



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Vienna University of Technology

Diplomarbeit

Kombinierte Anwendung von qualitativen und quantitativen Methoden der Prozessanalyse in der konzeptionellen Prozessgestaltung

Eine Fallstudie in einem Maschinen- und Anlagenbau- unternehmen

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines

Diplom-Ingenieurs

unter der Leitung von

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl. Wirt.-Ing. Prof. eh. Dr. h.c. Wilfried Sihn

(E330 Institut für Managementwissenschaften, Bereich: Betriebstechnik und Systemplanung,.....
Fraunhofer Austria Research GmbH)

Dipl.-Ing. Dr. rer. soc. oec. Selim Erol

(E330 Institut für Managementwissenschaften, Bereich: Betriebstechnik und Systemplanung)

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

von

Emanuele Sebastiano Sala

1025440 (033482)

Hutweidengasse 8/8

1190 Wien

Wien, im September 2017

Emanuele Sala



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

Diplomarbeit

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbstständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, genannt habe.

Weiters erkläre ich, dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe und dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Wien, im September 2017

Emanuele Sala

Danksagung

Es ist mir ein großes Anliegen, zuerst meinem Betreuer Selim Erol für die konsequente Unterstützung und vor allem die so wertvolle Hilfestellung und Kritik während der kritischen Phasen der Erstellung dieser Diplomarbeit zu danken. Wie wir beide wissen, standen der Fertigstellung dieser Arbeit teilweise große Hürden im Weg, womit ich ihm hiermit umso mehr danken möchte, mich durch hilfreiche Ratschläge und Ideen schließlich zu einem positiven und sehr zufriedenstellenden Abschluss der Arbeit gebracht zu haben.

Der Abschluss dieser Diplomarbeit bedeutet gleichzeitig den Abschluss meines Lebensabschnittes als Student der TU Wien. Für diesen gesamten Lebensabschnitt, aber auch darüber hinaus, empfinde ich eine ungeheure Dankbarkeit meinen Eltern gegenüber, mir dieses Studium überhaupt ermöglicht zu haben und mich darüber hinaus in allen Lebenslagen stets ohne Widerworte und Unterbrechung unterstützt und aufgebaut zu haben. Ich hoffe sehr, diese Unterstützung einmal zurückzahlen zu können.

Meiner Freundin möchte ich ein unendliches Dankeschön für all die Hilfe und Freude aussprechen, die sie mir stets und in jeder Situation gegeben hat und gibt. In Bezug auf die Diplomarbeit danke ich ihr für die unermüdliche Unterstützung während der Erstellung und für das Korrekturlesen. Auch ihren Eltern gilt mein wirklich besonderer Dank, mich nicht nur während der Erstellung der Diplomarbeit, sondern während des gesamten Studiums stets unterstützt, gepflegt und umsorgt zu haben.

Um die Anonymität und damit Objektivität der Studie zu wahren, möchte ich in diesem Absatz bewusst keine Namen nennen. Jedoch muss hier ein sehr großer Dank an meinen unternehmensseitigen Betreuer während der Durchführung der Fallstudie ausgesprochen werden. Ohne meine Aufnahme als Masterarbeitsstudent durch ihn, wäre die Durchführung dieser Arbeit überhaupt nicht möglich gewesen. Ich danke hiermit auch sämtlichen internen und externen Mitarbeitern der besagten Abteilung, mich stets unterstützt zu haben und mir immer ein Ohr für meine Anliegen und Fragen geliehen zu haben.

Kurzfassung

Die Produkt- und Prozessentwicklung spielt in Unternehmen jeder Branche einen erfolgs- und überlebensentscheidenden Faktor. Als Teil des Innovationsprozesses bildet sie also ein zentrales Element der Geschäftskultur und wird es auch in Zukunft noch bleiben. Durch zukünftig zunehmende Vernetzung von Produkten, Prozessen und Ressourcen im Rahmen der Zielsetzung einer „Industrie 4.0“ wird die Rolle der Prozessentwicklung zum Entwurf solcher vernetzter Prozesse sogar noch steigen. Es ist daher dringend notwendig sich bereits jetzt mit der Frage auseinanderzusetzen, wie die Entwicklung solcher cyber-physischer Produktionssysteme zukünftig effizient unterstützt und ausgeführt werden kann. Besonders im Hinblick auf die mit der Vernetzung drastisch steigenden und mit Materialflüssen verknüpften Informationsflüsse stellt sich die Frage nach der bildlichen Darstellbarkeit solcher Prozesse, als Grundlage ihrer weiteren Analyse und Gestaltung.

Das Geschäftsprozessmanagement als Ursprung der modernen Prozessanalyse bietet heute einen wertvollen Methodenkoffer zur Bearbeitung ähnlicher Problemstellungen. Diese empirische Arbeit setzt sich daher die Beantwortung der Fragen zum Ziel, ob und welche qualitativen und quantitativen Methoden der Prozessanalyse geeignet scheinen, um die Entwicklung moderner cyber-physischer Produktionsprozesse zu unterstützen. Um die Unterstützungsmöglichkeiten für ein reales Prozessentwicklungsprojekt zu erforschen, wird daher eine ausgewählte Methodenkombination in einer Fallstudie angewandt und empirisch evaluiert.

Der erste Teil der Arbeit dient zur Erarbeitung einer umfassenden theoretischen Basis für die in der Fallstudie verwendete Methodenauswahl. Konkretes Ziel ist in diesem Fall die taxative Aufzählung und Gegenüberstellung von State-of-the-Art Methoden und Werkzeugen zur qualitativen und quantitativen Prozessanalyse im Rahmen von Geschäftsprozessmanagement. Der zweite Teil der Arbeit dient der Anwendung und empirischen Evaluierung einer ausgewählten Methodenkombination für die Planung und Entwicklung eines konkreten Produktionsprozesses in einem Fallbeispiel bei einem Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus. Sehr interessant dabei ist die Verwendung der Prozessmodellierungssprache BPMN 2.0 als Teil des Methodenpaketes in einem neuartigen Problemfeld im betrieblichen Umfeld der Produktion, um damit die Analyse ihrer Eignung abseits von reinen „Büroprozessen“ zu evaluieren.

Die Analyse der Ergebnisse zeigt positive Resultate. Die Effektivität eines solchen Methodenpaketes zur Unterstützung der Prozessentwicklung ist gegeben. Hingegen kann dessen Anwendung nur dann effizient erfolgen, wenn das Methodenpaket als aktives Element der Prozessgestaltung mit einbezogen wird. Die BPMN 2.0 zeigt sich als sehr geeignet zur Darstellung von cyber-physischen Produktionsprozessen.

Abstract

Product and process development constitutes a critical factor to the success and the survival of enterprises in any industrial sector. As part of the innovation process it therefore forms a central element of the business culture today and in the future. Through increasing digital networking of products, processes as well as resources as part of the industry objective of “Industry 4.0” in the future, the importance of process development in the design of such networked processes will only increase. It is therefore imperative to deal with questions as: “How can the development of such cyber-physical production systems be efficiently supported and executed in the future”, as early as possible. Especially regarding the increasing information flow which will be connected to the material flow in such a networking scenario the question of how to depict such processes arises. The answer to this question poses as foundation for further analysis and design of said processes.

Business process management as origin of modern process analysis today offers a valuable toolbox of methods for the handling of similar problems. Thus, the goal of this empiric work is to try to answer the questions, if and which qualitative and quantitative methods of process analysis seem to be suitable to support the development of modern cyber-physical production processes. To research the potential to support a real process development project, a defined set and combination of methods is applied and empirically evaluated as part of a case study.

The first part of this work serves to acquire a comprehensive theoretical basis for the range of methods used in the case study. In this case, the goal is to deliver an exhaustive enumeration and comparison of state-of-the-art methods and tools for qualitative and quantitative process analysis in the context of business process management. The second part of this thesis treats the application and empiric evaluation of a defined combination of methods for the planning and development of a real production process as part of a case study performed at a company in the field of mechanical and plant engineering. Of particular interest is the use of the process modelling language BPMN 2.0, as part of the set of methods, in a novel problem field in the field of industrial production, to evaluate its suitability aside from usual “office processes”.

The analysis of the outcomes delivers positive results. The effectivity of such a set of methods used for the support of process development is given. However, its application can only be carried out efficiently, when the set of methods is incorporated as an active element of process design during the development phase. The BPMN 2.0 reveals to be very suitable to depict cyber-physical production processes.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Wissenschaftliche Fragestellung	2
1.3	Ziele.....	2
1.4	Methoden	3
1.5	Aufbau und Struktur der Arbeit	3
2	Theoretische Grundlagen.....	5
2.1	Geschäftsprozessmanagement.....	5
2.1.1	Definitionen	5
2.1.2	Ziele	7
2.1.3	BPM-Lifecycle	8
2.1.4	Process identification	13
2.1.5	Process discovery	16
2.1.6	Prozessanalyse.....	20
2.1.7	Process Performance Management.....	20
2.1.8	Erfolgreiches Geschäftsprozessmanagement	20
2.2	Kennzahlen	22
2.2.1	Arten von Kennzahlen.....	23
2.2.2	Kennzahlensysteme.....	24
2.3	Industrielle Produktion	26
2.3.1	Produktionssysteme.....	26
2.3.2	Konzepte der Produktionssteuerung.....	31
3	State-of-the-Art: Prozessmodellierung und Prozessanalyse	37
3.1	GPM-Rahmenwerke	38
3.1.1	BPM-Lifecycle.....	38
3.1.2	ARIS-Konzept	40
3.1.3	TOGAF	42
3.1.4	Referenzmodelle.....	43
3.1.5	Vorgehensweisen für die Prozessidentifikation.....	48
3.1.6	Wertstromorientiertes Prozessmanagement.....	54

3.2	Qualitative Methoden.....	55
3.2.1	Modellierung	55
3.2.2	Analyse	72
3.3	Quantitative Methoden	77
3.3.1	Modellierung	78
3.3.2	Analyse	82
3.4	Sonstige Methoden.....	91
3.5	BPM-Tools.....	95
4	Prozessmodellierung in der Produkt- und Prozessentwicklung.....	102
4.1	Geschäftsprozessmanagement in der Produktion.....	102
4.1.1	Grundlegendes	103
4.1.2	Industrie 4.0	106
4.2	Anforderungen an die Prozessmodellierung und Prozessanalyse	110
4.3	Ähnliche Lösungsansätze für die Problemstellung	114
5	Fallstudie: Methodeneinsatz und Prozessdarstellung	116
5.1	Problemstellung.....	116
5.1.1	Produkt- und Prozessbeschreibung	117
5.2	Ziel und Zweck der Fallstudie	119
5.3	Vorstellung des Methodenpakets	120
5.4	Anwendung des Methodenpakets	124
5.4.1	Erhebung einer Ausgangsbasis	125
5.4.2	Entwicklung der Steuerungskonzepte.....	131
6	Diskussion der Ergebnisse.....	156
6.1	Kritische Bewertung der angewendeten Methoden	156
6.2	Bewertung des Methodenerfolgs aus Unternehmenssicht	160
7	Diskussion und Ausblick	163
7.1	Zusammenfassung der Arbeit	163
7.2	Beitrag und Learnings	165
7.3	Ausblick.....	166
8	Anhang.....	167
8.1	A1 Rudimentäre Montageübersicht im Ausgangszustand	168
8.2	A2 Montageablauf Szenario 1	169

8.3	A3 Montage E-Einheit Szenario 1	170
8.4	A4 Montage Modul Szenario 1	171
8.5	A5 Montage Endgerät Szenario 1 (Teil 1)	172
8.6	A6 Montage Endgerät Szenario 1 (Teil 2)	173
8.7	A7 Montageablauf Szenario 2	174
8.8	A8 Montage E-Einheit Szenario 2	175
8.9	A9 Montage Modul Szenario 2 (Teil 1)	176
8.10	A10 Montage Modul Szenario 2 (Teil 2)	177
8.11	A11 Montage Endgerät Szenario 2 (Teil 1)	178
8.12	A12 Montage Endgerät Szenario 2 (Teil 2)	179
9	Literaturverzeichnis	180
10	Abbildungsverzeichnis	183
11	Formelverzeichnis.....	185
12	Tabellenverzeichnis	186
13	Abkürzungsverzeichnis.....	187

1 Einleitung

1.1 Motivation

Um im Wettbewerb mit konkurrierenden Unternehmen erfolgreich zu sein, muss ein Unternehmen sich und seine Produkte in regelmäßigen Abständen verbessern, neu erfinden oder erweitern. Dieser, als Innovationsprozess benannter, Vorgang bildet ein zentrales Element in jeder Geschäftskultur. Die Produkt- und Prozessentwicklung nimmt dabei eine zentrale Stellung innerhalb des Innovationsprozesses ein. Neben den zahllosen Anforderungen an das künftige Produkt selbst, welches später allen Kundenwünschen genügen soll, beziehungsweise einen Bedarf generieren oder decken soll, darf auch die hohe Bedeutung der Prozessentwicklung nicht vergessen werden. Denn nur durch optimal gestaltete und im Idealfall kontinuierlich verbesserte Prozesse, von der Beschaffung über die Produktion bis hin zum Versand, kann die Wirtschaftlichkeit der zukünftigen Produktionsprozesse langfristig garantiert werden. Unabhängig davon, müssen bestehende Produktions- und Wertschöpfungsprozesse und -systeme bei der Einführung eines neuen Produktes ohnehin meistens angepasst oder gar gänzlich verändert werden. Die Verwendung von Methoden und Werkzeugen zur prozessorientierten Gestaltung der Produktionsorganisation scheint somit, gemäß dem allgemein bekannten Leitsatz „*structure follows process (follows strategy)*“, bereits in den ersten Phasen der Produktentwicklung, besser gesagt der Prozessentwicklung, erstrebenswert zu sein.

Produktionssysteme existieren in der Industrie vom simplen Fertigungsarbeitsplatz bis zum gesamtheitlichen Produktionsnetzwerk über verschiedene Standorte in verschiedenen Ausprägungen. Allen gemeinsam ist jedoch ein grundlegender Aufbau durch eine übergeordnete Organisationshierarchie in mehreren Ebenen. Zu diesen Ebenen gehören das Zielsystem, die Organisationsstruktur aber auch beispielsweise die Vorgehensweisen und Werkzeuge zur Unterstützung des Planungsprozesses. An dieser Ebene soll diese Arbeit durch die Verknüpfung mit qualitativen und quantitativen Methoden des Themengebietes des Geschäftsprozessmanagements anknüpfen. Der Einsatz von damit verbundenen Methoden der qualitativen und quantitativen Prozessmodellierung und im weiteren Sinne -analyse im Praxisumfeld der Produkt- und Prozessentwicklung könnte das Verständnis für komplexe organisatorische Zusammenhänge vor allem in einer vernetzten und digitalisierten Zukunft fördern, sowie einen soliden Ausgangspunkt für den Entwurf der cyber-physischen Produktionsorganisation bilden.

Im Rahmen einer Fallstudie bei einem namhaften Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus wird der Einsatz von Prozessanalysen in der Produktion in einem Entwicklungsprojekt mittels der Modellierungssprache BPMN 2.0 in Kombination mit anderen Methoden der Prozessanalyse demonstriert und evaluiert. Die konkrete Pro-

blemstellung bei der Firma betrifft das fehlende Verständnis für komplexe organisatorische Zusammenhänge, Schnittstellen und Querverbindungen während der Planung der Produktionsorganisation eines neuen Produktes, beziehungsweise Geschäftsfeldes, aufgrund mangelnder (einheitlicher) Dokumentation der Abläufe. Jedoch kann die Problemstellung auch im Hinblick auf die zukünftige Planung von "intelligenten" und "vernetzten" Produktionsprozessen und Produktionssystemen im Sinne von Industrie 4.0 interessant sein, da die prozessuale Darstellung von Schnittstellen und Informationsflüssen in Verbindung mit Material- oder Prozessflüssen damit stark an Bedeutung zunimmt.

1.2 Wissenschaftliche Fragestellung

Basierend auf der in Kapitel 1.1 beschriebenen Problemstellung ergeben sich folgende Fragestellungen:

- 1) Welche Methoden der qualitativen und quantitativen Prozessanalyse existieren derzeit in der Theorie und Praxis?
- 2) Welche gängigen Methoden der Prozessanalyse sind geeignet, um die Planung und Entwicklung von modernen cyber-physischen Produktionsprozessen zu unterstützen?
- 3) Wie können qualitative und quantitative Methoden kombiniert werden, um die Planung und Entwicklung von modernen cyber-physischen Produktionsprozessen zu unterstützen?

1.3 Ziele

Ziel dieser Arbeit ist die zumindest teilweise Beantwortung der obigen allgemeinen Fragestellungen.

Als konkretes Ziel wird zunächst die taxative Aufzählung und Gegenüberstellung von State-of-the-Art Methoden und Werkzeugen zur qualitativen und quantitativen Prozessanalyse im Rahmen von Geschäftsprozessmanagement und die theoretische Ausarbeitung zur Thematik der Produktionssysteme und Produktionssteuerung genannt. Diese Aufzählung dient als theoretische Basis zur teilweisen Beantwortung der zuvor gestellten Fragen.

Ein weiteres Ziel ist die Anwendung und empirische Evaluierung einer ausgewählten State-of-the-Art-Methode oder Methodenkombination für die Planung und Entwicklung eines konkreten Produktionsprozesses in einem Fallbeispiel. Konkret geht es unter anderem darum, die Grenzen, Möglichkeiten und Potentiale der Prozessmodel-

lierungssprache BPMN 2.0 im betrieblichen Umfeld der Produktion und des Produktionssystems aufzuzeigen und damit ihre Eignung abseits von reinen „Büroprozessen“ zu evaluieren. Die Anwendung und anschließende empirische Evaluierung dieser bekannten Methode und damit in Kombination verwendeter weiterer Methoden auf ein neuartiges Problemfeld bildet das Hauptziel dieser empirischen Arbeit.

1.4 Methoden

Zur Aneignung einer für die wissenschaftliche Bearbeitung ausreichenden theoretischen Basis zu den Themen Geschäftsprozessmanagement – und damit Prozessmodellierung und Prozessanalyse – sowie der Themengebiete der industriellen Produktion wurde auf die bewährte Methode der systematischen Literaturrecherche zurückgegriffen. Die dazu verwendete Literatur bezieht sich dabei aus den wissenschaftlichen Datenbanken und Bibliotheken der *TU Wien*, dem Katalog der *Büchereien Wien* sowie aus öffentlich zugänglichen Internetquellen.

Im Rahmen der Fallstudie bei einem Maschinenbauunternehmen kommt es zur Verwendung von ausgewählten Methoden und Werkzeugen der qualitativen und quantitativen Prozessanalyse. Die Auswahl der Methoden erfolgt auf Basis der vorangegangenen systematischen Literaturstudie und Bewertung der entsprechenden Eignung. Die Verwendung von neuen eigenen, oder veränderten und angepassten Methoden ist hierbei nicht ausgeschlossen. Die zentrale Fragestellung bei den anzuwendenden Methoden ist jene, ob diese Methoden auch nachhaltig zur Darstellung von Prozessen innerhalb der Produktion geeignet sind.

Die Modellierung der Prozesse in der Fallstudie erfordert unter anderem die empirische Datenerhebung auf Basis von Inhaltsanalysen (Dokumentenanalysen) und Befragungen.

1.5 Aufbau und Struktur der Arbeit

Diese Arbeit besteht aus einem theoretischen und einem praktischen Teil. Zunächst werden im Rahmen des theoretischen Teils die betriebswirtschaftlichen Themengebiete Geschäftsprozessmanagement und Produktion eingehend geschildert. Anschließend kommt es zur taxativen Aufzählung und Beschreibung von State-of-the-Art-Methoden der Prozessanalyse. Das erlangte Wissen dient zur nachfolgenden systematischen Analyse der Frage, wie Geschäftsprozessmanagement, beziehungsweise bestimmte Methoden des Geschäftsprozessmanagements, sinnvoll in der Modellierung und Gestaltung von Produktionsprozessen einsetzbar ist. In diesem Zusammenhang werden Anforderungen an die möglichen Methoden bezüglich Produktionsprozessen allgemein, aber auch bezüglich Produktionsprozessen der Zukunft, abgeleitet.

Der praktische Teil der Arbeit beschäftigt sich mit dem Einsatz einer im Zuge des theoretischen Teils erarbeiteten Methodenauswahl zur Planung und Entwicklung eines konkreten Produktionsprozesses bei einem Maschinen- und Anlagenbauunternehmen. Anhand dieses Fallbeispiels erfolgt die Validierung der zu Beginn der Arbeit aufgestellten Aussagen. Schlussendlich werden die Ergebnisse diskutiert und einer kritischen Analyse zu den Aspekten Methodenerfolg, Problemlösung und Forschungsfragen unterworfen. Auch die Vorgehensweise während der Durchführung der Fallstudie, sowie beschränkende Rahmenbedingungen und sonstig zu berücksichtigende Bedingungen werden einer kritischen Bewertung unterzogen.

Der Schlussteil der Arbeit widmet sich der Zusammenfassung der Ergebnisse der Forschungsarbeit und der Studie. Neben dem wissenschaftlichen Nutzen werden auch die Grenzen der Arbeit, sowie ein Ausblick und mögliche weitere Schritte gegeben.

2 Theoretische Grundlagen

In diesem Kapitel werden die Grundlagen zu den Themen Geschäftsprozessmanagement und Produktionssteuerung dargelegt und wissenschaftlich aufbereitet. Die Darlegung der Theorie zu den Themengebieten geht dabei über die Beschreibung grundlegender Definitionen hinaus und gibt besonders zum Geschäftsprozessmanagement bereits eine fundierte wissenschaftliche Basis ab. Diese fundierte Basis ist unerlässlich für die weitere Bearbeitung der gestellten wissenschaftlichen Fragestellungen und für das Verständnis der weiteren Arbeitsweise. Natürlich erhebt diese Grundlagenbeschreibung nicht den Anspruch der umfassenden Vollständigkeit und Detailliertheit eines Standardwerkes zum Geschäftsprozessmanagement. Solche Standardwerke existieren zahlreich von unterschiedlichem Umfang und Autoren und können und sollten jederzeit konsultiert werden, da diese im Übrigen zumeist als erste Wissensquelle für diese Arbeit herangezogen wurden.

2.1 Geschäftsprozessmanagement

Dieses Unterkapitel befasst sich mit dem für diese Arbeit zentralen Thema des Geschäftsprozessmanagements, kurz GPM (Anm: engl: BPM). Zunächst werden ein allgemeiner Einblick und Begriffsdefinitionen zum Geschäftsprozessmanagement gegeben. Anschließend wird der BPM-Lifecycle, der Managementkreislauf für Geschäftsprozesse, vorgestellt und seine Teilschritte ausführlich erläutert. Hierbei kommt es auch zum Vergleich und der Wertung der Interpretation dieser Schritte bei verschiedenen Autoren und Studien. Dabei wird deutlich, dass die verschiedenen (Standard-)Werke zu GPM teilweise verschiedene Ansätze und Ansichten zu bestimmten Themenstellungen oder Problembereichen haben.

Die für die Prozessmodellierung unabdingbaren Modellierungssprachen werden dem Leser in einem eigenen Kapitel 3.2.1 näher gebracht. Die Abwägung der Stärken und Schwächen und anschließende Auswahl der zu verwendenden Sprache sind essenzielle Teilschritte eines jeden Prozessmodellierungsvorhabens.

2.1.1 Definitionen

Je nach Autor wird das Thema Geschäftsprozessmanagement unterschiedlich definiert. Im Standardwerk zu GPM von SCHMELZER&SESSELMANN wird GPM als „*integriertes System aus Führung, Organisation und Controlling [gesehen], das eine zielgerichtete Steuerung der Geschäftsprozesse ermöglicht. Es ist auf die Erfüllung der Bedürfnisse der Kunden und anderer Interessensgruppen ausgerichtet und trägt wesentlich dazu bei, die strategischen und operativen Ziele des Unternehmens zu errei-*

chen.“¹ Diese Definition befasst sich hauptsächlich mit der Managementseite von GPM. Das Inkludieren des Begriffes „Management“ in GPM impliziert bereits den Einsatz von Planung, Steuerung und Kontrolle, was in der beschriebenen Definition berücksichtigt wird. Auch die Einbindung und Betonung der Kundenausrichtung in dieser Definition ist ein äußerst wichtiges Merkmal und Element der Thematik, wie später noch im Rahmen der Definition des Wortes „Geschäftsprozess“ zu sehen sein wird.

FREUND&RÜCKER hingegen zitieren lieber die Definition der European Association of BPM (Business Process Management), nach denen *BPM ein systematischer Ansatz zur Erfassung, Gestaltung, Ausführung, Dokumentation, Messung, Überwachung und Steuerung von automatisierten, sowie nicht-automatisierten Prozessen ist, um nachhaltig mit der Unternehmensstrategie abgestimmte Ziele zu erreichen. Außerdem umfasst BPM die bewusste (und zunehmend IT-unterstützte) Bestimmung, Verbesserung, Innovation und Erhaltung von End-to-end-Prozessen*². Diese Definition befasst sich neben den bereits erwähnten Managementaufgaben auch gezielt mit der *Dokumentation, Bestimmung und Verbesserung* von Prozessen, also auch den für GPM zentralen Elementen der Prozessmodellierung, -analyse und -optimierung. Zusätzlich wird explizit zwischen automatisierten und nicht-automatisierten Prozessen unterschieden, was das breite Anwendungsfeld von GPM verdeutlicht. GPM ist somit weder an reine IT-Lösungen oder IT-Applikationen gebunden, noch ist es eine alleinige Lösung zur Verbesserung von Prozessen aus rein organisatorischer Sicht. GPM greift das gesamte Unternehmen umfassend an, in allen Bereichen und Ebenen, von der Strategieebene, über die operative und technische Ebene.

Einen vielleicht leichter verständlichen und pragmatischeren Ansatz an GPM bieten DUMAS ET AL., mit der Beschreibung von GPM als *„the art and science of overseeing how work is performed in an organization to ensure consistent outcomes and to take advantage of improvement opportunities.“*³ Dieser Ansatz verdeutlicht ebenfalls die von FREUND&RÜCKER geschätzte Aufdeckung von Verbesserungspotenzialen in Prozessen durch GPM, hat aber gleichzeitig einen umfassenden Blick auf die gesamte Verrichtung von Prozessen in einem Unternehmen.

Dies sind natürlich nicht die einzigen existierenden Definitionen von Geschäftsprozessmanagement und natürlich würden weitere Definitionen wieder ihren Fokus auf andere Bereiche von GPM legen. Schlussendlich muss sich jede Person, welche jemals mit GPM zu tun hat, sich jene Definition suchen, die ihr am ehesten zusagt. Den meisten Definitionen einheitlich sind die Betonung von „Geschäftsprozessen“, im Gegensatz zu einfachen „Prozessen“, der Managementfunktion und von Verbesserungspotenzialen.

¹S.6 H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

²vgl. S.1 J. Freund, B. Rücker (2012)

³S.1 M. Dumas u.a. (2013)

Doch welchen Unterschied gibt es zwischen „gewöhnlichen“ Prozessen und „Geschäftsprozessen“? Ein Prozess kann zunächst einmal eine ganz banale Aktivität wie das Kochen eines Gerichtes oder das Schreiben einer Arbeit sein. Eine häufige Beschreibung für Prozesse ist jene, Prozesse als eine Reihe von Aktivitäten zur Transformation eines Inputs in einen Output zu sehen⁴. Somit muss ein Prozess nicht zwangsweise irgendeine Relation zu einem Unternehmen besitzen. Demgegenüber steht die Definition eines Geschäftsprozesses als bestehend *„aus der funktions- und organisationsüberschreitenden Verknüpfung wertschöpfender Aktivitäten, die von Kunden erwartete Leistungen erzeugen und die aus der Geschäftsstrategie abgeleitete Prozessziele umsetzen“*⁵. Somit steht die Ausübung wertschöpfender Aktivitäten als zentraler Baustein in der Definition von Geschäftsprozessen. Solche Prozesse sind immer mit einer Wertschöpfung oder einem Nutzenzuwachs verbunden. Andererseits kann es Wertschöpfung auch nur dann geben, wenn es einen entsprechenden *Kunden* gibt, beziehungsweise macht die Wertschöpfung nur im Zusammenhang mit einem erwarteten Kundennutzen Sinn. Somit ist auch der zweite Baustein eines Geschäftsprozesses festgelegt: Ein Geschäftsprozess ist immer mit einem Kunden in Verbindung zu bringen: Geschäftsprozesse beginnen und enden bei Kunden⁶. Daher sind Geschäftsprozesse immer mit einer Kunde-Lieferant-Beziehung in Verbindung zu bringen. So gesehen kann auch der kürzlich erwähnte Prozess des Kochens als Geschäftsprozess aufgefasst werden, wenn der Prozess beispielsweise auf Wunsch einer Kundenbestellung in einem Restaurant gestartet wird und damit direkt zur Wertschöpfung beiträgt.

2.1.2 Ziele

Laut Praxiserfahrungen führen Unternehmen GPM meistens für eines von drei Zielen ein. Entweder sollen bestehende Prozesse dokumentiert werden, oder bestehende Prozesse sollen organisatorisch, etwa durch den Einsatz von IT verbessert werden, was gleichzeitig den häufigsten Grund für die Einführung von GPM darstellt. Der letzte Grund hat die Einführung neuer Prozesse, etwa aufgrund geänderter Marktbedingungen oder durch die Einführung neuer Produkte, zum Ziel. Ganz allgemein wird auch oft einfach eine zunehmende „Prozessorientierung“ der Unternehmensorganisation als Projektauslöser aufgeführt⁷.

GPM sollte jedoch nicht nur in Form von isolierten, einmalig zu optimierenden, Prozessen gesehen werden. Diese kurzfristige und sehr beschränkte Sichtweise auf GPM führt vielleicht zu unmittelbaren, kleinen Erfolgen, dient aber sicherlich nicht zur vollen Ausschöpfung des Potenzials und der langfristig gesicherten Unternehmensverbesserung. Geschäftsprozessmanagement sollte unternehmensweit angewandt

⁴vgl. S.62 H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

⁵S.63 ebenda

⁶vgl. S.130 ebenda

⁷vgl. S.2f J. Freund, B. Rücker (2012)

werden und systematisch in der Kultur des Unternehmens verankert werden. Die Ziele und Potentiale von Unternehmen ergeben sich dann aus der Definition von Geschäftsprozessmanagement. Die Denkweise von GPM führt das Unternehmen weg von der veralteten funktionsorientierten Sichtweise, hin zum Leitbild der prozessorientierten Organisation, um Schnittstellen abzubauen und die ineffizienten Barrieren zwischen Unternehmensfunktionen und Abteilungen abzubauen. Die strikte Orientierung des Unternehmens an seinen Geschäftsprozessen und deren Aufbau durch Kunde-Lieferant-Beziehungen dienen der konsequenten Kundenorientierung aller im Unternehmen ausgeführten Prozesse. Zusätzlich sind die Geschäftsprozesse und deren Ziele gemäß dem Sprichwort „*structure follows process follows strategy*“ grundsätzlich aus der Geschäftsstrategie abzuleiten, womit auch die langfristige Erfüllung von Geschäftszielen und das „Leben“ der Unternehmensstrategie sichergestellt ist⁸.

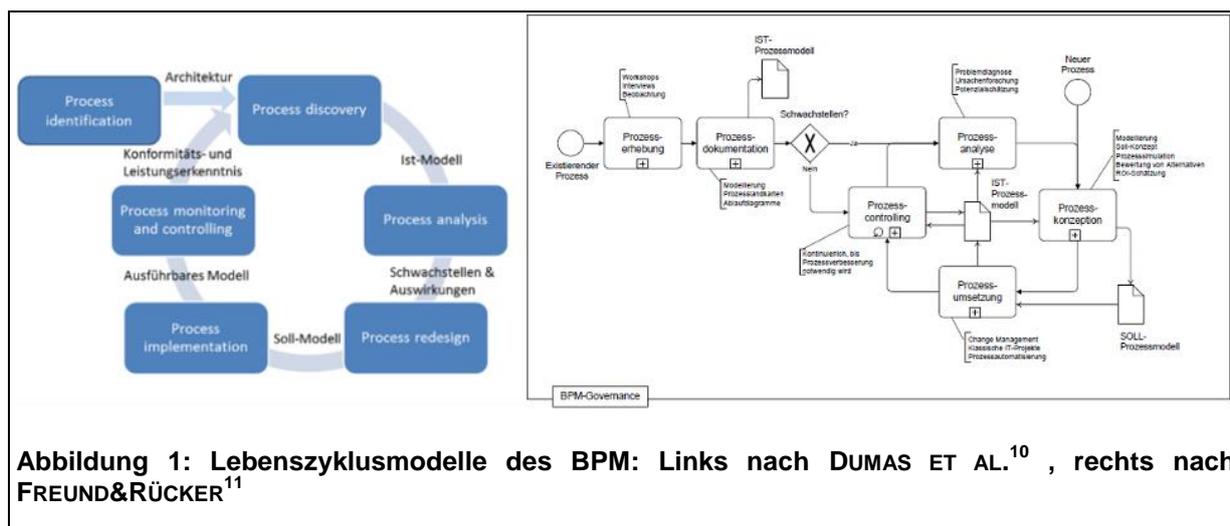
2.1.3 BPM-Lifecycle

Geschäftsprozessmanagement ist ein „lebendes“ System, welches sich den ständig ändernden externen und internen Bedingungen, Anforderungen und Zielen eines Unternehmens anpassen können muss. So ist GPM, wie auch jedes andere Managementsystem, an die elementaren zyklischen Bausteine des Managements *Planung*, *Kontrolle* und *Steuerung* gebunden.

SCHMELZER&SESSELMANN verarbeiten diese Bausteine in den vier Aufgabenfeldern des GPM: *Prozessorganisation*, *Prozesscontrolling*, *Prozessoptimierung*, *Prozessführung*. Die Prozessorganisation befasst sich mit der Identifizierung, Modellierung und Gewichtung der Geschäftsprozesse sowie dem Identifizieren von Rollen und Verantwortlichkeiten zu den Prozessen. Die Prozessoptimierung zielt auf die kontinuierliche Verbesserung durch Leistungssteigerung oder Erneuerung der Prozesse ab. In diesen beiden Aufgabenfeldern sind die Managementbausteine Planen und Steuern enthalten. Die Kontrolle wird im Rahmen des Prozesscontrollings ausgeführt. Dieses beinhaltet unter anderem die Festlegung der – aus der Geschäftsstrategie abgeleiteten – Prozessziele und Messgrößen, und infolgedessen natürlich die Messung und Kontrolle der Prozessleistungen. Ein wichtiges Instrument des Prozesscontrollings sind Prozesskennzahlen. Die Prozessführung befasst sich mit der Verankerung der Prozesskultur und prozessorientiertem Verhalten, sowie der Aufrechterhaltung von Motivation und Kommunikation im Unternehmen⁹.

⁸vgl. S.10ff H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

⁹vgl. S.8ff ebenda



Während die vier Aufgabenfelder von SCHMELZER&SESSELMANN das System GPM eigentlich sehr gut beschreiben, so zeigen beispielsweise DUMAS ET AL. und FREUND&RÜCKER den zyklischen Charakter von GPM viel deutlicher auf, wie in Abbildung 1 dargestellt ist. Beide Darstellungen, sei es der *BPM-Lifecycle*¹² oder der *camunda BPM-Kreislauf*¹³ stellen GPM als kontinuierlichen Zyklus dar, welcher folgende Elemente oder Phasen enthält:

1. Process identification (Prozesserhebung)

Diese erste Phase dient der Erhebung und Abgrenzung einzelner Prozesse voneinander. Dabei liegt der Fokus auf der Ermittlung und Definition der Geschäftsprozesse in einem Unternehmen. Die Geschäftsprozesse werden aufgrund ihrer Priorität für das Unternehmen in verschiedene Klassen eingeteilt. So ist eine häufige Art der Einteilung jene in Kernprozesse, Managementprozesse und Unterstützungsprozesse. Jeder Prozess muss laut der Definition eines Geschäftsprozesses auch eine definierte Leistung gegenüber einem Kunden erbringen, so stehen die meisten Geschäftsprozesse auch durch Kunde-Lieferanten-Beziehungen in Relation zueinander. Das GPM-Team nutzt diese Phase außerdem, um die identifizierten Geschäftsprozesse zum einen in Relation zueinander zu setzen, zum anderen um diese schon hierarchisch in Teilgeschäftsprozesse und Unterprozesse zu gliedern. Das Ergebnis der Prozesserhebungsphase sollte eine wie in Abbildung 2 dargestellte sogenannte *Prozessarchitektur* sein, welche die Gesamtheit der unternehmerischen Geschäftsprozesse in Wechselwirkung zueinander und auf verschiedenen Abstraktions- oder Detaillierungsebenen darstellt.

¹⁰vgl. S.21 M. Dumas u.a. (2013)

¹¹S.4 J. Freund, B. Rücker (2012)

¹²vgl S.15ff,21 M. Dumas u.a. (2013)

¹³vgl. S.3ff J. Freund, B. Rücker (2012)

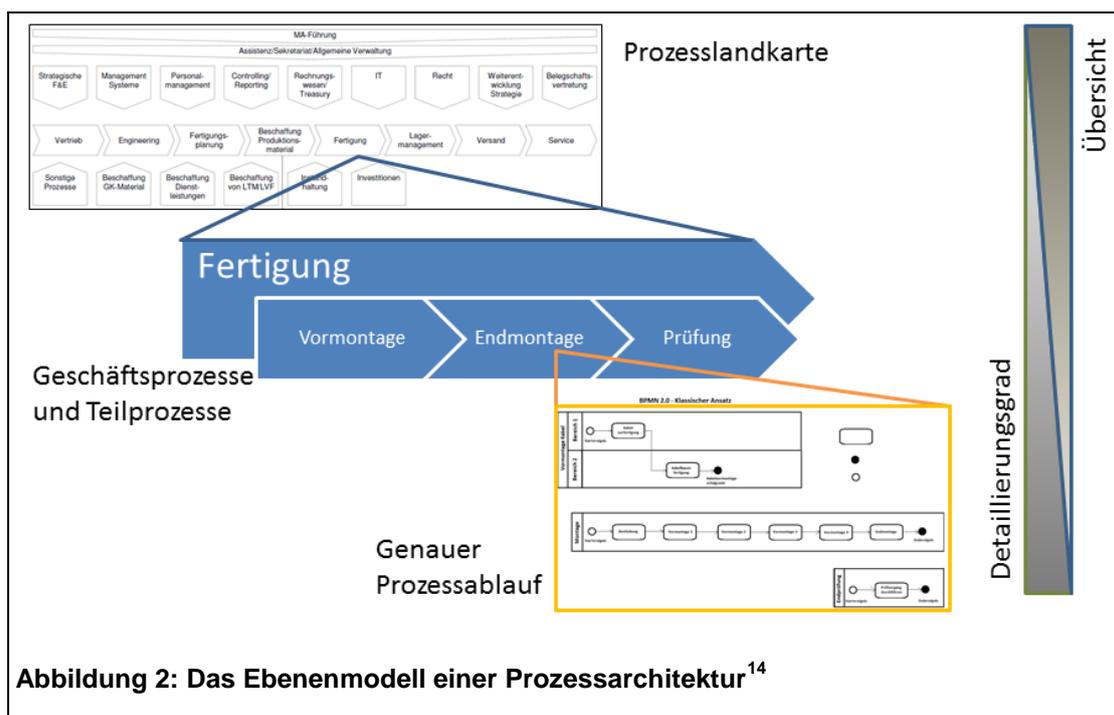


Abbildung 2: Das Ebenenmodell einer Prozessarchitektur¹⁴

Da die Geschäftsprozesse auch durch ihre Leistungsanforderungen an Kunden definiert sind, sollten vor dem Start der Prozessdokumentation und -analyse erst die wesentlichen Prozessleistungsmerkmale (DUMAS ET AL. „*process performance measures*“¹⁵) klar definiert werden. Diese dienen der Ermittlung wichtiger Zielgrößen für die einzelnen Prozesse und ermöglichen die Feststellung des Leistungszustandes eines Prozesses bereits bei der Prozessdokumentation. Das Treffen von Leistungsvereinbarungen und Errichten von Messpunkten zwischen Geschäfts- und Teilprozessen ist wichtig für die Reduktion von Koordinationsaufwendungen und Vermeidung von Missverständnissen^{16,17,18}.

2. Process discovery (Prozessdokumentation)

Hauptbestandteil der Prozessdokumentation ist die Prozessmodellierung und infolgedessen die Erstellung eines IST-Prozesses¹⁹. In dieser Phase geht es darum, die einzelnen Teilprozesse im Detail zu verstehen und abzubilden. Dazu werden einerseits die Erkenntnisse der Prozesserhebung genutzt, andererseits tieferliegende Informationen durch Interviews und Workshops mit Prozessbeteiligten oder Dokumentensichtung erlangt. Prozessmodelle sollen den beteiligten Mitarbeitern, Verantwortlichen und Stakeholdern ein besseres Verständnis darüber geben, wie Arbeit im Unternehmen verrichtet wird. Dazu sollen Modelle die Kommunikation zwischen den Beteiligten erleichtern und

¹⁴vgl. S.68 K.W. Wagner, G. Patzak (2015)

¹⁵S.15 M. Dumas u.a. (2013)

¹⁶vgl. S.4 J. Freund, B. Rücker (2012)

¹⁷vgl. S.15f M. Dumas u.a. (2013)

¹⁸vgl. S.83 H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

¹⁹vgl. S.129 ebenda

Transparenz bezüglich der genauen Ablauforganisation schaffen. In diesem Sinne ist ein wichtiges Erfordernis für Prozessmodelle, dass diese für beteiligte Funktionen so leicht verständlich wie möglich gestaltet sein müssen ohne Raum für falsche Interpretationen zu lassen. Die Bereitstellung eines für alle Funktionen – vom Prozessverantwortlichen bis zum Mitarbeiter – lesbaren Prozessmodells stellt eine sehr große bis unlösbare Herausforderung dar. Vor allem, da meistens der Bekanntheitsgrad von Modellnotationen und Sprachen zwischen den Stakeholdern stark variiert^{20,21}.

Die Auswahl der geeigneten Modellierungssprache ist essenziell für die Vereinfachung der Lesbarkeit und Verständlichkeit. Dabei gibt es nicht unbedingt die Eine richtige Modellsprache, sondern es können durchaus verschiedene Notationen, je nach Anwendungsfeld, geeignet sein. Zum Beispiel wäre es auch nicht sinnvoll, eine bestimmte Modellierungssprache in einem Unternehmen einzuführen, welches bereits eine andere Sprache als Standard verankert hat. Um modellierungsfremden Beteiligten das Lesen von detaillierten Prozessdiagrammen zu erleichtern ist es ebenfalls sinnvoll, diese in verschiedenen Abstraktionsebenen und Detaillierungsgraden darzustellen. Die während der Prozesserhebung entwickelte Prozessarchitektur bietet hier bereits einen geeigneten Ansatz²².

3. **Process analysis (Prozessanalyse)**

Wie der Name bereits verrät, dient dieser Schritt der Analyse des bestehenden Prozesses auf Schwachstellen oder Ineffizienzen auf Basis der IST-Dokumentation. Dabei können die identifizierten Schwachstellen offenkundig sein oder erst im Rahmen des Prozesscontrollings, und damit einer ermittelten Diskrepanz zwischen den Zielwerten der Prozessleistung und der aktuellen Prozessleistung, aufgedeckt werden. Die systematische Analyse dient hierbei zur Eingrenzung und eindeutigen Identifizierung der Problemstellen innerhalb des Prozesses. Zur Analyse von Prozessen können qualitative, sowie quantitative Analysemethoden eingesetzt werden^{23,24}.

4. **Process redesign (Prozesskonzeption)**

Im Rahmen der Prozessanalyse oder des Prozesscontrollings aufgedeckte, eingegrenzte und wenn möglich quantifizierte Problem- oder Schwachstellen sind der Input für eine erneute Prozesskonzeption, beziehungsweise der Anpassung des bestehenden Prozesses. Der zuständige Prozessanalyst oder die zuständigen Prozessanalysten werden in dieser Phase versuchen, poten-

²⁰vgl. S.4 J. Freund, B. Rücker (2012)

²¹vgl. S.16f M. Dumas u.a. (2013)

²²vgl. S.16ff ebenda

²³vgl. S.18f ebenda

²⁴vgl. S.4f J. Freund, B. Rücker (2012)

tielle Gegenmaßnahmen zu den gefundenen Prozessproblemen zu finden. Dabei werden möglicherweise verschiedene Problemlösungsszenarien und Maßnahmen für eine bestimmte Schwachstelle miteinander verglichen und gegeneinander abgewogen. In den Vergleichen nicht zu vergessen ist die potentielle Auswirkung der Problemlösungsmaßnahme auf gekoppelte oder anders damit verbundene Prozesse. Zur Entscheidungshilfe können unterschiedliche Lösungsvarianten bei Vorhandensein entsprechender IT-Möglichkeiten mithilfe von Prozesssimulationen bewertet werden. Am Schluss der Prozesskonzeptionsphase sollte ein weiteres Prozessmodell, das SOLL-Modell, stehen, welches das Ziel der nachfolgenden Umsetzung darstellt^{25,26}.

