszeit Maschinenschrauber Länge ≤ 25 mm A-SRG 460 + + > 25 ≤ 50 mm A-SSG 520 + + > 50 mm A-STG 640 + +								
E/JD © MTM-Institut Urheberrechtlich geschützt! - Nachdruck verboten!								

 MTM-Institut Eichenallee 11, 15738 Zeuthen Telefon: 033 762 / 20 66 31 Telefax: 033 762 / 20 66 40 eMail: institut@dmtn.com		MEK Standardvorgänge Montage		Ergänzungswerte				
Prüfen oder Messen		Kode TMU EH	Hilfsmittel					
			A-EH					
3	4	5						
Der Gebrauch dieser Tabellenwerte führt ohne gründliche Ausbildung in MTM-1 und MEK zu falschen Ergebnissen								
Lehren ≤ 150 mm A-PAA 100 + > 150 ≤ 500 mm A-PAB 160 + > 500 ≤ 2000 mm A-PAC 200 +								
Gewinde ≤ 150 mm A-PBA 280 + > 150 ≤ 500 mm A-PBB 520 +								
Zeigermessgeräte Maß prüfen ≤ 150 mm A-PCA 100 + > 150 ≤ 500 mm A-PCB 160 + Maß ermitteln ≤ 150 mm A-PDA 140 + > 150 ≤ 500 mm A-PDB 200 +								
Skalenmessgeräte ohne bewegliche Teile ≤ 150 mm A-PEA 120 + > 150 ≤ 500 mm A-PEB 120 + > 500 ≤ 2000 mm A-PEC 230 + Zuschlag aus- und einziehen Rollbandmaß/ Gliedermaßstab ≤ 2 m A-PGB 200 +								
mit beweglichen Teilen ≤ 150 mm A-PFA 270 + > 150 ≤ 500 mm A-PFB 300 +								
Kurbelbandmaß ≤ 20 m A-PGA 1600 + Senklot, pro Mann A-PHA 1900 + optische Messgeräte Projektoren A-PIA 750 + Hand- oder Geräuschprüfung A-PKA 80								
Zuschläge Endmaß 3 Stück A-PZA 2500 Winkelmesser A-PZB 560 Zeigermessgerät A-PZC 2500 Flankenschraublehre A-PZD 4000 optisches Messgerät A-PZE 1600								
Bereich einstellen, auf Null stellen ≤ 150 mm A-PZF 180 + > 150 ≤ 500 mm A-PZG 210 +								
E/JD © MTM-Institut Urheberrechtlich geschützt! - Nachdruck verboten!								

 MTM-Institut Eichenallee 11, 15738 Zeuthen Telefon: 033 762 / 20 66 31 Telefax: 033 762 / 20 66 40 eMail: institut@dmtn.com		MEK Standardvorgänge Montage		Ergänzungswerte				
Festspannen und Lösen		Kode TMU EH	Hilfsmittel					
			A-EH					
3	4	5						
Der Gebrauch dieser Tabellenwerte führt ohne gründliche Ausbildung in MTM-1 und MEK zu falschen Ergebnissen								
Transportable Spannmittel Klemmzange A-FAA 290 + Feilkloben A-FBA 340 + Schraubzwinde A-FCA 390 + Stahlzwinde A-FDA 630 + Parallelzwinde A-FEA 1100 +								
Stationäre Spannmittel Spannpratze A-FLA 860 + Spannhebel manuell A-FMA 100 + pneumatisch A-FNA 140 + Schraubstock ungenau A-FPA 400 + genau A-FQA 670 + Backenfutter A-FRA 520 + Magnetplatte A-FSA 40 + Zuschlag für Festspannen+Lösen mit zusätzl. Hilfsmittel/Schraubst. backen A-FZA 250 +								
Auspacken Abdeckung von Hand 20 x 20 cm A-AAB 190 50 x 50 cm A-AAC 470 100 x 100 cm A-AAD 790 mit Werkzeug 20 x 20 cm A-ABB 140 + 50 x 50 cm A-ABC 370 + 100 x 100 cm A-ABD 590 + Inhalt entnehmen Vakuumverpackung 20 x 20 cm A-ACB 410 + 50 x 50 cm A-ACC 610 + Folienverpackung 20 x 20 cm A-ADC 320 + 50 x 50 cm A-ADD 470 + Karton 20 x 20 cm A-AFB 180 50 x 50 cm A-AFC 350 ≤ 8 daN Beutel (Folie, Papier) 20 x 20 cm A-AGB 230 + 50 x 50 cm A-AGC 330 + Wellpappe, Papier 20 x 20 cm A-AHB 270 + 50 x 50 cm A-AHC 490 +								
E/JD © MTM-Institut Urheberrechtlich geschützt! - Nachdruck verboten!								