5. **Process implementation (Prozessumsetzung)**

Die Umsetzung eines SOLL-Modells beinhaltet die notwendigen Veränderungen des Prozesses im Sinne von Arbeitsänderungen aber oft auch der Implementation von IT-Lösungen und Automatisierung, um von der IST-Situation zur SOLL-Situation zu kommen. Das organisatorische Change Management spielt in dieser Phase eine zentrale Rolle, wird allerdings in dieser Arbeit nicht weiter behandelt. Das Ergebnis der Phase ist ein dem SOLL-Prozess entsprechender neuer IST-Prozess. Eine erneute Prozessdokumentation sollte somit nicht mehr nötig sein.^{27,28}

6. **Process monitoring and controlling (Prozesscontrolling)**

Das Prozesscontrolling wird in den vorgestellten BPM-Kreisläufen als letzter Schritt in der Kette gesehen. Ein durchgängiges und kontinuierliches Monitoring der Prozesse ist jedoch unerlässlich, um bestehende oder entstehende Schwachstellen in jeder Phase des Kreislaufs zu identifizieren. Prozesscontrolling ist ein sehr kennzahlengestütztes Aufgabengebiet und basiert stark auf den bereits in der Prozessidentifikationsphase abgeleiteten Prozessleistungsmerkmalen und –parametern (engl.: *process performance indicators*)²⁹. Die Hauptaufgabe liegt in der ständigen Kontrolle der Zielerreichung und Sicherstellung, dass die Qualität eines Prozesses konstant auf einem hohen Niveau gehalten wird und nicht über die Zeit absinkt. Kennzahlensysteme wie die Balanced Scorecard stellen ein wichtiges Werkzeug des Controllings dar^{30,31}.

Die von DUMAS ET AL. UND FREUND&RÜCKER dargebotene zyklische Betrachtungsweise von Geschäftsprozessmanagement bietet einen sehr guten Anhaltspunkt für den

²⁵vgl. S.5 J. Freund, B. Rücker (2012)

²⁶vgl. S.19f M. Dumas u.a. (2013)

²⁷vgl. S.5 ebenda

²⁸vgl. S.20 J. Freund, B. Rücker (2012)

²⁹vgl. S.228f H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

³⁰vgl. S.5 J. Freund, B. Rücker (2012)

³¹vgl. S.21,23 M. Dumas u.a. (2013)

Einstieg in ein GPM-Projekt. Aus diesem Grund werden die vorzunehmenden Schritte, beispielsweise bei der Definition der Kernprozesse, in den folgenden Unterkapiteln anhand der Phasen des Kreislaufes näher beschrieben.

2.1.4 Process identification

Als wichtiger Output der Prozessidentifikation wurde bereits die Prozessarchitektur festgelegt, welche die Gesamtheit der Geschäftsprozesse in Relation zueinander und in unterschiedlichen Abstraktionsebenen darstellt. Im Zuge der Erstellung der Prozessarchitektur müssen dementsprechend zunächst einmal die Geschäftsprozesse definiert werden. Die Frage, wie Geschäftsprozesse definiert werden und wie diese anschließend unterteilt werden, wird je nach Autor unterschiedlich beantwortet. Allein bei der Unterteilung und Priorisierung der Geschäftsprozesse in sogenannte Prozesskategorien zählen SCHMELZER&SESSELMANN bereits eine hohe Anzahl an Variationen und Möglichkeiten auf³². In Übereinstimmung mit SCHMELZER&SESSELMANN wird in dieser Arbeit die klassische Einteilung in die Prozesskategorien Management, Leistungs- und Ausführungsprozesse vermieden und stattdessen (wenn nötig) eine Einteilung in *primäre* und *sekundäre* Geschäftsprozesse bevorzugt³³.

In primären Geschäftsprozessen findet die originäre Wertschöpfung innerhalb der Unternehmensorganisation statt und unmittelbarer Nutzen für *externe* Kunden wird erstellt. Hierbei kann es sich beispielsweise um den Produktentwicklungsprozess oder – ganz pragmatisch – den Produktionsprozess handeln. Sekundäre Prozesse dienen der Managementunterstützung von primären Prozessen und lassen sich durch Kenntnis der Anforderungen von primären Prozessen identifizieren. Die folgende Abbildung 3 gibt einen beispielhaften Überblick über typische primäre und sekundäre Geschäftsprozesse. Der fließende Übergang zwischen den beiden Kategorien ist zu betonen. In der Literatur ist die Definition von je sechs bis acht primären und sekundären Geschäftsprozessen pro Unternehmenseinheit empfohlen³⁴.

³²vgl. S.66,78 H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

³³vgl. S.78 ebenda

³⁴vgl. S.79ff ebenda

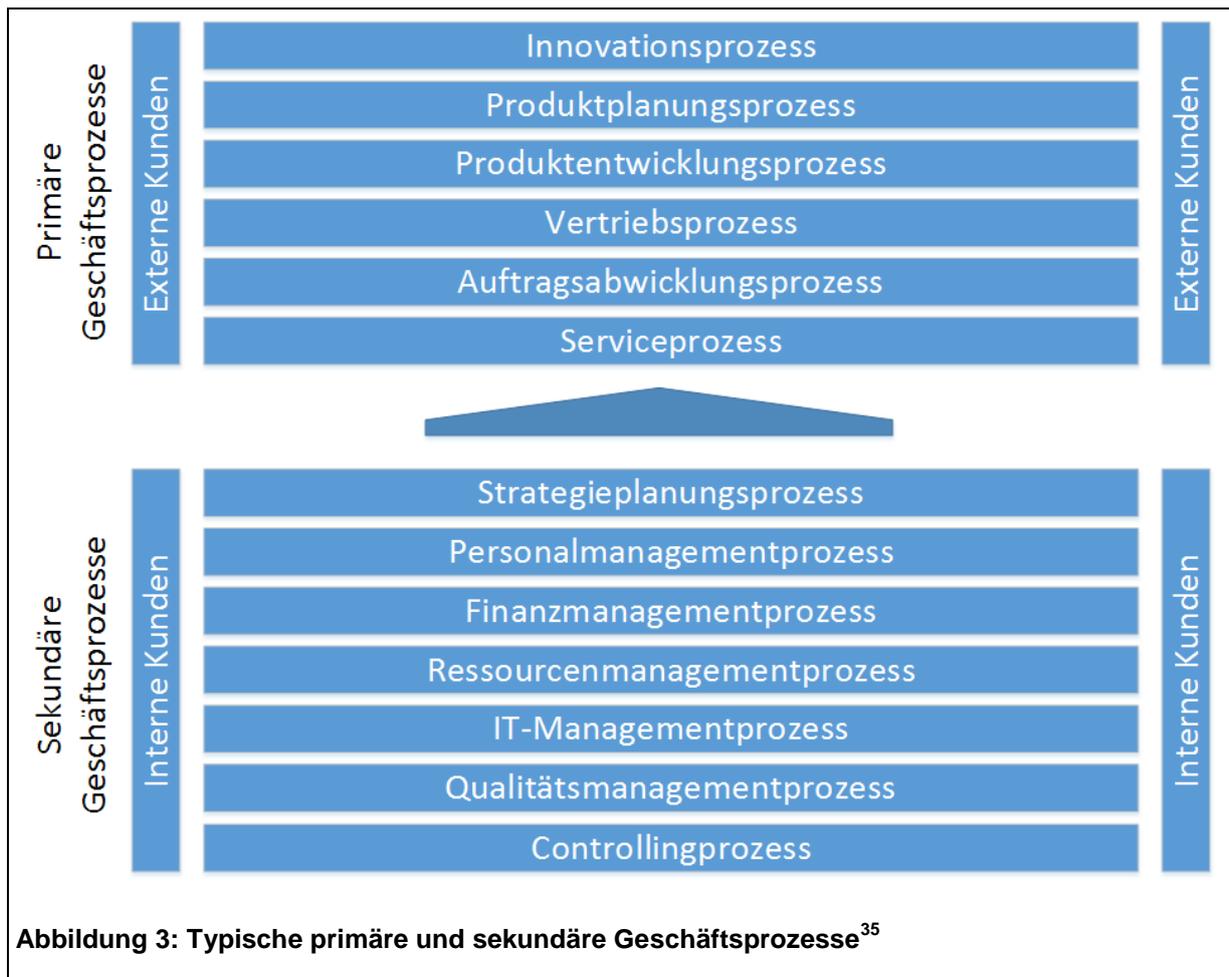


Abbildung 3: Typische primäre und sekundäre Geschäftsprozesse³⁵

Die Literatur schlägt bei der Identifizierung der Geschäftsprozesse mehrheitlich einen von der Geschäftsstrategie ausgehenden Top-down Ansatz vor. Dabei werden die Notwendigkeit und die Abgrenzung von Geschäftsprozessen aus den in der Unternehmensstrategie festgelegten Geschäftsfeldern, Kundengruppen, den Kundenanforderungen, Kernkompetenzen, der Wettbewerbsstrategie und dem Leistungsangebot abgeleitet. Da die Kenntnis der Kundengruppen, beziehungsweise Kundenanforderungen, ein Schlüsselfaktor ist, muss sich die Geschäftseinheit selbst mit den Kundenproblemen auseinandersetzen, um daraus Anforderungen und Bedürfnisse abzuleiten, wenn der Kunde die Leistungsanforderungen selber nicht ausreichend festlegen kann. Weiters wird vorgeschlagen, die grobe Definition und Identifizierung der Geschäftsprozesse im Rahmen von ein- bis zweitägigen Workshops mit dem Management durchzuführen. Typische Fragen sind beispielsweise: „Welche Geschäftsprozesse sind für die Erfüllung der erwarteten Kundenleistung nötig? Wie sind diese Leistungen zu erbringen?“ Bereits nach der Grobdefinition sollte eine erste, wenn auch nicht notwendigerweise vollständige und ausgeklügelte, Prozesslandkarte vorliegen. Die Prozesslandkarte gibt einen Überblick über die im Unternehmen anzutreffenden Geschäftsprozesse, deren Wirkzusammenhang und die Verbindungen zu

³⁵vgl. S.80 H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

Kunden³⁶. Um die Grobdefinitionen zu verfeinern geben SCHMELZER&SESSELMANN neun organisatorische Gestaltungsregeln vor³⁷:

1. GP beginnen und enden bei Kunden
2. In jedem GP wird ein Prozessobjekt komplett bearbeitet
3. Jeder GP ist in Teilprozesse und eine weiter detaillierte Aufbaustruktur zu unterteilen
4. Eine zeit- und ressourcengünstige Ablaufstruktur ist für den GP festzulegen
5. Nicht-wertschöpfende Elemente müssen eliminiert werden
6. Es sind Leistungsvereinbarungen mit den Lieferanten der Geschäftsprozesse zu treffen
7. GP sind zu dokumentieren und zu gewichten
8. Festlegung eines Verantwortlichen für jeden GP
9. GP sind in die Unternehmensorganisation zu integrieren

Wie unschwer zu erkennen ist, ist der Übergang von Prozessidentifikation zu Prozessdokumentation fließend und lässt sich nicht genau eingrenzen. Für die Bearbeitung der Gestaltungsregeln 3, 5 und 7 ist bereits ein hoher Detaillierungsgrad und Wissen über den Prozessablauf notwendig. Somit baut sich die Prozessarchitektur Stück für Stück, also iterativ, auf.

DUMAS ET AL. hingegen schlagen einen integrierten Ansatz der Prozessidentifikation nach *DIJKMAN* vor. Ergebnis dieses Ansatzes ist bereits eine fertige Prozessarchitektur mit Prozesslandkarte in der obersten (abstraktesten) Geschäftsprozessebene. Die Erstellung der Prozesslandkarte erfolgt über die Ermittlung von Unternehmensprozessen durch eine *case/function*-matrix und anschließende Applikation von Richtlinien und Gestaltungsregeln zur Zuordnung der Prozessschritte zu Geschäftsprozessen. Die entstehende Prozesslandschaft wird von DUMAS ET AL. als eine Prozessarchitektur der ersten Ebene bezeichnet. In einem zweiten Schritt erfolgt die Identifizierung von Teilprozessen der zweiten Ebene in der sogenannten *process map*. Auch erfolgt bei diesem Ansatz keine Unterteilung der Prozesse in Prozesskategorien. Andererseits bietet dieser Ansatz durch die wohl definierte und Schritt für Schritt zu befolgende Vorgehensweise einen viel leichter zu befolgenden Leitfaden als die mehr abstrakten und allgemeinen Leitlinien von SCHMELZER&SESSELMANN. Für die genaue Vorgehensweise wird hier jedoch auf die entsprechende Literatur verwiesen³⁸.

Neben den bisher beschriebenen Vorgehensweisen zur Identifikation der Geschäftsprozesse und zur Erstellung einer Prozessarchitektur gibt es noch weitere Ansätze. Ein anderer Ansatz wäre der der Verwendung von Prozess-Frameworks. Solche Referenzmodelle wie beispielsweise das *Process Classification Framework* der APQC

³⁶vgl. S.82f,122ff H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

³⁷vgl. S.129 ebenda

³⁸vgl. S.42ff M. Dumas u.a. (2013)

enthalten meist ein definiertes Set an Prozessen, Prozesskategorien, Prozessaktivitäten und Namen, welche im anbieterspezifischen Rahmenwerk dann zu einer unternehmensspezifischen Prozessarchitektur zusammengesetzt und erweitert werden können. Die Verwendung von Prozess-Frameworks hat den Vorteil, dass die Unternehmen bei der Erstellung der Prozessarchitektur, aber auch über die Prozessidentifikation hinaus, durch den Framework-Anbieter Unterstützung, Service und Benchmarking-Möglichkeiten erhalten. Im Abschnitt 3.1.4 werden die bekanntesten und am meisten verwendeten Referenzmodelle noch weiter aufgezählt und beschrieben.

Wie schon beschrieben, sind Prozessidentifikation und Prozessdokumentation zumindest aus Sicht der Umsetzungsvoraussetzungen nicht unmittelbar voneinander zu trennen und haben verfließende Grenzen. Eine Unterscheidungshilfe kann möglicherweise über die Modellierungssicht erfolgen. Während sich die Prozessarchitektur überwiegend auf die Darstellung ganzheitlicher Prozessflüsse und den groben Wertschöpfungsketten des Unternehmens konzentriert, steht bei der Prozessdokumentationsphase der Ablauf einzelner Prozesse und Teilprozesse im Vordergrund. Da eine Prozessarchitektur die Gesamtheit der unternehmerischen Geschäftsprozesse in Wechselwirkung zueinander und auf verschiedenen Abstraktions- oder Detaillierungsebenen darstellt gehören die durch die Prozessdokumentation erhobenen detaillierten Prozessabläufe jedoch auch zur Prozessarchitektur dazu. Dieser Zusammenhang verdeutlicht abermals den zyklischen, fast iterativen Charakter des Geschäftsprozessmanagements, da Prozessidentifikation und Prozessdokumentation teilweise abhängig voneinander sind und sich gegenseitig ergänzen.

2.1.5 Process discovery

Diese Phase lässt sich am besten als „Informationserlangung über einen Prozess“ beschreiben. Die Prozessvisualisierung in Form eines detaillierten Prozessmodells stellt dabei den wichtigsten Teil dieser Phase dar. Obwohl die Prozessmodellierung keine eigene Phase des GPM-Kreislaufs darstellt, ist sie dennoch eine für das GPM essenzielle Methode, da sie in fast allen Phasen eine Rolle spielt und somit eine Querschnittsfunktion darstellt³⁹. Für die Darstellung der Ablaufstruktur des Prozesses können eine Vielzahl von Visualisierungs- und Darstellungsmethoden oder Tools verwendet werden. Die Palette reicht dabei von einfachen Flussdiagrammen über standardisierte und formale Modellierungsnotationen bis hin zu Software-Tools, welche weit über die bloße Ablaufdarstellung der Prozesse hinausgehen. Wie in den meisten Belangen ist auch hier die Auswahl der richtigen Methode oder Werkzeug erfolgskritisch und die Auswahlentscheidung hat aufgrund der spezifischen Anwendungserfordernisse und Randbedingungen zu erfolgen. Für die Darstellung einfacher Geschäftsprozesse in der Prozesslandschaft reichen etwa bereits Flussdiagramme aus, während für die genaue Modellierung der Ablaufstruktur eine standardisierte

³⁹vgl. S.5f J. Freund, B. Rücker (2012)

und wohldefinierte Notation angemessener erscheint. Bei der Auswahlentscheidung der Darstellungsform sollten folgende Kriterien eine wichtige Rolle spielen^{40,41}:

- Erlernbarkeit, Verständlichkeit, Akzeptanz
- Korrektheit, Genauigkeit
- Beherrschung von Komplexität
- IT-Kompatibilität, IT-Unterstützung
- Erstellungs- und Änderungsaufwand

Auf die Aspekte der Erlernbarkeit, Verständlichkeit und Akzeptanz sollte dabei der meiste Wert gelegt werden. Im Abschnitt 3.2 werden einige der häufig verwendeten Modellierungsnotationen sowie visuellen Darstellungsmethoden im Rahmen qualitativer Prozessmodellierung kurz vorgestellt. Die Aufzählung ist nicht als taxativ zu bewerten, denn neben den dort beschriebenen Methoden und Notationen gibt es zahlreiche weitere, die jedoch hier nicht weiter behandelt werden sollen. Grund dafür ist, dass unzählige Notationen entweder für sehr spezifische (oft theoretische) Anwendungen entwickelt wurden oder bloß theoretische Relevanz haben und in der gängigen Praxis nicht verwendet werden. Es ist dennoch wichtig, zumindest die wichtigsten Vertreter anwenden zu können, da im Endeffekt vor allem bei der Modellierung von abstrakten Prozessen der ersten und zweiten Ebene, zum Beispiel Prozesslandschaften, auf eine Kombination von verschiedenen Modellierungsmethoden zurückgegriffen wird.

Bisher wurde eine detaillierte Vorgehensweise bei der Prozessdokumentation ausgelassen. Darauf wird nun zurückgekommen. Generell befolgen die in der Literatur dargebotenen Ansätze eine Top-Down-Vorgehensweise, bei der das Prozessmodell, ausgehend von einer groben Definition der wichtigsten Aktivitäten, Schritt für Schritt verfeinert wird. Im Standardwerk für BPMN 2.0 von FREUND&RÜCKER arbeitet man sich von einem strategischen überblicksmäßigen Prozessmodell bis zu einem technischen und detaillierten Prozessmodell vor. Als pragmatischer aber hilfreicher Leitsatz dieser ersten Modellierungsphase gilt hierbei: „*Don't make me think!*“⁴². Wichtig ist, dass im Rahmen der Verständlichkeit auch Personen das Diagramm verstehen sollen können, welche nicht mit der gewählten Notation oder Prozessmodellierung im Allgemeinen vertraut sind. Eine erste Iteration des Prozessmodells sollte nicht mehr als die folgenden Kernelemente beinhalten⁴³:

- Darstellung des Prozesses von **Anfang** bis **Ende**
- Darstellung in nicht mehr als acht Schritten
- Nur der Standardablauf sollte festgehalten werden

⁴⁰vgl. S.16 M. Dumas u.a. (2013)

⁴¹vgl. S.137 H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

⁴²S.120 J. Freund, B. Rücker (2012)

⁴³vgl. S.123 ebenda

- Die regulären Zuständigkeiten sollten geklärt werden

Auf die Darstellung komplizierter Informationsflüsse und Abhängigkeiten, sowie komplexer Schnittstellen wird hier bewusst verzichtet, da sonst notationsfremde Personen schnell Schwierigkeiten bei der Verständlichkeit haben und möglicherweise das Modell nicht mehr akzeptieren wollen. Wenn somit ein Überblick über die Ablaufstruktur der Prozesse geschaffen wurde, kann man zur Detaillierung voranschreiten. Die Vorgehensweise von FREUND&RÜCKER ist sehr auf die Modellierung mit der BPMN 2.0 angepasst und wird in diesem allgemein gehaltenen Teil somit ausgelassen⁴⁴.

DUMAS ET AL. schlagen die Prozessdokumentation in vier Schritten vor⁴⁵:

1. Define the setting
2. Gather information
3. Do the modeling
4. Check and assure process model quality

Ähnlich zum Ansatz von FREUND&RÜCKER werden im ersten Schritt die Prozessgrenzen, also dessen Anfang und Ende festgelegt. *Define the setting* bezieht sich außerdem auch auf das Zusammenbringen eines geeigneten Teams, welches in weiterer Folge an der Modellierung des Prozesses arbeiten wird. Als nächstes erfolgt die Erlangung von detaillierter Information über den Prozess. Hier kommt es zu einer entscheidenden Problemsituation, dessen erfolgreiche Meisterung kritisch für den sauberen Abschluss des gesamten GPM-Projektes wird⁴⁶.

Auf der einen Seite steht der Prozess-Analyst, welcher mit der Modellerstellung beauftragt ist. Dieser hat im Allgemeinen keinen detaillierten Einblick in das Prozessgeschehen, vor allem, wenn die Modellierung sich auf mehrere Unternehmensbereiche und Geschäftsprozesse erstreckt. Der Prozess-Analyst ist damit auf die Hilfe von Experten angewiesen. Auf der anderen Seite stehen die zu befragenden Fachbereichsexperten oder *Domain Experts*, kurz DE's, dessen Hilfe der Prozessanalyst benötigt. Die DE's sind im Gegensatz zum Prozessanalysten im Regelfall nicht mit der Thematik der Prozessmodellierung vertraut und kennen sich außerdem auch nur in ihrem Fachbereich gut aus. Für eine erfolgreiche Modellierung müssen beide Seiten als Komplemente zusammenwirken und sich gegenseitig ergänzen und nicht im Wege stehen. DUMAS ET AL. sehen hier drei wesentliche Hürden, die bei der Kommunikation zwischen Analyst und DE auftreten können und vom Analysten besonders aufmerksam angegangen werden müssen⁴⁷:

⁴⁴vgl. S.145ff J. Freund, B. Rücker (2012)

⁴⁵vgl. S.155f M. Dumas u.a. (2013)

⁴⁶vgl. ebenda

⁴⁷vgl. S.155ff M. Dumas u.a. (2013)

1. *Das Wissen über den Prozess ist nur fragmentiert aufzufinden:*

Ein häufiges Problem von Befragungen unterschiedlicher DE's ist die sich daraus ergebende Inkonsistenz ihrer Inputs. Beispielsweise kann die Meinung über zu erwartende Leistungen oder Kundenanforderungen variieren. Diese Spannungsfelder müssen vom Prozessanalysten unbedingt in Folge weiterer Feedback- und Befragungszyklen unter Zustimmung aller DE's geklärt werden. Dem Prozessanalysten sollte hier bewusst sein, bei der Wahl des Teams die richtige Entscheidung zu treffen. Außerdem ist die standardisierte und klare Vorbereitung von Fragen von hoher Bedeutung.

2. *Denken in Fallbeispielen:*

Fachbereichsexperten haben oft Schwierigkeiten, ihre Prozessaktivitäten in einem generellen Zusammenhang zu erklären und beziehen sich bei ihrer Beschreibung oft auf zuletzt durchlebte Fallbeispiele. Solche Fallbeispiele vermissen jedoch die Objektivität und „Standardprozedur“, welche bei der Modellierung des Prozesses erforderlich ist.

Hier ist für den Analysten die Fähigkeit von hoher Bedeutung, die „richtigen“ Fragen zu stellen und von den erhaltenen Antworten auf ein generelles Modell schließen zu können. Der Analytist sollte versuchen, Verhaltens- und Antwortmuster der DE's zu erkennen und in das Modell zu übersetzen zu lernen.

3. *Keine Kenntnis der Modellierungssprache:*

Wie bereits mehrmals erwähnt, ist die genaue Kenntnis der Modellierungssprache meist nur dem Prozessanalysten vorbehalten. Daher sollte es in den meisten Situationen vermieden werden, einem Fachbereichsexperten ein detailliertes Prozessmodell vorzuweisen, um diesen nicht zu entmutigen oder gar zu verschrecken. Stattdessen ist es sinnvoll, das Modell in eine „natürliche“ Sprache zu übersetzen, welche vom DE verstanden und akzeptiert wird. Bei dem notwendigen Vorlegen eines Prozessmodells ist besonders hohen Wert auf die Modellästhetik und auf die geeignete Abstraktionsebene zu legen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei der Prozessdokumentation besonderer Wert sowohl auf die Auswahl der Modellierungssprache, beziehungsweise Modellierungsform, als auch auf die Vorgehensweise bei der Informationserhebung gelegt werden sollte, da die Qualität und der Inhalt des sich ergebenden Prozessmodells entscheidend von beiden Faktoren abhängen. Mögliche Methoden zur Informationserhebung werden im Rahmen der Beschreibung qualitativer Modellierungsmethoden in Abschnitt 3.2.1 vorgestellt.

2.1.6 Prozessanalyse

Die im Zuge der ersten Phasen der Prozesslebenszyklus identifizierten, voneinander abgegrenzten und nun detailliert bekannten Prozesse werden im nächsten Schritt gründlichen Analysen und Kontrollen unterworfen. Der Grund dafür ist offensichtlich das Aufdecken von Verbesserungspotenzialen entlang der Prozesskette. Außerdem können die Analyseergebnisse für die Definition und Planung von Prozesszielen herangezogen werden, auch wenn laut SCHMELZER&SESSELMANN dadurch die Gefahr besteht, dass aus der Analyse abgeleitete Ziele keinen direkten Bezug zu der Geschäftsstrategie und Kunden haben und sich zumeist nur auf Effizienz Aspekte beziehen⁴⁸. Diese Aussage sei vom Autor jedoch kritisch bewertet und dahingestellt, da eine Steigerung der Prozesseffizienz generell immer im Sinne der Geschäftsziele sein sollte.

Die Prozessanalyse ist ein wichtiges und unverzichtbares Werkzeug im Geschäftsprozessmanagement und kann nach SCHMELZER&SESSELMANN in die *statische* und die *dynamische Prozessanalyse* kategorisiert werden. Statische Prozessanalysen sind vergleichender Natur. Dazu gehören beispielsweise das Benchmarking, Reifegradanalysen oder der Vergleich mit Referenzmodellen. Dynamische Analysen hingegen sind zeit- und häufigkeitsbezogen, beispielsweise Ressourcenauslastungen und -verbräuche, Prozesszeiten oder Engpässe und vor allem Simulationen⁴⁹.

2.1.7 Process Performance Management

Als Process Performance Management wird ganz allgemein das Management der Prozessleistung verstanden. Dazu gehören neben der Messung, Monitoring und Analyse auch die Steuerung, Zieldefinition und die Kommunikation der Prozessleistung. Prozessdaten zu erfassen und auszuwerten ist auch der Schwerpunkt in sogenannten IT-gestützten Process-Performance-Management-Systemen. Diese PPM-Systeme dienen der Ermittlung und Auswertung von prozessbezogenen Kennzahlen und der darauf aufbauenden Zusammenführung und Verdichtung der erhaltenen Messwerte in „Prozess-Cockpits“. Diese Dashboards dienen mit den vom PPM-System bereitgestellten Kennzahlen und Diagrammen als Prozessbericht, mit denen menschliche Auswertungen und Analysen zur Prozessleistung möglich werden^{50,51}.

2.1.8 Erfolgreiches Geschäftsprozessmanagement

Die Implementierung und erfolgreiche Umsetzung von GPM in einem Unternehmen stellt sich als große Herausforderung dar, da sie einen großen Teil der Unterneh-

⁴⁸vgl. S.274 H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

⁴⁹vgl. S.273 ebenda

⁵⁰vgl. S.286f ebenda

⁵¹vgl. S.296f ebenda

mensorganisation miteinbezieht und sich viele Unternehmen nicht über den notwendigen Umfang, die Reichweite und den Implementierungsansatz im Klaren sind. In diesem Sinne befassen sich einige Studien über GPM mit Prinzipien und Orientierungshilfen für ein effektives Geschäftsprozessmanagement. Eine Studie von VOM BROCKE identifiziert dabei zehn Prinzipien, welche sowohl Unternehmen, also Nutzer, als auch Forscher die Anforderungen für effektives Geschäftsprozessmanagement näher bringen. Diese Prinzipien werden jedoch unter den Rahmenbedingungen präsentiert, dass Nutzer die Prinzipien durch Verwendung eigener Erfahrungen und Einschätzungen an die spezifischen Anforderungen des entsprechenden GPM-Projektes anpassen. Von einer obligatorischen oder aus reiner Routine tradierten Anwendung dieser Prinzipien wird somit von den Autoren selbst abgeraten⁵². Die zehn Leitsätze sind dennoch erwähnenswert und werden daher folgend aufgelistet⁵³. Um Übersetzungsfehlern vorzubeugen werden die Leitsätze nicht aus dem Englischen übersetzt:

1. Principle of context-awareness

Die grundlegendste Forderung für den Einsatz von GPM ist dadurch gegeben, dass die gewählte GPM-Methodik auch in den organisationalen Zusammenhang und das unternehmerische Umfeld passen sollte. Der Ansatz sollte an die spezifischen Randbedingungen des Unternehmens angepasst sein, denn eine „one method fits all“-Herangehensweise gibt es im Geschäftsprozessmanagement nicht.

2. Principle of continuity

GPM ist kein einmaliges Projekt! Effektives und erfolgreiches Geschäftsprozessmanagement bedeutet die konsequente, permanente und wiederholte Anwendung der Methoden und Prinzipien, nach Vorbild des GPM-Lebenszyklusmodells.

3. Principle of enablement

GPM sollte darauf ausgerichtet sein, Potentiale und Möglichkeiten des Unternehmens aufzudecken und nicht bloß zur Schadensbegrenzung eingesetzt werden.

4. Principle of holism

GPM ist ein *ganzheitlicher* Ansatz und impliziert damit die Inklusion des gesamten Unternehmens. Die Anwendung auf isolierte Bereiche ist nicht empfohlen.

5. Principle of institutionalization

GPM sollte in die Organisationsstruktur eingebettet und damit standardisiert werden. In diesem Sinne sollte GPM keine ad-hoc-Verantwortung einzelner Mitarbeiter sein.

⁵²vgl. S.531f K. Thomas u.a. (2014)

⁵³vgl. S.533ff ebenda

6. Principle of involvement

Ein erfolgreiches Implementieren von GPM ist nur durch Einbeziehung aller Stakeholder zu erwarten. Die Mitarbeiterpartizipation sollte nicht vernachlässigt werden.

7. Principle of joint understanding

Ein wichtiges Ziel von GPM ist das Schaffen eines gemeinsamen Verständnisses. In diesem Sinne sollte es nicht zu einer „Sprache für Experten“ stilisiert werden.

8. Principle of purpose

Der Einsatz von GPM hat dem Unternehmen auch einen (strategischen) Wertschöpfungszuwachs zu bringen. Für einen Einsatz einfach um des Einsatzes Willen sind die Ressourcenbedarfe viel zu hoch und würden eine reine Verschwendung darstellen.

9. Principle of simplicity

Im Hinblick auf Punkt 8 sollte GPM wirtschaftlich sein und die Aufwände daher so gering wie möglich gehalten werden.

10. Principle of technology appropriation

GPM sollte jede zur Verfügung stehende Technologie zu seinem Vorteil nutzen können. Technologiemanagement sollte nicht erst als Nachgedanke aufscheinen und erforscht werden.

Natürlich stellen die vorgestellten Prinzipien nur Orientierungshilfen für ein Unternehmen dar. Wie unermüdlich wiederholt werden muss, sollten die genauen Vorgehensweisen, die Reichweite und das Einsatzgebiet von GPM stets an die spezifischen An- und Herausforderungen des Unternehmens angepasst werden. Dennoch geben die Leitlinien einem Unternehmen bereits einen sehr aufschlussreichen Einblick über bevorstehende Erfordernisse und Herausforderungen bei der Einführung von GPM. Anhand dieser Leitlinien können Unternehmen abschätzen, ob sich der Einsatz von GPM lohnen wird oder die grundsätzliche Einstellung zum Thema und zum Projekt mit den Anforderungen übereinstimmt.

2.2 Kennzahlen

„Kennzahlen sind hoch verdichtete Messgrößen, die in präziser, konzentrierter und dokumentierter Form als Verhältniszahlen oder absolute Zahlen über einen zahlenmäßig erfassbaren Sachverhalt berichten, über Entwicklungen einer Unternehmung informieren und strategische Erfolgsfaktoren bilden.“⁵⁴

Kennzahlen bilden das Rückgrat des Controllings in allen Funktionsbereichen eines Unternehmens. Durch Aufbereiten von bestimmten Informationen zu zuvor definierten Zwecken in eine quantitative Größe stellen Kennzahlen ein geeignetes Mittel dar,

⁵⁴S.11 P.R. Preißler (2010)

um Information zu verdichten oder gar erst verwertbar zu machen. Neben der Kontrollfunktion von Kennzahlen dienen diese auch zum Treffen von Entscheidungen beispielsweise durch Problem- oder Mustererkennung. Kennzahlen haben auch eine Koordinationsfunktion inne oder können rein zu Dokumentations- oder Informationszwecken dienen. Essenziell ist jedoch immer sowohl die Auswahl der für eine bestimmte Problemstellung *richtigen Kennzahlen*, als auch die *richtige Interpretation* der erstellten Kennzahlen. Die Veränderung eines Kennzahlenwertes über die Zeit gibt lediglich Auskunft über die Tatsache der Veränderung. Das Auffinden der Ursache der Veränderung obliegt allein dem Kennzahlenbetrachter.⁵⁵

2.2.1 Arten von Kennzahlen

Grundsätzlich können Kennzahlen vergangenheitsorientiert, gegenwartsbezogen oder zukunftsorientiert sein. Während *vergangenheitsorientierte* Kennzahlen hauptsächlich der Analyse bereits abgeschlossener Geschehnisse, also etwa im Rahmen von Erfolgskontrollen, dienen, bilden *gegenwartsorientierte* Kennzahlen die Ist-Situation des Unternehmens in irgendeiner Art und Weise ab. Durch Vergleich von Ist- mit Soll-Zuständen kann ein Unternehmen Abweichungen von geplanten Pfaden erkennen und Gegenmaßnahmen planen. *Zukunftsorientierte* Kennzahlen haben durch Abbildung von quantifizierten Unternehmenszielen und Soll-Werten einen Orientierungs- und Steuerungscharakter.⁵⁶

Die einfachsten Formen von quantifizierter Informationsdarstellung bilden die *absoluten Kennzahlen*. Diese werden durch absolute Werte gebildet und stehen als isolierte Kenngrößen dar. Durch ihren einfachen Aufbau sind sie besonders leicht und vielfältig zu ermitteln, beispielsweise als *Einzelzahlen* (z.B. Bestandwert), *Summen* (z. B. Gesamtkosten), *Differenzen* (z. B. Kostenveränderung) oder *Mittelwerte* (z. B. durchschnittlicher Lagerbestand). Allerdings weisen absolute Kennzahlen tendenziell einen geringen Informationsgehalt und eine geringe Aussagekraft auf.⁵⁷

Demgegenüber stehen die sogenannten *relativen Kennzahlen*, welche durch ins Verhältnis setzen oder Verknüpfen verschiedener Kennzahlen gebildet werden. Dabei werden relative Gliederungszahlen, Beziehungszahlen und Indexzahlen unterschieden. *Gliederungszahlen* geben den Anteil einer Größe an einer Gesamtmenge an, wobei immer ein sachlicher Zusammenhang zwischen Zähler und Nenner besteht. *Beziehungszahlen* setzen unabhängig von der Wahl der Dimensionen der betrachteten Größen, diese zueinander ins Verhältnis. Zu guter Letzt setzen *Indexzahlen* inhaltlich gleichartige, aber zeitlich und örtlich verschiedene Größen zueinander

⁵⁵vgl. S.387f W. Sihn u.a. (2016)

⁵⁶vgl. S.389f ebenda

⁵⁷vgl. S390f W. Sihn u.a. (2016)

in Beziehung. Diese Kennzahlenart dient besonders der Analyse der Entwicklung von Messgrößen über eine bestimmte Dimension.⁵⁸

2.2.2 Kennzahlensysteme

Kennzahlensysteme dienen dazu, die Leistungen eines Unternehmens aus ganzheitlicher Sicht zu betrachten und zu bewerten. Während die Verfolgung einer einzigen Kennzahl selbst bei Verbesserung eines definierten Ziels den Effekt haben kann, dass sich andere Leistungen zugunsten der gewählten Kennzahl verschlechtern, können Kennzahlensysteme viele Unternehmensaspekte und -bereiche gleichzeitig abdecken und überwachen⁵⁹. Ein Kennzahlensystem dient nicht nur zur Aufnahme und Verarbeitung von Kennzahlen, der Darstellung komplexer Zusammenhänge und dem Auftragen ihres Zeitverlaufes, sondern vor allem zum Vergleich von Zielkennwerten und dem momentanen Zustand im Unternehmen. Denn Kennzahlen werden immer im Sinne einer kontinuierlichen Verbesserung, beziehungsweise Leistungsverbesserung, eingesetzt. Kennzahlen ermöglichen auch den Leistungsvergleich verschiedener Unternehmen, Sparten oder Abteilungen⁶⁰.

Im Unterschied zu einzelnen isolierten Kennzahlen werden in einem Kennzahlensystem voneinander abhängige und miteinander zusammenhängende Kennzahlen definiert und in der Regel zusammen berichtet. Die Kennzahlen stehen dabei in einer *sinnvollen* Beziehung zueinander und *ergänzen* sich im System. Sie sollten außerdem eine standardisierte Kennzahlenbeschreibung enthalten, welche zumindest die Bezeichnung, Formel, Aussage, Anwendbarkeit, und Ziele der Kennzahl umfasst. Kennzeichnend ist üblicherweise auch die Identifikation einer oder weniger „Spitzenkennzahlen“, welche das Kennzahlensystem dominieren^{61,62}.

PREIßLER unterscheidet je nach Art der Verknüpfung der Kennzahlen im System *Ordnungssysteme*, *Rechensysteme* und *Mischformen*. In einem Ordnungssystem stehen die Kennzahlen in einer sachlogischen Beziehung zueinander. Sie werden dadurch in betriebswirtschaftlich sachzusammenhängende Gruppen aufgeteilt und erbringen mit der Gruppierung eine erhöhte Transparenz. Ordnungssysteme weisen eine hohe Flexibilität auf. Rechensysteme sind mathematisch zusammengesetzte Kennzahlensysteme. Dabei werden meistens ausgehend von einer Spitzenkennzahl hierarchisch untergeordnete Kennzahlen mathematisch zerlegt. Wenn nicht alle Kennzahlen mathematisch in Beziehung zu setzen sind, kann dieses Problem durch die Einführung von Hilfskennzahlen umgangen werden. Diese Hilfskennzahlen liefern jedoch keine

⁵⁸vgl. S.390f ebenda

⁵⁹vgl. S.183 T. Becker (2008)

⁶⁰ebenda

⁶¹vgl. S.184 ebenda

⁶²vgl. S.17 P.R. Preißler (2010)

zusätzliche oder wertschöpfende Information für den Leser und tragen nur zur Unübersichtlichkeit bei⁶³.

Ältere Kennzahlensysteme setzen sich meist aus einer definierten Auswahl und festgelegten Gesamtheit von Kennzahlen zusammen, welche durch ihren Zusammenhang und gegenseitige Ergänzung ein vollständiges Bild des Unternehmens ergeben. Diese Systeme orientieren sich meist auch nur an den finanziellen Kenngrößen eines Unternehmens. Zu den wichtigsten Vertretern dieser Systeme gehören das DUPONT-System und das ZVEI-Kennzahlensystem. Das DUPONT-System ist beispielsweise ein kaskadiertes rein rechenbasiertes System aus finanziellen Kennzahlen, welches an oberster Stelle in den Return on Investment mündet und damit auf Gewinnmaximierung ausgerichtet ist⁶⁴.

Modernere Kennzahlensysteme preisen meist nicht mehr die strikte Vorgabe von bestimmten Kennzahlen für den Anwender an, sondern geben ein unterstütztes und unterstützendes Rahmenwerk vor, welches dem Unternehmen die Möglichkeit bietet, eine eigene Auswahl an individuell angepassten Kennzahlen zu definieren. Zu diesen Systemen gehören etwa das Kennzahlencockpit, das SCOR-Kennzahlensystem oder die Balanced Scorecard. Obwohl diese Kennzahlensysteme viel besser auf unternehmerische Individualitäten und Randbedingungen eingehen, ist die Kennzahlenwahl kein leichtes Unterfangen. Die richtige Auswahl der Kennzahlen ist ein sehr schwieriges und vor allem weitreichendes Verfahren, da jede Kennzahl ein bestimmtes Verhalten der Mitarbeiter auslöst und außerdem eine klare Kenntnis der gewählten Unternehmensziele und Unternehmensstrategien erfordert. Auch die falsche Auswahl der Messhorizonte und Kontrollintervalle kann das Kennzahlenergebnis entscheidend verfälschen oder anfällig für Fehlinterpretationen machen. Es muss unter allen Umständen vermieden werden, Kennzahlen für Schuldzuweisungen zu verwenden. Eine Kennzahl ist auch zu nichts Nutze, wenn sich kein Mitarbeiter für das Ergebnis verantwortlich fühlt, daher sollten Verantwortliche für die Kennzahlen ernannt werden. Neben rein finanziellen Kenngrößen legen moderne Kennzahlensysteme auch hohen Wert auf leistungs-, qualitäts-, flexibilitäts- und mitarbeiterbezogene Ziele und Kennzahlen⁶⁵.

Die Wahl der Unternehmensziele und Unternehmensstrategien beeinflusst in hohem Maße die Art der geeigneten Kennzahlen und Zielwerte. Beispielsweise ist für eine Strategie der Kostenführerschaft die Messung von kostenbezogenen Kennzahlen möglicherweise sinnvoller als die Durchlaufzeit, während für die Zielsetzung einer

⁶³vgl. S.17ff P.R. Preißler (2010)

⁶⁴vgl. S.183 T. Becker (2008)

⁶⁵vgl. S.184ff T. Becker (2008)

hohen Flexibilität die Durchlaufzeit gegenüber den Kosten sehr wohl in den Vordergrund rückt⁶⁶.

Das Funktionieren eines Kennzahlensystems erfordert auch die regelmäßige Verwendung desselben. Da ein Kennzahlensystem von seiner Nutzung lebt, müssen die Ergebnisse und Outputs regelmäßig gesichtet werden und in Meetings, Sitzungen und Berichte eingebunden werden⁶⁷. Kennzahlensysteme können traditionell auf Spät- oder Frühindikatoren basieren und somit vergangenheitsorientiert sein oder eher als Frühwarnsysteme dienen.

2.3 Industrielle Produktion

In diesem Kapitel werden einige wesentliche, das Fallbeispiel betreffende, Grundlagen und Erläuterungen zu bestimmten Begrifflichkeiten im Bereich der industriellen Produktion gegeben. Hierbei ist besonders die Erläuterung verschiedener existierender Konzepte zur Produktionssteuerung interessant.

2.3.1 Produktionssysteme

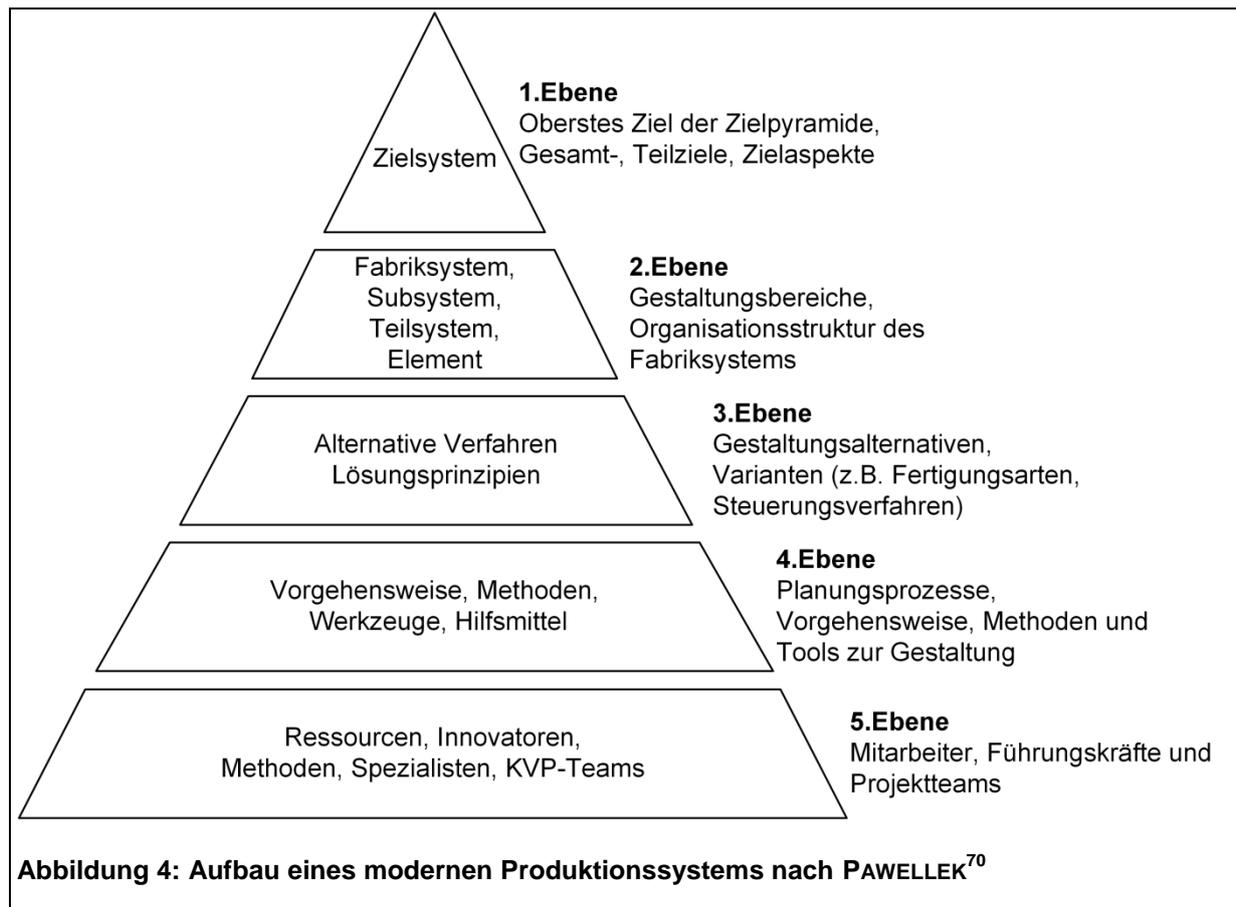
Die Definition des Begriffes „Produktionssystem“ scheint auf den ersten Blick sehr simpel. Aus dem Begriff selber lässt sich bereits ableiten, dass es sich bei einem Produktionssystem um ein System zur Produktion einer Dienstleistung oder Ware handeln muss. Dabei ist wiederum der Wortteil „System“ bezeichnend für eine Gesamtheit von miteinander sinn- oder zweckverbundenen Elementen. Es handelt sich grundsätzlich also um eine nach bestimmten Prinzipien, Ideen, Erkenntnissen, Regeln oder sonstigen logischen oder zweckmäßigen Elementen ausgerichtete und gestaltete Produktion eines Gutes. In der Literatur werden solche Produktionssysteme unterschiedlich aufgefasst und beschrieben. Dies liegt einerseits an der Frage, *Wie* und *wie weit* der Begriff „System“ aufgefasst wird, und andererseits in *welchem Maßstab* und *welcher Größenordnung* die Produktion betrachtet wird. Wie PAWELLEK passend beschreibt kann man Produktionssysteme in der unternehmerischen Praxis somit von der einzelnen Montagestation bis hin zum werksübergreifenden Produktionsnetzwerk in unterschiedlichen Ausprägungen bezüglich ihrer Struktur und operativer Inhalte antreffen⁶⁸. Je nach Ausprägung des Begriffes ist ein Produktionssystem nicht nur auf die Auswahl der technischen Fertigungsmittel beschränkt sondern beinhaltet je nach Größenordnung auch das Zusammenspiel zwischen Mensch, Organisation und Technik im Umfeld einer Produktion⁶⁹.

⁶⁶vgl. S.135ff J. Kletti, J. Schumacher (2014)

⁶⁷vgl. S.184 T. Becker (2008)

⁶⁸vgl. S.24 G. Pawellek (2014)

⁶⁹vgl. S.3 U. Dombrowski u.a. (2015)



Traditionell ist der Umfang eines Produktionssystems eher auf den unternehmensinternen Bereich beschränkt und bezeichnet vor allem die Prinzipien, anhand welcher eine Produktion organisiert wird. Das beinhaltet beispielsweise die Entscheidung, eine Produktion nach dem Verrichtungsprinzip oder dem Flussprinzip zu gestalten und hat damit besonderen Einfluss auf die Anordnung der Arbeitsstationen, Betriebsmittel, Werkzeuge oder etwa der Transportmittel⁷¹.

Wenn man diesen Begriff etwas weiter fasst, so kann das Produktionssystem neben der technischen Einrichtung und ihrer chronologischen Abfolge auch ihre Zusammenwirkung mit der Ressource Mensch und der dazugehörigen Organisationsstruktur beinhalten. So bekommt das Produktionssystem die Verantwortung, die gesamte Organisation der Produktion bezüglich ihrer Ressourcen, Gestaltungsprinzipien und Verknüpfungen zu definieren und zu beschreiben.

Nach PAWELLEK wird der allgemeine Aufbau eines modernen Produktionssystems durch eine übergeordnete Organisationshierarchie in fünf Ebenen gebildet, wie in Abbildung 4 dargestellt. Die oberste Ebene stellt das aus Gesamtziel und Subzielen bestehende Zielsystem dar, dessen Organisationsstruktur in der zweiten Ebene über abgrenzbare Gestaltungsbereiche und Betriebsprozesse definiert wird. Die dritte Ebene befasst sich mit den jeweiligen Gestaltungsalternativen für die Gestaltungsbe-

⁷⁰vgl. S.25 G. Pawellek (2014)

⁷¹vgl. S.170f W. Sihm u.a. (2016)

reiche. Das bezeichnet alternative Strategien, Strukturen oder Systeme, welche es je nach Ausgangssituation und Zielsetzung zu bewerten, vergleichen und auswählen gilt. Die vierte Ebene beinhaltet alle Vorgehensweisen, Methoden und Werkzeuge zur Problemlösung, wie beispielsweise Kennzahlensysteme oder Checklisten. Die fünfte und letzte Ebene beinhaltet schließlich die zum Aufbau des Produktionssystems notwendigen Ressourcen⁷².

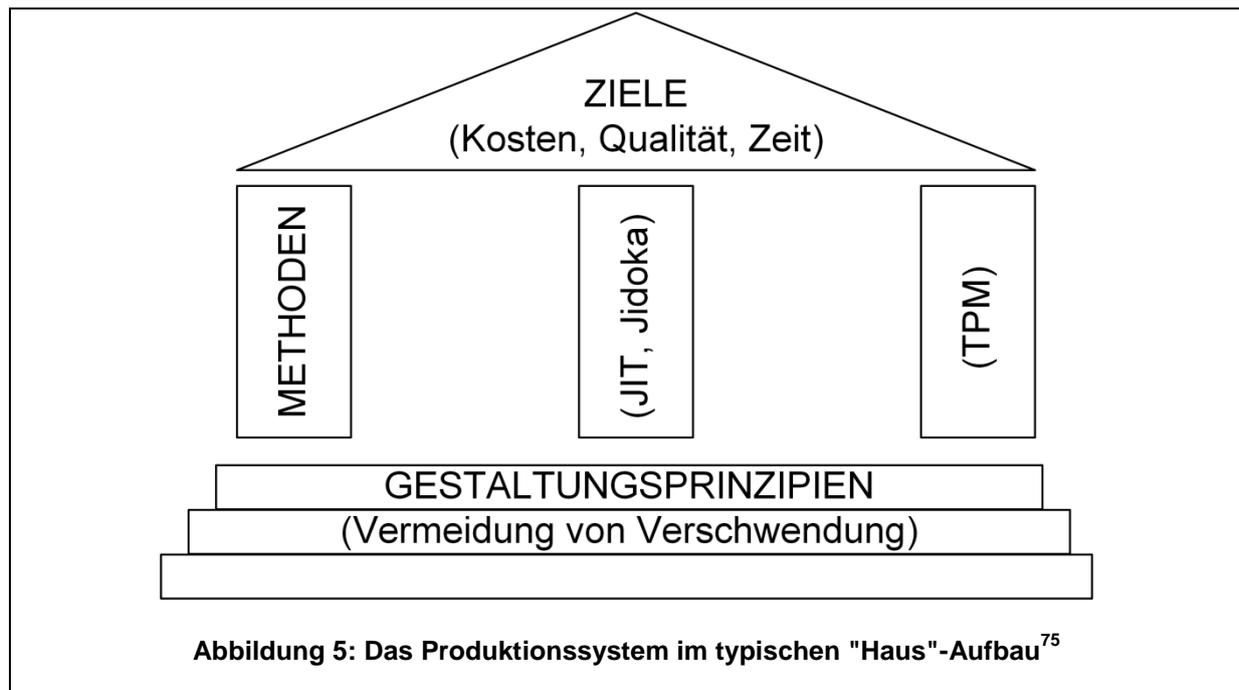
Das moderne Verständnis eines Produktionssystems nach SIHN ET AL. betrachtet dieses sozusagen als Ordnungsrahmen, welches eine strukturierte Dokumentation von Standards und Regeln zum Gestalten und Betreiben von Arbeitssystemen darstellt. Nach heutigem Verständnis gibt ein Produktionssystem Auskunft über die Prozesse und Philosophie des Unternehmens oder Unternehmensnetzwerkes, über die Systematiken, welche die Grundprinzipien der Produktion und Dienstleistungserbringung definieren sowie über die Unterstützung von Planung und kontinuierlicher Verbesserung. Kennzahlensysteme und die Integration von Lean-Ideen erhöhen die Effizienz im Unternehmen und dienen ihrer Sicherstellung. Je nach dem Fokus des Produktionssystems unterscheiden SIHN ET AL. unternehmensspezifische und unternehmensübergreifende (auch: *ganzheitliche*) Produktionssysteme, welche beide jedoch immer einen Ordnungsrahmen für Methoden, Prinzipien und Werkzeuge der Produktion bilden. Mit Hilfe des unternehmensspezifischen Produktionssystems beschreibt ein Unternehmen die Grundsätze seines Leistungserstellungssystems. Das übergreifende Produktionssystem zielt vor allem auf eine möglichst breite Anwendbarkeit ab. Erwähnenswert ist auch, dass dieses übergreifende System die strategische Ebene mit der operativen Ebene von Produktionssystemen verknüpft und damit mehr der Definition von Produktionssystemen nach PAWELLEK entspricht⁷³.

Nach Auffassung der REFA bezieht sich der Begriff „Produktionssystem“ auf die Bündelung von Arbeitsgrundsätzen und Methoden sowie den Grundsätzen ihrer Handhabung. Das Wort bezeichnet die *„geregelte und durchgehende Nutzung von Arbeitsprinzipien, Vorgehensweisen und Instrumentarien im gesamten Unternehmen zur effektiven Gestaltung der Prozesse im wirtschaftlichen und sozialen Sinne in allen Geschäftsfeldern“*. Der Ansatz ist somit ein über den bloßen Bereich der Produktion hinausgehender. Dabei wird darauf hingewiesen, dass das Produktionssystem alleine kein Garant für den Unternehmenserfolg sein kann. Als eigentlicher Stellhebel zum Erfolg muss der Nutzer des Produktionssystems dafür sorgen, dass dieser die notwendigen Kenntnisse und Fertigkeiten zur Anwendung der Werkzeuge mit sich bringt⁷⁴.

⁷²vgl. S.24 G. Pawellek (2014)

⁷³vgl. S.170f W. Sihn u.a. (2016)

⁷⁴ <http://refa-consulting.de/produktionssystem> (, eingesehen am 06.07.2017)



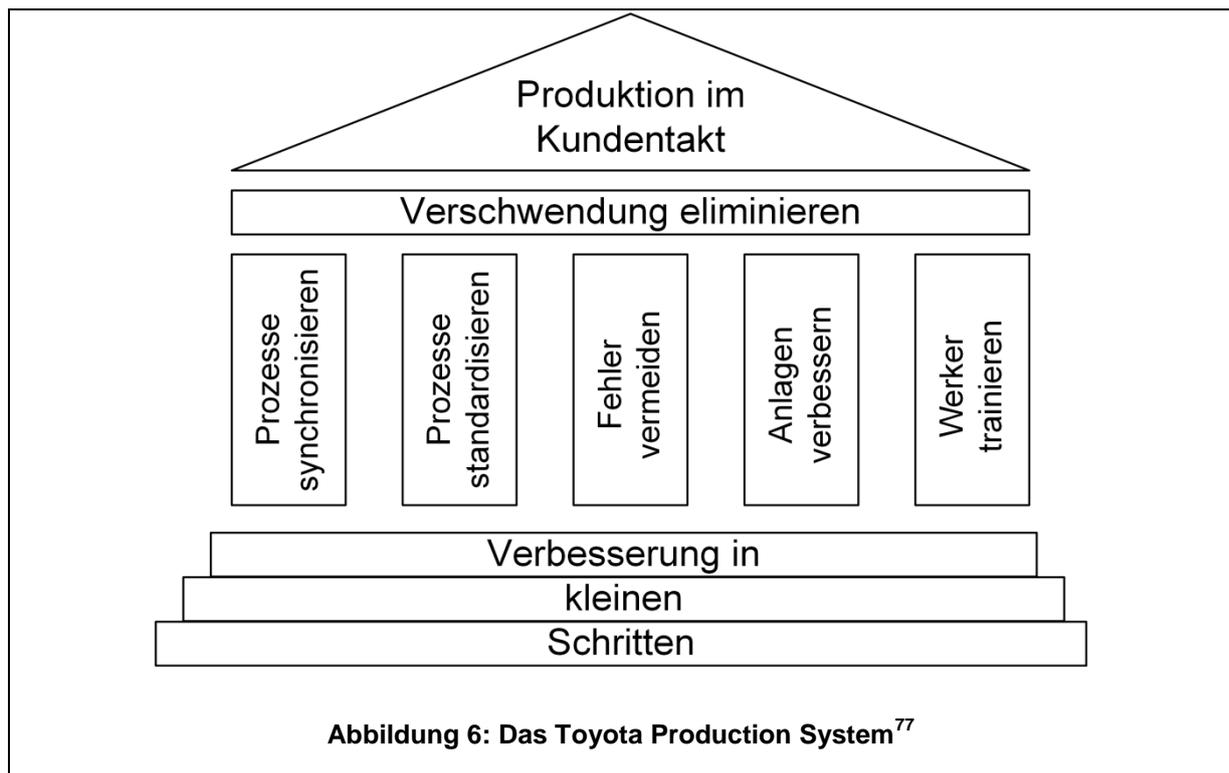
Die Darstellung heutiger Produktionssysteme als Ordnungsrahmen erfolgt grafisch modular und recht standardisiert. Sowohl unternehmensspezifische als auch unternehmensübergreifende (ganzheitliche) Produktionssysteme bedienen sich meistens eines elementaren Aufbaus aus drei Elementen (siehe Abbildung 5)⁷⁶:

- **Dem Dach:** Dieses Element definiert die wesentlichen Ziele oder das Zielsystem der Produktion.
- **Den Säulen:** Über die Säulen werden Methoden und Werkzeuge zur Umsetzung von Zielen und Verbesserungspotentialen aufgeführt
- **Dem Fundament:** Das Fundament umfasst allgemeine Gestaltungsprinzipien, nach welchen die Arbeit in der Produktion ausgerichtet ist, zum Beispiel „die Vermeidung von Verschwendung“ als sehr klassischer Ansatz.

Ein Begriff, oder besser gesagt ein Vorbild und Musterbeispiel, welcher bei der Aufarbeitung der Thematik niemals fehlen darf, ist das *Toyota Produktionssystem (TPS)* des gleichnamigen japanischen Automobilherstellers. Das TPS gilt als das Sinnbild des modernen Produktionssystems und wird daher folgend zur Veranschaulichung des modernen Begriffsverständnisses erläutert. Das TPS ist in Abbildung 6 in der bereits vorgestellten standardisierten Visualisierung als Gebäude abgebildet. Oberste Priorität im TPS ist die Produktion im Kundentakt bei maximaler Effizienz. Die Effizienz wird durch Vermeidung von Verschwendungen jeder Art erreicht. Diese Ziele werden durch die anhand der Säulen des TPS beschriebenen Arbeitsprinzipien erreicht:

⁷⁵vgl. S171 W. Sihn u.a. (2016)

⁷⁶ebenda



- Prozesse synchronisieren
- Prozesse standardisieren
- Fehler vermeiden
- Anlagen verbessern
- Werker trainieren

Unter dem Fundament eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses der Produktion, auch KAIZEN oder KVP genannt, wird die gesamte Organisationskultur durch Integration aller Mitarbeiter auf konstante Verbesserung und Effizienzsteigerung ausgerichtet. Mit dem TPS wurde auch der Begriff „Lean“ geprägt. „Lean“, als Substitut für Effizienzsteigerung durch Vermeidung von Verschwendung und kontinuierliche Verbesserung, ist heute essenzieller Bestandteil vieler Unternehmensverbesserungsphilosophien in allen Unternehmensbereichen. Ausgehend von der „Lean Production“, über die „Lean Logistics“ und „Lean Management“ hin zu „Lean-X“ kommen dabei immer wieder ähnliche „Lean-Methoden“, wie zum Beispiel KAIZEN, Kanban, Just-In-Time-Konzepte, Poka-Yoke, Wertstromdesign oder das 5S-Konzept zur Anwendung^{78,79}. Lean-Ansätze finden sich heutzutage in nahezu allen Produktionssystemen wieder. In einem Großteil der produzierenden Unternehmen wurden nach Vorbild des TPS kontinuierliche Verbesserungsprozesse und KVP-Zirkel errichtet. Wie jedoch passend erwähnt wurde, nutzt das alleinige Implementieren solcher KVP-Zirkel dem Unternehmen nichts, wenn die Kultur der Organisation es nicht zulässt.

⁷⁷vgl. S.172 W. Sihn u.a. (2016)

⁷⁸vgl. S.172ff ebenda

⁷⁹vgl. S.83ff K. Matyas (2001)

KVP ist sinnlos, wenn die Mitarbeiter nicht dazu angeregt werden oder sich möglicherweise gar nicht trauen, über Verbesserungsvorschläge nachzudenken. An der Umsetzung und Verankerung der mit den Lean-Ansätzen verbundenen Arbeitsphilosophie scheitern viele Unternehmen.

2.3.2 Konzepte der Produktionssteuerung

Aufgabe der Produktionsplanung und -steuerung, kurz PPS, ist es, Produktionsaufträge zu veranlassen und zu überwachen sowie die dabei anfallenden Daten zu verwalten. Auch die Entscheidung, ob ein Auftrag im Unternehmen zu fertigen oder an fremde Firmen zu vergeben ist, obliegt der Verantwortung der PPS. Im Rahmen der Produktionssteuerung geht es vor allem um die Frage der Zuteilung der Aufträge und Materialien zu den Produktionsressourcen, also Personal und Maschinen, sowie deren Überwachung und das möglichst effiziente Führen durch den Produktionsprozess. Einen wichtigen Bestandteil der Steuerungsaufgaben stellen hier gerade die Materialtransportsteuerung und die Steuerung der Produktionsaufträge dar. Zu diesem Zwecke haben sich über die Jahre einige bekannte Steuerungskonzepte entwickelt und etabliert, welche folgend beschrieben werden^{80,81}:

- **Push-Prinzip**⁸²

Das Push-Prinzip gilt als das klassische Prinzip der Auftragssteuerung. Dabei werden die Fertigungsaufträge von einer zentralen Planungsstelle ausgelöst und in das System „gedrückt“. Das Produkt durchläuft durch die Auftragsfreigabe alle Wertschöpfungsstufen und wird sozusagen durch die Produktion gedrückt. Folge der Push-Steuerung sind traditionell hohe Zwischenbestände und lange Reaktionszeiten, welche beide im Gegensatz zur Vermeidung von Verschwendung stehen. Vorteil ist jedoch die Einfachheit der Umsetzung. Daher gibt es Produktionssituationen, in denen eine Push-Steuerung sehr geeignet ist, beispielsweise bei sehr geringer Wiederholhäufigkeit der Aufträge – wie bei einer Projektfertigung – und bei einer kontinuierlichen Fließfertigung im Takt ohne Zwischenpuffer.

- **Pull-Prinzip**⁸³

Im Gegensatz zur Push-Steuerung liegt die Idee des Pull-Prinzips darin, einen dem Materialfluss entgegengesetzten Informationsfluss zu schaffen. Auslöser für einen Fertigungs- oder Montageauftrag ist immer der Materialbedarf einer nachgelagerten Station. Unter diesem Aspekt erhält jede Station der Wertschöpfungskette immer gerade jene Menge, die zum Produzieren für die nachgelagerte Station benötigt wird und produziert somit nie Übermengen,

⁸⁰vgl. S.98ff W. Sihn u.a. (2016)

⁸¹vgl. S.112 K. Matyas (2001)

⁸²vgl. S.111 W. Sihn u.a. (2016)

⁸³vgl. S.111f ebenda

welche sich als Zwischenpuffer bemerkbar machen würden. Auslöser der Pull-Produktion ist immer der (oder ein) Kunde, über welchen der jeweilige Bedarf retrograd vom Versand bis hin zum Rohmateriallager durch die Produktion „gezogen“ wird. Als Folge lässt sich die Produktion besonders bestandsarm und damit verschwendungsfrei gestalten.

- **Just-In-Time (JIT)**^{84,85}

Das Just-In-Time-Konzept ist ein besonders von der Automobilindustrie verfolgter und beworbener Ansatz der Materialbereitstellung und Produktion im Lichte der vollständigen Synchronisation der Prozesse. Idee ist dabei, nicht mehr als nötig zu produzieren, nicht früher als nötig zu produzieren und nicht früher als nötig zu liefern. Dies um zu erreichen, dass jeder Prozess das Material nur genau dann bereitstellt, wenn es vom nachgelagerten Prozess benötigt wird. Das aus der Lean-Philosophie geborene JIT-Prinzip dient der Verringerung der Materialbestände und Durchlaufzeiten bei gleichzeitiger Erhöhung der Arbeitsproduktivität und Flexibilität. Anwendbar ist JIT in vielen Unternehmensbereichen, von der JIT-Produktion hin zur JIT-Beschaffung und den JIT-Transport.

- **Just-In-Sequence (JIS)**⁸⁶

Just-In-Sequence ist eine extreme Weiterentwicklung des JIT-Gedankens. Dabei müssen im Falle der Beschaffung die benötigten Teile nicht nur rechtzeitig angeliefert werden, sondern auch bereits in der richtigen Reihenfolge, in welcher sie in der Montage verbaut werden. Zulieferer müssen ihre Produkte damit sequenzgenau und synchron zum OEM produzieren und zustellen. JIS ist dann nützlich, wenn die Bereitstellungsfläche beim Endfertiger besonders gering ist oder es sich bei den zu liefernden Produkten um großvolumige, variantenreiche und sperrige Teile handelt. Besonders heutzutage, wo Unternehmen eher zu flachen Fertigungsstrukturen tendieren und Aufträge für ganze Modulgruppen an Fremdfertiger vergeben, ist JIS ein funktionierendes, aber sehr aufwendiges Konzept, um der Zwischenlagerproblematik Herr zu werden. Da JIT und JIS besonders auf die Anpassung der Upstream gelegenen Zulieferer ausgerichtet sind, können diese Konzepte üblicherweise nur bei entsprechend starker Kunden-Lieferanten-Bindung und vor allem Marktmacht etabliert werden.

⁸⁴vgl. S.112ff K. Matyas (2001)

⁸⁵vgl. S.112f W. Sihn u.a. (2016)

⁸⁶vgl. S.113f ebenda

- **Kanban**^{87,88}

Kanban ist ein System zur Produktionssteuerung mit dem Ziel, in allen Produktionsstufen eine „Produktion auf Abruf“, also eine JIT-Produktion zu erreichen. Es ist ein verbrauchsgesteuertes System für relativ gleichbleibenden Materialfluss, deren Mittelpunkt die Kanban (japanisch: Karte) als entscheidender Informationsträger bildet. Auf dem Hol-Prinzip (Pull-Prinzip) beruhend, erfolgt der Einsatz eines Kanban-Systems immer zwischen einer Materialquelle und einer dazu gehörenden Materialsenke. Als Funktionsbeispiel kann das häufig verwendete Behälter-Kanban-System gesehen werden: Jedem Materialbehälter ist eine Kanban, mit Informationen bezüglich Produktart, zu produzierender Menge, Lieferquelle und Liefersenke, zugeordnet. Beim Eintreffen einer Kanban bei einer Quelle wird mit der Produktion der vorgeschriebenen Menge begonnen. Diese wird dann mitsamt der Karte zur angegebenen Lieferadresse verschickt. Hier wird die Karte entweder beim erstmaligen Entnehmen von Teilen aus dem Behälter oder beim Unterschreiten eines bestimmten Bestands wieder aus dem Behälter genommen und an die Quelle zurückgeschickt, womit sich der Kreislauf schließt. Neben dem Behälter-Kanban lassen sich noch weitere Arten, wie zum Beispiel dem Produktions-, Transport-, Einkaufs-, Lager-, oder Sonder-Kanban unterscheiden.

Kanban eignet sich vorwiegend nur für Umgebungen mit hoher Wiederholhäufigkeit der Arbeitsabläufe oder Bedarfsauslösungen. Daher eignet es sich hauptsächlich in der Serien- und Massenfertigung mit relativ konstantem Teilverbrauch. Besonders in vorgelagerten Produktionsprozessen wie Vormontagen oder Vorfertigungen und für Logistikprozesse mit stetigem Bedarf, zum Beispiel bei C-Teilen kann Kanban ein vernünftiges Hilfsmittel zur Bestands- und Durchlaufzeitenminimierung darstellen. Weitere Vorteile von Kanban sind die Verminderung von Steuerungs- und Planungsaufwänden durch „Selbststeuerung“ sowie erhöhte Transparenz, Qualität und Liefertreue. Nachteilig ist hingegen die hohe Anfälligkeit gegenüber schwankenden Produktionsprogrammen und die Forderung nach einer reibungslosen Arbeitsplatzorganisation und einer optimal gestalteten logistischen Kette.

- **Belastungsorientierte Auftragsfreigabe (BOA)**^{89,90}

Die belastungsorientierte Auftragsfreigabe ist ein aufgrund der veränderten Zielsetzungen der Produktionssteuerung entstandenes Freigabesystem von Aufträgen in einer um Kapazitäten konkurrierenden Umgebung. Unter den Gesichtspunkten kurzer Lieferzeiten, der Termintreue und hoher Flexibilität durchgeführte Simulationen von Produktionsabläufen führten demnach zur Erkenntnis, dass ein nur geringfügiges Absenken der Kapazitätsauslastung

⁸⁷vgl. S.114ff W. Sihn u.a. (2016)

⁸⁸vgl. S.115ff K. Matyas (2001)

⁸⁹vgl. S.119ff ebenda

⁹⁰vgl. S.119ff W. Sihn u.a. (2016)

überproportionale Reduktionen von Beständen und Durchlaufzeiten zur Folge hat. Der Grundgedanke der BOA liegt in der Synchronisation der Auftragsfreigabe mit bestimmten Soll-Beständen der zur Verfügung stehenden Kapazitäten. Erst wenn eine Kapazitätseinheit leer zu laufen droht, oder ein Mindestbestand unterschritten wird, wird ein neuer Auftrag in das System eingesteuert. Durch dieses Konzept kommt es nicht zur Bildung von Zwischenpuffern oder Warteschlangen *zwischen* den unterschiedlichen Kapazitäten, sondern *vorgelagert* in Form zu disponierender Aufträge.

Prinzipbedingt eignet sich die BOA in der nach dem Werkstattprinzip organisierten losgebundenen Einzel- und Kleinserienfertigung. Insgesamt bewirkt die BOA eine Stabilisierung der Bestandsniveaus sowie der Durchlaufzeiten durch die bloße Auftragsfreigabe bei voraussichtlicher Durchführbarkeit und der Verhinderung von Systemüberlastungen. Nachteile sind die Festlegung der Belastungsschranken und des Vorgriffshorizonts sowie der statistische Charakter der Auftragsfreigabe und damit verbundene Blockierung der gezielten Steuerung und Verfolgung einzelner Aufträge im System.

- **Constant Work in Progress (Conwip)⁹¹**

Dieses Steuerungsverfahren basiert auf dem Einsatz sogenannter Conwip-Karten, welche den im Umlauf befindlichen Work-In-Progress auf eine bestimmte Menge beschränken. Daher wird ein Auftrag nur dann freigegeben, wenn der Umlaufbestand einen bestimmten Bestandswert unterschreitet. Da jedem zur Fertigung freigegebenen Auftrag je eine Conwip-Karte zugeordnet ist, entspricht der Umlaufbestand immer der Anzahl der verwendeten Conwip-Karten, welche damit als wichtigster Steuerungsparameter des Verfahrens gelten. Sobald ein Auftrag fertig produziert wurde, wird die zugeordnete Conwip-Karte frei und kann einem neuen Auftrag zugeordnet werden. Dieser Auftrag wird als Auftrag mit der höchsten Priorität aus einer Liste noch-nicht-freigegebener Aufträge ausgewählt und in die Produktion eingeschleust. Durch die völlig freigestellte Art der Auftragspriorisierung und Wahl der Auftragsart erlaubt das Conwip-Konzept auch das Steuern von variantenreichen Produkten, beziehungsweise Aufträgen, und Eilaufträgen.

Im Prinzip klingt Conwip dem Kanban-Konzept sehr ähnlich. Ziel dieser Steuerung ist es, die Anzahl der Karten so weit zu reduzieren, wie es ein unterbrechungsfreier Produktionsfluss erlaubt. Es ist jedoch zu beachten, dass sich der Steuerkreis bei dieser Art der Produktion auf den gesamten Fertigungsbereich bezieht und im Gegensatz zu Kanban auch eine hohe Variantenvielfalt kundenauftragsbezogen gesteuert werden kann sowie eine Priorisierung durchgenommen werden kann. Schwierigkeiten hat die Conwip-Steuerung bei Problemen der rechtzeitigen Auftragsfreigabe und Ausschuss oder Nacharbeit, da dadurch ein Materialflussabriss herbeigerufen werden kann.

⁹¹vgl. S.122ff W. Sihn u.a. (2016)

- **Engpass-Steuerung (OPT, TOC)^{92,93}**

Die Engpasssteuerung, auch Optimized-Production-Technology-Prinzip genannt, ist ein weiteres besonders für Werkstattfertigungen ausgelegtes Steuerungsprinzip. Im Rahmen der Theory-of-Constraints (TOC) liegt der Grundgedanke hinter der wahren Begebenheit, dass der Engpass eines Systems bestimmend und beschränkend für den gesamten Material- und Warenfluss im Unternehmen ist. Die effiziente Ausnutzung der Systemengpässe ist somit bestimmend für die Gesamteffizienz des Produktionssystems. Die Engpasssteuerung wird durch fünf Schritte in der TOC verallgemeinert:

- *Identifikation von Systembeschränkungen:* Der maximale Output wird durch die Engpässe bestimmt.
- *Effiziente Ausnutzung der Engpässe:* Um den Durchsatz zu erhöhen, kann eine Veränderung der Losgrößen und Bestände an den Engpässen zweckreich sein, und damit die Anzahl der Rüstvorgänge gering zu halten oder Planschwankungen an der Engpassmaschine auszugleichen.
- *Unterordnung aller übrigen Ressourcen unter die in den ersten beiden Schritten getroffenen Entscheidungen:* Nicht-Engpässe sollten nur so ausgelastet werden, dass der Durchsatz am Engpass stets garantiert ist.
- *Lockerung von Engpässen im System:* Eine Stunde, die an einem Engpass verloren geht, geht im Gesamtsystem verloren. Eine an einem Nicht-Engpass gewonnene Stunde bringt nichts für das Gesamtsystem.
- *Rückkehr zu Schritt 1*

Die Verfahrensregeln sind der Conwip-Steuerung ähnlich. Im Unterschied zu dieser regelt die Engpass-Steuerung den Bestand jedoch nur bis zum Engpass-Arbeitssystem und dahinter nicht mehr. Dieses Steuerungsverfahren ist also nur bei eindeutig bestimmbar Engpass-Arbeitssystemen anwendbar.

- **Fortschrittszahlen⁹⁴**

Bei dem System der Fortschrittszahlen handelt es sich mehr um ein Planungs- und Kontrollinstrument als ein Steuerungsinstrument, bei welchem der kumulierte Bedarf einer Planungsperiode in Abhängigkeit von der Zeit in einem Koordinatensystem dargestellt wird. In weiterer Folge werden Plan mit Ist-Werten verglichen und dienen den Zulieferern als Kontrollinstrument, beziehungsweise als Soll-Lieferplan. Grafisch lassen sich Materialüberdeckungen oder Rückstände über den Vergleich von Soll- und Ist-Fortschrittszahl leicht herauslesen. Das Fortschrittszahlenkonzept besitzt

⁹²vgl. S.125f W. Sihn u.a. (2016)

⁹³vgl. S.118f K. Matyas (2001)

⁹⁴vgl. S.117ff W. Sihn u.a. (2016)

den Vorteil leichter Handhabung und hoher Übersichtlichkeit, Erhöhung der Lieferbereitschaft und Lieferfähigkeit durch kundennahe Planung und Steuerung der Produktion sowie einer hohen Flexibilität bezüglich Abrufänderungen. Allerdings stellt das Konzept dennoch nur ein Kontrollinstrument dar und hat somit keinen weiteren Einfluss auf die Durchlaufzeit, Feinterminierung oder Reihenfolgeplanung und Kapazitätsauslastung.

3 State-of-the-Art: Prozessmodellierung und Prozessanalyse

Dieses Kapitel gibt dem Leser einen Überblick über den derzeitigen Stand der Entwicklungen zu Themen zum Bereich Geschäftsprozessmanagement. Dabei wurden über eine intensive Literaturrecherche nicht nur die aktuellen Methoden und Werkzeuge der quantitativen und qualitativen Prozessanalyse beachtet. Der erste Teil dieses Kapitels widmet sich der Aufzählung und Beschreibung der derzeit vorherrschenden Rahmenwerke und Vorgehensweisen zum Geschäftsprozessmanagement. Der Begriff „Rahmenwerk“ wurde hier bewusst sehr breit ausgelegt, sodass sich das Anwendungsspektrum der vorgestellten Rahmenwerke von dem ganzheitlichen Ansatz bis hin zu Vorgehensweisen für bestimmte Teile des Geschäftsprozessmanagements zieht.

Darauffolgend werden die State-of-the-Art Methoden und Werkzeuge zu Prozessanalyse und Prozessmodellierung beschrieben und miteinander verglichen. Wie sich ergeben wird, fällt eine genaue Klassifizierung zwischen qualitativen und quantitativen Methoden oft schwer, da die Übergänge fließend sind und eine Methode zumeist nicht von vorn herein als quantitativ oder qualitativ eingestuft wird – sondern eben einfach als Methode. Somit obliegt es letztlich dem Anwender, die Methode als qualitativ oder quantitativ zu bewerten und zu definieren. Es kommt auch gelegentlich vor, dass eine bestimmte Methode sich beispielsweise sowohl aus qualitativen, als auch aus quantitativen Ansätzen zusammensetzt und diese für die Ausführung der Methode untrennbar miteinander verbunden sind. Dieser Fall tritt etwa bei der Wertstromanalyse ein, wie später noch detaillierter beschrieben wird.

Zu guter Letzt folgt noch eine Aufzählung über derzeit erhältliche GPM-Softwaretools. Zur ganzheitlichen und vollständigen Umsetzung, Implementierung, Unterstützung und Potentialausschöpfung von Geschäftsprozessmanagement ist die Verwendung eines IT-basierten GPM-Tools unerlässlich. Neben der einfachen Dokumentation und Visualisierung von Prozessen ermöglichen GPM-Tools die zusätzliche Hinterlegung von weiteren Informationen wie Zeiten und Kosten, bis hin zu dem automatischen und vernetzten Speichern, Abrufen und Verwenden von prozessspezifischen Daten und der Möglichkeit der Simulation von Prozessdurchläufen. Auch sind in vielen GPM-Tools bekannte Referenzmodelle, wie das SCOR-Modell (*Supply Chain Operations Reference Model*), hinterlegt. Somit unterstützen diese Softwares das gesamte Geschäftsprozessmanagement von der Prozesskonzeption bis zum Monitoring. Das heutige Angebot an GPM-Tools mit Anwendungsspektren von der reinen Prozessvisualisierung bis hin zur Simulation und Kennzahlenmessung ist schier unerschöpflich. Allein in Deutschland existieren laut einer Marktstudie von

2010 mindestens 20 Anbieter von GPM-Tools⁹⁵. Die erschöpfende Aufzählung aller am Markt erhältlichen GPM-Tools wäre einerseits nicht zielführend für diese Arbeit, andererseits auch gar nicht möglich. Die Aufzählung einiger wichtiger Vertreter, stellvertretend für die Gesamtheit der Tools, sollte hier voll den Anforderungen genügen. Letztendlich sollte die Toolauswahl für ein Unternehmen, aufgrund der Investitionskosten von bis zu einigen zehntausend Euro, jedoch gründlich durchdacht werden und auf Basis einer systematischen Analyse der Unternehmenserfordernisse geschehen⁹⁶.

3.1 GPM-Rahmenwerke

Zunächst sei vermerkt, dass das Geschäftsprozessmanagement selbst bereits ein eigenständiges Rahmenwerk zur zielorientierten Erfassung, Beschreibung, Kontrolle, Steuerung und Optimierung von (Geschäfts-)Prozessen darstellt. Es beinhaltet verschiedenste Konzepte und Methoden zur Ausrichtung der Unternehmensprozesse nach den Kundenwünschen und sowohl den strategischen als auch operativen Zielsetzungen des Unternehmens. Die bloße Verwendung des Rahmenwerkes „Geschäftsprozessmanagement“ ist jedoch in den meisten Fällen nicht richtungsweisend genug für ein Unternehmen, da GPM eine so umfassende und übergreifende Disziplin ist. So haben sich über die Zeit viele verschiedene speziellere Rahmenwerke und Vorgehensweisen aus dem Geschäftsprozessmanagement-Ansatz entwickelt, welche Unternehmen beispielsweise eine branchenspezifische Basis und fast eine „Schritt-für-Schritt“-Anleitung zur Implementierung und Umsetzung bieten.

3.1.1 BPM-Lifecycle

Das, bereits ab Abschnitt 2.1.3 detailliert beschriebene, GPM-Lebenszyklusmodell stellt sozusagen das Kern-Rahmenwerk für erfolgreiches Geschäftsprozessmanagement dar. Neben der Erfassung der Geschäftsprozesse integriert das Lebenszyklusmodell die gesamte Managementphilosophie des Planens, Kontrollierens und Steuerns, angewandt auf ausgewählte Unternehmensprozesse. Dabei unterscheiden sich die Vorgehensweisen verschiedener Autoren entlang des Lebenszyklus meist nur geringfügig, beispielsweise in der Namensgebung, oder in der detaillierteren Ausarbeitung einer bestimmten Phase des Zyklusmodells.

1. DUMAS ET AL.:

Die bereits in Abschnitt 2.1.3 und den nachfolgenden Abschnitten zum GPM-Lebenszyklus beschriebene Vorgehensweise nach Dumas et al. gibt bereits eine an Best-Practice und vor allem an eigenen Erfahrungen angelehnte und gut zu befolgende Anleitung um sich als Unter-

⁹⁵vgl. S.85ff P. Kuhlmann u.a. (2010)

⁹⁶vgl. S.43 ebenda

nehmen entlang des Kreislaufs zu bewegen. Das Buch von DUMAS ET AL. stellt als ein eigenes Rahmenwerk zum Geschäftsprozessmanagement bereits eine Auswahl an, teilweise eigenwilligen, geeigneten Methoden für jede Phase des Kreislaufs zur Verfügung. Als Beispiel sei die im nächsten Abschnitt 3.1.5 von DUMAS ET AL. vorgestellte Vorgehensweise zur Definition einer Prozesslandkarte genannt, bei der auf die sonst übliche Unterteilung von Prozessen in bestimmte Prozesskategorien verzichtet wird. Da dieses Buch vor allem auch durch die Verwendung der BPMN 2.0 als Modellierungssprache gekennzeichnet ist, sind manche Methoden bereits für eine sehr technische Ebene ausgelegt und es besteht ein Fokus auf Prozessautomatisierung und Prozessintelligenz (auch Process Mining genannt)⁹⁷. Dieser Detaillierungsgrad ist für die Managementsicht bereits zu hoch.

2. SCHMELZER&SESSELMANN

Der Begriff des GPM-Lebenslaufmodells wird von SCHMELZER&SESSELMANN in ihrem Standardwerk zwar nicht explizit erwähnt, das Buch befasst sich in den jeweiligen beschriebenen Ausgabenfeldern des Geschäftsprozessmanagements⁹⁸ aber indirekt mit jeder Phase des Zyklusmodells. Dies bestätigt die Wichtigkeit dieses Ansatzes für die Umsetzung von erfolgreichem Geschäftsprozessmanagement. Anders als bei DUMAS ET AL. wird eine sehr spezifische Vorgehensweise aber ausgelassen.

3. WAGNER&PATZAK

WAGNER&PATZAK definieren den Rahmen von GPM ebenfalls durch einen Prozesslebenszyklus in den vier Phasen⁹⁹

- a. Phase 1: Prozess in Prozesslandkarte aufnehmen
- b. Phase 2: Prozesse erarbeiten
- c. Phase 3: Prozesse betreiben, steuern und verbessern
- d. Phase 4: Gesamtprozessleistung überwachen und steuern

Insbesondere wird die Phase 2 durch Anwendung der 4-Schritte-Methodik für Prozesse charakterisiert. Diese Schritte sind die Prozessidentifikation, Prozessanalyse, Konzeption der Soll-Prozesse und die Realisierung von Verbesserungspotential. WAGNER&PATZAK geben mit ihrer Methodik einen sehr allgemeinen und zugänglichen Ansatz zum Prozesslebenszyklusmodell, vor allem da es keinen Fokus auf eine bestimmte Modellierungssprache gibt. Alle Visualisierungen und Modelle

⁹⁷vgl. S.xvii M. Dumas u.a. (2013)

⁹⁸vgl. S.8 H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

⁹⁹vgl. S.75ff K.W. Wagner, G. Patzak (2015)

sind durch Flussdiagramme dargestellt. Dies stellt gleichzeitig einen Nachteil ihres Rahmenwerkes, beziehungsweise der Vorgehensweise dar, da somit Raum für Fehler durch die Verwendung von nicht-standardisierten Sprachen entsteht.

3.1.2 ARIS-Konzept

ARIS steht für Architektur integrierter Informationssysteme und ist ein von August-Wilhelm Scheer entwickeltes Geschäftsprozessmanagementkonzept und gleichnamiges Softwareprodukt. Als Softwareprodukt ist ARIS derzeit das am meisten eingesetzte GPM-Tool weltweit und steht damit für ein State-of-the-Art Produkt. Durch die Umsetzung des ARIS-Konzeptes in der Software, kann auch das Konzept als State-of-the-Art Rahmenwerk des Geschäftsprozessmanagements verstanden werden. Dabei ist wichtig zu beachten, dass ARIS als Konzept auch unabhängig vom Softwareprodukt eingesetzt werden kann.