Abbildung 54: MEK Standard- und Grundvorgänge¹⁸⁷

Markieren / Kennzeichen		Kode	TMU	EH	ET	Ergänzungswerte				
						Hilfsmittel			Teile	
						A-EH			A-ET	
						3	4	5	4	5
Körner oder Schlagzahl	ohne Kontrolle	A-MAA	100	+						
	mit Kontrolle	A-MAB	230	+						
Zirkel	Ø ≤ 300 mm	A-MBA	140	+						
	Zuschl. für Einstellen	A-MBB	160	+						
Lineal, Schablone	Riss ≤ 1000 mm	A-MCA	250	+						
Parallelreißer, Anreißschleblehre	Riss ≤ 500 mm	A-MDA	80	+						
	Zuschl. für Einstellen	A-MDB	470	+						
Schreibzeug	1 Zeichen Zeichengruppe	A-MEA	60	+						
		A-MEB	180	+						
Pinself, Schablone Prägezange, Winkelmesser, Elektroschreiber	10 Zeichen	A-MFA	380	+						
	10 Zeichen	A-MGA	480	+						
	Riss ≤ 200 mm	A-MHA	160	+						
	je Zeichen	A-MIA	140	+						
Metallsigniergerät	je Zeichen	A-MKA	80	+						
	Zuschl. für Einstellen	A-MKB	1200	+						
Etikett	anbringen	A-MLA	230	+	+					
Folie	entfernen	A-MLB	110	+						
Schnurschlag pro Mann	Länge ≤ 4 m	A-MMA	380	+						
	Zuschl. für Schnur handhaben	A-MMB	720	+						
						60	120	150	70	100

Normteile montieren		Kode	TMU	EH	ET	Ergänzungswerte				
						Hilfsmittel			Teile	
						A-EH			A-ET	
						3	4	5	4	5
Mit einem Werkzeug	Spannhülse, Stift, Nagel, Splint, Klemme, Feder	A-NAA	210	+	+					
Mit zwei Werkzeugen	Splint, Stift, Niet, Doppelsplint	A-NBA	260	+	+					
Spezialwerkzeug	Benzingscheibe, Seegerring, Blindniet	A-NCA	200	+	+					
Zuschlag	Zusätzliches Werkzeug verwenden	A-NZA	100	+						
	Schwierige oder vorsichtige Handhabung	A-NZB	80							
						60	120	150	70	100