Das Konzept ist ein durchgängiges und eigenständiges Rahmenwerk zur Beschreibung von Unternehmen und betriebswirtschaftlichen Anwendungssystemen. Kern des Konzeptes bildet die Herleitung einer Unternehmensarchitektur als Modell, in welchem alle Merkmale zur Beschreibung von Kern-, Geschäfts-, Unterstützungs-, und Führungsprozesses enthalten sind. Ein solches Prozessmodell beinhaltet die in ARIS wesentlichen Objekttypen¹⁰⁰:

1. Funktion
2. Ereignis
3. Daten
4. Organisationselement
5. Leistung

Sich der Komplexität eines solch umfassenden Modells bewusst, ist ein weiteres Kernelement der ARIS-Methodik die Vereinfachung des Gesamtunternehmensmodells auf einzelne, handhabbare Beschreibungssichten und Beschreibungsebenen. Dieses „Sichten-Konzept“ ist zur Veranschaulichung in Abbildung 7 dargestellt und beinhaltet unter anderem folgende elementare Sichten¹⁰¹:

- Organisationssicht
- Funktionssicht
- Datensicht
- Leistungssicht
- Prozesssicht

¹⁰⁰vgl. S.18 H. Seidlmeier (2015)

¹⁰¹vgl. S.19f ebenda

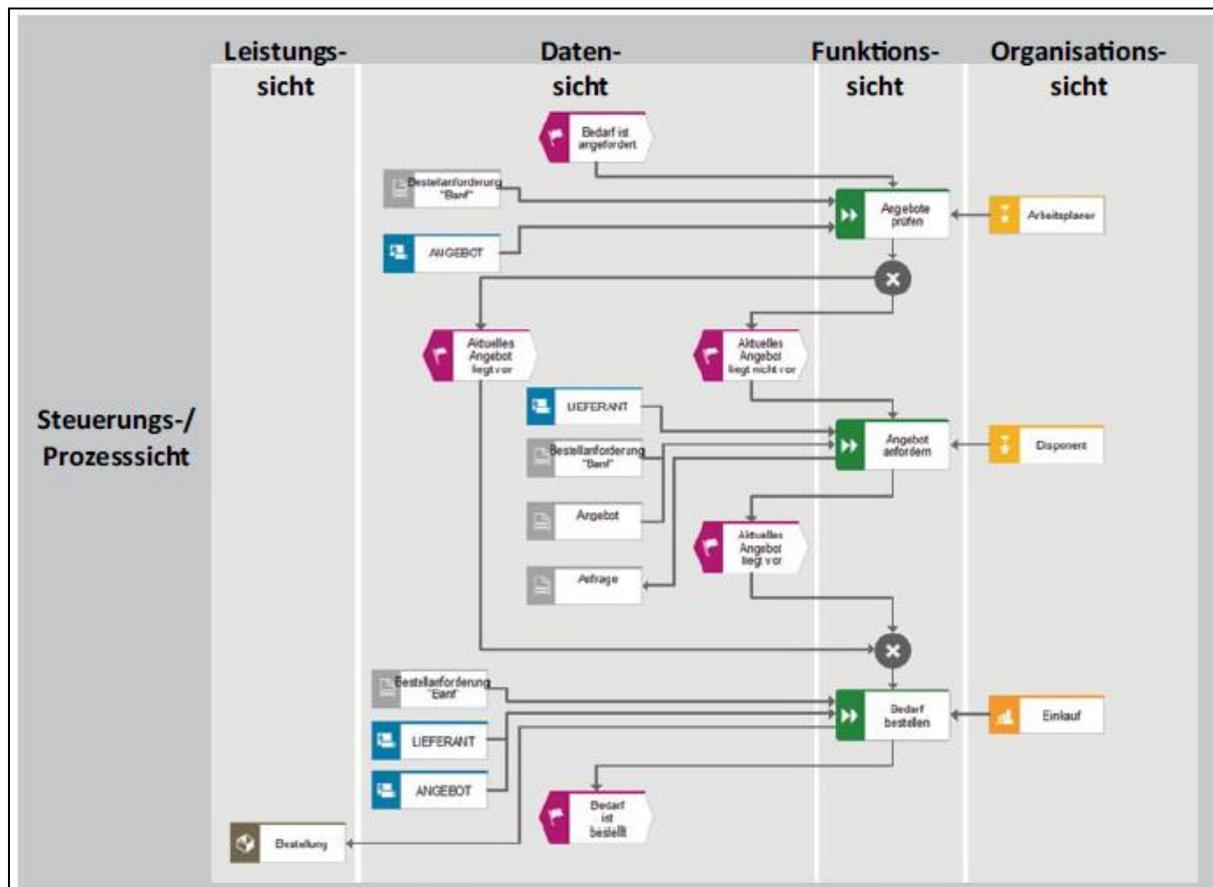


Abbildung 7: Ein Prozessmodell nach dem ARIS-Sichtenkonzept¹⁰²

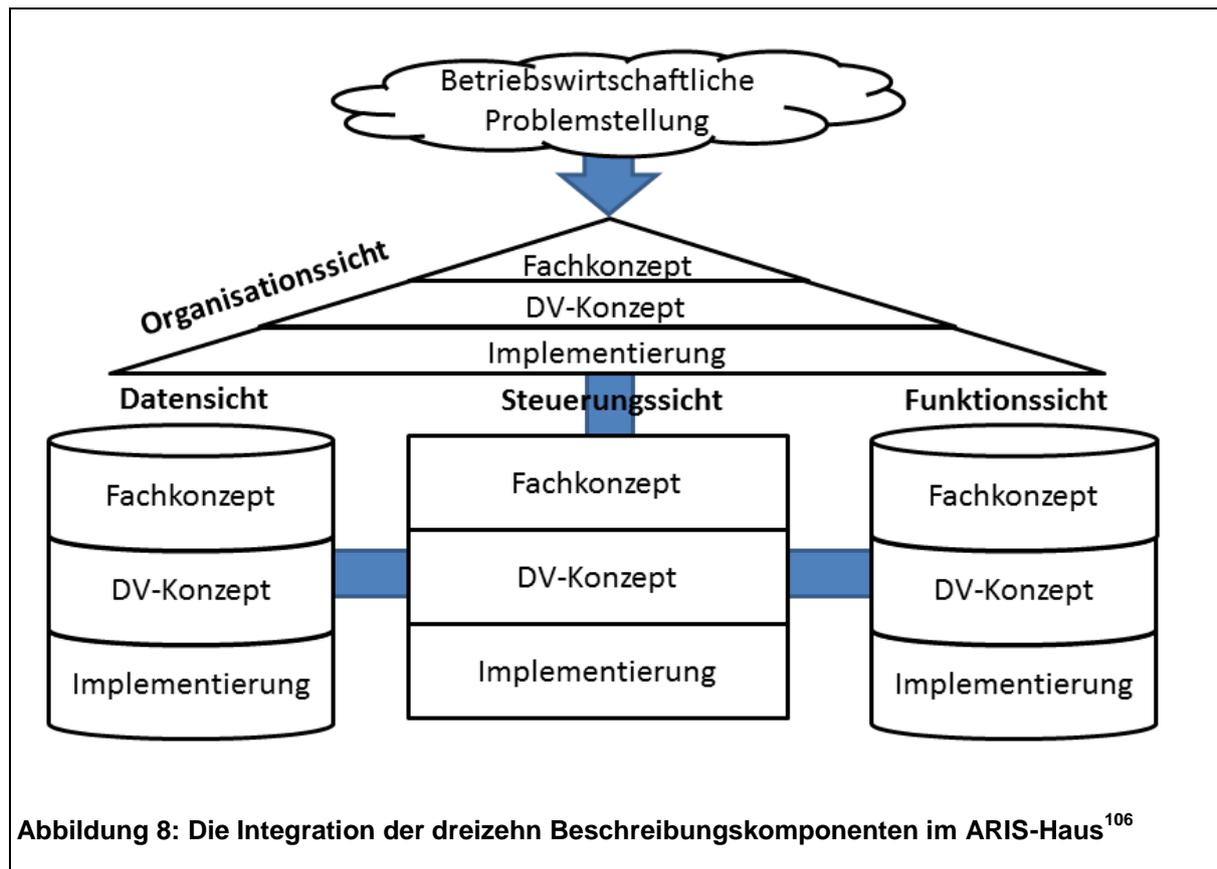
Die grundsätzliche Vorgehensweise nach der ARIS-Methodik sieht dabei vor, zunächst die grundlegenden Sichten Organisations-, Funktions- und Datensicht in beliebiger Reihenfolge zu erstellen. Die daraufhin erstellte Prozesssicht stellt die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Sichten wieder her¹⁰³.

Laut der ARIS-Methodik werden Organisations- oder GPM-Projekte schrittweise in Phasen durchgeführt. Im Sinne dieser Phasen wird in ARIS zwischen drei chronologisch abhängigen Beschreibungsebenen, nicht zu verwechseln mit den Beschreibungssichten, unterschieden. Ausgehend von der grundlegenden „Betriebswirtschaftlichen Problemstellung“ werden in zeitlicher Reihenfolge die drei Ebenen Fachkonzept, Datenverarbeitungs-Konzept und Implementierung instanziiert. Das Fachkonzept dient der formalisierten Beschreibung von Ist- und Soll-Zuständen in Modellen. Das nachfolgende DV-Konzept befasst sich mit der Übertragung der Modelle in die Sprache der Informationstechnik, beispielsweise als relationales Datenbankmodell. Durch konkrete Realisation des Modells durch Hardware- und Software-Komponenten wird die Implementierung umgesetzt¹⁰⁴. An den drei Beschreibungsebenen lässt sich der IT-Fokus von ARIS erkennen.

¹⁰²vgl. S.21 H. Seidlmeier (2015)

¹⁰³vgl. S.19f ebenda

¹⁰⁴vgl. S.26f ebenda



Für das ARIS-Gesamtkonzept kommen somit die Beschreibungssichten mit den Beschreibungsebenen zusammen und ergeben insgesamt dreizehn Grundkomponenten, die sich im ARIS-Haus aus Abbildung 8 zusammenfassen lassen. Für jede Komponente gilt es nun entsprechend den Unternehmensanforderungen, geeignete Beschreibungsmethoden und Modellierungsmodelle auszuwählen und anzuwenden. Beim Einstieg eines Unternehmens in das Geschäftsprozessmanagement mit der ARIS-Methodik ist die umfassende Darstellung durch alle drei Ebenen nicht notwendig. Bereits die Verbindung des Fachkonzeptes mit den Beschreibungssichten bietet ein solides Rahmenwerk für das Management von Prozessen¹⁰⁵. Die ARIS-Methodik stützt sich bei der Modellierung stark auf die Verwendung von ereignisgesteuerten Prozessketten (EPKs), da diese das zentrale Sichtenkonzept sehr gut unterstützen.

3.1.3 TOGAF

The Open Group Architecture Framework, kurz TOGAF, ist ein Rahmenwerk der *Open Group* zur vollständigen Beschreibung eines Unternehmens und dem Aufbau einer „Enterprise Architecture“, der Unternehmensarchitektur. Ziel der Unternehmensarchitektur ist die Optimierung von den oft unzusammenhängenden und fragmentierten Prozessen eines Unternehmens in eine integrierte und reaktionsfähige Umgebung für die Umsetzung der Geschäftsstrategie. Grundgedanke ist die Er-

¹⁰⁵vgl. S.28f H. Seidlmeier (2015)

¹⁰⁶vgl. S.29 ebenda

kenntnis, dass das effektive Management und die Nutzung von Informationen durch IT einen Schlüsselfaktor für den Geschäftserfolg darstellt¹⁰⁷.

Die komplette Unternehmensarchitektur setzt sich nach dem TOGAF-Ansatz aus vier zusammenhängenden Teilarchitekturen zusammen¹⁰⁸:

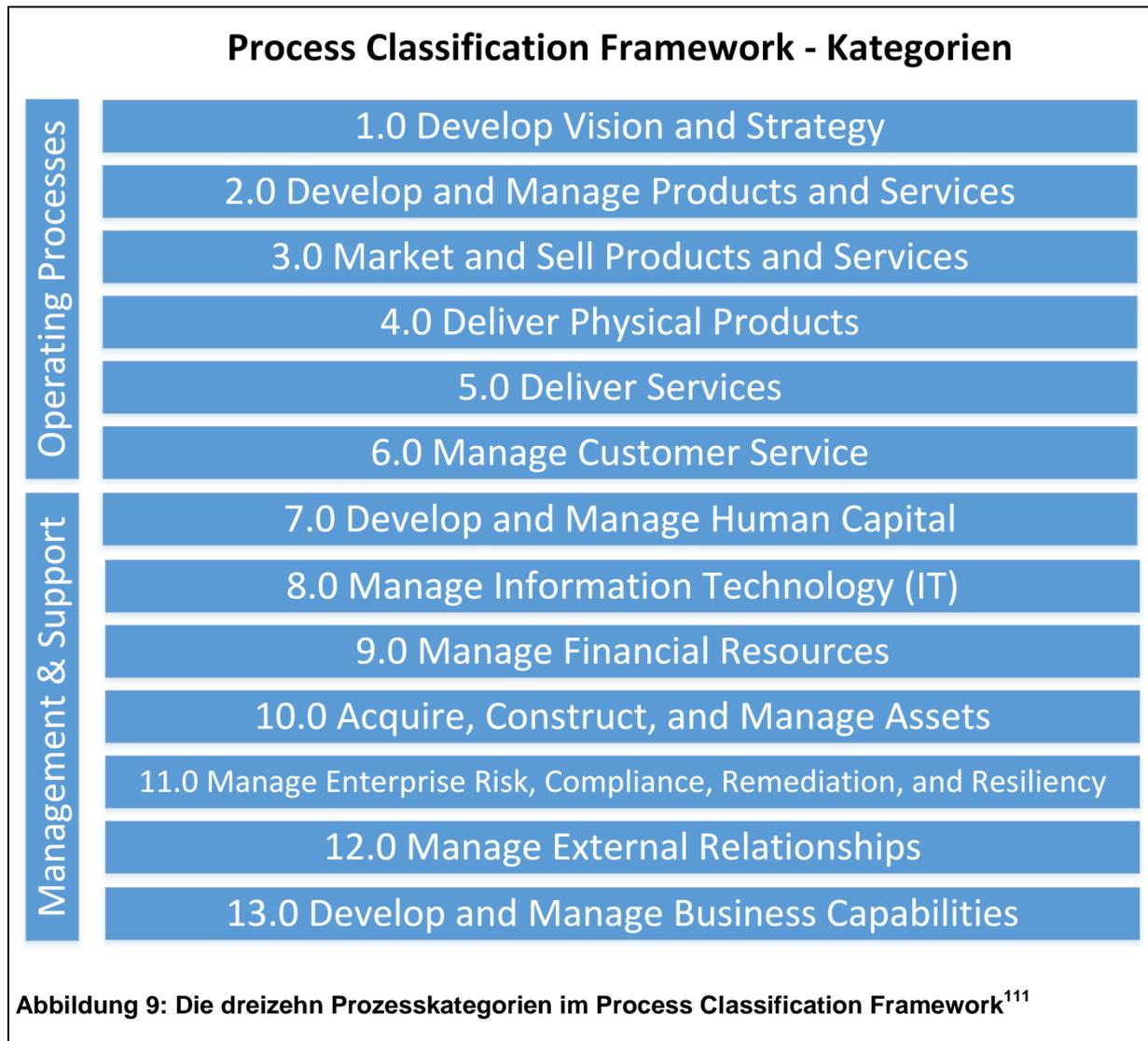
- **Geschäftsarchitektur**
Die Geschäftsarchitektur betrachtet die Strategie, (Ablauf-)Organisation, Governance und die Geschäftsprozesse eines Unternehmens und ist somit mit einer Prozessarchitektur im Sinne des Geschäftsprozessmanagements zu verstehen.
- **Datenarchitektur**
In der Datenarchitektur wird die Struktur der logischen und physischen Datenbestände und Datenmanagement-Ressourcen wiedergegeben
- **Anwendungsarchitektur**
Diese Ebene beschreibt alle Anwendungen, welche für die Ausführung der Geschäftsprozesse benötigt werden. Sie zeigt die Schnittstellen und Relationen der Anwendungen zu den Prozessen auf
- **Technologiearchitektur**
Die Technologiearchitektur befasst sich mit den eigentlichen Hard- und Softwarekomponenten, welche für die Unterstützung und Durchführung von Geschäfts-, Daten- und Anwendungsdienstleistungen benötigt werden (vgl. die Implementierungsebene des ARIS-Konzeptes). Dies steht vor allem für die Elemente der IT-Infrastruktur.

3.1.4 Referenzmodelle

Referenzmodelle sind eine gute Möglichkeit für Unternehmen, im Rahmen der Implementierung von Geschäftsprozessmanagement auf Best-Practice und Erfahrungen von anderen Unternehmen zu bauen. Diese Standardprozessmodelle beschreiben idealtypische Geschäftsprozesse, welche im Regelfall auf die unternehmensspezifischen Anforderungen zugeschnitten werden. Der Einsatz von Referenzmodellen unterstützt Unternehmen in der Identifikation, Definition, Gestaltung, Dokumentation und Analyse ihrer Geschäftsprozesse. Besonders während der Definitionsphase der Prozesse können Referenzmodelle Unternehmen einen Ansatzpunkt geben, wie etwa eine typische Prozesslandkarte in der entsprechenden Branche aussieht, oder wie Beispielprozesse aussehen. Heute existiert bereits eine sehr hohe Anzahl an verfügbaren branchenspezifischen und auch branchenneutralen Referenzmodellen, von der ganzheitlichen Prozessarchitektur bis zur Referenz für einzelne

¹⁰⁷vgl. The Open Group: <http://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/>

¹⁰⁸vgl. S.6 A. Josey (2011)



Prozesse^{109,110}. Die bekanntesten Vertreter dieser Rahmenwerke werden in den folgenden Absätzen näher beschrieben. Für die Information zu weiteren Referenzmodellen sei an diesem Punkt auf die entsprechende Literatur oder Internetrecherche verwiesen.

- **Process Classification Framework (PCF)**

Das PCF ist das weltweit meist verwendete Prozessrahmenwerk, vor allem aus dem Grund, dass es in seiner Urfassung branchenneutral ist und auf offenen Standards basiert. Schöpfer dieses Regelwerks ist die Non-Profit-Organisation *American Productivity & Quality Center*, kurz APQC. Das aktuelle *Cross-Industry-PCF* ist in Abbildung 9 dargestellt. Standardweise sind darin als oberste Abstraktionsebene 13 Prozesskategorien gelistet, welche jeweils als *Operating Processes* oder *Management and Support Processes* ausge-

¹⁰⁹vgl. S.201f H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

¹¹⁰vgl. S.370f K.W. Wagner, G. Patzak (2015)

¹¹¹Heruntergeladen von www.apqc.org/benchmarking-portal/learn-more (, eingesehen am 37.02.2017)

wiesen sind. Das gesamte Prozessmodell besteht aus den vier Ebenen *Process Category*, *Process Group*, *Process* und *Activity*. Der Grundgedanke hinter dem Rahmenwerk besteht darin, für die definierten Prozesskategorien in den höheren Detaillierungsebenen jeweils häufig auftretende und beinhaltete Teilprozesse, Prozesse und Aktivitäten aufzulisten, aus denen sich das Unternehmen die richtigen Bausteine herausuchen kann und somit Schritt für Schritt die eigene Prozessarchitektur erstellt. So soll am Ende jeder im Unternehmen durchgeführte Prozess eindeutig durch im PCF aufgelistete und nummerierte Bausteine identifiziert und zusammengesetzt werden können. Insgesamt umfasst das PCF mehr als 1000 definierte Prozesse und Aktivitäten. Ein Unternehmen ist bei der Anwendung des PCF ausdrücklich angewiesen, bei entsprechendem Bedarf bestimmte Prozesskategorien zu vernachlässigen oder umgekehrt weitere Kategorien, Prozesse und Aktivitäten zu definieren und auch die Detaillierungsebenen beliebig zu erweitern.

Ausgehend vom branchenneutralen Rahmenwerk haben sich inzwischen über ein Dutzend branchenspezifische Prozessrahmenwerke entwickelt, welche dem anwendenden Unternehmen einen sehr guten Einstieg in die Prozessdefinition und das Benchmarking mit der Branche geben. Als Beispiel sei hier das *Automotive-PCF* gegeben, welches sich bereits in der Benennung der Prozesskategorien vom branchenneutralen Urmodell unterscheidet.

Eine wichtige Analysefunktion, die das APQC im Zusammenhang mit dem PCF anbietet, ist das kostenlose Prozess-Performance-Benchmarking auf Basis der Kopplung mit der *Open Standards Benchmarking Collaborative*. Über die *Open Standards Benchmarking Database*, welche Daten von allen Unternehmensbereichen von der Finanz über die Produktentwicklung bis zum Supply Chain Management enthält, können Unternehmen sich mit dem Schnitt in ihrer Branche vergleichen^{112,113,114}. Das Standard-PCF steht allen Unternehmen kostenlos zur Verfügung.

- **Supply Chain Operations Reference (SCOR)**

Das SCOR-Modell des *APICS Supply Chain Council* ist das weltweit führende Supply-Chain-Rahmenwerk und wurde ursprünglich nur für unternehmensübergreifende Supply Chains entwickelt. Das Modell umfasst alle Abläufe der logistischen Kette, namentlich *Plan*, *Source*, *Make*, *Deliver*, *Return* und *Enable*, welche über die unternehmensübergreifende Supply Chain definiert werden. Aus dem ursprünglichen Supply-Chain-Ansatz heraus haben sich über die Zeit auch weitere Standardprozessmodelle entwickelt.

¹¹²vgl. S.203f H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

¹¹³vgl. S.46f M. Dumas u.a. (2013)

¹¹⁴vgl. www.apqc.org/benchmarking-portal/learn-more (, eingesehen am 37.02.2017)

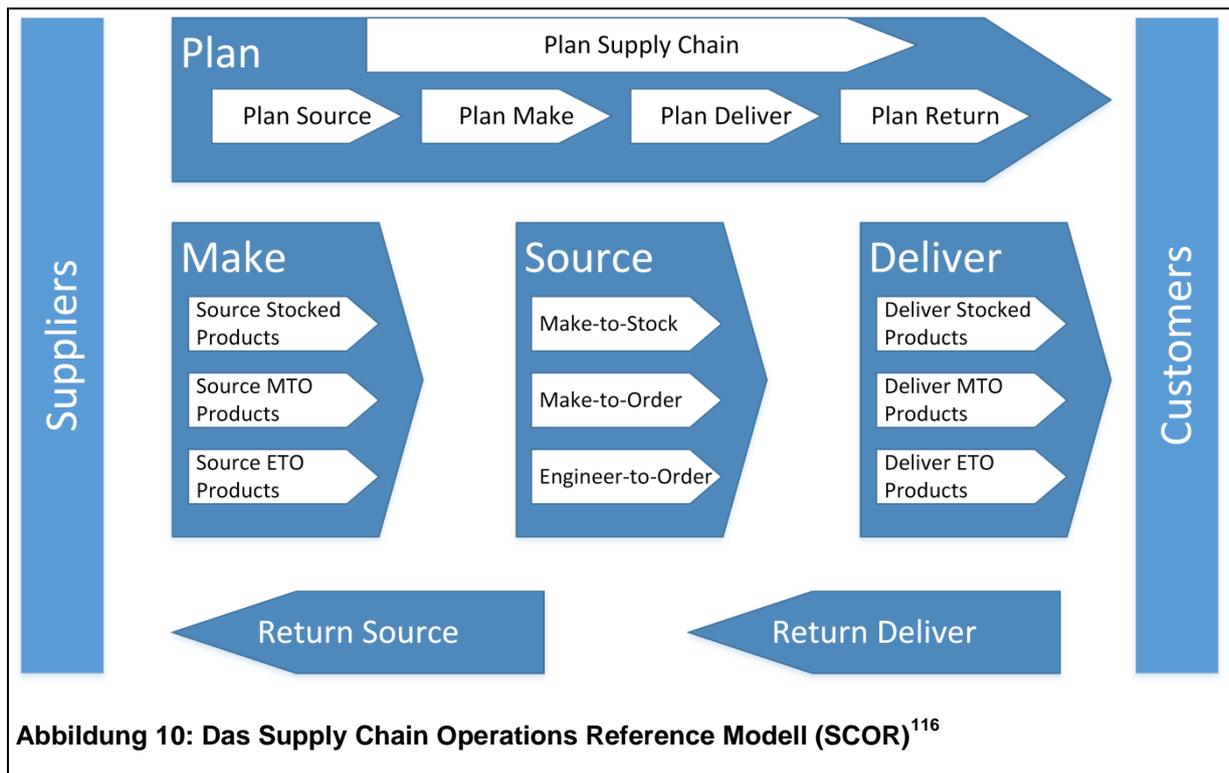


Abbildung 10: Das Supply Chain Operations Reference Modell (SCOR)¹¹⁶

Wie das PCF besteht auch das SCOR-Modell aus vier Ebenen¹¹⁵:

- Ebene 1: Top-Ebene
Diese Ebene enthält die Basisprozesse der Supply Chain, Plan, Make, Source, Deliver und Return.
- Ebene 2: Konfigurations-Ebene
In dieser Ebene werden die Basisprozesse den drei Prozesskategorien Planungsprozess, Ausführungsprozess und Unterstützungsprozess zugeordnet.
- Ebene 3: Gestaltungs-Ebene
Hier werden die Prozesskategorien weiter in Prozesselemente und Transaktionen gegliedert. Ein Prozesselement erhält durch Input- und Outputinformationen, Leistungsbenchmarks, unterstützende Systeme und Prozesskennzahlen eine eindeutige Beschreibung.
- Ebene 4: Implementierungs-Ebene
Die letzte Ebene dient der detaillierten Beschreibung der Prozesselemente auf der Ebene der operativen Durchführung.

Als umfassendes Rahmenwerk enthält das SCOR-Modell anders als das PCF auch eine Liste an Vorgehensweisen, Softwarelösungen und Definitionen zu jedem Prozess. Außerdem enthält das SCOR-Modell ein Kennzahlensystem für den Vergleich zwischen Supply Chains verschiedener Unternehmen^{117,118}.

¹¹⁵vgl. S.205ff H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

¹¹⁶vgl. S.206 H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

¹¹⁷vgl. S.207 ebenda

- **Value Reference Model (VRM)**

Das *Value Reference Model* der *Value Chain Group* ist ein weiteres bekanntes Prozessrahmenwerk. Es stellt Standardprozessbeschreibungen zur Verfügung, um die Unternehmensprozesse aus Wertschöpfungssicht zu erkennen, zu verstehen und zu organisieren¹¹⁹.

- **ITIL Framework für Softwareentwicklungsprozesse**

Die *IT-Infrastructure-Library*, kurz ITIL, ist ein Standard für das IT-Service-Management und somit ein auf IT-Anwendungen spezialisiertes Rahmenwerk. Ziel ist eine optimale Unterstützung der Geschäftsprozesse durch den IT-Service sowie die ideale Abstimmung des IT-Services auf die Anforderungen der Geschäftsprozesse der Kunden. Das Rahmenwerk bietet neben den notwendigen Prozessen, der Aufbauorganisation und entsprechenden Werkzeugen auch Good-Practice-Erfahrungen für die effiziente Gestaltung und Ausführung von IT-Service-Prozessen^{120,121}.

ITIL ist für die der Arbeit zugrunde liegende Problemstellung zwar nicht relevant, wird aber aufgrund der hohen Relevanz im Bereich der Referenzmodelle trotzdem erwähnt. Schließlich existieren Referenzmodelle für viele unterschiedliche Branchen.

Ein weiteres Beispiel für ein Referenzmodell wäre beispielsweise auch das GMI-Prozessmodell, auf welches nun nicht näher eingegangen wird. Zusammenfassend kann abgeleitet werden, dass Referenzmodelle für Unternehmen sehr gute und von den erstellenden Organisationen aktiv unterstützte Rahmenwerke zur Einführung von Geschäftsprozessmanagement darbieten. Dies fängt bereits bei der Erstellung der Prozesslandkarte an. Bei dem hohen Angebot an verfügbaren Modellen und Rahmenwerken ist die Auswahl eines Standardprozessmodells jedenfalls an die unternehmensspezifischen Gegebenheiten und Anforderungen zu binden. Modelle sollten nicht einfach eins zu eins übernommen werden; auch Best-Practice-Modelle und Methoden sollten auf die Unternehmensstrategie und Ziele angepasst werden. Auch außerhalb des Kontextes als umfassendes GPM-Rahmenwerk können die Referenzmodelle eine nützliche Verwendung finden. Vor allem in den Anfangsphasen der Prozessidentifikation und Prozessabgrenzung können Referenzmodelle als nützliche Vorlagen dienen und den Weg zur Erstellung einer unternehmenseigenen Prozesslandschaft verkürzen und vereinfachen.

¹¹⁸vgl. APICS: http://www.apics.org/docs/default-source/scc-non-research/apicsscc_scor_quick_reference_guide.pdf (, eingesehen am 27.02.2017)

¹¹⁹vgl. S.204f H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

¹²⁰vgl. S.207f ebenda

¹²¹vgl. S.37 M. Dumas u.a. (2013)

3.1.5 Vorgehensweisen für die Prozessidentifikation

Eine gute und verständliche Definition für die Prozessarchitektur liefern DIJKMAN ET AL.: *We define a business process architecture as an organised overview of business processes that specifies their relations, which can be accompanied with guidelines that determine how these processes must be organised*¹²².

Innerhalb des BPM-Kreislaufs unterscheiden sich die Vorgehensweisen der Autoren. Da dies besonders für den Fall der Prozessidentifikation gilt, werden im Folgenden die Ansätze verschiedener Autoren zur Erstellung der Prozessarchitektur näher erläutert.

1. Ziel-basiert

Der Ziel-basierte Ansatz geht von der Konstruktion der Prozessarchitektur über die Geschäftsziele und ihre Beziehungen untereinander aus. Demnach entsteht die Prozessarchitektur als eine Zusammenfassung von Prozessen, welche zur Zielerreichung notwendig sind. Ein Vorteil dieses zielorientierten Ansatzes ist die Möglichkeit zu bewerten, wie wichtig ein bestimmter Prozess für das Unternehmen ist, beziehungsweise ob dieser überhaupt benötigt wird¹²³.

2. Handlungs-basiert

Bei diesem Ansatz geht der Prozessarchitektur eine Struktur von Geschäftshandlungen und ihren Beziehungen zueinander voraus. Geschäftshandlungen sind definiert als Kreislauf von Aktivitäten, in denen ein Dienstleister Arbeit für einen Kunden verrichtet. Im Gegensatz zu Prozessen folgen Geschäftshandlungen immer bestimmten Mustern und Schritten. Anhand dieser Muster können die Geschäftshandlungen in Prozesse der Prozessarchitektur überführt werden¹²⁴.

3. Objekt-basiert

Die Prozessarchitektur wird hierbei indirekt über ein Geschäftsobjekt-Modell erstellt. Die Architektur wird dabei nicht direkt von dem Modell abgeleitet, sondern über eine genaue Analyse, welche Geschäftsobjekte in einem Unternehmen behandelt werden und wie diese miteinander in Beziehung stehen, designt. Es wird zwischen *permanent*, *case*, und *other objects* unterschieden; Die permanent objects haben einen sehr langen Lebenszyklus in der Organisation, beispielsweise Kunden. Aus diesen Objekten können Prozesse abge-

¹²²vgl. S.131 R. Dijkman u.a.

¹²³vgl. S.132f ebenda

¹²⁴vgl. S.134ff ebenda

leitet werden in dem analysiert wird, welche Aktionen an diesem entsprechenden Objekt durchgeführt werden¹²⁵.

4. Referenzmodell-basiert

Wie unschwer erkennbar ist, leiten sich in diesem Fall die Prozesse der Architektur direkt aus einem Referenzmodell ab. Dabei wird ein bestehendes Standardmodell übernommen und gegebenenfalls um weitere Prozesse ergänzt, verkleinert, oder anderweitig angepasst¹²⁶.

5. Funktions-basiert

Bei diesem Ansatz steht die Analyse von Funktionen des Unternehmens im Vordergrund. Im Endeffekt wird eine Funktionshierarchie erstellt, welche die Spaltung von Geschäftsfunktionen in detailliertere und untergeordnete Geschäftsfunktionen vornimmt. Die Prozesse für die Architektur können entweder als unterste Detaillierungsebene der Funktionsspaltung definiert werden, oder als Abbild der Funktionshierarchie in eine Prozesshierarchie mit Subprozessen übersetzt werden¹²⁷.

- **Ansatz nach DIJKMAN**

DUMAS ET AL. stützen sich in ihrer Vorgehensweise zur Prozessidentifikation auf einen aus einer Studie von DIJKMAN heraus entwickelten Ansatz zur Erstellung einer „Prozessarchitektur der ersten Ebene“¹²⁸. Dieser Ansatz ist kombiniert objekt- und funktionsorientiert. Ausgangspunkt ist eine *case/function*-Matrix, bei welcher Geschäftsfunktionen und Geschäftsobjekte miteinander verknüpft werden. Im Rahmen von Interviews und Workshops mit geeigneten Mitarbeitern beziehungsweise dem Management, werden zunächst die wesentlichen Geschäftsobjekte oder Geschäftsfälle definiert, welche im betrachteten Unternehmen behandelt werden. Die Regeln, nach denen die Geschäftsobjekte definiert werden, sind dabei frei wählbar. Der springende Punkt ist, dass die Aufteilung in Geschäftsobjekte zeigen soll, auf welche unterschiedlichen Art und Weisen (ähnliche) Prozesse in einem Unternehmen durchgeführt werden. Eine naheliegende Trennung von Geschäftsfällen könnten etwa die verschiedenen Produkte eines Unternehmens sein. In anderen Fällen ist eine Unterteilung nach standortspezifischen Gesichtspunkten vielleicht sinnvoller. Auch eine Kombination davon ist möglich.

Als nächstes werden ausübende Funktionen für die verschiedenen definierten Geschäftsfälle gefunden. Dies geschieht ebenfalls im Rahmen von Workshops. Ergebnis ist schließlich eine Matrix, welche Geschäftsfunktionen den Geschäftsobjekten zuordnet.

¹²⁵vgl. S.136f ebenda

¹²⁶vgl. S.137f R. Dijkman u.a.

¹²⁷vgl. S.138f ebenda

¹²⁸vgl. S.42f M. Dumas u.a. (2013)

Nun können anhand der Matrix und durch die Befolgung von acht Richtlinien die Hauptprozesse des Unternehmens identifiziert werden. Die Identifikation erfolgt hier durch die schrittweise Gruppierung, Trennung und Abgrenzung der einzelnen Elemente der *case/function*-Matrix miteinander und voneinander. Sind alle Prozesse definiert so besteht noch die Möglichkeit, nach der Definition von Geschäftsprozessen Kunde-Lieferant-Beziehungen zwischen den definierten Prozessen zu suchen und aufzuzeigen. Nach den erfolgten Schritten liegt eine Prozesslandschaft in der obersten Abstraktionsebene vor^{129,130}.

In weiteren Schritten können die einzelnen Geschäftsprozesse in höheren Detaillierungsebenen, entsprechend dem Konzept einer vollständigen Prozessarchitektur, weiter aufgeteilt und genauer beschrieben werden.

Besonders auffällig für den Ansatz von DIJKMAN ist das Fehlen der Einteilung in Prozesskategorien, wie es vor allem etwa bei Referenzmodellen üblich ist. Gleichzeitig bietet es einen – zumindest in der Theorie – leicht anzuwendenden und gut geleiteten Top-Down-Ansatz für die Prozessarchitektur.

- **Top-Down-Ansatz nach SCHMELZER&SESSELMANN**

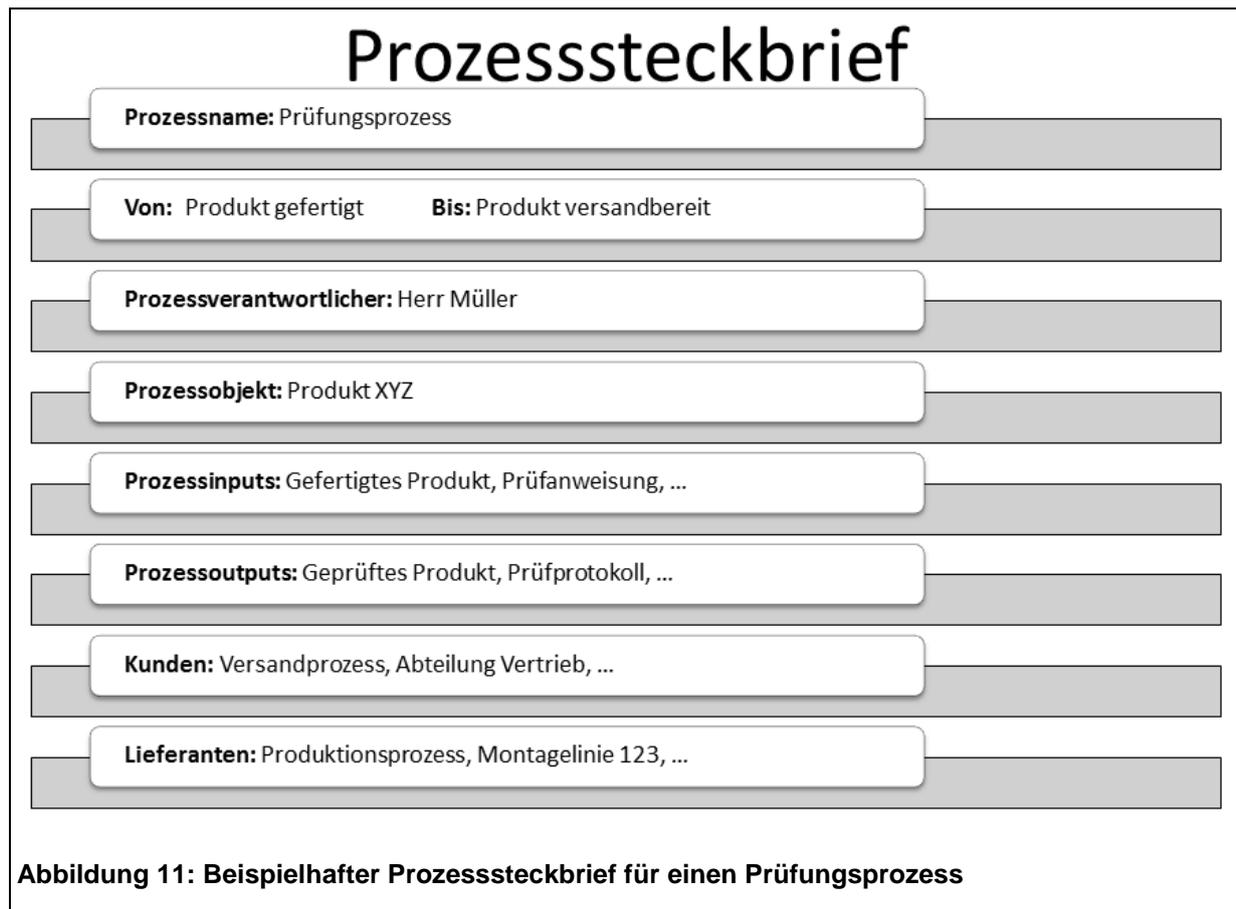
Der Top-Down-Ansatz nach SCHMELZER&SESSELMANN ist ein praxiserprobter und Ziel-basierter Ansatz für die Identifizierung von Geschäftsprozessen. Anhand der Geschäftsstrategie und den Geschäftszielen werden, ausgehend von den Geschäftsfeldern, Kundengruppen und Kundenanforderungen, die benötigten Geschäftsprozesse zur Erfüllung der Anforderungen abgeleitet. Diese Vorgehensweise setzt jedoch ein grundlegendes Verständnis der Kundenanforderungen und des Geschäftes voraus¹³¹.

SCHMELZER&SESSELMANN verwenden die Prozesskategorien *primäre* und *sekundäre* Geschäftsprozesse. Im ersten Schritt werden im Rahmen eines Managementworkshops die primären Geschäftsprozesse identifiziert. Ausgangspunkt sind die gemeinsam bekannten Kundengruppen und Leistungen, für welche nun die Geschäftsprozesse gefordert und festzulegen sind. Im Rahmen der Identifikation sollen jeweils der Anfang und das Ende (von-bis) der Geschäftsprozesse, sowie das bearbeitete Objekt und die Ergebnisse festgelegt werden. Am besten modellieren die Teilnehmer die Prozesse direkt aus der Kundensicht: Ein Kunde sieht nicht, was innerhalb der Organisation abläuft. Den Kunden interessiert bloß die Interaktion mit dem Unternehmen, um

¹²⁹vgl. R. Dijkman u.a.

¹³⁰vgl. S.42ff M. Dumas u.a. (2013)

¹³¹vgl. S.122f H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)



geforderte Leistungen zu erhalten. Es gilt, die Definition eines primären Geschäftsprozesses dabei zu beachten¹³²:

- Jeder Geschäftsprozess beginnt und endet bei externen Kunden
- Jeder Geschäftsprozess bearbeitet genau ein Prozessobjekt

Mit dem zweiten Durchlauf werden die Ergebnisse auf ihre Relevanz überprüft. Ein gutes Hilfsmittel für die genauere Definition der Geschäftsprozesse sind Prozesssteckbriefe, wie etwa in Abbildung 11 dargestellt. Die sekundären Geschäftsprozesse werden anschließend auf die gleiche Art und Weise identifiziert. Allerdings sind die Kunden nun intern, nämlich die primären Geschäftsprozesse¹³³.

Auf eine ähnliche Art werden nun auch die Teilprozesse der Geschäftsprozesse in Prozessorganisations-Diagrammen erarbeitet. Ausgehend von dem Anfangs- und End-Teilprozess eines Geschäftsprozesses werden fünf bis acht Teilprozesse, mit Input, Output und Objekt identifiziert und bewertet¹³⁴.

Ein Vorteil dieses Ansatzes ist die starke Kundenorientierung und Strategiekonformität, ohne das die Prozesse von oben oder außen vorgegeben werden. Außerdem wird die Prozessarchitektur gemeinsam vom Management

¹³²vgl. S.481f ebenda

¹³³vgl. S.482f H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

¹³⁴vgl. S.483f ebenda

und sukzessive erfahrenen Mitarbeitern erarbeitet. Das Ergebnis des von den Unternehmenszielen abgeleiteten Ansatzes ist ein SOLL-Schaubild des Unternehmens. Als nachteilig kann gewertet werden, dass das Ergebnis dieser Vorgehensweise möglicherweise keinen guten Bezug zur aktuellen Situation des Unternehmens hat und die Identifikation der primären Geschäftsprozesse sich bei unerfahrenen Mitarbeitern und/oder fehlender Managementbeteiligung als sehr schwere Aufgabe herausstellen kann.

- **Bottom-Up-Ansatz nach SCHMELZER&SESSELMANN**

Als Gegensatz zum von SCHMELZER&SESSELMANN empfohlenen Top-Down-Ansatz wird auch eine Bottom-Up-Vorgehensweise dargebracht. Bei diesem Ansatz werden, ausgehend von der bestehenden Funktionsorganisation des Unternehmens, die Aktivitäten der untersten Prozessebene zuerst erfasst und dokumentiert. Nach ablauf-, informations- oder kostentechnischen Gesichtspunkten werden diese anschließend aufbauend zu Teil- und Geschäftsprozessen zusammengefasst¹³⁵.

Für ein umfassendes und unternehmensweit implementiertes Geschäftsprozessmanagement ist dieser Ansatz nicht zu empfehlen, da kein Bezug zur Geschäftsstrategie oder den Kunden hergestellt wird. Somit widerspricht er den grundlegenden Gestaltungsregeln von Geschäftsprozessen. Für Prozessanalysen im kleinen Rahmen und für die bloße unternehmensinterne Prozessdokumentation könnte dieser Ansatz aber nützlich sein. Er benötigt nicht die Involvierung des Managements und lässt sich auch ohne besonders erfahrene Mitarbeiter – im Sinne, dass sich die Mitarbeiter nicht mit abteilungsübergreifenden und übergeordneten Prozessen auskennen und auseinandersetzen müssen – erarbeiten.

- **Vorgehensmodell nach WAGNER&PATZAK**

Dieses Vorgehensmodell hat einen sehr pragmatischen Ansatz. Grundlegend wird der Zugang zu den Unternehmensprozessen durch die Aufgaben, den Kundennutzen zu *verstehen*, *kreieren*, *kommunizieren*, *liefern* und *sichern* geschaffen. Wie in Abbildung 12 dargestellt, sind diese Aufgaben durch folgende drei Kernprozesse eines Unternehmens zu erfüllen¹³⁶:

- Customer Relationship Management

Mit dem Fokus auf der Kundenbeziehungsgestaltung sind hier die Prozesse zwischen Kundenbedürfnis und Kundenzufriedenheit zu definieren.

¹³⁵vgl. S.122f H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

¹³⁶vgl. S.54f K.W. Wagner, G. Patzak (2015)

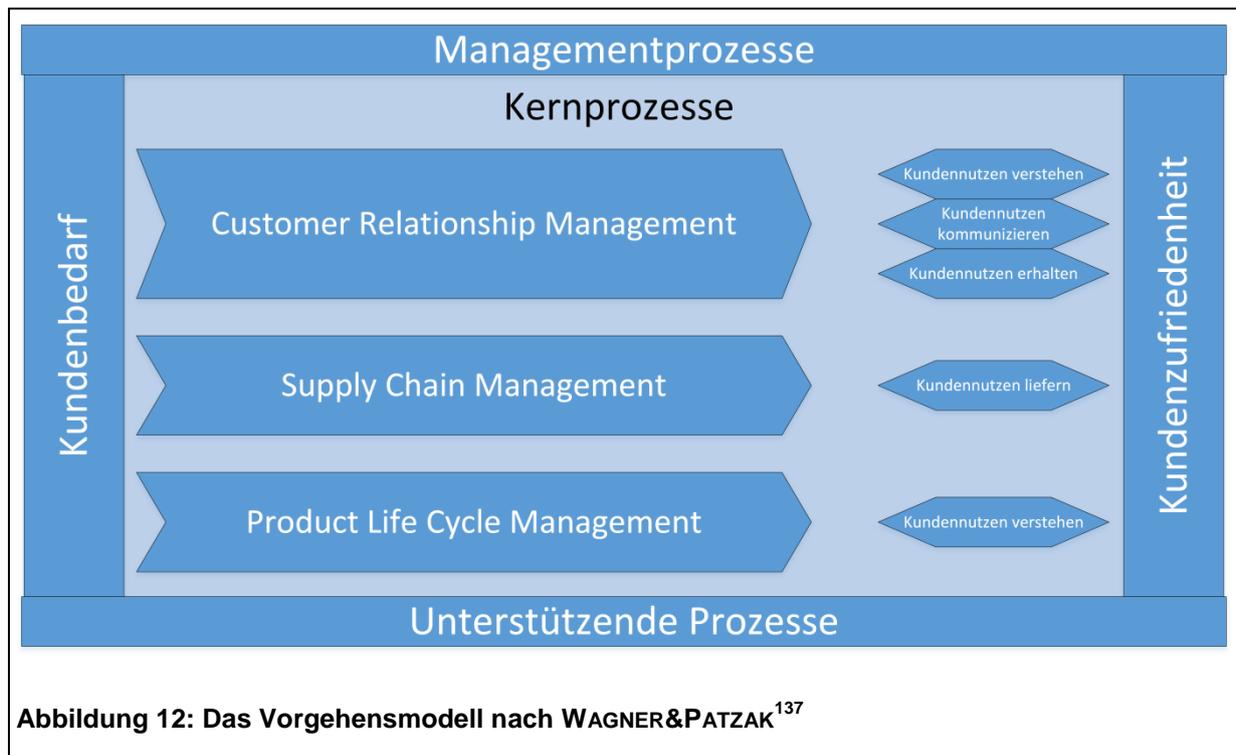


Abbildung 12: Das Vorgehensmodell nach WAGNER&PATZAK¹³⁷

- Supply Chain Management
Das SCM ist fokussiert auf den Auftragsabwicklungsprozess und definiert die Prozesse vom Kundenauftrag bis zur Fakturierung der Leistungen.
- Product Lifecycle Management
Mit den Prozessen zwischen der Produktidee und dem Produktauslauf liegt der Fokus auf dem Produktlebenszyklus.

Abgeleitet aus den drei Kernprozessen ergibt sich die Fülle an Geschäftsprozessen für die Erfüllung der Kernprozesse. Bei der Darstellungsform und dem unternehmensspezifischen Zugang zur Prozessidentifikation geben WAGNER&PATZAK jedoch keine strikte Vorgehensweise vor. Folgende sechs Schritte werden zur Erstellung der Prozesslandkarte der obersten Ebene empfohlen¹³⁸:

1. *Zugang und Darstellungsform wählen*

Der Einbindung des Top-Managements sollte oberste Priorität eingeräumt werden. Auch die Auswahl des Zugangs, im Sinne von geeigneten Visualisierungsformen, Sprachen und der groben Gliederung der Prozesslandkarte sollte bereits jetzt geschehen.

2. *Kernprozesse/Geschäftsprozesse erarbeiten*

In diesem zeitaufwendigen Schritt werden die Geschäftsprozesse oder Kernprozesse des Unternehmens, immer basierend auf den drei Grundprozessen und dem grundlegenden Kundenzugang, erarbeitet.

¹³⁷vgl. S.55 K.W. Wagner, G. Patzak (2015)

¹³⁸vgl. S.64ff ebenda

3. *Management-, Support- und Mess/Analyse/Verbesserungs-Prozesse herleiten*

Abgeleitet von den Geschäftsprozessen werden nun gegebenenfalls weitere Prozesse definiert.

4. *Prozesssteckbrief erstellen*

Jeder in der Landkarte enthaltene Prozess wird durch einen Prozesssteckbrief in seinem Zweck, den Inputs und Outputs, dem Prozessverantwortlichen und weiteren Informationen dokumentiert, abgegrenzt und festgehalten.

5. *Grafische Darstellung finalisieren*

Ergebnis dieses Schrittes ist die grafische Finalisation der Prozesslandkarte. Diese soll eine Art Inhaltsverzeichnis der Unternehmensprozesse darstellen.

6. *Vollständigkeit prüfen und mit Mission abgleichen*

Die Landkarte wird auf ihre Vollständigkeit und Sinnhaftigkeit überprüft. Der Abgleich mit der Unternehmensmission, beziehungsweise der Unternehmensstrategie sichert die Konsistenz der Prozesslandkarte ab.

Besonders auffällig ist hier, dass die Prozesslandkarte erst nach ihrer Erstellung mit den Unternehmenszielen abgeglichen wird. Ob das sinnvoll ist, wird hier infrage gestellt. Ausgehend von der Prozesslandkarte können die Geschäftsprozesse nun in weiteren Detaillierungsebenen näher beschrieben werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die zitierten Autoren recht unterschiedliche Ansätze zur Identifikation der Unternehmensprozesse verfolgen und beschreiben. Außerdem sind die Ansätze in ihrem Detaillierungsgrad zu unterscheiden. Während einige Ansätze nur grobe Rahmenbedingungen und Rahmenwerke definieren, geben weitere Ansätze bereits definierte Richtlinien vor, was ihre Anwendung für Neulinge des Geschäftsprozessmanagements leichter macht. Letztendlich ist die Auswahl der Vorgehensweise zur Prozessidentifikation jedoch ganz von den Erfordernissen des Unternehmens und den Präferenzen und Möglichkeiten der Mitarbeiter abhängig und sollte im Vorhinein mit den beteiligten Funktionen abgesprochen werden.

3.1.6 Wertstromorientiertes Prozessmanagement

Das wertstromorientierte Prozessmanagement ist ein Ansatz, welcher sich aus dem Lean Management, speziell aus den Vorgehensweisen des Wertstromdesigns, herausgearbeitet hat. Es basiert dennoch immer noch auf dem Prozesslebenszyklus und der von WAGNER&PATZAK angewendeten 4-Schritte-Methodik des Geschäftsprozessmanagements und wird hier deshalb im Abschnitt der Rahmenwerke und nicht im Rahmen der Methodenbeschreibungen aufgezählt. Durch den Bezug zum Lean Management liegt der Fokus in dieser Vorgehensweise verstärkt bei Material- und

Informationsflüssen entlang des Prozesses sowie auf einer sehr operativ (Zahlen, Daten, Fakten) basierten Analyse mit dem Ziel der Reduktion von Verschwendung und Durchlaufzeiten¹³⁹. Durch den operativen Fokus eignet sich das wertstromorientierte Prozessmanagement eher nicht für die Analyse von Prozessen auf abstrakten Ebenen, wie etwa den Geschäftsprozessen in der Prozesslandschaft, sondern mehr für einzelne Prozesse und Teilprozesse.

3.2 Qualitative Methoden

Die qualitativen Methoden für die Modellierung und die Analyse von Prozessen bilden traditionell die Basis für die Prozessidentifikation und die Prozessdokumentation. Sie sind den quantitativen Methoden aus verschiedenen Gründen chronologisch zu meist vorgeordnet. Bei der qualitativen Modellierung steht die Frage, *wie* ein bestimmtes Problem oder ein Prozess aufgebaut ist, im Vordergrund der Betrachtung, während die qualitative Analyse aufdecken soll, *welche* Probleme auftreten und *warum* diese auftreten. In der quantitativen Modellierung und Analyse geht es darum, diese Erkenntnisse quantifizierbar zu machen und durch Zahlen zu bewerten. Somit steht die Prozessleistung im Vordergrund.

Durch die Anwendung von qualitativen Methoden der Prozessmodellierung und Prozessanalyse kann ein grundlegendes Verständnis für die betrachteten Objekte und Probleme erlangt werden, womit die Eignung zu Beginn der Prozessidentifikation und Prozessdokumentation gegeben ist.

In den folgenden Abschnitten wird eine Zusammenfassung des Standes der Technik in Bezug auf verschiedene qualitative Methoden gegeben.

3.2.1 Modellierung

Eine genaue Eingrenzung und Unterteilung des Begriffes qualitativer Prozessmodellierung ist nicht offensichtlich, genau wie dies auch bei der Eingrenzung zwischen qualitativen und quantitativen Methoden der Fall ist.

Als wichtigstes Merkmal und Element der qualitativen Modellierung können jedoch auf jeden Fall die verschiedenen Arten von Modellierungssprachen definiert werden, welche daher folgend aufgezählt und verglichen werden. Die Wahl der geeigneten Modellierungsnotation ist in jedem Fall erfolgsentscheidend für ein Prozessmanagementprojekt und bildet die Grundlage für das allgemeine Prozessverständnis. Die Palette von Notationen reicht dabei von einfachen visuellen Hilfsmitteln oder der textuellen Beschreibung eines Prozesses bis hin zur standardisierten und eindeutig definierten und geregelten Modellierungssprache. Die richtige Auswahl der Methode richtet sich vorwiegend nur nach dem Kontext, in der diese eingesetzt werden soll. In

¹³⁹vgl. S.231 K.W. Wagner, G. Patzak (2015)

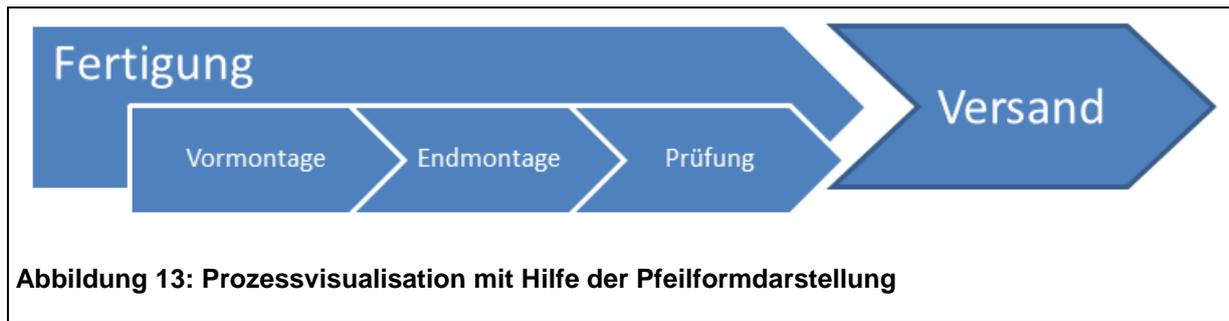


Abbildung 13: Prozessvisualisierung mit Hilfe der Pfeilformdarstellung

Bezug auf den Kontext sind die möglichen Notationen auf Aspekte der Korrektheit, Verständlichkeit, Erlernbarkeit, Akzeptanz, der Beherrschung von Komplexität und möglicherweise Unterstützung durch IT hin zu bewerten. Aus diesem Grund variieren auch die hier vorgestellten Notationsformen stark bezüglich ihrer Eigenschaften wie zum Beispiel der Standardisierung, dem Einsatzgebiet und dem Detailgrad.

Modellierungsnotationen:

- **Tabellarische Aufzeichnung**¹⁴⁰

Die tabellarische Aufzeichnung von Prozessen, beispielsweise in Form eines Prozesssteckbriefes, ist eine sehr einfache, aber effektive Methode, um den Umfang, Gegenstand und die Rahmenbedingungen eines Prozesses festzuhalten. Im Zuge der Prozessidentifikation sind Prozesssteckbriefe äußerst hilfreich, um sich des Zwecks eines Prozesses bewusst zu werden.

Ein Prozesssteckbrief kann jedoch nicht die Ablauforganisation eines Prozesses darstellen. Für eine vollständige qualitative Dokumentation nach GPM-Verständnis ist die tabellarische Aufzeichnung somit nicht ausreichend.

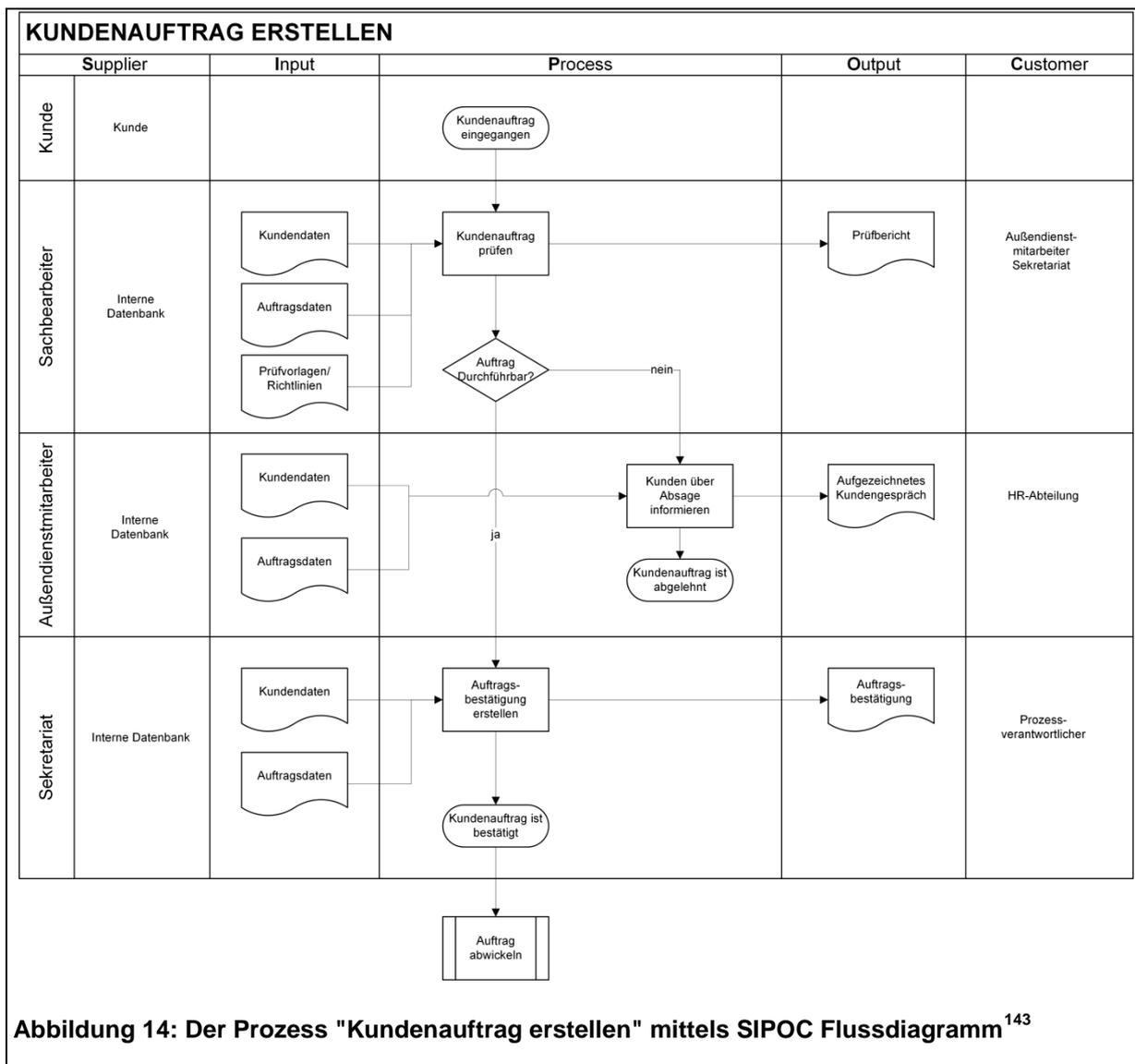
- **Pfeilformdarstellung**¹⁴¹

Die Pfeilformdarstellung gehört zu den elementarsten visuellen Darstellungsformen von Prozessen. Die einzelnen Prozessschritte werden dabei in Pfeilform dargestellt, um Prozessketten oder die Ablauforganisation sichtbar zu machen.

Die Pfeilformdarstellung eignet sich besonders im Zusammenhang der Visualisierung von Geschäftsprozessketten und wird als Folge auch Wertschöpfungskettendarstellung genannt. Um umfangreiche Prozesse in stark vereinfachten Teilprozessen darzustellen, ist diese Form der Notation ideal. In Prozessmodellen höherer Abstraktionsebenen, wie zum Beispiel Prozesslandkarten, gehört die Pfeilformdarstellung aufgrund ihrer Übersichtlichkeit und Einfachheit somit zu den am meisten verwendeten Notationsformen. Für die Darstellung detaillierter und komplexer Prozessinhalte und Abläufe muss aber auf

¹⁴⁰ H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

¹⁴¹vgl. S.107 K.W. Wagner, G. Patzak (2015)



andere Darstellungsformen ausgewichen werden. Abbildung 13 zeigt eine Prozessdarstellung aus Prozessen und Teilprozessen durch die Pfeilformdarstellung.

- **Flussdiagramm SIPOC¹⁴²**

Komplexe Prozessabläufe mit mehreren Entscheidungsbäumen, Rückführungen und Ausgängen können mit Flussdiagrammen bereits dargestellt werden. Flussdiagramme wie jenes in Abbildung 14 verwenden ein Set an Symbolen zur Abbildung von Tätigkeiten, Ereignissen und Entscheidungen, Verantwortlichkeiten und Dokumenten. Die Ablauforganisation kann über die vertikale Achse abgelesen werden. Flussdiagramme erlauben auch die vereinfachte Visualisierung von Schnittstellen im Prozess, sowie Prozessinputs oder – outputs.

¹⁴²vgl. S.107 K.W. Wagner, G. Patzak (2015)

¹⁴³vgl. S.110 ebenda

Die leicht verständliche Symbolik bei gleichzeitig hoher Darstellungs- sowie Aussagekraft dieser Notation macht sie besonders für Personen ohne Prozessmanagementkenntnisse zur Notation der Wahl. In der Praxis ist sie beispielsweise sehr oft im Qualitätsmanagement im Rahmen der Prozessorientierung nach ISO 9000/9001 anzutreffen. Da die Symbole und Verwendungsrichtlinien bei Flussdiagrammen nicht genormt sind, sind diese für jeden Modellierer, beziehungsweise jedes Unternehmen, frei wählbar und definierbar und bieten damit ausreichend Modellierungs- und Gestaltungsfreiheiten, um Flussdiagramme auf unternehmensspezifische Rahmenbedingungen anzupassen.

In diesem Sinne ist eine beliebte „erweiterte“ Darstellungsform der Flussdiagramme die Darstellungsvariante nach der „SIPOC“-Systematik. Über diese Systematik können mittels zusätzlicher Spalten auch Lieferanten und Quellen, Kunden und Prozessinputs sowie Outputs (**S**upplier, **I**nput, **P**rocess, **O**utput, **C**ustomer) visualisiert werden.

Die fehlende Standardisierung von Flussdiagrammen stellt gleichzeitig ihren großen Nachteil dar, da dadurch immer Raum für Missverständnisse und Fehler geschaffen wird. Außerdem sind nicht-standardisierte Methoden nur schwer auf Korrektheit zu überprüfen. Für die Darstellung sehr komplexer Prozessinhalte und Prozessabläufe ist die bestehende Symbolik der Flussdiagramme außerdem zu ungenau, beziehungsweise nicht ausgereift genug.

- **Swimlane-Darstellung**^{144,145}

Die Swimlane-Darstellung ist primär eine Visualisierungshilfe und keine eigene Notationsform. Hauptelement sind die „Schwimmbahnen“, in denen ein Prozess anhand der verschiedenen beteiligten Organisations- und Funktionseinheiten aufgeteilt und übersichtlich dargestellt werden kann. Die Zuordnung einzelner Prozessschritte zu den auszuführenden Organisationseinheiten ist besonders hilfreich, um den abteilungs-, funktions- oder organisationsübergreifenden Prozessfluss, und damit Schnittstellen, im Prozessablauf sichtbar zu machen.

Andere Notationsformen, wie zum Beispiel Flussdiagramme oder die nachfolgend beschriebene ereignisgesteuerte Prozesskette, können durch Swimlanes erweitert werden um einen höheren Informationsgehalt und Darstellungstiefe zu erhalten. Ein großer Vorteil dieser Darstellungsart ist die Möglichkeit, anhand des Modells bereits eine erste qualitative Analyse der Prozesse im Hinblick auf Schnittstellenmengen oder der Anzahl der Funktionswechsel durchzuführen. Bei der Darstellung überaus komplexer Prozessabläufe mit vielen Schnittstellen oder generell komplexen Abläufen kann die Darstellung über

¹⁴⁴vgl. S.5 E. Sala (2016)

¹⁴⁵vgl. S.113f K.W. Wagner, G. Patzak (2015)

Swimlanes jedoch schnell an der Übersichtlichkeit leiden. Dies kann im Gegenzug aber auch wieder als Hinweis für ein Optimierungspotenzial beim betrachteten Prozess genommen werden. Aus Gründen der Prozesseffizienz ist offensichtlich eine möglichst geringe Anzahl an Funktionsübergängen und Schnittstellen, seien es Informations-, Material- oder Prozessflüsse, anzustreben.

- **Ereignisgesteuerte Prozesskette EPK^{146,147}**

Im Gegensatz zu Flussdiagrammen besitzt die EPK bereits ein gewisses Maß an Standardisierung durch eine festgelegte Symbolik und Syntaxregeln. Allerdings ist sie kein Standard. Die EPK gilt als eigenständige Modellierungssprache und wurde im Rahmen des in Abschnitt 3.1.2 vorgestellten ARIS-Konzeptes zur Modellierung von Geschäftsprozessen entwickelt.

Ein Prozessablauf wird in der EPK durch Ereignisse und Aktivitäten beschrieben, welche durch Konnektoren und logische Operatoren miteinander verknüpft werden. Für die EPK bestimmend ist dabei die strikte Alternierung von Ereignissen und Aktivitäten im Prozessfluss. Strenggenommen folgt auf eine Aktivität immer ein Ereignis, und umgekehrt. Mit Hilfe der *erweiterten ereignisgesteuerten Prozesskette* (eEPK) kann die Symbolik noch um weitere Elemente, wie zum Beispiel Inputs, Outputs, Verantwortungen und Schnittstellen erweitert werden.

Als wichtiges Element des ARIS-Konzeptes unterstützt diese Modellierungssprache das zentrale Sichtenkonzept der ARIS-Methodik. Auch außerhalb des Rahmens des ARIS-Konzeptes kann die EPK für die Darstellung von Prozessabläufen verwendet werden und bietet eine sehr umfangreiche Tool-Unterstützung. In heutigen GPM-Softwares wird die EPK sehr vollständig unterstützt, da diese lange Zeit als quasi-Standard für die Prozessmodellierung von Geschäftsprozessen galt. Abbildung 15 zeigt die wesentlichen Elemente der EPK in der beispielhaften Darstellung des Prozesses „Kundenauftrag erstellen“.

Trotz der weiten Verbreitung durch das ARIS-Konzept weist die EPK dennoch einige zu beachtende Kritikpunkte auf. Die EPK liegt bei der Darstellung von Organisations-, System- und Datenbrüchen im Gegensatz zu anderen Notationen im Nachteil. Weiters ist die EPK zwar an eine bestimmte Symbolik und Regeln gebunden, aber nicht standardisiert, womit erneut – wie bei Flussdiagrammen – Raum für Missverständnisse und Fehler geschaffen wird. Grundsätzlich eignet sich die EPK aber für fachliche Geschäftsprozessmodelle gut. Wenn neben der fachlichen Seite auch die technische Darstellung eine Rolle spielt, dann sollte jedoch auf andere Sprachen umgestiegen werden.

¹⁴⁶ H. Seidlmeier (2015)

¹⁴⁷ E. Sala (2016)

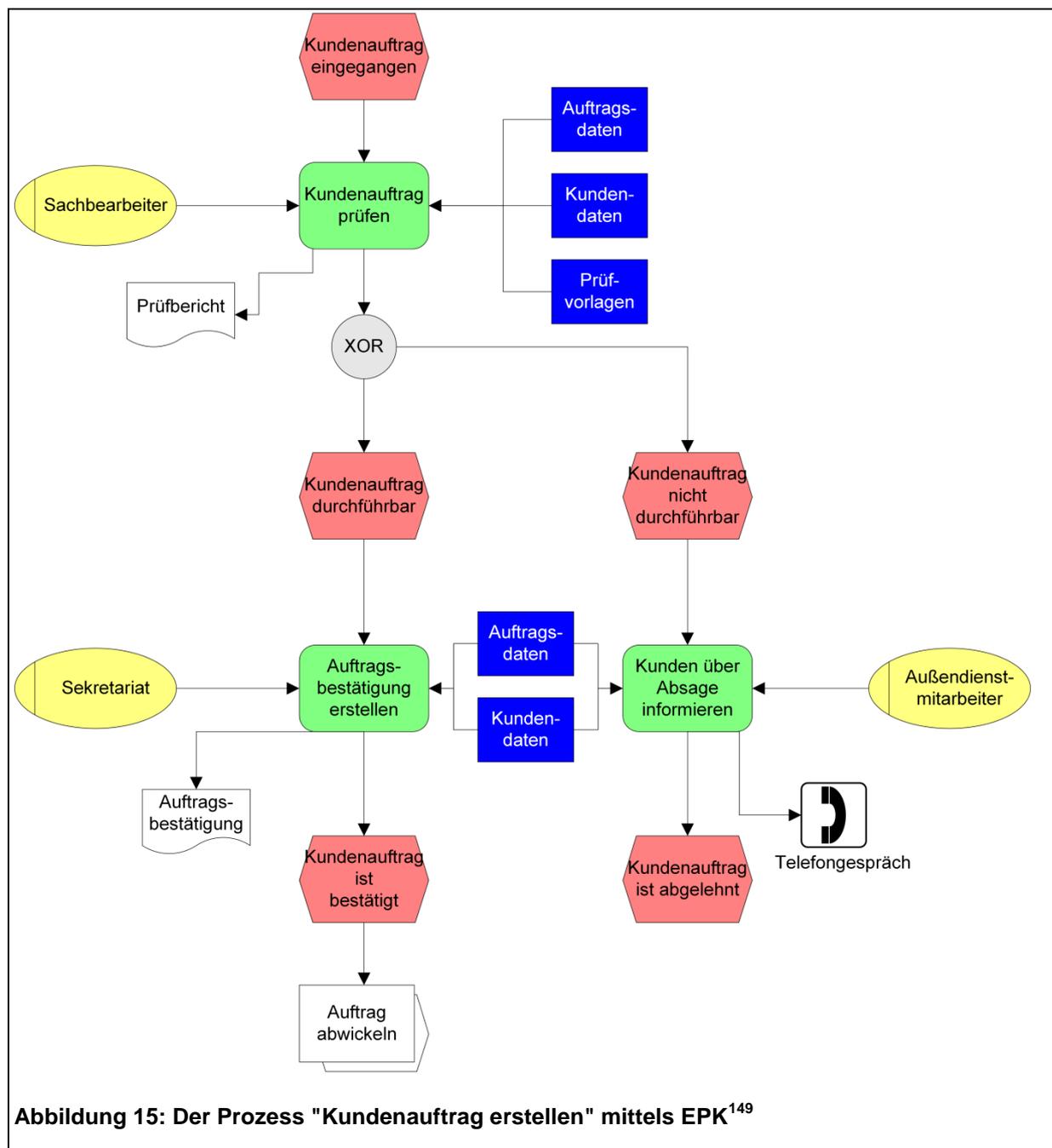


Abbildung 15: Der Prozess "Kundenauftrag erstellen" mittels EPK¹⁴⁹

- UML¹⁴⁸

Die *Unified Modeling Language*, kurz UML, wurde von der Object Management Group im Jahre 1997 veröffentlicht und ist ein Standard im Bereich des Software-Engineering und Software-Design. Der Fokus dieser Sprache liegt somit primär in der objektorientierten Softwareentwicklung und nicht im Prozessmanagement, was jedoch nicht bedeutet, dass damit keine Geschäftsprozesse dargestellt werden können. Die aktuelle Version der UML enthält 13 Di-

¹⁴⁸vgl. S.109ff J. Freund, B. Rücker (2012)

¹⁴⁹vgl. S.112 K.W. Wagner, G. Patzak (2015)

Activity	Shape	Activity	Shape	Activity	Shape
receive		terminate		flow	
invoke		sequence		forEach	
reply		if		fault handler	
assign		while		event handler	
throw		repeatUntil		comp. handler	
wait		pick			

Abbildung 16: Die "Aktivitäten" der BPEL in symbolischer Darstellung¹⁵³

agrammarten, von denen das *Aktivitätsdiagramm* – besonders im Rahmen von IT-Projekten – gerne zur Prozessmodellierung verwendet wird.

Die Notation selber ist umfangreicher als die EPK, es existieren aufgrund des Anwendungsfokus der Sprache jedoch einige Symbole stark softwaretechnischer Natur. Für den Bereich der Geschäftsprozessmodellierung haben diese keine hohe Relevanz und Nutzen. Die UML unterstützt die „Darstellung in Partitionen“, welche der Swimlane-Darstellung stark ähnelt und damit eine gute Übersichtlichkeit über Schnittstellen und Funktionssprünge bietet.

Da bei der UML ursprünglich die Softwareentwicklung und nicht das Geschäftsprozessmanagement im Vordergrund steht, wird diese hier nicht detaillierter ausgeführt. Grundsätzlich suggerieren FREUND&RÜCKER, dass die UML, und hier speziell die Aktivitätsdiagramme, für die Spezifikation softwaretechnischer Detailabläufe heute und auch künftig von Bedeutung sein werden. Grund ist einerseits die Einbettung in das gesamte UML-Framework und andererseits die Standardisierung der UML.

- **BPEL**^{150,151,152}

Die *Business Process Execution Language* ist ein werkzeugunabhängiger Standard im Bereich der Ausführungssprachen und wurde im Jahre 2002

¹⁵⁰vgl. S.26f P. Kuhlang u.a. (2010)

¹⁵¹vgl. S.428ff H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

¹⁵²vgl. S.40 D. Spath (2008)

¹⁵³Heruntergeladen

von <http://doi.ieeecomputersociety.org/cms/Computer.org/dl/trans/ts/2011/02/figures/tts20110202471.gif> (, eingesehen am 08.05.2017)

durch eine Gruppe von großen IT-Unternehmen eingeführt. Als XML-basierte Sprache besitzt die BPEL keine eigene, beziehungsweise keine standardisierte, grafische Repräsentationsform. In jedem BPEL-Tool erfolgt ihre grafische Repräsentation somit anders. Häufig wird beispielsweise auch eine andere Notation, wie zum Beispiel die BPMN, dazu verwendet, einen in der BPEL beschriebenen Prozess graphisch abzubilden. Eine grafische Repräsentationsform ist für das Prozessverständnis auf jeden Fall sinnvoll, da ein reiner XML-Quellcode vor allem im Sinne von Geschäftsprozessmanagement sicher nicht besonders anschaulich dargestellt werden kann. Ursprünglich wurde die BPEL dazu entwickelt, die Lücke zwischen der Beschreibung und Ausführung von Prozessen zu schließen. Abbildung 16 zeigt alle sogenannten „Aktivitäten“ der BPEL, durch welche die Semantik der Sprache definiert ist. Wie anhand der Bezeichnungen der Aktivitäten klar ersichtlich ist, orientiert sich die BPEL in der Sprache stark an den Prinzipien von Programmiersprachen. Besonders die strukturierenden Aktivitäten wie Schleifen, Wiederholungen oder Bedingungen, heben die Blockorientierung der BPEL hervor. Das Merkmal von blockorientierten Sprachen, wie etwa Programmiersprachen, besteht darin, dass aufeinanderfolgende Befehle grundsätzlich hintereinander ausgeführt werden, ohne dass eine explizite Verbindung zwischen den Befehlen bestehen muss¹⁵⁴. In einer graphorientierten Sprache wie der BPMN hingegen muss eine explizite Transition zwischen zwei Aktivitäten definiert werden, um diese hintereinander ausführen zu können¹⁵⁵. Nachteil der Blockorientierung ist die sich ergebende recht starre Struktur für den modellierten Ablauf, was nicht gut zu fachlich modellierten Geschäftsprozessmodellen passt. Ein Vorteil der starren Struktur wiederum ist die bessere Unterstützung der Technik in Bezug auf Fehlerfindung, Qualitätschecks und Korrektheitsprüfungen. Zusammenfassend ist die BPEL eine sehr ausführungsbasierte Sprache für eher technische Prozessmodelle. Im Geschäftsprozessmanagement eignet sich die BPEL mehr für die Phasen der Prozessimplementierung, besonders für Anwendungsfälle im Bereich der Prozessautomatisierung und Prozessausführung durch eine Process Engine. Im Sinne der technischen Prozessausführung wird die BPEL aus diesem Grund auch oft als *der* Standard für die Modellierung betrachtet.

¹⁵⁴vgl. S.99ff D. Werth (2007)

¹⁵⁵vgl. S.97f ebenda

- **BPMN 2.0**¹⁵⁶

Die BPMN 2.0 ist die neueste Version der *Business Process Model and Notation*, einer Modellierungssprache, welche von der Object Management Group (OMG) veröffentlicht wurde. Die OMG ist bereits durch die UML-Notation für Softwaredesign bekannt und hat der BPMN ebenfalls einen sehr hohen Beliebtheitszuwachs beschert. Heutzutage wird die BPMN bei den meisten BPM-Anbietern als Standardsprache verwendet und sie hat sich somit auf breiter Basis als Standard für die Prozessmodellierung durchgesetzt. Das zeigt auch eine Studie zu Geschäftsprozessmanagement-Tools des Fraunhofer Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation aus dem Jahr 2014. Darin unterstützen von den untersuchten Tools 24 die BPMN 2.0 und lediglich 13 die EPK, beziehungsweise 7 die UML¹⁵⁷. Ein wichtiger Grund für die Beliebtheit der BPMN stellt ihre Standardisierung dar, welche ein grundlegendes Ziel bei der Entwicklung der Sprache war. Die Standardisierung und außerdem die automatische Ausführbarkeit durch eine *Process Engine* der Prozesse war besonders im Hinblick der Prozessautomatisierung eine wichtige Zielsetzung. Im Gegensatz zur BPEL, welche als rein technisches Modell geeignet ist, sollte die BPMN als *ausführbares* fachliches Prozessmodell beide Konzepte kombinieren. Im Weiteren und als Folge der vorangegangenen Erklärung, wurde die BPMN mit dem Ziel entwickelt, eine sowohl für IT-Abteilungen als auch Business-Abteilungen verständliche und gemeinsame Sprache zu bilden und damit Kommunikationsbarrieren und Schnittstellen zu verringern.

In ihrer Gesamtheit umfasst die BPMN mehr als hundert Symbole zur Prozessmodellierung, wobei aber bereits die Kenntnis einer Handvoll Symbole ausreicht, um anständige und schon relativ komplexe Prozessmodelle zu erstellen. Das Erlernen der Logik und Semantik erfordert jedoch bereits einen höheren Aufwand, als für eine nicht-standardisierte Sprache. Alle in der BPMN existierenden Symbole sind aus einem Satz von Grund- oder Ur-Elementen abgeleitet, welche in Abbildung 17 aufgelistet sind. Wie in der Abbildung zu erkennen ist, macht die BPMN 2.0 durch sogenannte Pools und Lanes auch vom Konzept der Swimlanes Gebrauch, womit sie sich sehr gut eignet, um funktionsübergreifende Flüsse und Prozessschnittstellen darzustellen, siehe hierzu den Beispielprozess in Abbildung 18. Die große Symbolpalette der Sprache erlaubt die Darstellung sehr komplexer Prozessflüsse mit außergewöhnlichen Prozessabläufen und der Berücksichtigung von Ausnahmesituationen.

¹⁵⁶ ebenda

¹⁵⁷ vgl. S.34 J. Drawehn u.a. (2014)

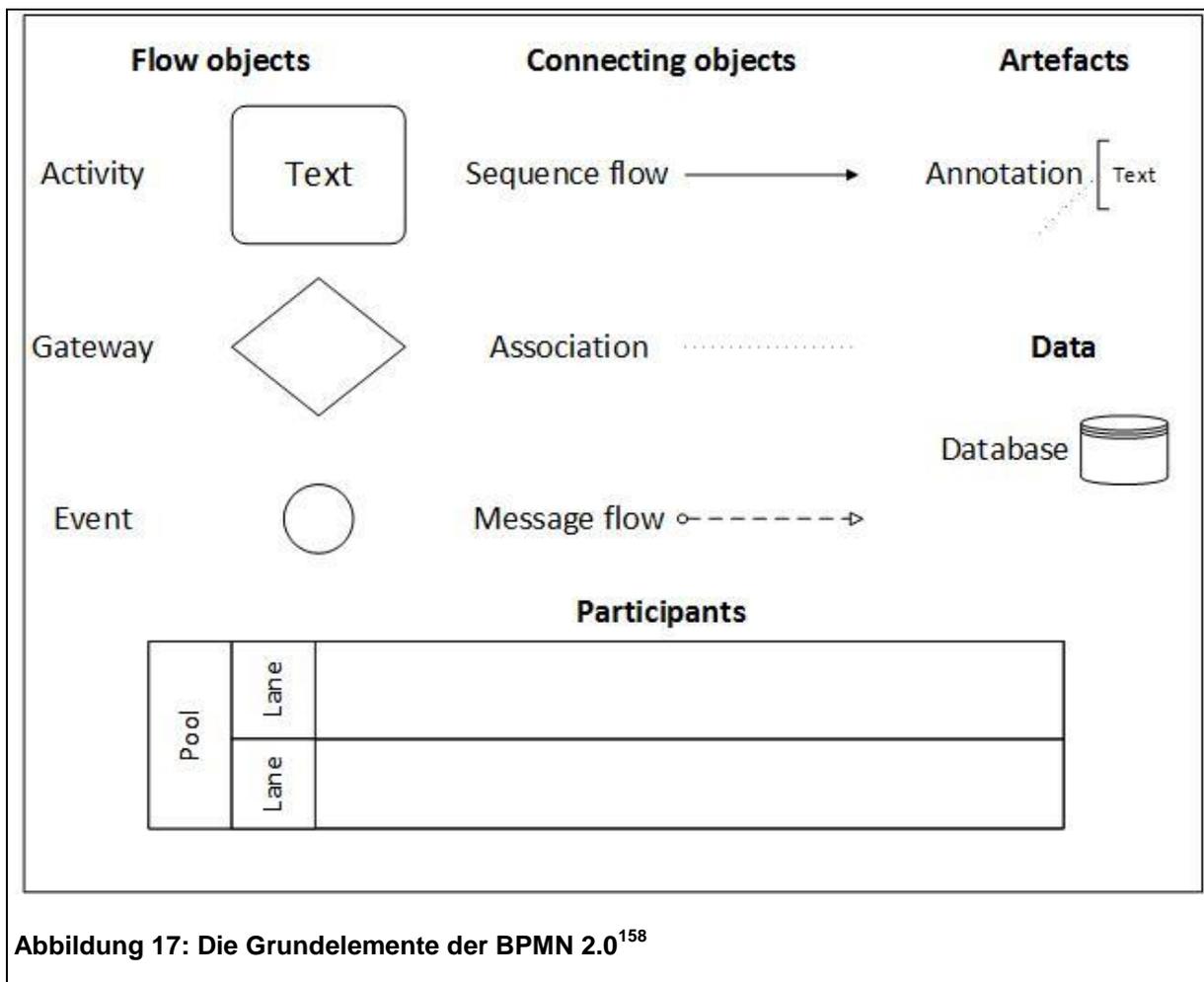


Abbildung 17: Die Grundelemente der BPMN 2.0¹⁵⁸

Bei Verwendung der BPMN sollte beachtet werden, dass diese Sprache ihre Stärken speziell in der Modellierung des Prozessablaufs und der Prozesslogik besitzt. Sie ist somit nicht gedacht für die Visualisierung von Prozesslandkarten, Organigrammen oder anderen Top-Level-GPM-Strukturen. Nach FREUND&RÜCKER ist die BPMN der EPK in der Modellierung, gerade bei der Konkretisierung von Ereignissen, überlegen und sollte für moderne GPM-Projekte daher im Rahmen der Prozessmodellierung immer bevorzugt werden¹⁵⁹. SEIDLMEIER hingegen kritisiert an der BPMN eine fehlende Daten- und Organisationssicht nach Vorbild des ARIS-Konzeptes und sieht hier die EPK im Vorteil. SEIDLMEIER sieht die BPMN auch nicht geeignet für den gelegentlichen Modellierer, aber in Experten Händen als eine mächtige und ausdrucksstarke Methode¹⁶⁰. Nach Meinung des Autors kann die BPMN bei Verwendung der Basiselemente auch für den gelegentlichen Modellierer ein einfach zu handhabendes und zu verstehendes Werkzeug sein. Eine gewisse Einarbeitungszeit wird bei jeglicher Modellsprache erforderlich sein.

¹⁵⁸vgl. S.21 J. Freund, B. Rücker (2012)

¹⁵⁹vgl. S.180f J. Freund, B. Rücker (2012)

¹⁶⁰vgl. S.166f H. Seidlmeier (2015)

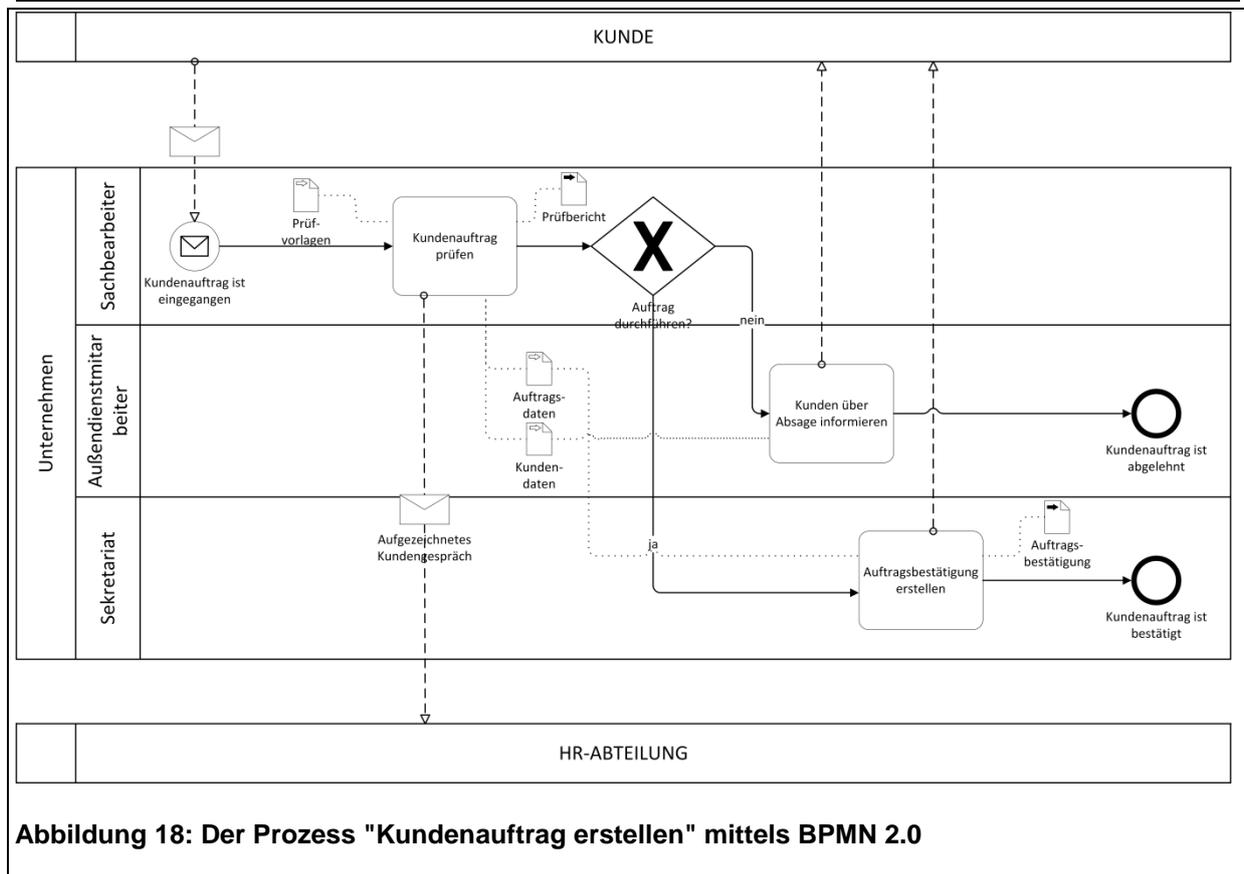


Abbildung 18: Der Prozess "Kundenauftrag erstellen" mittels BPMN 2.0

- **Weitere Sprachen**¹⁶¹

Die bisher genannten und beschriebenen Modellierungssprachen gehören zu den in der Praxis am meisten angewendeten und deren ausführliche Beschreibung wurde somit Priorität gegeben. In einer Studie zu aktuellen GPM-Werkzeugen des *Fraunhofer IAO* und von KUHLANG werden noch weitere im Geschäftsprozessmanagement verwendete Modellierungssprachen erwähnt. Diese werden zwar nicht so häufig wie die vorgestellten Sprachen verwendet, der Vollständigkeit halber im Folgenden anhand von Kurzbeschreibungen aber dennoch vorgestellt.

- **Petri-Netze**¹⁶²

Petri-Netze dienen zur Abbildung dynamischer und parallel ablaufender Prozesse und dienen ursprünglich zur allgemeinen Beschreibung, Analyse und Simulation dynamischer Systeme. Simulieren von Prozessen ist das Hauptanwendungsgebiet von Petri-Netzen.

- **SOM Semantisches Objektmodell**

Diese Modellierungssprache dient zur Modellierung von betrieblichen Informationssystemen in verschiedenen Modellebenen. Ähnlich zum ARIS-Ansatz stellt jede Modellebene das Informationssystem aus einer bestimmten Sicht dar.

¹⁶¹vgl. S.30 P. Kuhlmann u.a. (2010)

¹⁶²vgl. S.43 D. Spath (2008)

- **LOVEM Line of Visibility Enterprise Modeling**
Die LOVEM ist ein Ansatz zur grafischen, kundenfokussierten und angestelltenorientierten Darstellung, Dokumentation und Redesign von Geschäftsprozessen.
- **IUM Integrierte Unternehmensmodellierung**
Die integrierte Unternehmensmodellierung ist eine vom Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung entwickelte Prozesssprache mit Fokus auf der ganzheitlichen Sicht auf den Produktionsprozess eines Unternehmens. Die Organisation und Geschäftsprozesse werden darauf aufbauend konstruiert.
- **KSA Kommunikationsstrukturanalyse**
Die KSA ist eine prozessorientierte Methode zur Analyse und Gestaltung von informationsverarbeitenden Bereichen in Unternehmen. Sie ist vorrangig auf die Modellierung von Büroprozessen ausgerichtet.
- **IDEF3 Integrated Definition**
Die Integrated Definition ist eigentlich eine Zusammenfassung von mehreren Modellierungssprachen, welche nach dem jeweiligen Einsatzgebiet unterschieden werden. Die relevante Sprache IDEF3 eignet sich zur Erfassung und Dokumentation von Prozessen.

Zu guter Letzt muss im Rahmen von Prozessmodellierungssprachen noch unbedingt die MTM-„Sprache“ genannt werden und ausführlich erläutert werden. Da aber die Quantifizierung von Prozessschritten den Kern dieser Sprache bildet, wird sie erst im Abschnitt 3.3.1 im Rahmen der quantitativen Modellierung beschrieben.

Modellierungsebenen:

Wie schon diskutiert, richtet sich die Auswahl der richtigen Notationsform primär nach dem geplanten Einsatzgebiet. Eine Eignung von Modellnotationen und Visualisierungsformen kann sehr gut anhand der Abstraktionsebene der Prozessdarstellung festgestellt werden.

Die oberste Abstraktionsebene der Prozessmodellierung befasst sich mit der Abgrenzung und Identifikation von Geschäftsprozessen des Unternehmens, und damit der Darstellung von sehr umfangreichen Prozessen. Generell werden auf dieser Ebene nur die idealen Standard-Prozessflüsse ohne Berücksichtigung von Ausnahmefällen oder anderen komplexen Inhalten abgebildet. Das häufigste Beispiel von qualitativer Prozessmodellierung auf höchster Abstraktionsebene ist die *Prozesslandschaft*. Die Prozesslandschaft dient der gesammelten Darstellung aller Geschäftsprozesse eines Unternehmens. Das Ziel ist, wertschöpfende Prozessinhalte eines Unternehmens zu identifizieren und darzustellen. Der Fokus liegt dabei mehr auf der Darstellung von Prozessketten und Wertschöpfungszuwächsen und nicht auf

der genauen Ablauforganisation oder Schnittstellen. Aus diesem Grund eignen sich für diese Abstraktionsebene einfache und überblicksmäßige Visualisierungsformen, allen voran die Pfeilformdarstellung.