Behandeln		Kode	TMU	EH	Ergänzungswerte					
					Hilfsmittel					
					A-EH					
					3	4	5			
Reinigen	Druckluft, Bürste, Besen, Lappen, Tuch	20 x 20 cm	A-BAB	80	+					
		50 x 50 cm	A-BAC	180	+					
		100 x 100 cm	A-BAD	340	+					
	Drahtbürste	20 x 20 cm	A-BBB	220	+					
50 x 50 cm		A-BBC	820	+						
100 x 100 cm		A-BBD	4000	+						
Schaber, Spachtel	20 x 20 cm	A-BCB	340	+						
	50 x 50 cm	A-BCC	1400	+						
	100 x 100 cm	A-BCD	6000	+						
Auftragen Öl, Farbe, Reinigungsmittel	Pinself, Ölkanne, Lappen, Tuch	Punkt, Strich	A-BHA	80	+					
		20 x 20 cm	A-BHB	150	+					
		50 x 50 cm	A-BHC	260	+					
Auftragen Klebstoff, Dichtmasse	Spraydose	20 x 20 cm	A-BIB	170	+					
		50 x 50 cm	A-BIC	470	+					
		100 x 100 cm	A-BID	1800	+					
Auftragen Klebstoff, Dichtmasse	Fettpresse	Punkt	A-BKA	80	+					
		Punkt, Strich	A-BNA	100	+					
		20 x 20 cm	A-BNB	400	+					
Auftragen Klebstoff, Dichtmasse	Spachtel	50 x 50 cm	A-BNC	830	+					
		Punkt, Strich	A-BQA	70	+					
		20 x 20 cm	A-BQB	180	+					
Zuschlag	Tube oder Stift	50 x 50 cm	A-BQC	420	+					
Zweikomponentenklemmkleber mischen	Gewicht ≤ 6 g	A-BZA	990	+						
		A-BZB	1750	+						
Gefäß öffnen und schließen		A-BZG	310	+						
Hände	abwischen/abtrocknen	A-BZH	260	+						
	reinigen/waschen	A-BZI	890	+						
Handschuhe an- und ausziehen	A-BZK	520	+							
						60	120	150		

Körperbewegungen		Kode	TMU	Ergänzungswerte						
				Hilfsmittel						
				A-EH						
				3	4	5				
Leiter auf- oder absteigen										
8 Sprossen	ohne Behinderung/Last	A-KAA	200							
	mit Behinderung/Last	A-KBA	400							
12 Sprossen	ohne Behinderung/Last	A-KAB	300							
	mit Behinderung/Last	A-KBB	600							
28 Sprossen	ohne Behinderung/Last	A-KAC	700							
	mit Behinderung/Last	A-KBC	1400							
Leiter verwenden 10 m-Bereich										
8 Sprossen	holen/anlegen/weglegen versetzen	A-KCA	960							
		A-KDA	480							
12 Sprossen	holen/anlegen/weglegen versetzen	A-KCB	960							
		A-KDB	480							
28 Sprossen	holen/anlegen/weglegen versetzen	A-KCC	1400							
		A-KDC	700							
Übersteigen/ Durchsteigen	Hindernis/ Luke	A-KEA	110							
Kriechen	je Meter	A-KFA	120							

Anhang D : Datenkarte Alt

BAUTEIL AUFNEHMEN UND PLATZIEREN	
Beschreibung	tg [min]
1 Bauteil 1-22 kg holen 10m und platzieren	0,44
2 Bauteile bis 8 kg holen 10m und platzieren	0,55
Bauteil >22 kg mit Deckenkran aufneh. & platzieren	4,58
Bauteil >22 kg mit KBK Kran aufnehmen & platzieren	3,08
Bauteil >22 kg mit Schwenkkran aufn. & platzieren	1,49
Kleinteile holen inkl. Stk.-Liste lesen ca. 12 Teile	1,24
Palettenwechsel mit Hubwagen 10-50m	4,23
Palettenwechsel inkl. Hubwagen holen 10m Boden / Bode	1,02
Palettenwechsel inkl. Hubwagen holen 10m Boden / Tisch	1,53
Palettenwechsel inkl. Hubwagen holen 10m Tisch / Tisch	1,89
1 Bauteil 1-8 kg pos.	0,17
Bauteil sperrig einfädeln eng	0,70
Bauteil in Schraubstock ein- ausspannen	0,31
Bauteil in Schraubstock umspannen	0,11

SCHRAUBEN (ohne Gegenschlüssel) (ohne schmieren)	
Beschreibung	tg [min]
Srb mit Gabel- o. Ringschlüs. bis M10 montieren	0,34
Srb mit Gabel- o. Ringschlüs. M12 bis M20 mont.	0,45
Srb mit Gabel- o. Ringschlüs. M22 bis M36 mont.	0,73
Srb mit Ratsche o. Schraubendr. bis M10 montieren	0,28
Srb mit Ratsche o. Schraubendr. M12 bis M20 mont.	0,32
Srb mit Ratsche o. Schraubendr. M22 bis M36 mont.	0,48
Schraube mit Schrauber bis M10 montieren	0,21
Schraube mit Schrauber M12 bis M20 montieren	0,23
Schraube mit Schrauber M22 bis M36 montieren	0,28