In den untersten Modellebenen liegt der Modellierungsfokus auf der genauen Darstellung einzelner Prozessabläufe in all ihrer Komplexität und der möglichst genauen Aufarbeitung jeder einzelnen Aktivität innerhalb des Prozesses. Hierfür eignen sich besonders standardisierte und wohldefinierte Modellierungssprachen wie beispielsweise die BPMN 2.0. Je nach benötigtem Detaillierungsgrad und Einsatzzweck sind auch Flussdiagramme oder EPKs noch sinnvoll, um Prozesse in der untersten Ebene abzubilden. Vor allem jedoch, wenn ein Prozessmodell als *technisches* Prozessmodell auch von einer *process engine* ausgeführt werden soll, muss die verwendete Sprache soweit standardisiert sein, dass sie die automatische Ausführung durch die Engine unterstützt.

In den mittleren Abstraktionsebenen eignet sich, je nach Anwendungsfall, die Anwendung von standardisierten Modellierungssprachen oder einfacheren Darstellungsformen gleichermaßen. Auf der mittleren Ebene werden Teilprozesse modelliert. Das Modell sollte dabei schon die grobe Ablauforganisation darstellen sowie teilweise auch die wichtigsten Verantwortungsbereiche und Schnittstellen abbilden. Die Pfeilformdarstellung, gegebenenfalls mit einer erweiterten Symbolpalette, sollte für diese Modellebene meistens ausreichen. Für komplexere Inhalte kann wiederum auf eine einfache Darstellung über Modellierungssprachen zurückgegriffen werden.

Erhebungsmethoden:

Die Erstellung eines Prozessmodells kann nicht ohne einen entsprechenden Informationsinput erfolgen. Dementsprechend ist die Erstellung qualitativer Prozessmodelle immer mit der vorangegangenen oder gleichzeitigen Informationserhebung verbunden. Aus diesem Grund werden in diesem Unterpunkt auch verschiedene Methoden der Informationserhebung im Kontext der qualitativen Prozessmodellierung erläutert. Die Auswahl der Vorgangsweise zur Informationserhebung hat direkte Auswirkungen auf die Qualität, den Informationsgehalt und die Aktualität des entstehenden Prozessmodells, wie nachfolgend verdeutlicht wird.

In ihrem Leitfaden zum Geschäftsprozessmanagement unterscheiden DUMAS ET AL. drei wesentliche Techniken der Informationserhebung, welche jeweils unterschiedliche Vor- und Nachteile aufweisen. Diese Techniken sind namentlich die *evidence-based discovery*, die *interview-based discovery* und die *workshop-based discovery*.

- **Evidence-Based Discovery**¹⁶³

Diese Art der Informationssammlung stützt sich auf die Existenz von Belegen im Unternehmen. Die Definition von „Beleg“ reicht dabei von jeglicher Dokumentation innerhalb des Unternehmens bis zum Beleg eines Prozessablaufs durch persönliche *visuelle Bestätigung* durch einen Betrachter. Innerhalb der Evidenz-basierten Informationserhaltung unterscheiden DUMAS ET AL. wiederum die drei empfohlenen Methoden *Dokumentenanalyse*, *Beobachtung* und *Automatic Process Discovery*.

Durch die *Dokumentenanalyse* wird die existierende Dokumentation eines Unternehmens zu Nutze gemacht. Innerhalb des Unternehmens lässt sich für gewöhnlich genug Dokumentationsmaterial zusammentragen, um es einem Prozess zuzuordnen. Jedoch sind die Dokumente üblicherweise nicht in einer prozessorientierten Art und Weise organisiert, beziehungsweise verfügbar. Das extremste Beispiel stellen hier Organigramme dar, welche natürlich funktions- und nicht prozessorientiert sind. Dokumentationsmaterial auf dieser Abstraktionsebene ist oft zu abstrakt und oberflächlich, um mehr als eine grobe Idee der existierenden Prozesse zu erhalten. Eine sehr produktionsbezogene Dokumentation von Unternehmen lässt sich in Stücklisten, technischen Zeichnungen, Montage- und Arbeitsplänen finden. Diese Dokumente zeigen einen Prozessablauf wiederum oft zu detailliert für die Modellierung. Zu guter Letzt ist bei der Dokumentenanalyse immer auf die Aktualität und Glaubwürdigkeit des zur Verfügung gestellten Materials zu achten, denn Dokumente bilden mehr als oft nicht die Realität des Prozessablaufs dar. Als Praxisbeispiel sei die Prozessbeschreibung durch das Qualitätsmanagement in vielen Unternehmen genannt. Im Rahmen von Prozesszertifizierungen werden Prozesse einmalig erhoben und dokumentiert. Wenn diese Prozesse jedoch nicht gelebt und kontinuierlich überwacht, beziehungsweise angepasst werden, dann stellt die Dokumentation nicht die Ist-Situation des Unternehmens dar. Ein Vorteil der Dokumentenanalyse ist jedoch, dass ein Prozessanalyst diese Verwenden kann um rasch einen groben Überblick über bestimmte Prozessbereiche zu bekommen, beziehungsweise einen Soll-Zustand zu erfassen.

Bei der Informationserlangung durch *Beobachtung* versucht der Prozessanalyst den Prozessablauf durch direkte Verfolgung eines Prozessobjektes im Zeitablauf zu entdecken. Bei dieser Vorgangsweise kann der Analyst einerseits das Prozessgeschehen *aktiv* aus der Kundenperspektive analysieren, oder *passiv* als außenstehender Beobachter. Die Einnahme der Kundenperspektive ist besonders nützlich, um die Grenzen des Prozesses und seine Schnittstellen mit der Umgebung aufzuzeigen. Jedoch lässt sich dadurch nicht erkennen, wie der gesamte Prozess im Detail funktioniert. Als passiver Be-

¹⁶³vgl. S.161ff M. Dumas u.a. (2013)

obachter ist die Möglichkeit gegeben den gesamten Prozessablauf zu verstehen und zu erkennen, dieser Ansatz erfordert jedoch den Zugang zu allen beteiligten Personen und Orten. Ein weiterer Aspekt ist, dass Menschen unter Beobachtung oft anders arbeiten, womit die Beobachtung ein falsches Bild der sonst üblichen Prozessabläufe geben kann.

Zuletzt schneiden DUMAS ET AL. noch die Methode der automatischen Prozess-erhebung an. Diese Methode beruht auf dem Ansatz, dass in Unternehmen ablaufende Prozesse sehr eng mit unterstützenden IT- und Supportsystemen verknüpft sind. Die Extraktion, Ver- und Auswertung der im Laufe eines Prozesses erzeugten Daten soll rückführend eine automatische Erhebung des Prozessablaufes ermöglichen. Dieser Ansatz ist verwandt mit dem Konzept des *data mining*. Voraussetzung für die Anwendung ist ein Dateninformationsgehalt, welcher die extrahierten Daten eindeutig einem definierten Prozessfall, einer definierten Prozessaktivität und einem definierten Zeitpunkt zuordnen kann.

- **Interview-Based Discovery**¹⁶⁴

Selbsterklärend basiert diese Form der Informationserlangung auf dem Durchführen von Interviews mit Prozessbeteiligten, beziehungsweise Stakeholdern. Bei dieser Vorgangsweise kommt die in Abschnitt 2.1.5 erläuterte Problematik der Kommunikation zwischen dem Prozessanalysten und dem Domain Expert zum Tragen. Um Prozesse aus möglichst objektiver Sicht erfassen zu können ist es dringend empfohlen, mehrere Interviews mit verschiedenen Domain Experts zu führen, um subjektive Einflüsse und Verzerrungen des Prozesses zu vermeiden.

Grundsätzlich können bei der zeitlichen Durchführung der Interviews zwei Vorgehensweisen identifiziert werden. Im einen Fall werden die Interviews in der Abfolge des Prozesses geführt, das heißt vom Prozessstart bis zum Prozessende. Durch diese Methodik kann die Art und Weise der zeitlichen Abarbeitung des Prozessobjektes festgestellt werden. Im anderen Fall werden die Interviews derart geführt, dass der Prozess rückwärts, also vom fertigen Produkt oder Ergebnis aus, bis zum Prozesstrigger abgearbeitet wird. Diese Methodik hat den Vorteil, dass sie sichtbar macht, welche Input- und Leistungsanforderungen eines Prozessschrittes an den vorhergehenden Schritt bestehen.

Bei der Prozesserhebung durch Interviews besteht die große Herausforderung des Prozessanalysten darin, die richtigen Informationen aus den Antworten der Domain Experts zu extrahieren. Dies ist keine triviale Aufgabe, da jeder Mensch anders kommuniziert, sich anders ausdrückt, gegebenenfalls verschiedene Fachausdrücke verwendet werden, oder eine Frage unterschiedlich

¹⁶⁴vgl. S.162ff M. Dumas u.a. (2013)

aufgefasst werden kann. Für den Interviewer ist es also wichtig, die richtigen Fragen zu stellen, was Erfahrung und Übung erfordert. Grundsätzlich ist das Interview strukturiert oder unstrukturiert durchführbar, wobei beide Ansätze ihre Stärken und Schwächen aufweisen. Unstrukturierte Interviews sind meist angenehmer für die Interviewten da sie denn Prozess dadurch in einer für sie angenehmen und passenden Art und Weise beschreiben können. Strukturierte Interviews sind besser für zielgerichtete Interviews, können aber gleichzeitig das Gefühl einer Checklistenabarbeitung erzeugen und infolgedessen zur Informationsenthaltung durch den Domain Expert führen, falls bestimmte spezifische Fragen nicht gestellt oder vergessen werden.

Die Interview-basierte Informationserhebung ist eine sehr effektive, aber auch sehr aufwendige Methode. Sie ist sehr gut geeignet, um einen detaillierten und umfangreichen Einblick in das Prozessgeschehen zu erlangen, aber dafür sehr ressourcenintensiv. Sie erfordert die Bereitstellung von genügend Zeitressourcen seitens des Analysten und seitens der Prozessbeteiligten. Üblicherweise sind bis zum Endzustand mehrere Iterations- und Überarbeitungsschritte des Prozessmodells, und damit mehrere Interviews und Feedbackrunden mit dem Domain Expert, notwendig.

- **Workshop-Based Discovery**¹⁶⁵

Die Workshop-basierte Prozesserhebung ermöglicht eine sehr umfangreiche Informationserhebung anhand von Gruppendiskussionen. Der erhöhte Einsatz an Personalressourcen auf der Seite der Prozessbeteiligten erfordert jedoch auch einen erhöhten Bedarf an Rollen seitens der Analysten. Der Workshop sollte von einem erfahrenen Moderator geleitet werden, während ein zweiter Prozessanalyst beispielsweise für die simultane Modellierung zuständig ist. Die Effektivität eines Workshop-basierten Ansatzes ist stark von der workshop-internen Organisation und vor allem dem emotionalen Klima innerhalb der Gruppe abhängig. Die Existenz eines offenen Klimas innerhalb der befragten Gruppe ist Grundvoraussetzung, um einen Prozess aus allen möglichen Perspektiven zu beleuchten, beziehungsweise keine Information auszulassen. Strikte hierarchische Beziehungen zwischen den Beteiligten können dabei ein Problem darstellen.

Prozessdesign:

Bei Process-Redesign-Projekten oder der Konzipierung völlig neuer Prozesse bedarf es anderer Ansätze als bei der erstmaligen Prozessidentifikation bestehender Prozesse. Im Gegensatz zur Dokumentation bereits existierender Prozesse kommt es hier direkt zur Erhebung eines Soll-Zustandes, dessen Implementierung anschlie-

¹⁶⁵vgl. S.164f M. Dumas u.a. (2013)

ßend Ziel der weiteren Schritte sein muss. Einen neuen Prozess „auf die grüne Wiese“ zu setzen kann somit ohne entsprechende Methodiken oder einer organisierten Vorgehensweise zu einem unnötig schweren und chaotischen Unterfangen mit fragwürdigem Ergebnis führen. Natürlich kann die Prozesskonzeption jederzeit als rein kreative Aktivität gesehen werden, im Hinblick auf die limitierenden Faktoren Zeit, Kosten, Qualität und Flexibilität sollte die Verwendung systematischer Ansätze jedenfalls in Betracht gezogen werden.

- **Produkt-basiertes Prozessdesign**¹⁶⁶

Produkt-basiertes Prozessdesign, wie es von DUMAS ET AL. als „revolutionärer“ Ansatz beschrieben wird, konzeptioniert einen neuen Prozess ausgehend von einem leeren Blatt Papier. Da kein bereits existierender Prozess als Basis für die Neukonzeptionierung dienen kann, liefert diesem Ansatz zufolge stattdessen das Ergebnis oder Produkt des Prozesses die nötigen Informationen dazu, wie der Prozess idealerweise aufgebaut sein sollte. DUMAS ET AL. zufolge ist Produkt-basiertes Prozessdesign spezifisch für das Design von Prozessen mit informationellen Produkten entwickelt worden. Ähnlich einer Stücklistenstruktur oder Produktstruktur in der Produktionslehre wird bei diesem Ansatz das Prozessprodukt analysiert und in ein *Produktdatenmodell* überführt. Anhand dieses Modells soll anschließend ein optimaler Prozessablauf gefunden werden. Speziell gliedert sich das Produkt-basierte Prozessdesign in die iterativ zu durchlaufenden Phasen *Rahmendefinition*, *Analyse*, *Design* und *Evaluierung*.

Die Analysephase stellt mit der Analyse des Produktes und der Erstellung des Produktdatenmodells den Kern dieses Ansatzes dar. Ausgehend von der Produktspezifikation wird das Produkt in einzelne Informationselemente und ihre logischen Abhängigkeiten aufgespalten. Das Ergebnis ist eine Produktdatenstruktur, welche der eines Baumdiagrammes ähnelt.

In der Design-Phase werden, basierend auf dem abgeleiteten Produktdatenmodell, ein oder mehrere Prozesskonzepte entworfen und anschließend in der Evaluierungsphase auf Fehler überprüft und gegeneinander abgewogen. Die im Produktdatenmodell aufgezeigten logischen Abhängigkeiten und Relationen unterstützen die Findung eines möglichst effizienten und damit schlanken Designs. Anders herum gesagt, darf eine Aktivität auch nur in solch einer Art in den Prozess eingefügt werden, dass diese die Abhängigkeiten zwischen den Informationselementen beachtet. Auch die Definition von Prozessleistungsparametern im Vorhinein der Konzeption kann bei der Festlegung der

¹⁶⁶vgl. S.278ff M. Dumas u.a. (2013)

chronologischen Abfolge oder Priorisierung einzelner Prozessschritte hilfreich sein.

- **Heuristisches Prozess-(Re-)design**¹⁶⁷

Neben dem produktbasierten Prozessdesign behandeln DUMAS ET AL. auch eine Design-Methode, welche auf erfahrungsbasierten und praxiserprobten Heuristiken beruht. Ein solches Prozess-Design-Projekt gliedert sich typischerweise in die Phasen *Initiate*, *Design* und *Evaluate*. Während die *Initiate*-Phase mit eher organisatorischen Problemen wie etwa der Erstellung des Projektteams befasst ist, sind die Phasen *Design* und *Evaluate* aus Sicht der Prozesserstellung besonders interessant. In der *Design*-Phase kommt es zur Anwendung einer fixen Liste von Design-Heuristiken zur Bestimmung von potentiell prozessoptimierenden Änderungen des aktuellen Prozesses. Für alle existierenden Heuristiken muss zuerst geprüft werden, ob diese für den konkreten Fall anwendbar sind und einen wünschenswerten Ausgang haben könnten. Bei Erwägung der verwendbaren Heuristiken ist auch zu prüfen, welche der Heuristiken miteinander kombinierbar sind. Damit ergeben sich verschiedene Prozessszenarios, beziehungsweise Prozessalternativen, welche sich aus verschiedenen Heuristiken zusammensetzen. In der *Evaluate*-Phase geht es nun darum, die verschiedenen Redesign-Szenarien gegeneinander qualitativ und quantitativ abzuwägen. Ein valides Ergebnis dieser Evaluierungsphase kann im Übrigen auch die Erkenntnis sein, dass keines der erarbeiteten neuen Prozessszenarios eine wünschenswerte Performance-Verbesserung des bestehenden Prozesses bewirkt. In diesem Falle muss erwogen werden wieder in die *Design*-Phase zurückzuschreiten, die Prozessziele herunterzuschrauben oder gar das Projekt damit zu beenden.

Die Liste der Heuristiken nach DUMAS ET AL. umfasst eine Klassifizierung in die sieben Kategorien Kunden, Geschäftsprozessausführung, Geschäftsprozessverhalten, Organisation, Information, Technologie und externe Einflüsse. Innerhalb der Kategorien gibt es themenspezifische Heuristiken. In der Kategorie der kundenorientierten Heuristiken finden sich beispielsweise die *Allokation von Kontrolle*, *Reduktion der Kontakte* und *Integration*.

3.2.2 Analyse

Die qualitative Prozessanalyse ist die erste anzuwendende Methode, um einen tieferen Einblick über die Effektivität des Prozesses zu erhalten. Sie ist somit fokussiert auf das Identifizieren und Ausbessern von Problembereichen innerhalb des Prozes-

¹⁶⁷vgl. S.262ff ebenda

ses, ohne auf genaue quantifizierte Schätzungen von Zeiten oder Kosten einzugehen. Die qualitative Analyse kann auf einem qualitativen Modell basieren und hilft zum Beispiel dabei, einen Prozess durch Elimination von nicht-wertschöpfenden Inhalten „schlanker“ zu gestalten. Folgend werden einige der bekanntesten Analysemethoden beschrieben.

- **Modellanalyse/Semantikcheck**¹⁶⁸

Basierend auf der qualitativen Prozessmodellierung sollte vor Durchführung von weiterführenden Analysen grundsätzlich erst die Analyse des Modells selbst erfolgen. Das Modell muss nach verschiedenen Aspekten, wie etwa der richtigen Semantik oder der Beinhaltung aller Prozessaktivitäten, auf Vollständigkeit und Korrektheit überprüft werden. Nur durch ein positives Ergebnis dieser ersten Modellanalyse kann auch die Zweckmäßigkeit, Korrektheit und Effektivität weiterer Analyseschritte und Analysemethoden garantiert werden.

- **Benchmarking**

Das *Benchmarking* beschreibt das Vergleichen des vorhandenen Unternehmens- oder Prozessmodells mit einer Referenz. Diese Referenz könnte zum Beispiel der Prozessablauf eines Wettbewerbers oder des Branchenführers sein. Durch den Vergleich der eigenen Abläufe mit einer Referenz werden Problemstellen und Optimierungspotenziale auf abstrakten Ebenen, beispielsweise der Ablauforganisationsebene, schnell sichtbar und zeigen gleichzeitig Best-Practice Anwendungen der Wettbewerberschaft auf. Benchmarking ist eine theoretisch sehr einfache Methode, um die Effektivität der eigenen Prozesse gegenüber einem *Vorbild* zu bewerten. Jedoch kann sich der Erwerb geeigneter Vergleichsprozesse als besondere Herausforderung erweisen. Referenzmodelle, wie sie in Abschnitt 3.1.4 bereits ausführlich beschrieben wurden, sind in dieser Hinsicht zwar leicht zu bekommen, bilden ein Unternehmen jedoch oft nur auf einer sehr hohen Abstraktionsebene ab. Da sich Unternehmensmodelle auf hoher Abstraktionsebene oft nur geringfügig unterscheiden, ist die Eignung für Benchmarkingzwecke teilweise begrenzt. Andererseits geben Unternehmen natürlich auch nicht freiwillig die detaillierten Prozessbeschreibungen ihrer Prozesse preis. Gerade der Vergleich dieser Prozessabläufe wäre jedoch für Benchmarking-Analysen am besten geeignet.

- **Wertschöpfungsanalyse (Value-Added Analysis)**¹⁶⁹

Die *Wertschöpfungsanalyse* ist eine der grundlegenden qualitativen Analysemethoden zur Identifikation und Elimination von Verschwendung im Unter-

¹⁶⁸vgl. H. Seidlmeier (2015)

¹⁶⁹vgl. S.185ff M. Dumas u.a. (2013)

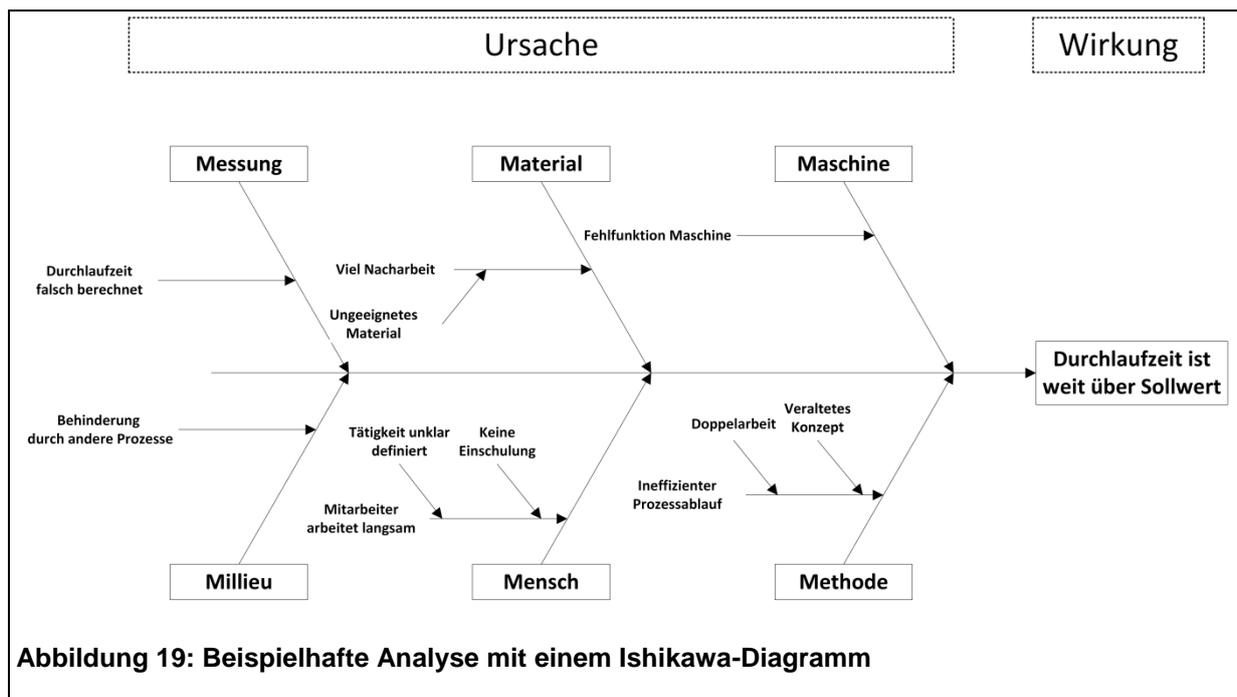
nehmen. Über die Definition wertschöpfender und nicht-wertschöpfender Prozessinhalte werden Ineffizienzen und unnötige Schritte im Prozessablauf aufgedeckt und sollten in weiterer Folge eliminiert werden. Grundvoraussetzung für die Anwendung dieser Analysemethode ist die vollständige Bekanntheit des Prozessablaufs, womit die qualitative Modellierung sich gut als Basis für diese Methode eignet.

Die Wertschöpfungsanalyse teilt sich in die zwei Phasen Kategorisierung und Elimination von Verschwendung auf. Liegt der detaillierte Prozessablauf vor, so ist es die Aufgabe des Analysten, jeden Prozessschritt, beziehungsweise jede Aktivität, hinsichtlich der Wertschöpfung oder Kundenrelevanz zu klassifizieren. Üblicherweise werden die Aktivitäten als eine der drei folgenden Kategorien ausgewiesen:

- *Wertschöpfende Tätigkeit:*
Eine solche Aktivität trägt direkt zur Erhöhung der Wertschöpfung für den Kunden bei. Anders könnte man sagen, dass ein Kunde bereit wäre, für diese Aktivität zu zahlen.
- *Unternehmenswertschöpfende Tätigkeit:*
Diese Aktivität erzeugt zwar nicht direkt eine Wertschöpfung für den Kunden, ist aber für die Bearbeitung des Prozesses erforderlich oder trägt sonst wie für einen Wertschöpfungszuwachs innerhalb des Unternehmens bei.
- *Nicht-wertschöpfende Tätigkeit:*
Jegliche Aktivität, welche nicht den vorangegangenen zwei Kategorien zugeordnet werden kann und somit auch in keiner Weise wertschöpfend sein kann.

Nach erfolgter Kategorisierung der einzelnen Aktivitäten eines Prozesses muss nun überlegt werden, wie nicht-wertschöpfende Tätigkeiten eliminiert werden können. Im idealen Fall kann eine solche Aktivität einfach aus dem Prozessablauf entfernt werden. Sollte eine vollständige Elimination nicht möglich sein, so sollte die Aktivität bezüglich der benötigten Ressourcen zumindest minimiert werden. Bei der Elimination nicht-wertschöpfender Tätigkeiten ist auch deren Auswirkung auf andere Aktivitäten des Prozesses zu beachten und zu bewerten. Oft kann eine Elimination nur durch Änderung des gesamten Prozessablaufs erfolgen.

Typische Beispiele für nicht-wertschöpfende Aktivitäten sind beispielsweise Aktivitäten zur Vorbereitung von Tätigkeiten, so wie das Aufräumen des Arbeitsplatzes. Jede Art der Verzögerung oder des Wartens sind genauso wenig wertschöpfend wie Aktivitäten, die durch Fehler in der Prozessausführung zum *Versagen* führen. Dazu gehören etwa die Nacharbeit oder der Rückruf von Teilen. Besonders zu beachten ist auch die Tatsache, dass *interne Kontrollen* und *Prüfungen* ebenfalls als Verschwendungen klassifiziert werden, da ihre



Notwendigkeit auf Ineffizienzen im Produktionsprozess zurückzuführen ist. Ein ideal und perfekt ablaufender Prozess sollte keine internen Qualitätskontrollen erfordern und macht diese somit (theoretisch) überflüssig¹⁷⁰.

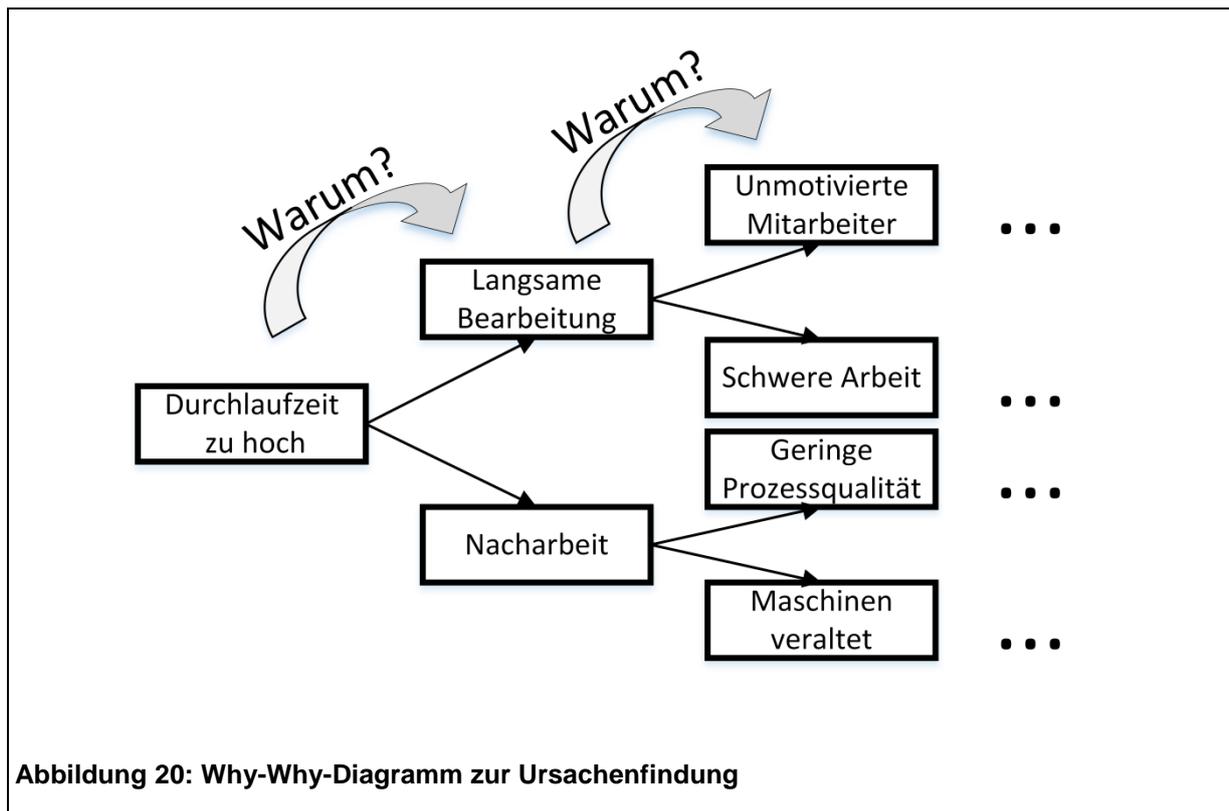
- **Ishikawa-Diagramm**¹⁷¹

Das *Ishikawa-Diagramm* ist auch bekannt unter Namen wie *Ursache-Wirkungs-Diagramm* oder *Fischgrätendiagramm*, aufgrund der visuellen Ähnlichkeit des Diagrammes mit Fischgräten. Es gehört zur Methodensammlung der *Ursache-Wirkungs-Analysen*, welche das Ziel haben, die grundsätzlichen Ursachen für bestimmte Probleme oder ungewollte Ereignisse zu finden. Sie sind nicht auf das Gebiet des Geschäftsprozessmanagements beschränkt, sind in diesem Gebiet aber dazu geeignet herauszufinden, welche Probleme einen Prozess an einer höheren Prozessleistung hindern.

Ishikawa-Diagramme geben den Zusammenhang zwischen einem gegebenen negativen Effekt und den erzeugenden Ursachen an. Dabei werden, ausgehend von einem gegebenen Prozessproblem, mögliche Ursachen und Ursachen der Ursachen gesucht. Um die Suche nach Ursachen zu vereinfachen wird oft von bestimmten Ursachenkategorien ausgegangen, welche dann als Richtlinie für die Ursachenfindung durch Brainstorming genommen werden. Eine häufige Kategorisierung der Ursachen erfolgt anhand der sogenannten *6Ms*, *Maschine*, *Methode*, *Material*, *Mensch*, *Messung* und *Milieu*. Diese Kategorisierung wurde auch im Beispiel der Abbildung 19 verwendet. Die Kategorisierung ist auch äußerst hilfreich dabei, die gefundenen Problemursachen

¹⁷⁰vgl. S.146 K.W. Wagner, G. Patzak (2015)

¹⁷¹vgl. S.191ff M. Dumas u.a. (2013)



später bestimmten Prozessinhalten zuzuordnen. Neben primären Problemursachen, welche direkte Auswirkungen auf das definierte Problem haben, ist zeitweise auch die Findung von sekundären Problemursachen, welche sich auf die primären auswirken, hilfreich.

- **Why-Why-Diagramm**¹⁷²

Why-Why-Diagramme, auch *Baumdiagramme* genannt, gehören ebenfalls zu den Methoden der Ursache-Wirkungs-Analysen. Ziel ist das Aufzeigen von verketteten Ursache-Wirkungs-Beziehungen, welche schlussendlich zu einem bestimmten negativen Effekt führen. Das in Abbildung 20 dargestellte Prinzip der Methodik besteht darin, sich die Frage: „*Warum passiert etwas?*“, rekursiv und wiederholend zu stellen, bis man an die Hauptursache für ein Problem gelangt. Entsprechend dem *five-Why*-Prinzip wird es als ausreichend erachtet, sich die *Warum*-Frage fünf Mal zu stellen, um an die Hauptursache zu kommen. *Why-Why-Diagramme* sind hilfreich zur Strukturierung von Brainstorming-Runden in der qualitativen Analyse.

- **Issue-Register**^{173,174}

Das von DUMAS ET AL. beschriebene *Issue-Register* ist im Grunde genommen eine Aufzählung der im Lauf der Prozessanalyse gefundenen Problemursa-

¹⁷²vgl. S.196ff M. Dumas u.a. (2013)

¹⁷³vgl. S.198ff M. Dumas u.a. (2013)

¹⁷⁴vgl. S.158ff K.W. Wagner, G. Patzak (2015)

chen und kann als Komplement zu den Ursache-Wirkungs-Analysen gesehen werden. Die von WAGNER&PATZAK vorgestellte *Liste der Verbesserungspotenziale (LVP)* zeigt hohe Ähnlichkeiten dazu und wird dem Issue-Register somit gleichgesetzt. Neben der zentralen Dokumentierung der im Laufe einer Analyse gefundenen Probleme, beziehungsweise Ursachen, dient das Issue-Register vor allem auch der Feststellung, wie hoch sich ein bestimmtes Problem auf den Prozess auswirkt und wie die gefundenen Probleme gegeneinander priorisiert werden sollen. Es ist auch zweckmäßig, die Problemursachen bezüglich ihres Aufwandes zur Problemlösung zu bewerten.

- **Pareto-Analyse**^{175,176}

Ebenfalls von DUMAS ET AL. sowie WAGNER&PATZAK als Basis-Analysewerkzeug genannt wird die *Pareto-Analyse*. Das Pareto-Diagramm basiert auf dem Pareto-Prinzip welches besagt, dass in der Regel 20% der Probleme oder Fehlerarten für 80% der Auswirkungen verantwortlich sind. Anhand des Pareto-Diagrammes lässt sich der Beitrag einer bestimmten Problemursache an der Gesamtheit der Ursachen visualisieren.

Die Pareto-Analyse kann aufbauend auf die Erstellung des Issue-Registers erfolgen, um die erhaltenen Ergebnisse grafisch zu visualisieren und damit besser verständlich zu machen. Ein Nachteil der Pareto-Analyse ist, dass diese die zugrundeliegenden Probleme, Ursachen, oder andere Einheiten nur in einer Dimension, beispielsweise den Kosten oder der Bearbeitungszeit, bewerten. Daher kann es sinnvoll sein, mehrere Pareto-Diagramme in unterschiedlichen Bewertungsdimensionen anzufertigen.

Zusammen mit den Ursache-Wirkungs-Diagrammen und der Liste der Verbesserungspotenziale gehört die Pareto-Analyse zu den *sieben elementaren Qualitätswerkzeugen (Q7)*, welche ihr Anwendungsgebiet weit über das Geschäftsprozessmanagement hinaus haben und in jedem Unternehmen zu den Standard- und State-of-the-Art-Werkzeugen des Qualitätsmanagements gehören. Neben den beschriebenen Methoden gehören zu den Q7 die *Stratifikation*, das *Histogramm*, die *Qualitätsregelkarte* und das *Korrelationsdiagramm*¹⁷⁷.

3.3 Quantitative Methoden

Wenn der Fokus von der reinen Modell- oder Problemdarstellung auf die Quantifizierung von Prozessmessgrößen und Effizienzdokumentation übergeht, dann sind qualitative Modelle und Analysemethoden, bis auf einige Fälle, nicht mehr geeignet. Quantitative Modellierungsmethoden zielen darauf ab, numerische Daten und Infor-

¹⁷⁵vgl. S.201ff M. Dumas u.a. (2013)

¹⁷⁶vgl. S.107f K.W. Wagner, G. Patzak (2015)

¹⁷⁷vgl. S.157 ebenda

mationen über einen Prozess zu sammeln und darzustellen, während quantitative Analysemethoden darauf aufbauend die Frage zu beantworten versuchen, *wie viel ein Prozess hinsichtlich einer bestimmten Bezugseinheit kostet*.

Durch die Anwendung von quantitativen Modellierungs- und Analysemethoden für Prozesse kann die Prozessleistung aufgezeigt und bewertet werden und damit die Basis für das Prozesscontrolling und die Phase *Process Monitoring and Controlling* des Prozesslebenszyklus gebildet werden. Im Gegensatz zu den qualitativen Methoden ist die Grenze zwischen quantitativen Modellierungs- und Analysemethoden nicht klar definiert. Oft gehören Modellierung und Analyse zu einer quantitativen Methode und sind unter Umständen untrennbar miteinander verbunden.

3.3.1 Modellierung

Die quantitative Prozessmodellierung ist – im Gegensatz zur reinen Visualisierung des Prozessablaufes und der Prozessausführung wie bei der qualitativen Modellierung – rein als Basis für die Prozessverbesserung zu sehen, um den Prozess schlussendlich, wie DUMAS ET AL.¹⁷⁸ aufzeigen, *schneller, günstiger und besser* zu machen. Dies geschieht, indem die drei Dimensionen der Prozessleistung *Zeit, Kosten* und *Qualität* durch eine Reihe von Schlüsselkennzahlen (engl.: key performance indicators KPIs) quantifiziert und somit bewertbar gemacht werden.

- **Erweiterung qualitativer Modelle**

Die wohl zeitsparsamste Methode der quantitativen Prozessmodellierung stellt die Erweiterung oder Abänderung qualitativer Modelle dar. Die meisten Modelle und Sprachen erlauben in irgendeiner Art und Weise das Hinzufügen von kennzahlenbasierten Informationen in das Prozessmodell. Beispielsweise können Zykluszeiten oder Durchlaufzeiten entlang des Kontrollflusses oder als textuelle Annotation angegeben werden, oder Auftretens- und Durchführungswahrscheinlichkeiten für bestimmte Entscheidungswege angezeigt werden.

In jedem Fall können auf diese Weise jedoch immer nur sehr rudimentäre quantitative Modelle erstellt werden und für eine detaillierte Leistungsanalyse sind in jedem Fall anständige quantitative Modellierungsmethoden vorzuziehen. Für die Erstellung quantitativer Modelle können qualitative Modelle immer als solide Wissens- und Informationsbasis für die Erstellung des numerischen Modells genutzt werden.

¹⁷⁸vgl. S.213 M. Dumas u.a. (2013)

- **Value Stream Mapping (Wertstromanalyse)**¹⁷⁹

Das Value Stream Mapping ist eine Teilmethode der Wertstromanalyse, welche wiederum primär ein Werkzeug zur Ablauf- und Durchlaufzeitoptimierung in produzierenden Unternehmen ist. Die Wertstromanalyse wird dazu verwendet, bestehende Prozesse in Supply Chain und Produktion zu modellieren, auf Schwachstellen zu analysieren und Verbesserungsmaßnahmen auszuarbeiten und einzuleiten. Hauptziel des Verfahrens ist entsprechend der Lean-Denkweise die Eliminierung von Verschwendung im Unternehmen.

Value Stream Mapping als Teil der Wertstromanalyse konzentriert sich auf die Modellierung und transparente Darstellung des Wertstroms im Unternehmen. Die Grundidee besteht in der Einnahme der Kundensicht um, ausgehend vom Versand, den Produktionsprozess Schritt für Schritt aufzuzeichnen. Als Ergebnis können aus dem für die Wertstromanalyse typischen Wertstromdiagramm bestehende Verschwendungen im Ist-Zustand aufgezeigt werden. Als lang etablierte Analysemethode verfügt das Wertstromdiagramm über Symbole mit definiertem Inhalt, welche jede Prozessaktivität und Prozessteilnehmer in der Bearbeitungsreihenfolge des Produktes repräsentieren und abbilden. Charakteristisch für das Value Stream Mapping ist auch die Aufnahme von Durchlaufzeiten und Wertschöpfungsanteilen bei der Erstellung des Wertstromdiagramms. Die Frage danach, wie ein bestimmtes Teil produziert wird, leitet die Wertstromanalyse durch alle Aktivitäten in der Produktion. Abbildung 21 zeigt ein Wertstromdiagramm.

Für das Erstellen von Wertstromdiagrammen ist eine definierte Vorgangsweise vorgeschrieben. Da Kundenorientierung bei der Wertstromanalyse oberste Priorität hat, ist das Erfassen der Kundenanforderungen im ersten Schritt durchzuführen. Die Kundenforderungen umfassen dabei auch Daten wie Nachfragemengen, Nachfragefrequenzen, Bedarfsschwankungen, Transportmedien, Lieferentfernungen oder Besonderheiten wie eine Just-in-Time-Lieferung. Erst im Weiteren kommt es zur Wertstromaufnahme bei einem oder mehreren Rundgängen durch die Produktion, ausgehend vom Versand dem Materialfluss entgegengesetzt zurückfolgend. Alle Prozessschritte werden im Ist-Zustand erfasst und um entsprechende Informations-, Materialflüsse, Zeiten und Bestände ergänzt.

¹⁷⁹vgl. S.139ff T. Becker (2008)

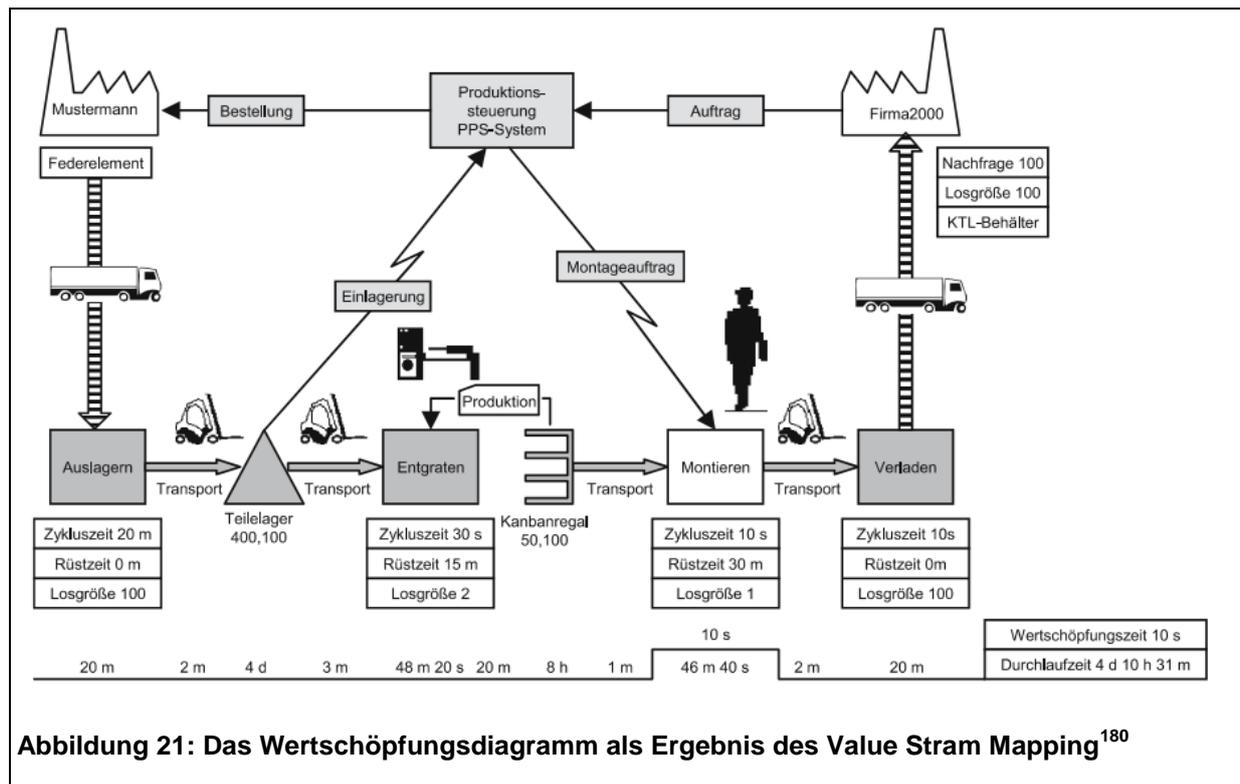


Abbildung 21: Das Wertschöpfungsdiagramm als Ergebnis des Value Stream Mapping¹⁸⁰

Im Sinne einer Prozessarchitektur kann ein Wertstromdiagramm in verschiedenen Betrachtungsebenen eingesetzt und dargestellt werden und damit die Unternehmensprozesse in unterschiedlichen Detailstufen und Horizonten optimieren, wie Abbildung 22 nach BECKER zeigt. So kann die Wertstromanalyse beispielsweise nur für eine kleine Produktionszelle durchgeführt werden oder für eine gesamte Supply Chain.

Die Wertstromanalyse bietet den Vorteil, dass sie leicht verständlich und erlernbar ist und das Value Stream Mapping als „Prozesssprache“ international angewandt und verstanden wird. Value Stream Mapping eignet sich besonders für die Darstellung von materialflussintensiven Aufgabenstellungen, jedoch aufgrund steigender Unübersichtlichkeit mit Beschränkungen hinsichtlich der Anzahl der Materialflüsse. Informationsverarbeitungsschritte mit komplizierten Informationsflüssen lassen sich allerdings in der Regel nicht ausreichend differenzieren. Bei komplizierten Prozessen hat diese Methode schnell mit zunehmender Unübersichtlichkeit zu kämpfen. Eine verbreitete Abhilfe dafür ist, sich beim Rundgang durch die Produktion mit der Modellierung auf eine einzelne A3-Seite zu beschränken. Obwohl das Value Stream Mapping eine sehr geeignete Methode zur Prozessdokumentation und Prozesserhebung zu sein scheint und auch ist, kann diese Methode in der zitierten Vorgehensweise nur auf bestehende Prozesse angewandt werden und eignet sich damit theoretisch nicht zur Modellierung von Prozessen in der Phase der Prozesskonzeption.

¹⁸⁰S.140 T. Becker (2008)

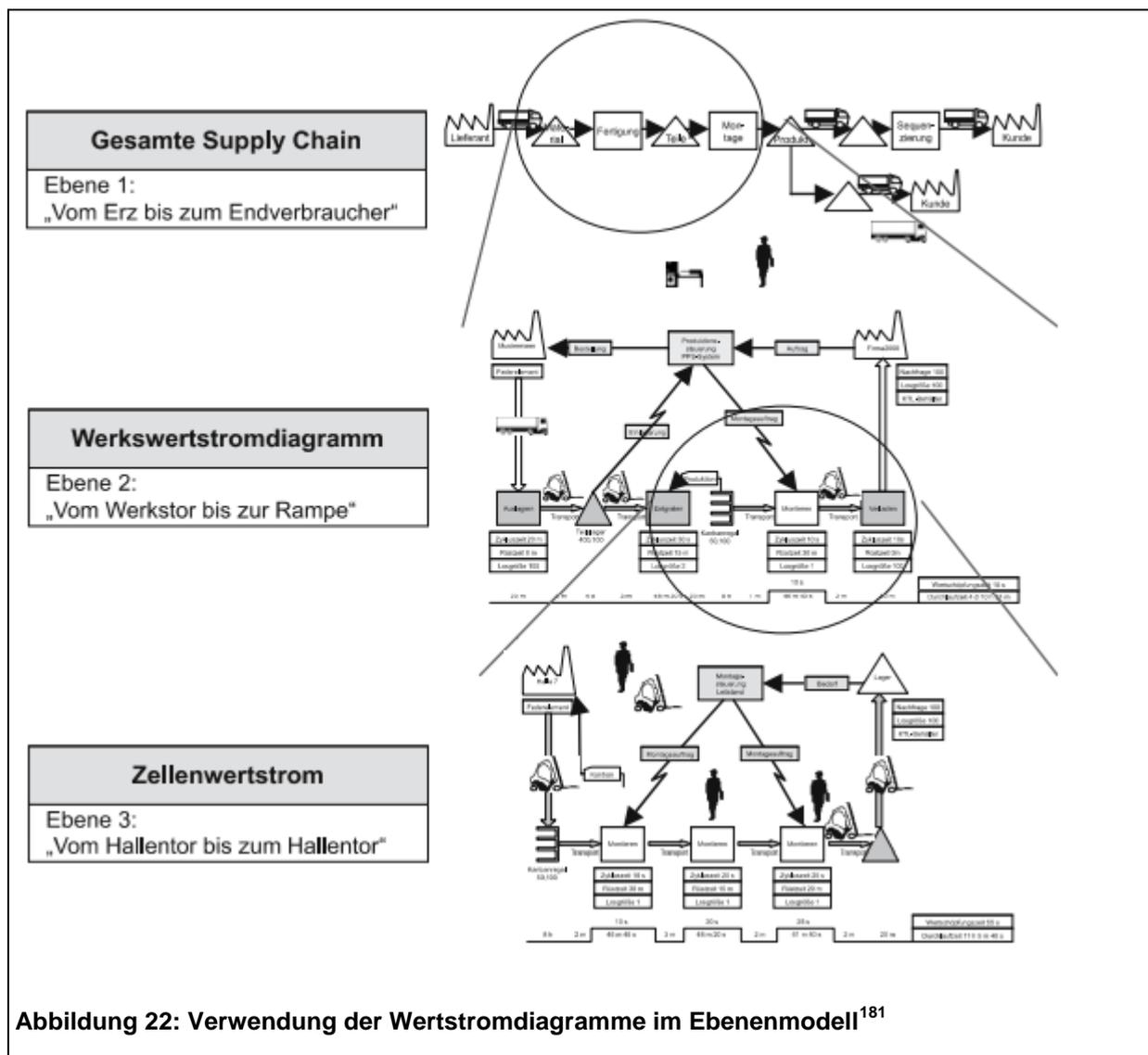


Abbildung 22: Verwendung der Wertstromdiagramme im Ebenenmodell¹⁸¹

- **MTM-Bausteine**¹⁸²

Wie KUHLANG bestätigt, ist die zeitliche Quantifizierung der einzelnen Prozessfunktionen mindestens ebenso wichtig, wie deren grafische Visualisierung und Voraussetzung für deren Transparenz, Gewichtung und Optimierung. Auch um Verbesserungen von Prozessen nachweisen zu können, müssen diese sowohl vorher, als auch nach der Implementierung von Verbesserungen quantifiziert worden sein, um erst eine messbare Vergleichsgrundlage zu erhalten. In Folge sind dazu besonders für die Planung zukünftiger Tätigkeiten Vorgehensweisen nötig, welche die Ermittlung solcher „künftiger“ Prozesszeiten ermöglichen.

Die Methodenzeitmessung, kurz MTM (*engl.:* Methods-Time Measurement) ist eine standardisierte und international etablierte Prozesssprache zur Gestaltung und Planung von Prozessen mit vorwiegend manuellen Tätigkeiten mittels definierter Prozessbausteine und Fokus auf der zeitlichen Komponente

¹⁸¹S.140 T. Becker (2008)

¹⁸²vgl. S.37 P. Kuhlmann u.a. (2010)

von Prozessen. Wie sich aus dem Namen ableiten lässt, ist eine Kernaussage dieser Methode die Tatsache, dass die bei Ausführung einer bestimmten Aktivität beanspruchte Zeit von der gewählten Methode der Arbeit (manuell, maschinell unterstützt, einzeln, in Massen, ...) abhängt. Ein MTM-Prozessbausteinsystem wurde immer für eine klar definierte Prozesstypologie, Prozessmerkmale und Aufbaukomplexität entwickelt und hat somit immer ein klar definiertes Einsatzfeld wie etwa eine Massen- oder eine Serienfertigung. Sämtliche Prozessbausteinsysteme basieren auf dem sogenannten MTM1-Grundsystem, welches jede manuelle Tätigkeit in die elementaren Grundbewegungen *Hinlangen*, *Greifen*, *Bringen*, *Fügen* und *Loslassen* unterteilt. Bereits durch diese begrenzte Anzahl an Aktionen lässt sich der Großteil der Tätigkeiten in der industriellen Fertigung und Montage beschreiben. Neben den elementaren Tätigkeiten existieren natürlich noch weitere Zeitbausteine, etwa für Bewegungen anderer Körperteile als Arme und Hände. Basierend auf den elementaren Grundbewegungen lassen sich durch Zusammensetzung und Kombination aggregierte Zeitbausteine entwickeln, welche beispielsweise bestimmte Bewegungsfolgen oder gar Arbeitsvorgänge als Ganzes bewerten. Die Prozessdokumentation mittels MTM-Prozessbausteinen ist von großem Vorteil, um eine vorläufige und empirisch validierte Zeitenbestimmung und Analyse von Prozessen vor ihrer Implementierung durchzuführen. MTM-Prozessmodelle dienen darüber hinaus noch als Grundlage für bessere Arbeitsplatzgestaltung, Produktionslayouts oder Materialflüsse und Bereitstellungsarten. Über das Feld der industriellen Fertigung und Montage hinaus wird das MTM-Verfahren etwa auch zur Modellierung logistischer Prozesse herangezogen. So können beispielsweise typische Standardvorgänge mit häufig eingesetzten Transportvorgängen durch entsprechende Prozessbausteine bewertet werden. Ein Nachteil der MTM-Methode hingegen ist ihr hoher Erstellungsaufwand. Außerdem ist sie nicht leicht erlernbar und erfordert eine entsprechende Einschulung sowie einiges an Übung und Erfahrung zur erfolgreichen Anwendung. Für die Bewertung kreativer Tätigkeiten und genereller Büroprozesse ist die MTM-Methode ungeeignet.

Zur Zusammenfassung, basiert die quantitative Prozessmodellierung auf numerischen Fakten, wird durch Kennzahlen gemessen und dient primär der systematischen Analyse der Prozessleistung eher denn dem Verständnis des Prozessflusses selber. Die Analyse kann anhand der folgend beschriebenen quantitativen Methoden erfolgen.

3.3.2 Analyse

Während qualitative Analysemethoden die *Effektivität* eines Prozesses bewerten, so geht es bei der quantitativen Analyse mehr um die Messung der *Effizienz* des Pro-

zesses. Bei der Effizienz stehen die Ressourcenkosten des Prozesses, seien es Zeit, Material oder Geld, im Vordergrund. Quantitative Prozessanalysemethoden sind oft Teil von Prozess-Controlling-Maßnahmen und des Process Performance Managements.

- **Prozess-FMEA**

Bei der Prozess-FMEA werden die Vorgehensweisen der FMEA auf das Gebiet der Prozessanalyse angewandt. FMEA ist die Abkürzung für *Fehlermöglichkeits- und –einflussanalyse* und ist eine Methode, um mögliche Probleme und deren Risiken und Folgen bereits vor ihrer Entstehung systematisch und vollständig zu erfassen. Ziel der FMEA ist die vorausschauende Fehlervermeidung. Also ist es eine präventive Methode, die bevorzugt in den frühen Phasen des Produktentstehungsprozesses angewandt wird. Grundidee der FMEA ist das Auffinden und die Risikobewertung aller möglichen Fehlerursachen, die für einen potentiellen Fehler am Produkt oder Prozess verantwortlich sein können und diese präventiv zu eliminieren. Bei einer gut durchdachten FMEA werden in der Regel viele mögliche Fehlerursachen für eine bestimmte Fehlermöglichkeit gefunden.

Die Prozess-FMEA als Sub-Kategorie der FMEA wird im Rahmen der Produktionsplanungsphase durchgeführt. Im Sinne der Fehlerursachenfindung werden alle Faktoren und Zustände ermittelt, welche den einwandfreien Prozessablauf erschweren könnten.¹⁸³

- **Prozesszeiten**¹⁸⁴

Unter Prozesszeiten wird die Aufnahme aller möglichen Zeiten im Ablauf von Prozessen verstanden. Sie zählen somit zu den Kennzahlen. Sie zählen auch zu den wichtigsten Formen quantitativer Analyse, vor allem bei Produktionsprozessen. Dies liegt gerade daran, dass Prozesszeiten einen erheblichen Einfluss auf die Effektivität, Effizienz, Reaktionsfähigkeit und Flexibilität des Prozesses und Unternehmens ausüben. Durch kurze Prozesszeiten kann die Markteinführung früher erfolgen und Ressourcen werden kürzer gebunden, was sich auf die Kapitalbindung und die Preisgestaltung eines Produktes und damit direkt auf das Geschäftsergebnis auswirkt. Gleichzeitig sind Prozesszeiten oft auch ein Indikator für Qualität und geringe Kosten, da kurze Prozesszeiten eine Vermeidung von Verschwendung und niedrige Fehlerraten suggerieren. Dies trifft natürlich nicht zu, wenn prozesszeitenminimierende Maßnahmen einen negativen Einfluss auf die Produktqualität haben. Zu den wichtigsten Prozesszeiten gehören folgende Kennzahlen:

¹⁸³vgl. S.269ff W. Sihn u.a. (2016)

¹⁸⁴vgl. S.248ff H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

- **Durchlaufzeit**

Die Durchlaufzeit gibt die Bearbeitungszeit eines Objektes von Beginn des Prozesses, bis zu seinem Ende an. Sie ergibt sich also aus der Summe der Teilprozesszeiten, wobei parallele Aktivitäten nicht berücksichtigt werden. Bei parallel ablaufenden Prozessen ist jener mit einer höheren Durchlaufzeit maßgebend. Die Durchlaufzeit ist eine geeignete Messgröße, wenn kurze Reaktionszeiten gefordert sind.
- **Zykluszeit**

Im Gegensatz zur Durchlaufzeit ergibt sich die Zykluszeit aus der Summe *aller* bearbeitenden Teilprozesszeiten im betrachteten Prozess. Als Kennzahl gibt sie also Auskunft über den gesamten Zeitaufwand für die Bearbeitung eines Prozessobjekts und somit die Zeitdauer der Ressourcenbindung. In der Praxis wird für die Effizienzmessung von Geschäftsprozessen die Zykluszeit der Durchlaufzeit vorgezogen.
- **Wertschöpfungszeit/Zeiteffizienz**

Die Zeiteffizienz oder Wertschöpfungseffizienz ist eine für jegliche Art von Prozessen, aber besonders für Produktionsprozesse relevante Kennzahl, die die wertschöpfende Effizienz eines Prozesses misst. Die gesamte Durchlaufzeit des Prozesses setzt sich aus verschiedenen Zeitanteilen zusammen, beispielsweise tatsächlichen Bearbeitungs- und Wertschöpfungszeiten, aber auch Zeiten, in denen ein Objekt nur liegt, lagert oder transportiert wird. Zu diesen Zeiten wird somit keine wertschöpfende Tätigkeit am Objekt ausgeführt und die Prozesseffizienz sinkt. Das Hauptanliegen eines Unternehmens muss somit sein, solche Totzeiten zu vermeiden. Die Zeiteffizienz wird üblicherweise als Verhältnis der Summe bearbeitender (wertschöpfungssteigernder) Tätigkeiten zur gesamten Durchlaufzeit berechnet.

Weitere Prozesszeiten sind die statische und die dynamische Prozesszeit und die Termintreue. Die Wahl der gemessenen Prozesszeit hängt offensichtlich von der Art des Prozesses und dem gewünschten Ziel ab. Die Wahl der geeigneten Prozesszeit für eine bestimmte Problemstellung ist daher für die Aussagekraft und den Informationsgehalt derselben sehr kritisch.

- **Balanced Scorecard**^{185,186,187,188}

Die *Balanced Scorecard* (BSC) ist eine Methode der strategischen Prozessplanung, Prozesskontrolle, Prozessmonitoring und Prozesssteuerung und

¹⁸⁵vgl. S.233ff H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

¹⁸⁶vgl. S.212ff K.W. Wagner, G. Patzak (2015)

¹⁸⁷vgl. R.S. Kaplan u.a. (1997)

¹⁸⁸vgl. S.843ff M.K. Welge u.a. (2017)

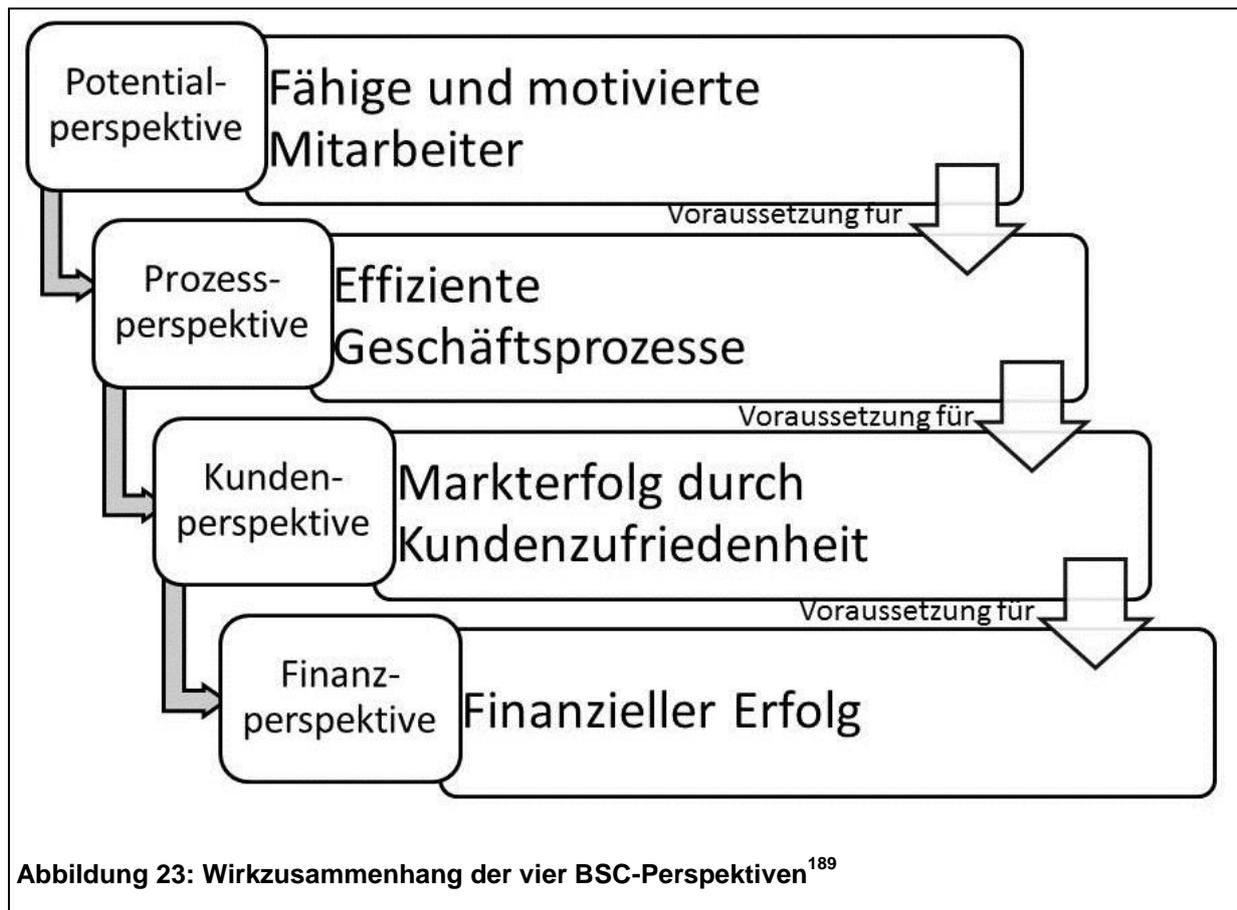


Abbildung 23: Wirkzusammenhang der vier BSC-Perspektiven¹⁸⁹

stellt dabei typischerweise das Bindeglied zwischen den Unternehmensstrategien und Zielen und den Prozessen der operativen Ebene dar. Diese Bindung wird erreicht durch die Umsetzung und Verfolgung der Strategien durch einige wenige konkret formulierte und messbare Kennzahlen. Das Hauptkonzept der Balanced Scorecard besteht in der Denkweise, dass der wirtschaftliche Erfolg eines Unternehmens nicht nur auf finanziellen Metriken begründet ist, womit die Aufnahme von finanziellen Kennzahlen alleine nicht ausreicht um das Unternehmen ganzheitlich zu überprüfen. Aus diesem Grund werden in der BSC verschiedene Sichtweisen auf das Unternehmen definiert, welche einen hohen Einfluss auf den Unternehmenserfolg haben und durch ihre jeweils eigene Sammlung von Kennzahlen auf ihre Zielerreichung gemessen werden. Die häufigste und bewährteste Einteilung ergibt sich durch die Einnahme der *Finanzperspektive*, der *Kundenperspektive*, der *Potenzialperspektive* und der internen *Prozessperspektive*. Abbildung 23 veranschaulicht den Wirkungszusammenhang unternehmerischen Erfolgs über die vier vorgestellten Unternehmensperspektiven.

Die Finanzperspektive enthält solche Ziele, die für die rein ökonomische Situation des Unternehmens wichtig sind. Die Bandbreite an verfügbaren Kennzahlen reicht hier von reinen Umsatz- oder Rentabilitätskennzahlen zu mehr liqui-

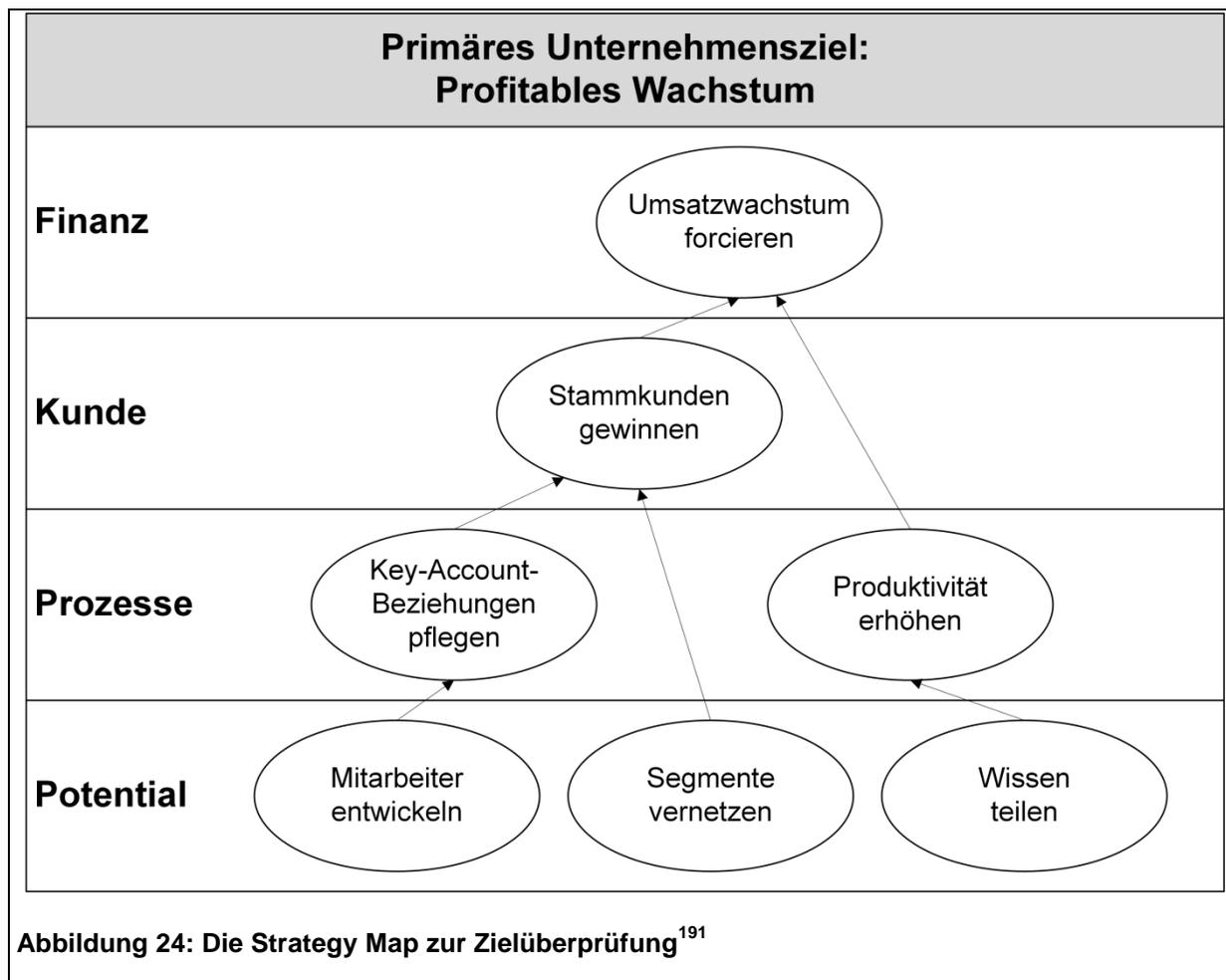
¹⁸⁹Siehe Einführung A. Hennig (2008)

ditätsbezogenen Kennzahlen. Die Kundenperspektive stellt den Fokus auf solche Ziele, welche einen Mehrwert für den Kunden darstellen. Zielobjekt sollte immer der Kunde sein. Dadurch definierte Kennzahlen können dabei produkt-, leistungs-, service- oder andere kundennutzenbezogene Aspekte quantifizieren. Die Prozessperspektive bezieht sich auf die Entwicklung interner Unternehmensprozesse und geschäftsprozessübergreifender Ziele. Die Erreichung der Prozessziele ermöglicht dabei erst, dass die Ziele der Finanz-, und der Kundenperspektive qualitativ und kapazitativ bewältigt werden können. Typische Prozesskennzahlen, wie etwa die Durchlaufzeit oder die Zykluszeit, sind aus der Produktion und Logistik allgemein bekannt und finden auch in der Balanced Scorecard ihren Platz. Zuletzt, aber deswegen nicht weniger wichtig, gibt die Potenzialperspektive die Ressourcen, vor allem die Situation der Mitarbeiter, im Unternehmen an. Ziele dieser Perspektive richten sich nach Mitarbeiterzielen, Ressourcenzielen und Innovationszielen. Kern der Aussage ist, dass sich die vorgenommene Unternehmensstrategie nur durch entsprechende (Weiter-)Bildung und Entwicklung der Unternehmensressourcen umsetzen lässt. Umgekehrt formuliert bedeutet dies, dass die Strategierealisierung immer einen Ressourcenaufwand bedeutet.

Wie aus der Definition der verschiedenen Perspektiven ersichtlich ist, sind die einzelnen Kennzahlen innerhalb der Scorecard immer aufeinander abgestimmt und nicht voneinander isoliert, was den Aspekt verdeutlicht, dass alle Sichtweisen zusammen für den Unternehmenserfolg zuständig sind und immer miteinander in Verbindung stehen. Im Endeffekt stehen die Finanzkennzahlen nicht isoliert, sondern werden kausal aus den anderen drei Wertschöpfungsperspektiven abgeleitet¹⁹⁰. Das Wort „Balanced“ bezieht sich darauf, dass sich die Kennzahlen – und damit die Unternehmensziele in den vier Sichten – gegenseitig beeinflussen und somit immer im Gleichgewicht stehen müssen, um den optimalen Unternehmenszustand zu erreichen. Diese Ausgewogenheit der Ziele bezieht sich dabei hauptsächlich auf die vier Kriterien:

- Ziele für jede Sicht zu definieren
- Eine Mischung interner und externer Ziele vorzuweisen
- Quantitative und qualitative Ziele zu definieren
- Sowohl Früh- als auch Spätindikatoren (Leistungstreiberkennzahlen und Ergebniskennzahlen) miteinzubeziehen.

¹⁹⁰vgl. Einführung A. Hennig (2008)



Die Darstellung der Kennzahlen erfolgt im Berichtsbogen, der sogenannten Scorecard. Zur Hilfe für die Überprüfung der kausalen Zusammenhänge zwischen den strategischen Zielen der vier Perspektiven gibt es die sogenannte *Strategy Map*, welche Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen den Zielen aufzeigt und damit die Vollständigkeit und die logischen Abhängigkeiten zwischen den Zielen darstellt. Ein Beispiel dafür stellt die Abbildung 24 bereit. Die Strategy Map ist somit eine wichtige Vor- oder Zwischenstufe während der BSC-Erstellung und diese beiden Methoden sind eng miteinander verknüpft. Die Strategy Map enthält die vier Dimensionen der Balanced Scorecard mit den zugehörigen strategischen Zielen. Die Wirkungsbeziehungen zwischen den strategischen Zielen werden angefangen von der Potenzialperspektive, über die Prozessperspektive, die Kundenperspektive und schließlich die Finanzperspektive aufbauend ermittelt, womit alle Ziele schlussendlich mit der zuoberst definierten Strategie zusammenhängen müssen. Ziele, die nach Erstellung der Wirkungsbeziehungen nicht mit den restlichen Zielen verbunden sind, sind augenscheinlich keine mit der Unternehmensstrategie korrelierenden Ziele und sollten somit ausgemustert oder umdefiniert werden.

¹⁹¹vgl. S.219 K.W. Wagner, G. Patzak (2015)

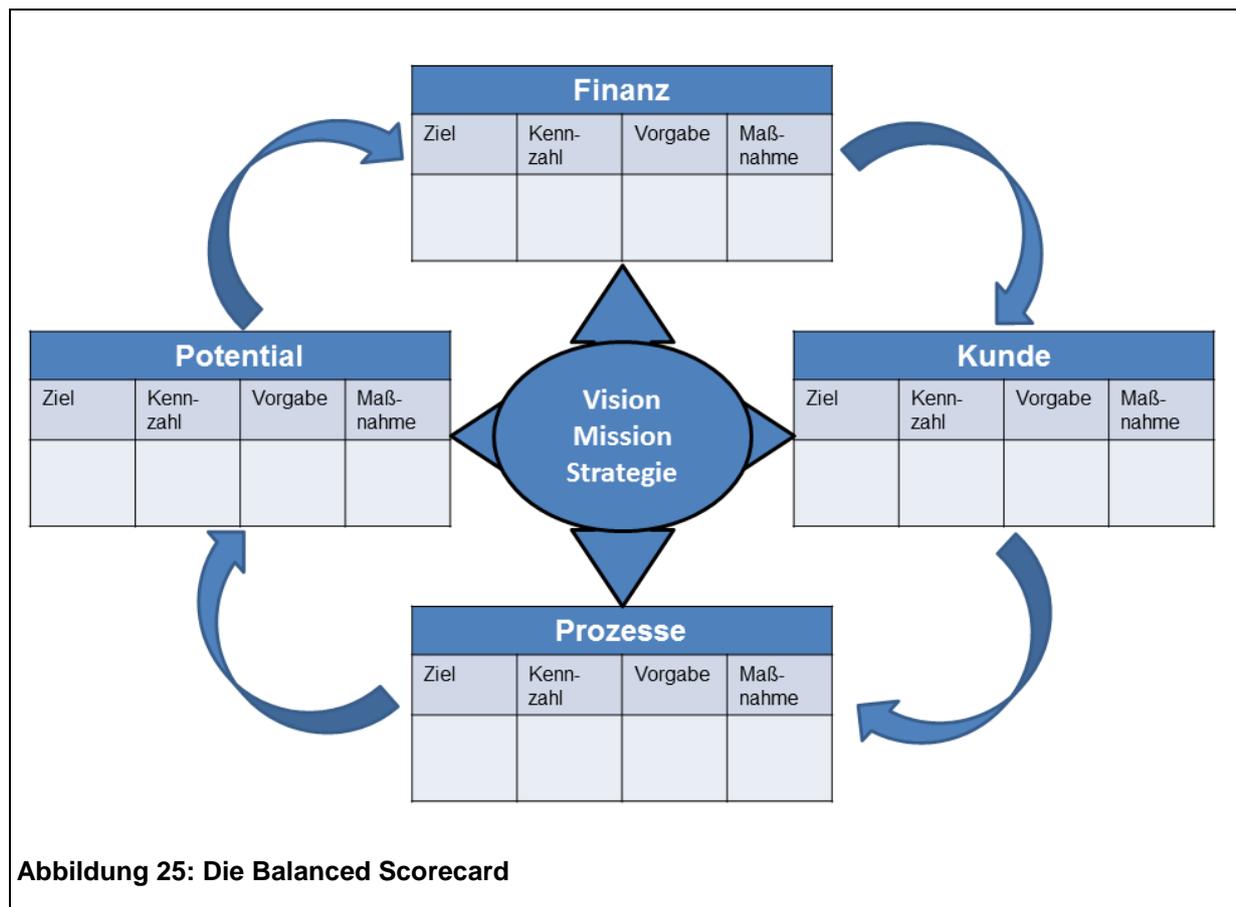


Abbildung 25: Die Balanced Scorecard

Die Balanced Scorecard wird von mehreren Autoren explizit als sehr geeignete Methode in Kombination mit Geschäftsprozessmanagement vorgestellt. Abbildung 25 zeigt eine BSC. DUMAS ET AL.¹⁹² zufolge ist die BSC eine gute Methode, um Leistungsparameter entlang des gesamten Unternehmens zu identifizieren und zu klassifizieren. Sowohl DUMAS ET AL. als auch SCHMELZER&SESSELMANN¹⁹³ empfehlen die Einführung eines Top-Down-orientierten Balanced-Scorecard-Systems, welches sich durch alle Unternehmensebenen zieht. Dabei wird zunächst eine BSC für das ganze Unternehmen entwickelt und anschließend auf eine Reihe untergeordneter Balanced Scorecards für die unteren Strukturebenen, wie Geschäftsbereiche oder Geschäftsprozesse heruntergebrochen. Auf diese Art und Weise wird sichergestellt, dass Vision, Mission und Strategie des Unternehmens auch ihren Weg in das operative Unternehmens- und Prozessgeschehen finden und nicht bloß als leere Worte von „oben“ betrachtet werden. SCHMELZER&SESSELMANN gehen sogar soweit, die BSCs bis auf Prozessebene hinunter zu brechen und so eigene Prozess-BSCs zu erstellen. Deren Ziele orientieren sich zwar immer noch an den vier BSC-typischen Unternehmensperspektiven, sind jedoch immer rein Prozessbezogen.

¹⁹²vgl. S.217ff M. Dumas u.a. (2013)

¹⁹³vgl. S.234f H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

WAGNER&PATZAK¹⁹⁴ hingegen koppeln die BSC mit dem Prozessmanagement auf eine andere Art. Konzept hinter ihrer Idee besteht in der Identifikation von strategierelevanten Prozessen über eine Korrelationsmatrix. Diesen Prozessen werden dann im Zuge der BSC-Erstellung strategische Prozessziele zugeordnet.

Die Balanced Scorecard ist besonders für das Management, also Führungspositionen auf allen Unternehmensebenen, ein starkes Werkzeug zur Strategieumsetzung und Zielerreichung¹⁹⁵. Die Balanced Scorecard hilft dem Unternehmen dabei sich auf einige wenige, aber dafür unternehmensrelevante und spezifische, Kennzahlen zu konzentrieren und damit die Definition zu vieler Kennzahlen und die Schaffung von nicht weiter beachteten Kennzahlenfriedhöfen zu vermeiden.

Nach Erfahrungsberichten kann ebendieser Top-Down-Ansatz der BSC zu Widerständen und Implementierungsbarrieren auf nachgelagerten Ebenen führen. Eine Top-Management-übergreifende Erstellung und konsequente Kommunikation der BSC sind somit kritische Erfolgsfaktoren für dieses Instrument. Ein weiterer Kritikpunkt der BSC ist die Rückführung auf ein System klassischer „Kennzahlenkontrolle“ durch Fokussierung auf wenige Kennzahlen. Dabei wird vorgeworfen, dass sich viele der zentralen Perspektiven und Faktoren wie etwa Kultur oder Mitarbeiterführung nicht geeignet durch Kennzahlen darstellen lassen. Auch die fehlende Operationalisierbarkeit insbesondere der Lernperspektive und die ungenügende konzeptionelle Begründung der vier Perspektiven werden der BSC als Schwachpunkte vorgehalten¹⁹⁶.

Queuing¹⁹⁷

Queuing, auf Deutsch die *Warteschlangentheorie* ist eine Sammlung mathematischer Methoden zur Analyse von Systemen, welche im Wettbewerb um Ressourcen stehen. Sie ist ein Teilgebiet der Wahrscheinlichkeitstheorie und kann Aussagen über charakteristische Größen von „Warteschlangen“, zum Beispiel die erwartete Länge der Schlange oder die erwartete Wartezeit zur Bearbeitung eines Objektes, geben und ist somit ein Instrument zur Leistungsmessung von Prozessen. Ihr Anwendungsgebiet bei Geschäftsprozessen ist sehr breit gefächert und reicht von IT-Prozessen über allgemeine Büroprozesse bis hin zu Logistik- und Fertigungsprozessen. Je nach Ausgangssituation stehen dem Prozessanalysten verschiedene Queuing-Ansätze zur Verfügung, wobei der mathematische Aufwand für große Prozesse und parallele Aktivitäten überproportional stark ansteigt. Daher wird die Simulation von Prozessen den Queuing-Ansätzen üblicherweise vorgezogen, auch wenn

¹⁹⁴vgl. S.221ff K.W. Wagner, G. Patzak (2015)

¹⁹⁵vgl. S.16 H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

¹⁹⁶vgl. S.859 M.K. Welge u.a. (2017)

¹⁹⁷vgl. S.229ff M. Dumas u.a. (2013)

heutzutage umfangreich unterstützende Tools für diese Art der Prozessanalyse existieren.

- **Simulation**¹⁹⁸

Die Prozesssimulation ist eine der meist verwendeten und technisch am umfassendsten unterstützten Methoden für die quantitative Analyse von Prozessen jeglicher Art. Jedes ernstzunehmende GPM-Tool verfügt heutzutage über die Möglichkeit der Prozessanalyse durch Simulation. Die Simulationsmaschine erzeugt dabei grundsätzlich eine hohe Anzahl an hypothetischen Prozessinstanzen, führt diese dann Schritt für Schritt aus und speichert jeden dieser Schritte, um als Output Schätzwerte und Statistiken vor allem zu Prozesszeiten zu geben. Die Leistungsfähigkeit und Verwendung smarterer Algorithmen erlaubt modernen Simulationstools effektiv die Bearbeitung tausender Prozessinstanzen in zehntausenden individuellen Arbeitspaketen innerhalb weniger Sekunden.

Die Durchführung einer Prozesssimulation erfordert neben dem Erheben der notwendigen Inputparameter auch das Vorhandensein eines entsprechenden Prozessmodells. Um Mehraufwände und Doppelarbeit bei der Generierung von Prozessmodellen zu vermeiden sollte bei geplanter Prozesssimulation bereits in der Prozessdokumentationsphase eine Modellierungssprache wie die BPMN 2.0 verwendet werden, welche Simulationen unterstützt.

- **Flow Analysis**¹⁹⁹

Die Flow Analysis nach DUMAS ET AL. ist eine Erweiterung der Prozesszeitenmessung und eine Reihe von Techniken, um aus dem Wissen über die Leistung der Teilprozesse auf die Gesamtleistung des Prozesses zu schließen. Im Gegensatz zu einfachen Prozesszeiten gibt die Flow Analysis die Möglichkeit auch andere Leistungsparameter, wie etwa die durchschnittlichen Kosten oder Fehlerraten eines Prozesses zu bewerten. Die Berechnung erfolgt anhand eines erstellten Prozessmodells und erfordert beim Vorhandensein von Verzweigungen auch die zugehörigen Eintrittswahrscheinlichkeiten je Aktivität. Die Erlangung dieser Informationen ist eine besondere Herausforderung für jeden Prozessanalysten und die Qualität der Flow Analysis hängt direkt von der Qualität der erhaltenen Informationen ab. Anders als bei den Queuing-Ansätzen kann die Ressourcenauslastung in Prozessen nicht in der Flow Analysis bewertet werden, womit etwa Aussagen über mögliche Wartezeiten oder Totzeiten nicht möglich sind.

¹⁹⁸vgl. S.235ff M. Dumas u.a. (2013)

¹⁹⁹vgl. S.219ff ebenda

- **Wertstromanalyse (Value Stream Design)²⁰⁰**

Das Value Stream Design ist neben dem Value Stream Mapping die zweite Teilmethode in der Wertstromanalyse. Basierend auf dem im Value Stream Mapping erstellten Wertstromdiagramm wird der betrachtete Ist-Prozess auf Optimierungspotenziale und Schwachstellen untersucht. Aufbauend auf den Analyseergebnissen und den bereits während des Value Stream Mapping aufgedeckten Verbesserungspotentialen wird, analog zum Lebenszyklusprozess im GPM, ein weiteres Wertstromdiagramm erstellt, welches die Soll-Situation des betrachteten Prozesses wiedergibt. Ergebnis des Value Stream Designs sollte ein wertschöpfungsorientiertes, nach Lean-Prinzipien aufgebautes Soll-Wertstromdiagramm sein, welches es in weiterer Folge zu implementieren gilt.

Value Stream Mapping und Value Stream Design sind durch die Wertstromanalyse typischerweise zwei eng miteinander verknüpfte Methoden und sind nur als Gesamtpaket sinnvoll einsetzbar. Einerseits hat das bloße Value Stream Mapping keinen Nutzen, wenn keine anschließende Analyse und Optimierung erfolgt, andererseits ist Value Stream Design ohne das Vorhandensein einer Darstellung der IST-Situation gar nicht erst möglich.

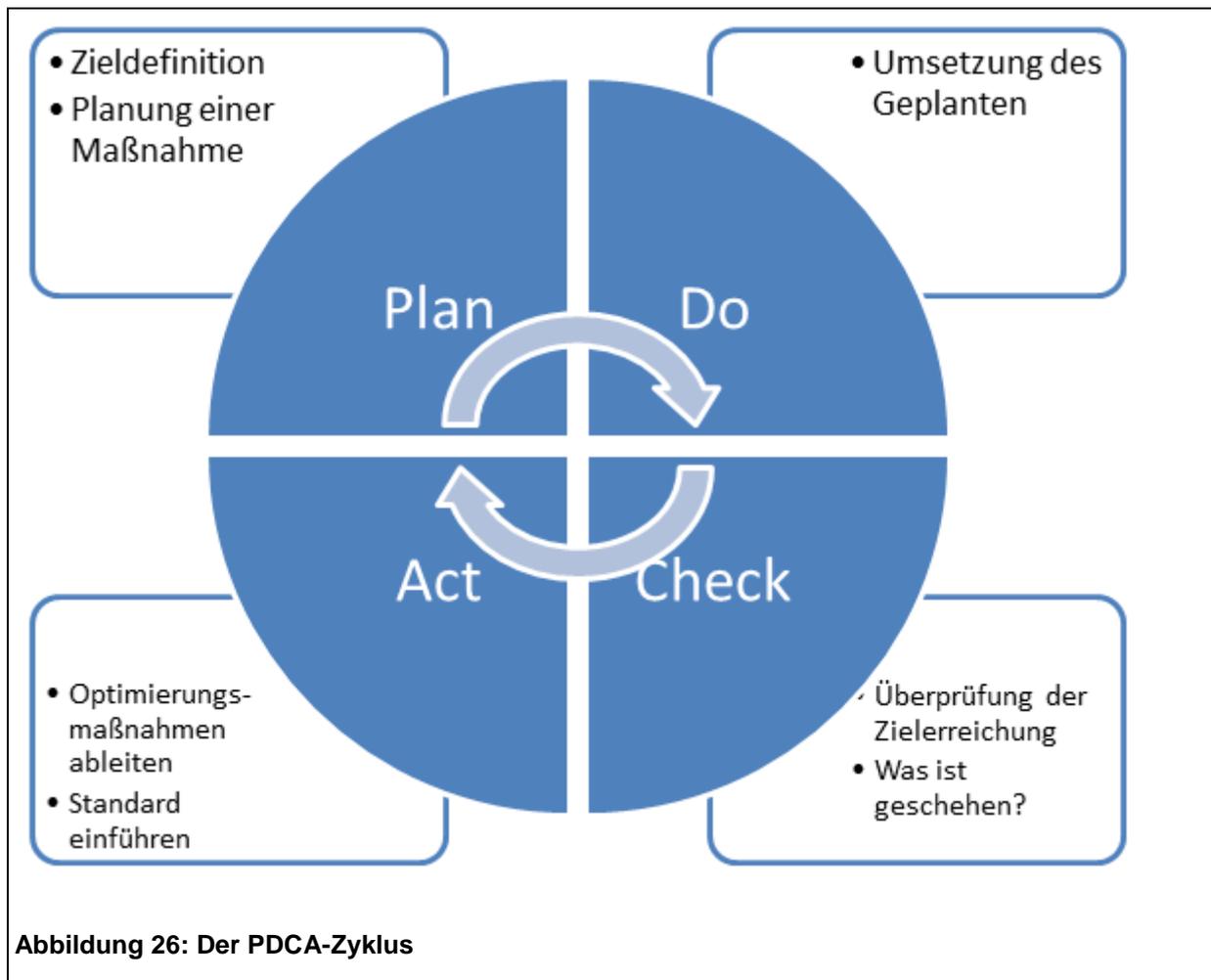
Zuletzt ist noch in Erinnerung zu rufen, dass die meisten der genannten Methoden der quantitativen Prozessanalyse, allen voran die Prozesssimulation, auf vereinfachenden Annahmen und Modellen aufbauen und damit bei der Bewertung der Analyseergebnisse besondere Vorsicht geboten ist. Außerdem basieren diese Methoden auch zumeist auf der Annahme, dass Prozessteilnehmer im Laufe der Prozessabwicklung kontinuierlich arbeiten, was natürlich ebenfalls nur eine Idealisierung darstellt. Die Qualität und Glaubwürdigkeit der Ergebnisse hängt zum Großteil von der Genauigkeit der eingegebenen Inputwerte ab und diese Inputwerte sind oft nicht ohne große Aufwände zu generieren²⁰¹.

3.4 Sonstige Methoden

Neben den genannten quantitativen und qualitativen Methoden der Prozessanalyse und Prozessmodellierung lassen sich noch viele weitere Methoden identifizieren, welche die Prozessoptimierung als großes Ziel aufweisen. Diese sind allerdings nicht spezifisch als qualitative oder quantitative Methoden auszuweisen sondern sind mehr auf die Stufe von ganzheitlichen Rahmenwerken zu setzen. Obwohl die nachfolgend vorgestellten Methoden keinen direkten Zusammenhang zu Geschäftsprozessmanagement haben, so lassen sie sich im Regelfall dennoch gut miteinander kombinieren.

²⁰⁰vgl. S.139ff T. Becker (2008)

²⁰¹vgl. S.243 M. Dumas u.a. (2013)



Total Cycle Time, *KAIZEN* sowie *Six Sigma* sind Methoden, welche den Schwerpunkt auf die Identifikation und Beseitigung von Verschwendungen legen, die wiederum die Leistungsfähigkeit von Geschäftsprozessen mindern. Diese Methoden arbeiten alle nach dem Prinzip der ständigen Verbesserung gemäß dem allgemein bekannten Deming-Zyklus, auch PDCA-Zyklus genannt. Wie in Abbildung 26 zu erkennen ist, gliedert sich dieser Zyklus in die Phasen *Plan*, *Do*, *Check* und *Act*, in welchen Prozessverbesserungen respektive geplant, ausgeführt, überprüft und standardisiert werden. Einen weiteren wichtigen Faktor aller drei Methoden stellt Teamarbeit dar, welche die geforderte Prozessorientierung sicherstellt²⁰².