SCHRAUBEN (mit Gegenschlüssel) (ohne schmieren)	
Beschreibung	tg [min]
Srb mit Gabel- o. Ringschlüs. bis M10 montieren	0,45
Srb mit Gabel- o. Ringschlüs. M12 bis M20 mont.	0,56
Srb mit Gabel- o. Ringschlüs. M22 bis M36 mont.	0,84
Srb m. Ratsche o. Schraubendr. bis M10 montieren	0,39
Srb m. Ratsche o. Schraubendr. M12 bis M20 mont.	0,43
Srb m. Ratsche o. Schraubendr. M22 bis M36 mont.	0,59
Schraube mit Schrauber bis M10 montieren	0,32
Schraube mit Schrauber M12 bis M20 montieren	0,34
Schraube mit Schrauber M22 bis M36 montieren	0,40

DREHMOMENT NACHZIEHEN	
Beschreibung	tg [min]
1.Schraube bis M12 abknacksen und abzeichnen	0,54
1.Schraube > M12 abknacksen und abzeichnen	0,74
Weiter Schraube abknacksen und abzeichnen	0,30

AUFTRAGEN - BEHANDELN	
Beschreibung	tg [min]
Auftragen mit Pinsel; Punkt oder Strich	0,13
Auftragen reinigen Fläche 20x20	0,22
Auftragen mit Pinsel Schraube bis M20	0,14
Auftragen mit Pinsel Schraube > M20	0,20
Auftragen mit Pinsel; Fläche: 20x20cm	0,31
Auftragen mit Pinsel; Fläche: 50x50cm	0,57
Auftragen mit Kartuschenpresse: Länge:10 cm	0,36
Klebeband abreißen und kleben (1. Klebestel	0,33
(Gewinde) Stopel eindrehen oder eindrücken	0,14
Lack oder Grundierung vorbereiten 15l	5,45
Lackieren Fläche 10x100 mm normal deckend	0,12
Lackieren Fläche 50x50 mm normal deckend	0,17
Lackieren Fläche 100x100 mm normal decken	0,37
Reinigen Fläche 20x20	0,36
Reinigen Fläche 50x50	0,71

ELEKTRIK	
Beschreibung	tg [min]
Plan lesen Elektrik	0,95
Elektrik Kabelbinder montieren	0,26
Elektrik- Kabel mont. < 2m (1 Stecker)	5,99
Elektrik- Kabel mont. > 2m (1 Stecker)	6,22
Schrumpfschlauch mont.	0,59
Bügelschelle mont.	0,60
Kabel abmanteln normal	0,54
Kabel abmanteln schwierig	1,08
Kabel abmanteln sehr schwierig (30cm)	4,00
Schirmung zurückfalten	0,87
Kabel zusammenlegen	0,32
Schirmung ausfertigen (>10cm 4min)	2,40
1. Kabel (Schlauch) ablängen	1,44
Jedes weitere Kabel (Schlauch) abläng.	0,92
Ader abisolieren pressen & anstecken	0,65

ROHRLEITUNGEN	
Beschreibung	tg [min]
Rüsten / Rohr	0,68
Rohr ablängen, entgraten & reinigen, ...	3,39
Rohr in Biegemasch. ein- & ausspan.	0,32
Rohr biegen je Biegung	0,17
Überlänge beschneiden (bei VM jedes 2.)	3,54
E-Rohr bördeln	3,25
Rohr verlegen kurz (bis 0,5m) 1Halte	3,39
Rohr verlegen mittel (0,5 bis 1m) 2 Hal.	4,39
Rohr verlegen lang (> 1m) 3 Halte	5,28
Weitere Versrbung. Z.B. Reduzierung	1,49
Rohrhalter mit 1 Schraube	0,95
Rohrhalter mit 2 Schrauben	1,03
Rohr: 1 Schneidring aufpressen	0,70

Abbildung 55: Auszug aus der Datenkarte Alt