- **TCT Total Cycle Time**²⁰³

TCT hat sich zum Ziel gesetzt, die Prozessleistung auf der Ebene der Geschäftsprozesse kontinuierlich zu steigern. Wie aus dem Namen der Methode hervorgeht, wird der Fokus auf der Verbesserung der Prozesszeiten gelegt, dessen Verbesserung in weiterer Folge auch Verbesserungen von Qualität, Termintreue und Kosten bewirkt. Grund für erhöhte Prozesszeiten sind nach dem TCT-Konzept sogenannte „Barrieren“, welche den Prozessablauf behindern. Solche werden unterschieden zwischen Sachbarrieren, Prozessbarrie-

²⁰²vgl. S.374ff H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

²⁰³vgl. S.378f, 382ff, 588f ebenda

ren und Kulturbarrieren. Sachbarrieren wie fehlende Teile, Material oder Informationen treten in großer Zahl auf, ihre Beseitigung ist einfach aber wirkt sich nicht sichtlich auf den gesamten Geschäftsprozess aus. Prozessbarrieren wie Doppelarbeiten oder komplexe Abläufe hingegen sind schwerer aufzudecken und zu beseitigen, weisen aber eine höhere Hebelwirkung auf. Kulturbarrieren, beispielsweise unklar definierte Ziele und Strategien oder Probleme in der Zusammenarbeit und Unternehmenskultur, weisen das größte Leistungsverbesserungspotential auf, lassen sich jedoch in der Regel nur durch einen hohen Aufwand, der in vielen Fällen die Involvierung des Managements bedeutet, beseitigen. Die Identifikation, Bewertung und Beseitigung von Barrieren erfolgt durch eigens ernannte Prozessteams und wird kontinuierlich durchgeführt.

TCT bewirkt durch Nutzung des Problemlösungspotenzials der Mitarbeiter, Verbesserung der Zusammenarbeit und Motivation und Stärkung der Kundenorientierung eine zielorientierte Steigerung der Prozessleistung auf der Geschäftsprozessebene. Quantitativ kann TCT besonders im Bereich der Verwaltung Produktivitätssteigerungen in Größenordnungen zwischen 20% und 100% erreichen und Prozesszykluszeiten generell bis zu 70% verkürzen.

- **KAIZEN**²⁰⁴

KAIZEN ist im deutschen Sprachgebrauch üblicherweise mit dem Begriff „Kontinuierlicher Verbesserungsprozess“ übersetzt und legt das Hauptaugenmerk auf die Eigenarbeit der Mitarbeiter. Durch die Motivation und Befähigung der Mitarbeiter, eigenständig und kontinuierlich ihren Arbeitsprozess zu hinterfragen und zu verbessern soll die systematische und kontinuierliche Verbesserung der Prozesse in kleinen aber konstanten Schritten angesteuert werden. Kernpunkt ist die Eliminierung von Verschwendungen unter Einbeziehung aller Mitarbeiter, wobei jede Aktivität, welche für den Kunden keinen Wert hat, als Verschwendung kategorisiert wird. Die Hauptakteure bei KAIZEN sind die Mitarbeiter selbst, wobei in regelmäßigen KAIZEN-Sitzungen, die Verschwendungen aufgezeigt, analysiert und Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet werden. KAIZEN-Teams haben im Bereich des unmittelbaren Arbeitsbereiches weitgehende Autonomie und erhalten somit höhere Entscheidungsspielräume. Das Anwendungsgebiet von KAIZEN ist im Gegensatz zu TCT mehr auf die Verbesserung konkreter Prozessschritte und unmittelbarer Arbeitsaktivitäten besonders im Bereich der Fertigung fokussiert. Die Wirkungen stimmen weitgehend mit denen von TCT überein, wobei sich die Aufwendungen für die Implementierung von KAIZEN oft bereits innerhalb des ersten Jahres amortisieren.

²⁰⁴vgl. S.378f, 384ff, 589ff H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

- **Six Sigma**²⁰⁵

Six Sigma ist eine Methode zur Fehlerreduktion und Verbesserung der Prozessleistung. Der Name der Methode steht gleichzeitig für das Ziel, eine Fehlervariation von 6σ zu erreichen, was anders formuliert das Auftreten von höchstens 3,4 Fehlern in einer Million Möglichkeiten erlaubt. Die Idee hinter Methode besteht in der Ansicht, dass die Messung der Variation einen besseren Aufschluss über die Leistungsfähigkeit eines Prozesses bietet, als das Auswerten von Durchschnittswerten. Die Begründung dafür ist einfach: Ein Kunde beurteilt ein Unternehmen nicht nach der durchschnittlichen Leistung die es anderen Kunden gegenüber erbringt, sondern nach der tatsächlichen Leistung für jede Dienstleistung, welche der Variation vom Durchschnitt entspricht. Durch Six Sigma wird somit eine enge Verknüpfung zwischen den Kundenanforderungen und der Prozessqualität gestrickt.

Die Implementierung von Six Sigma basiert auf einer strategischen Entscheidung des Managements und erfordert eine ganzheitliche Einbeziehung aller Stakeholder. Im Gegensatz zu KAIZEN und TCT bedeutet die Anwendung von Six Sigma einen beträchtlichen Aufwand für das gesamte Unternehmen und erfordert spezifische Kenntnisse über statistische Werkzeuge, Verbesserungsmethodiken und Projektmanagement, welche im Rahmen von eigenen Ausbildungskursen für unterschiedliche organisatorische Rollen gelehrt werden. In Anlehnung auf die Hierarchie in Kampfsportarten werden die Rollen bei Six Sigma nach Gurtfarben benannt, wobei eine Gurtfarbe jeweils eine spezielle Ausbildung und Zertifizierung erfordert.

Die Zielerreichung von 6σ ist sehr hoch gesteckt. Tatsächlich treffen Unternehmen ab einem Niveau von $4,5\sigma$ oft auf erhebliche Widerstände und Schwierigkeiten. Die Methoden KAIZEN und TCT werden dagegen „nur“ etwa mit einem Niveau von 4σ identifiziert. Mit einer Erfolgsquote von über 50% liegt diese Methode über der Erfolgsquote der nachfolgend beschriebenen BPR-Projekte. Die Wirkungen sind kurzfristig und langfristig in den Fehler- und Qualitätskosten, der Prozesseffizienz und infolgedessen der Kundenzufriedenheit zu finden. Ein Vorteil dieser Methode ist die vorteilhafte Quantifizierung der Ergebnisse. Die Qualitätskosten für ein Unternehmen mit einem Qualitätsniveau von 3σ betragen etwa 25-40% des Umsatzes, während dieser Prozentsatz bei 5σ bereits bei weniger als 1% liegt. Der Schwerpunkt von Six-Sigma-Projekten liegt somit in der Lösung komplexer Prozessprobleme, mit hohen möglichen finanziellen Einsparungen.

²⁰⁵vgl. S.378f, 390ff, 591ff H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

- **BPR Business Process Reengineering**^{206,207}

Business Process Reengineering ist im Gegensatz zur TCT, KAIZEN und Six Sigma keine *evolutionäre*, sondern eine *revolutionäre* Methode. Sie zielt im Gegensatz zur Verbesserung von Prozessen auf die vollständige Erneuerung dieser Prozesse ab. Im Kern geht es im BPR um das fundamentale Überdenken aller Aufgaben und Abläufe im Prozess und ein radikales Redesign der bestehenden Strukturen und Abläufe. Der gewünschte Output liegt in den dadurch erzeugten „Quantensprüngen“ der Prozessleistung. BPR verlangt immense Anstrengungen unter Einbindung erheblicher Personalressourcen bei hohem Erfolgsrisiko. Deshalb sollte BPR nur auf Geschäftsprozesse mit hoher strategischer Bedeutung und hohen strategischen Risiken beziehungsweise Leistungsdefiziten angewandt werden. Da der Fokus von BPR auf völlig neuen und innovativen Lösungen basiert und es Unternehmensmitarbeitern oft schwer fällt neue Wege zu gehen und die bestehenden Prozesse völlig neu zu überdenken, sind Unternehmen bei der Einführung von BPR-Projekten generell auf externe Hilfe angewiesen.

3.5 BPM-Tools²⁰⁸

Für die vollständige Ausschöpfung der Möglichkeiten und Potentiale im Geschäftsprozessmanagement ist die Unterstützung durch spezifische Software wenn nicht schon unerlässlich, dann auf jeden Fall dringend empfohlen. Bereits während der Prozessidentifikationsphase und Prozessdokumentationsphase ist die Softwareunterstützung für die Erstellung einer umfangreichen Prozessarchitektur ein Muss. In dieser Hinsicht sollte in jedem Geschäftsprozessmanagement-Projekt zumindest für die Modellierung der Prozesse ein geeignetes Softwaretool bereit liegen.

Je nach Anwendungsgebiet reicht die verfügbare Palette an (GPM-)Tools von einfachen Visualisierungstools bis zu umfangreichen Softwareprodukten mit Simulationsmöglichkeiten. Die Kategorisierung der Tools erfolgt je nach Autor unterschiedlich. In der Marktstudie der FRAUNHOFER IAO von 2014 werden GPM-Tools in Werkzeuge für die *Prozessmodellierung*, Werkzeuge für die *Prozessanalyse*, *Business Process Management Tools* und *Workflow-Management-Systeme* eingeteilt. Die genannten Business Process Management Tools stellen Softwares dar, welche das Prozessmanagement in allen Phasen des Prozesslebenszyklus unterstützen. Daneben unterstützen Workflow-Management-Systeme ausschließlich oder überwiegend die Phase der Prozessausführung²⁰⁹.

²⁰⁶vgl. S.372ff H.J. Schmelzer, W. Sesselmann (2010)

²⁰⁷vgl. S.12ff M. Dumas u.a. (2013)

²⁰⁸vgl. S.44ff P. Kuhlmann u.a. (2010)

²⁰⁹vgl. S.11 J. Drawehn u.a. (2014)

KUHLANG hingegen unterscheidet in seinem Leitfaden zu Geschäftsprozessmanagement-Tools aus dem Jahr 2010 drei verschiedene Kategorien von Tools, je nach der bereitgestellten Funktion.

Die einfachste Ausprägung von Softwaretools lässt sich in die Kategorie der *reinen Visualisierungswerkzeuge* einteilen. Solche Werkzeuge dienen primär als reine Modellierungswerkzeuge und legen den Fokus auf eine einfache Handhabbarkeit, sowie firmenspezifische Anpassbarkeit von Symbolen und anderen Anforderungen. Durch die breite Symbolpalette können Visualisierungswerkzeuge auch in einem breiten Spektrum, von Organigrammen bis hin zu relativ detaillierten Prozessmodellen, eingesetzt werden. Oft können Unternehmen auf bereits intern verwendete Standard-Software zurückgreifen, womit auch der Schulungsaufwand gering bleibt. Mit reinen Visualisierungswerkzeugen stößt der Anwender jedoch spätestens bei einem detaillierten Auswertungs- und Analysebedarf an seine Grenzen. Das Fehlen einer übergeordneten Datenbank zur Verknüpfung und Aufbereitung der Prozessinformationen verhindert automatische Analysemöglichkeiten durch die Software. Die Software-Analyse beschränkt sich in diesem Fall meist auf die bloße qualitative Analyse durch den Anwender. Eine automatische Kontrolle der Prozessmodelle auf semantische Korrektheit ist ebenfalls oft nicht möglich und kann somit eine Ursache von Fehlern und Inkorrektheiten in den Modellen sein. Die Verknüpfung einzelner Dokumente ist bei reinen Visualisierungswerkzeugen nur händisch durch *Hyperlinks* möglich. Bei einer hohen Anzahl an zu verknüpfenden Dokumenten stellt dieser Vorgang eine weitere Quelle für Fehler dar. Reine Visualisierungstools empfehlen sich, wenn der Fokus der Modellierung auf der grafischen Aufbereitung liegt und keine Simulationen oder datenbankgestützte Auswertungen gefordert sind. Auch als „Erste-Hilfe“-Lösung während und bevor des Auswahlprozesses für ein umfangreicheres GPM-Werkzeug kann durch reine Visualisierungswerkzeuge bereits ein wenig Vorarbeit geleistet werden. Zudem unterstützen viele der leistungsstärkeren GPM-Werkzeuge den Import und die Konvertierung von gängigen Dateiformaten. Für eine sehr hohe Zahl an Prozessen und Schnittstellen eignen sich diese Werkzeuge aber eher nicht²¹⁰.

Bei funktionsreicheren und datenbankgestützten Prozessmodellierungswerkzeugen spricht KUHLANG von *statischen Modellierungswerkzeugen*. Solche GPM-Tools ermöglichen durch die Datenbankunterstützung auch die Hinterlegung von prozessspezifischen Informationen an die einzelnen Prozessmodelle, Prozessschritte oder Prozessaktivitäten. Die logische Verknüpfung einzelner Prozesse, Verantwortlicher und Tätigkeiten untereinander erfolgt ebenfalls automatisch. Zur einfachen visuellen Darstellung der Visualisierungstools kommt somit noch eine Analyse- und Optimierungskomponente durch die EDV-Unterstützung hinzu. Die Auswertungsangebote von statischen Modellierungswerkzeugen ermöglichen die teilautomatisierte Identifi-

²¹⁰vgl. S.44ff P. Kuhlant u.a. (2010)

kation von Verbesserungspotentialen, Organisationsbrüchen, Abhängigkeiten und Ressourceneinsätzen in den Prozessmodellen. Zu den Vorteilen von statischen Modellierungswerkzeugen gehören neben den bereits erläuterten erweiterten Analyse-möglichkeiten auch die Vergabe von Lese- und Schreibrechten, sowie eine gute Unterstützung in der Darstellung im Unternehmens-Intranet. Dem entgegen sprechen die zumeist hohe Komplexität dieser Werkzeuge aufgrund ihres Software-Umfangs und damit einerseits ein hoher Schulungsaufwand für Mitarbeiter, andererseits die durch die hohe Funktionalität bedingte Kostenintensivität der Software. Bei der Notwendigkeit der Dokumentation, Modellierung und Optimierung einer komplexen und umfangreichen Prozessarchitektur mit vielen Prozessen und Schnittstellen ist die datenbankgestützte statische Modellierung jedoch auf jeden Fall der reinen Visualisierung vorzuziehen²¹¹.

Dynamische Modellierungswerkzeuge gehen in Bezug auf statische Werkzeuge noch einen Schritt weiter, indem sie die Simulation von in der Datenbank hinterlegten Prozessen ermöglichen. Durch die Prozesssimulation können Prozesse bereits vor ihrer eigentlichen Implementierung in den Unternehmensalltag auf Schwachstellen, Inkonsistenzen und Optimierungspotenziale untersucht werden. Die Simulation wirkt auch unterstützend bei der Auswahl aus mehreren Prozessalternativen. Ein dynamisches Modellierungswerkzeug benötigt aufgrund der Berechnungsgrundlage eine große Menge an hinterlegten Daten, beispielsweise Arbeitszeiten von Mitarbeitern, Kosten oder Mitarbeiteranzahlen. Allein die Datenerhebung kann bei dynamischen Simulationenwerkzeugen bereits einen beträchtlichen Aufwand darstellen stellt bei einer ungenügenden Datenbasis die Zweckmäßigkeit der Simulation in Frage. Grundsätzlich kann die Simulation auch nicht die reale Welt mit allen ihren Einflussfaktoren abbilden und ist somit auf die Verwendung von Unsicherheiten, Wahrscheinlichkeiten und Schätzwerten angewiesen. Obwohl eine solide Datenbasis bereits eine sehr gute Entscheidungsgrundlage für das Unternehmen bietet, sollten die Simulationsergebnisse unbedingt einer ausführlichen Interpretation und Diskussion unterzogen werden. Vor der Einführung kosten- und ressourcenintensiver dynamischer Modellierungswerkzeuge sollte die Notwendigkeit und Durchführbarkeit der Simulation zunächst ausführlich besprochen werden, denn nicht alle Prozesse eignen sich für die Simulation. Zu den schwer, oder nur mit starker Unsicherheit, simulierbaren Prozessen gehören vor allem solche, in denen ein hohes Maß an Kreativität und kreativer Leistung gefordert wird. Prozesse mit hoher Standardisierung und IT-Unterstützung eignen sich besonders für die Simulation. Gerade durch eine hohe IT-Unterstützung können anfallende Daten in die Simulation übernommen werden und damit die Datenerhebung erheblich erleichtern²¹².

²¹¹vgl. S.46f P. Kuhlang u.a. (2010)

²¹²vgl. S.47f ebenda

In den folgenden Absätzen werden die wichtigsten Vertreter der GPM-Tools stellvertretend für die Gesamtheit an verfügbaren Werkzeugen aufgezählt und beschrieben. Aufgrund der unüberschaubaren Anzahl an heutzutage verfügbaren GPM-Werkzeugen ist ihre taxative Aufzählung im Rahmen dieser Arbeit weder sinnvoll, noch notwendig, da bereits eine Handvoll wichtiger Vertreter den Großteil der Anwendung ausmachen. Hinzuzufügen ist außerdem, dass die wissenschaftliche Informations- und Literaturgrundlage zu den spezifischen Geschäftsprozessmanagement-Tools jeweils sehr gering ausfällt und damit die detaillierte Beschreibung und Bewertung einzelner Tools nicht einfach möglich ist. Die Vollständigkeit der Daten und Beschreibungen zu den jeweiligen GPM-Tools stützt sich somit hauptsächlich auf den in den Homepages zur Verfügung gestellten Informationen und Dokumenten. Schließlich wird noch darauf hingewiesen, dass mit den bereits vorliegenden Marktanalysen von KUHLANG (2010) und dem FRAUNHOFER IAO (2014) schon der Großteil der heute im deutschsprachigen Raum verfügbaren GPM-Tools aufgezählt, beschrieben und verglichen wird.

- **MS Visio**

MS Visio zählt zu den bekanntesten Vertretern der reinen Visualisierungstools und besitzt den großen Vorteil, für die meisten Unternehmen weltweit zum Standard-Repertoire an Software zu gehören und somit jederzeit verfügbar zu sein. Die breite Symbolpalette ermöglicht die Darstellung von – nicht zu komplexen – Prozessen auf allen Ebenen der Prozessarchitektur. Neben der Verfügbarkeit der breiten Symbolpalette unterstützt Visio durch eigene Vorlagen und Schablonen auch einige nicht-standardisierte sowie standardisierte Modellierungsnotationen wie Flussdiagramme, EPKs und in der neuesten Version MS Visio 2016 auch endlich die BPMN 2.0 in beschränkter Form. Die Unterstützung dieser Notationen bezieht sich im Weiteren auch auf die automatische grobe Überprüfung von Prozessmodellen auf ihre semantische und logische Korrektheit und Konsistenz. MS Visio unterstützt somit zum Teil auch die Modellanalyse, womit eine Annäherung zu statischen Modellierungswerkzeugen geschaffen ist. Eine komplette Datenbankunterstützung liegt jedoch nicht vor.

- **ARIS**²¹³

ARIS wurde bereits in Abschnitt 3.1.2 eingeführt und bietet mit seinem unternehmensumfassenden Rahmenwerk, der eigenen Notation und Softwareunterstützung ein komplettes Paket für die Einführung von Geschäftsprozessmanagement in ein Unternehmen. Die eigene Software *ARIS* besteht aus mehreren Softwarepaketen. Die *ARIS Business Process Analysis Platform* ist die marktführende Lösung im Bereich BPM und unterstützt Themen wie Process

²¹³vgl. H. Seidlmeier (2015)

Governance, Prozessorganisation und –kommunikation sowie die Analyse und Optimierung von Prozessen. Die ARIS-Software *ARIS Process Performance Manager* ermöglicht auch die Prozesssimulation und reiht sich somit in den Bereich der dynamischen Modellierungswerkzeuge ein.

Als Produkt des ARIS-Konzeptes ist bei Verwendung der Software grundsätzlich die Modellierung und Vorgehensweise anhand der ARIS-Systematik vorgesehen und unterstützt. Im Bereich der Modellierung und Notation bezieht sich ARIS damit hauptsächlich auf die „hauseigenen“ Notationsformen Werterschöpfungskettendiagramm, Vorgangskettendiagramm und die ereignisgesteuerte Prozesskette. Neben diesen Notationsformen sind auch andere Sprachen wie die BPMN, UML, BPEL, LOVEM und SOM unterstützt, wobei diese teilweise nicht in die ARIS-Philosophie integrierbar sind und damit nicht „aktiv“ von ARIS unterstützt werden, sondern eher als „nice-to-have“-Feature verfügbar sind.

- **ADONIS**²¹⁴

ADONIS ist ein vollständig webbasiertes GPM-Tool der BOC-Group und besitzt derzeit mehr als 1000 Kunden. Es besitzt neben Modellierungsfunktionen auch mächtige Analysefunktionen, Validierungs- und Vergleichsfunktionen und wird durch eigene Methoden und Beratung unterstützt. Es erhebt den Anspruch, besonders bedienerfreundlich zu sein. Beispielsweise soll durch eine textuelle Prozesssicht zusätzlich zur grafischen Prozessdarstellung die Lesbarkeit und Verständlichkeit für ungeübte Anwender erhöht werden. Als vollständig webbasiertes Tool ermöglicht *ADONIS* die kollaborative gleichzeitige Arbeit an Dokumenten und Prozessen durch verschiedene User. Im Prozesscockpit lassen sich Soll-/Ist-Abweichungen und damit die Prozessleistungen übersichtlich messen. Die BPMN 2.0 ist in *ADONIS* als Standardnotation festgelegt, das Tool unterstützt jedoch die Erstellung einer gesamten Prozessarchitektur von der Prozesslandkarte bis zum Prozessmodell.

- **AENEIS**²¹⁵

AENEIS ist GPM-Tool der Stuttgarter *intellior AG*. Wie bei *ADONIS* wird hier ebenfalls BPMN 2.0 als Standardnotation verwendet. Der Kundenkreis bezieht sich ebenfalls auf mehr als 1000 Kunden. Anders als *ADONIS* ist *AENEIS* aber kein vollständig webbasiertes Tool. Ein besonderes Merkmal ist, dass das Softwarepaket einen modularen Aufbau besitzt und somit für ein Unternehmen individuell je nach den Tool-Anforderungen angepasst und erweitert werden kann. Ein Vorteil von *AENEIS* ist, dass das Produkt für einen Modellierer und bis zu drei Mitarbeiter mit Leserechten als *BPM|Free* mit dem vollen

²¹⁴vgl. <https://de.boc-group.com/adonis/> (, eingesehen am 15.04.2017)

²¹⁵vgl. <https://www.intellior.ag/software/> (, eingesehen am 15.04.2017)

Funktionsumfang gratis verwendet werden kann. Dieser Ansatz stellt dahingehend ein Alleinstellungsmerkmal dar, da Gratis-Versionen von GPM-Werkzeugen oft entweder nicht den vollen Funktionsumfang besitzen, oder als Testversionen nur zeitlich begrenzt verfügbar sind.

- **Signavio**^{216,217}

Signavio ist ein Hersteller für Prozess- und Entscheidungsmanagement-Software. Ähnlich zur ARIS-Herangehensweise bietet Signavio verschiedene Softwarelösungen zu bestimmten Bereichen des Prozessmanagements an. Während der *Signavio Process Editor* sich auf die klassischen GPM-Bereiche der Modellierung und Analyse von Geschäftsbereichen fokussiert, erhält man mit *Signavio Process Intelligence* die Möglichkeit der „Big-Data-Analyse“ und damit im Sinne des in diesem Kapitel noch zu beschreibenden *data mining* die Echtzeitanalyse von Prozessdaten. Je nach Produktkonfiguration besitzt der vollständig webbasierte Signavio Process Editor bestimmte Analysefunktionen, von Prozess-Reports und Prozesskostenrechnung bis zur vollständigen Simulation von Prozessen. Das Produkt unterstützt neben der BPMN 2.0 auch die EPK, UML, Wertschöpfungsketten und auch Organigramme als Modellierungssprachen.

- **iGrafx**^{218,219,220}

Ein weiteres umfassendes GPM-Tool auf dem Markt stellt die webbasierte Plattform *iGrafx* dar. *iGrafx* unterstützt die gebräuchlichsten Modellierungsnotationen von Ablaufdiagrammen und Flussdiagrammen bis zum Standard BPMN 2.0. Allerdings sind auch speziellere Methoden wie etwa die IDEF0 enthalten. Das GPM-Tool ermöglicht die Echtzeit-Analyse der Geschäftsprozesse in rollenspezifischen und frei konfigurierbaren Prozesscockpits. Eine Besonderheit ist die Unterstützung und Implementierung einer Wertstromdesign-Funktion und von Lean Six Sigma-Projekten durch die Software.

- **Data Mining**²²¹

Data Mining befasst sich mit der Analyse von elektronischen Massendaten. Es geht grundsätzlich darum, die riesigen „Berge“ an Daten, welche Unternehmen jeden Tag sammeln, nach nützlichem und nutzbarem Wissen zu erforschen und durch systematische Analyse der Datenzusammenhänge auch Be-

²¹⁶vgl. https://www.signavio.com/wp-content/uploads/2017/02/Signavio_Features_de_v10.8.0.pdf (, eingesehen am 15.04.2017)

²¹⁷vgl. <https://www.signavio.com/de/products/process-intelligence/> (, eingesehen am 15.04.2017)

²¹⁸vgl. <http://www.igrafx.com/de/solutions/business-challenges/process-modeling> (, eingesehen am 15.04.2017)

²¹⁹vgl. <http://www.igrafx.com/de/solutions/disciplines/lean-six-sigma> (, eingesehen am 15.04.2017)

²²⁰vgl. <http://www.igrafx.com/de> (, eingesehen am 15.04.2017)

²²¹vgl. S.2ff J. Cleve (2016)

ziehungen zwischen scheinbar verschiedenen Ereignissen herzustellen. Data Mining sucht nach bisher unbekanntem Mustern und Abhängigkeiten in den bereitgestellten Daten, um dem Unternehmen entscheidende Wettbewerbsvorteile zu bringen. Primär ist Data Mining in die Themenbereiche Wissensmanagement und Business Intelligence einzuteilen. Die Extrahierung von „Wissen“ aus Daten ist aber auch bei der Analyse von Prozessen sehr hilfreich. Durch die Analyse prozessbezogener Daten kann somit beispielsweise effizient überprüft werden, ob der tatsächliche Prozessablauf dem Soll-Ablauf entspricht, ob und wie oft Ausnahmesituationen auftreten, wie hoch Durchlaufzeiten ausfallen, oder wie stark die Ablaufvariation zwischen verschiedenen Prozessinstanzen ist.

Data Mining geht von den Bedingungen aus, dass auch genügend und repräsentative Daten in ausreichender Zahl vorhanden sind sowie dass diese Daten extraktionswertes Wissen enthalten und das zu untersuchende Gebiet nicht nur vergangenheitsorientiert abdecken. Im Rahmen des Prozessmanagements ist Data Mining somit nur für Prozesse mit hoher IT-Unterstützung, beziehungsweise hohem Automatisierungsgrad und hohem Auftreten von Informations- und Kommunikationsflüssen relevant.

Nach der Recherche und Aufbereitung der wichtigsten Vertreter von GPM-Tools kann zusammengefasst werden, dass für einen ungeübten Modellierer viele der bekannten Tools ungefähr denselben Funktionsumfang haben. Die GPM-Tools gehen dabei oft je nach Produktkonfiguration mehr oder weniger nahtlos in die von KUHLANG definierten Kategorien der statischen und dynamischen Modellierungswerkzeuge über. Große Unterschiede lassen sich wenn dann nur in wenigen Details und sogenannten Unique Selling Points feststellen. Für eine fundierte Auswahlentscheidung reicht diese Recherche also nicht aus. Bis auf ARIS ist BPMN 2.0 immer als Standard für die Prozessmodellierung festgelegt. Unterschiede bestehen bei den Tools darin, ob diese webbasiert aufgebaut sind oder nicht. Für weitere Informationen sollte KUHLANG konsultiert werden oder direkt eine Anfrage bei den Herstellern gestellt werden.

4 Prozessmodellierung in der Produkt- und Prozessentwicklung

Dieses Kapitel widmet sich der Frage, in wie weit die in den vorigen Kapiteln vorgestellten betriebswirtschaftlichen Themenfelder „Industrielle Produktion“ und „Geschäftsprozessmanagement“ sinnvoll miteinander vereinbar und kombinierbar sind, beziehungsweise ob und wie diese Themen und deren Methoden sich gegenseitig (oder einseitig) ergänzen und unterstützen können.

Mit Blick auf die Zukunft sollen auch die Anforderungen an die Produktionsprozesse der Zukunft speziell durch das Thema Industrie 4.0 geklärt werden und anschließend in die Anforderungen in Bezug auf die Prozessmodellierung und Prozessanalyse innerhalb des Geschäftsprozessmanagements überführt werden.

4.1 Geschäftsprozessmanagement in der Produktion

Wie folgend vorgestellt wird scheinen das Geschäftsprozessmanagement und die Produktion auf den ersten Blick zwei sehr gut miteinander kombinierbare Themenfelder zu sein. Auf der operativen Ebene sieht VOIGT beispielsweise bei der Gestaltung der Hochlaufphase, beziehungsweise der Serienanlaufphase im Anschluss und während der Produktentwicklung Methoden des Geschäftsprozessmanagements als nützlich. Im Rahmen der Anlaufoptimierung, des sogenannten „Fast Ramp-up“ identifiziert VOIGT bestimmte Managementmethoden wie *Kennzahlensysteme*, *Simulationsanalysen* und *Prozessmodellierungen* als klar komplementäre Handlungsfelder und bestätigt damit die Annahmen zur operativen Eignung von Prozessmanagementmethoden in der Planung einer Produktion²²². Es stellt sich allerdings die Frage, wie solche Prozessmodellierungen im Detail aussehen können. Prozessmodellierungssprachen beziehen sich traditionell lediglich auf die Darstellung strategischer Prozesse und klassischer IT-basierter „Büroprozesse“. Basierend auf der vorangegangenen Recherche existieren für die detaillierte Modellierung von Produktionsprozessen keine oder keine bekannten und standardisierten Modellierungswerkzeuge, deren Stärken spezifisch auf die Darstellungsanforderungen von Produktionsprozessen ausgelegt wären. Mit der standardisierten und zumindest im Bereich der „Büroprozesse“ besonders starken und vielseitigen Modellierungssprache BPMN 2.0 liegt ein potentiell geeignetes Werkzeug zur Hand.

Besonders in Bezug auf die Phasen der Prozessentwicklung bis hin zur laufenden Produktion könnten qualitative und quantitative Methoden des Prozessmanagements die Planung und Konzeption der Prozesse aktiv unterstützen. Durch quantitative und qualitative Analysen können mögliche Schwachstellen von Prozessen – in der Theo-

²²²vgl. S:437 K.-I. Voigt (2008)

rie – bereits identifiziert und korrigiert werden, bevor diese überhaupt real implementiert wurden und damit kosten- und zeitintensive Änderungsvorgänge zeitlich vorverchieben. Der operative Nutzen eines solchen Prozessmodells findet sich auch aus der Managementsicht:

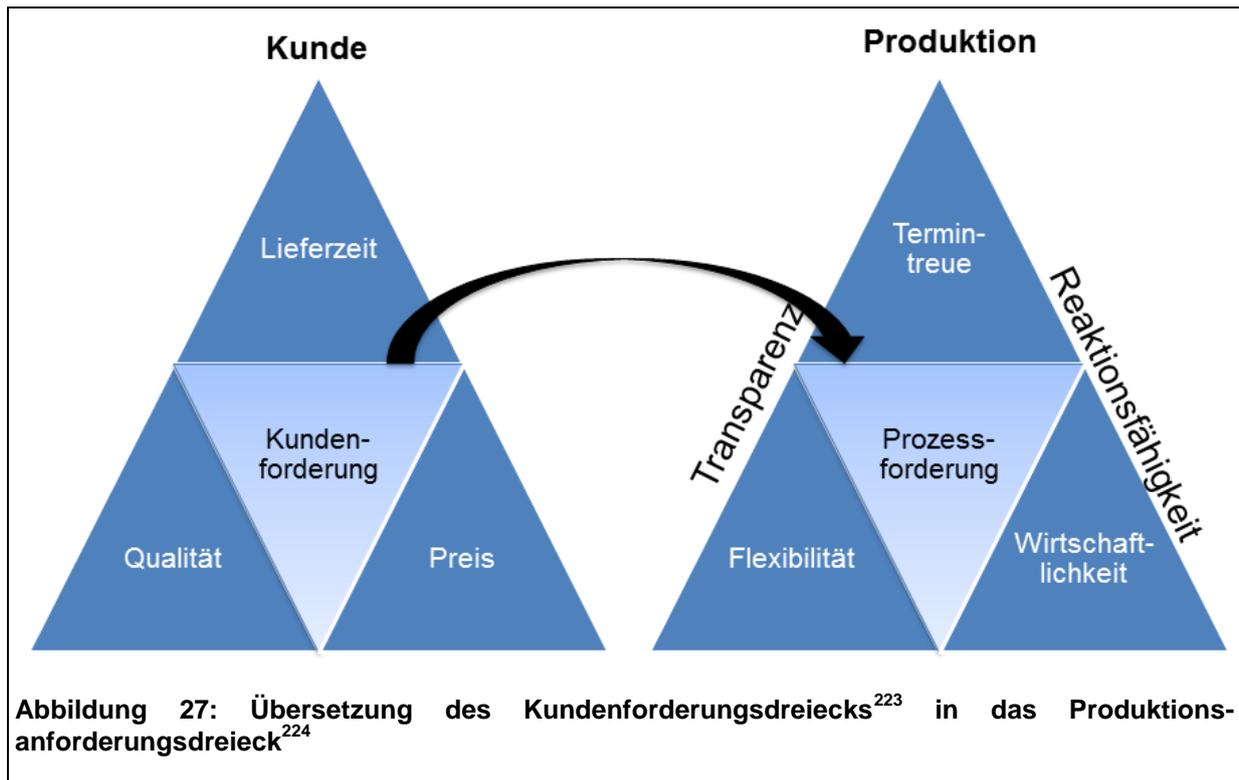
- Als Diskussionsgrundlage
- Als Analysegrundlage
- Als Planungsgrundlage
- Als Verbesserungsgrundlage

Der operative Ansatz verfolgt auch das Ziel, durch Dokumentation und Identifikation der Prozesse die zukünftigen Schnittstellen sichtbar zu machen. Vor allem die Fragestellung, wie beispielsweise ein Produktionsprozess über Schnittstellen zu anderen Unternehmensprozessen verknüpft ist, scheint hier relevant. Ganz nach der GPM-Philosophie sollte die Anwendung bestimmter Methoden auch die geforderte Prozessorientierung des künftigen Produktionsprozesses und aller darin involvierten Prozesse bereits in der Planungsphase berücksichtigen und sicherstellen.

Um den in dieser Arbeit betrachteten und bearbeiteten Forschungsgegenstand auch zukunftsfähig zu gestalten, beziehungsweise die Potenziale und Relevanz auch für zukünftige Problemstellungen in Unternehmen sicherzustellen, muss zunächst eine situative Analyse der Produktionsumgebung erfolgen. Es wäre nicht der Zweck dieser Arbeit eine Methodenkombination zur Unterstützung der Produkt- und Prozessentwicklung vorzustellen, welche durch fehlende Berücksichtigung des Genannten keine Verwendung für sowohl zukunftsorientierte als auch zukünftige Produktionsszenarien hat. Daher werden anhand der folgenden zwei Kapitel zunächst Anforderungen an die Produktion der Zukunft abgeleitet und diese dann in Anforderungen an die Prozessmodellierung übersetzt.

4.1.1 Grundlegendes

Grundlegend sind die meisten Unternehmen seit der eingetretenen Wandlung vom Verkäufermarkt zum Käufermarkt damit konfrontiert, sich auf die Wünsche der Kunden einzustellen, also eine konsequente Kundenorientierung zu erreichen, und dabei gleichzeitig die Produktion effizient und nach dem neuesten Stand der Technik zu gestalten. Die notwendige Kundenorientierung erfordert die Analyse der Kundenbedürfnisse. Die Forderung des Kunden nach *Qualität* stellt ein grundlegendes Bedürfnis dar. Ein Kunde ist jedoch nicht bereit, ein Produkt um jeden *Preis* zu kaufen. Besonders in Zeiten des Käufermarktes orientieren sich Kunden bei der Auswahl der Lieferanten auch immer mehr an der *Lieferzeit* eines Produktes. Aus Sicht des Kunden ergibt sich somit das klassische Dreieck der Kundenwünsche durch die Produktauspekte *Preis*, *Qualität* und *Lieferzeit*. Diese drei wesentlichen Kundenforderungen gilt es auch in einer Produktion der Zukunft noch zu erfüllen. Die Anforderungen des



Kunden können und müssen dazu in Anforderungen an die Produktion übersetzt werden. Neben der Sicherstellung der überlebenswichtigen *Wirtschaftlichkeit* der Produktion und somit des gesamten Unternehmens, sind die *Termintreue* und die *Flexibilität* der Produktion die bestimmenden Anforderungen an das moderne Unternehmen. Die Termintreue ist direkt mit der Kundenforderung nach kurzer Lieferzeit verknüpft. Die Flexibilität der Produktion ist notwendig, um effizient und schnell auf ungeplante und geplante Änderungen durch interne und externe Kunden reagieren zu können. Abbildung 27 zeigt die beiden Dreiecke der Kunden- und Produktionsanforderungen.

Ein großes Problem bei dem Erfüllen der Produktionsanforderungen stellt ihre Gegenläufigkeit dar. Während der Kunde jede seiner Anforderungen zu 100 Prozent erfüllt sehen möchte, steht die Produktion immer vor dem Problem, das Streben nach hoher Flexibilität und Termintreue auf der anderen Seite der Wirtschaftlichkeit der Prozesse gegenüberzustellen. Da alle drei Stellschrauben untrennbar miteinander verknüpft sind und damit allgemeine Verbesserungen eines Aspektes nur durch die Verschlechterung der anderen beiden Aspekte zu erreichen sind, müssen Lösungen gefunden werden, welche die Flexibilität und Termintreue sicherstellen und gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit berücksichtigen. Nur so ist es möglich, das Forderungsdreieck als Ganzes zu minimieren, beziehungsweise zu maximieren und damit den Kundenforderungen in allen drei Ebenen gerecht zu werden. KLETTI sieht die Lösung in den Prozessen der Produktion²²⁵. Der Fokus der Lösung liegt in der Schaffung von

²²³vgl. S.11f J. Kletti (2015)

²²⁴vgl. S.11 ebenda

²²⁵vgl. S.12 ebenda

transparenten und *reaktionsfähigen* Prozessen. Die Reaktionsfähigkeit der Prozesse bestimmt das Maß der Flexibilität, mit der das Unternehmen den Kundenwünschen entgegenkommen kann. Reaktionsfähigkeit kann sich wiederum nur auf der Basis von Informationen und Informationserhaltung bilden. Das Sichtbarmachen von Informationen und Daten kann nur geschehen, wenn Prozesse einen bestimmten Zustand der Transparenz erhalten haben. Idealerweise sollten die bereitgestellten Informationen die aktuelle und zeitnahe Prozesssituation widerspiegeln, denn Informationen werden in Echtzeit benötigt, um flexibel und schnell darauf reagieren zu können²²⁶.

Ein Beispiel für einen solchen Lösungsansatz ist der japanische Lean-Ansatz für schlanke Produktionsprozesse. Er konstituierte bereits Ende des 20sten Jahrhunderts einen Meilenstein im Bereich der Prozessoptimierung und Produktionsoptimierung. Durch die konsequente Suche nach und Eliminierung von Verschwendung wird die Produktion von Grund auf „aufgeräumt“ und damit sowohl flexibler, als auch transparenter gemacht.

KLETTI sieht in seinem Buch besonders schlanke *Planungsprozesse* als entscheidenden Lösungsansatz für eine zukunftsfähige Fabrik. Die Vermeidung von Verschwendung in den Informations- und Planungsabläufen sollte demnach anhand von folgenden Prinzipien realisiert werden²²⁷:

- **Reduzierung von IT-Insellösungen und Papierdokumenten**

Die Anzahl der IT-Systeme sollte in einer zukunftsfähigen Produktion so weit wie möglich minimiert werden, um Schnittstellen zu verringern und auch auf Ebene der Informationstechnologie eine hohe Transparenz zu schaffen. Papierdokumente haben den Nachteil einer geringen Aktualität und erhöhter Transportwege.

- **Reaktive Feinplanung in Echtzeit**

Das Ziel ist eine rückstandsfreie Produktion durch die Feinplanung unter jederzeit verfügbarer Kenntnis der Ist-Situation.

- **Hohe Autonomie der Produktionsbereiche**

Vor Ort können Entscheidungen meistens schneller und besser getroffen werden, daher soll auf eine höhere Autonomie der einzelnen Produktionsbereiche Wert gelegt werden, ohne die Fertigungsaufträge zentral für die gesamte Produktion zu planen.

- **Synchronisierung der Abteilungen untereinander**

Nur durch Synchronisation und Vernetzung der Abteilungen kann ermöglicht werden, dass alle Prozessbeteiligten den gleichen Informationsstand besitzen und einzelne Prozesse aufeinander abgestimmt werden können.

²²⁶vgl. S.11ff J. Kletti (2015)

²²⁷vgl. S.15f ebenda

- **Zentrale Verfügbarkeit aller Daten**

Dezentral anfallende Daten wie Maschinen-, Personal- oder Auftragsdaten müssen in der zukünftigen Produktion jederzeit zentral verfügbar gemacht werden, um dort wieder dezentral für Prozessbeteiligte bereitgestellt zu werden.

Das Konzept der schlanken Planungsprozesse von KLETTI definiert bereits eine Reihe von Anforderungen an die Produktionsprozesse der Zukunft. Eine Betrachtung von zukünftigen Unternehmen kann jedoch nicht ohne Erwähnung des Begriffes *Industrie 4.0* erfolgen.

4.1.2 Industrie 4.0

Die Lean-Ansätze sollten in heutigen Unternehmen mittlerweile den Stand der Technik darstellen. Als nächster Meilenstein im Bereich der Produktion gilt das Konzept von *Industrie 4.0*, welches auch in Bezug auf die Reaktionsfähigkeit und Transparenz der Prozesse eine neue Ära der Produktionsorganisation einschlagen wird. *Industrie 4.0* ist ein Begriff, welcher in aktuellen Betrachtungen zum Thema der *zukünftigen* und *zukunftsorientierten* Unternehmen in jedem Fall zu nennen, einzubeziehen und zu erläutern ist. Auch bekannt als *vierte industrielle Revolution*, ist Industrie 4.0 heutzutage ein Schlüsselbegriff der Betriebswirtschaft und wird oft als Grundvoraussetzung für die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen in der unmittelbaren Zukunft gesehen.

Doch was genau ist nun dieses „Industrie 4.0“? Erstmals erwähnt wurde dieser Begriff im Rahmen der Hannover-Messe 2011 und er ist HUBER zufolge ursprünglich *„Bestandteil der Hightech-Strategie der [Anm.: deutschen] Bundesregierung mit dem Ziel den Wirtschaftsstandort Deutschland nachhaltig zu sichern“*²²⁸. Im Rahmen von dazu gegründeten Forschungsgruppen und durchgeführten Umsetzungsstudien wurde der Begriff schließlich weiter detailliert. So steht laut einer Studie des Fraunhofer IAO und BITKOM *„die echtzeitfähige, intelligente, horizontale und vertikale Vernetzung von Menschen, Maschinen, Objekten und IKT-Systemen [Anm.: Informations- und Kommunikationstechnologie] zum dynamischen Management von komplexen Systemen“*²²⁹, im Mittelpunkt der Thematik von Industrie 4.0. Einfacher ausgedrückt *„handelt es sich hier um die Verknüpfung von intelligenten Produkten (Smart Products) mit einer intelligenten Fabrik und Produktion (Smart Factory)“*²³⁰. Intelligente Produkte sind in dem Sinne „intelligent“, dass sie über jedwede Art der IT-Unterstützung über das Wissen ihres Herstellungsprozesses und ihres künftigen Einsatzes verfügen. Sie sind außerdem in der Lage, durch Datenübertragung mit der Umwelt zu kommunizieren. Die Smart Factory ist eine moderne Fabrik oder auch ein

²²⁸vgl. S.2 W. Huber (2016)

²²⁹vgl. S.18 W. Bauer u.a. (2014)

²³⁰vgl. S.8 W. Huber (2016)

Verbund von Fabriken, welche vermehrt und fokussiert Methoden der IKT in allen Bereichen und Phasen der Produktion, von der Produktentwicklung, über das Produktionssystem zur Logistik und den Schnittstellen zum Kunden einsetzen. Auch in der Smart Factory ist der Aspekt der freien, selbstverständlichen und ständigen Kommunikation zwischen Mensch, Maschine und Ressource ein entscheidendes Schlüsselement²³¹. Wichtige Schlüsselbegriffe im Zusammenhang mit Industrie 4.0 sind somit vor allem Vernetzung, erhöhte Kommunikation und cyber-physische Systeme, beziehungsweise die Mensch-Roboter-Kollaboration. Wie sich aus diesen Begriffen herauslesen lässt, steht der Faktor Mensch bei Industrie 4.0 immer noch im Mittelpunkt der Diskussion. Nicht die menschenunabhängige Produktion, sondern die Produktion im Einklang und der Zusammenarbeit von Mensch, Maschine und Robotern ist die Zukunft.

Längst hat sich das Thema Industrie 4.0 vom reinen Produktionsindustriethema zum gemeinsamen Potenzial für alle Wirtschaftssektoren und Unternehmensbereiche entwickelt. Die immer zunehmende Entwicklung von und Forderung nach „smarter“ Elementen im heutigen Unternehmens- und Kundenumfeld erweitert das Anwendungsfeld von Industrie 4.0 über die Produktion bis auf Dienste, Geschäftsmodelle und einzelne Produkte. Die Bezeichnung eines Objektes als „smart“ umfasst Aspekte wie die Digitalisierung (z.B. Cloud Computing, Digitales Produktgedächtnis), die Vernetzung (z.B. selbstfahrende Systeme oder RFID), Smart Data (wie Big Data und Predictive Maintenance), aber auch cyber-physische Systeme und cyber-physische Produktionssysteme²³².

Das hohe unternehmerische Interesse am Thema, Trend- und Modewort Industrie 4.0 hat zur Folge, dass die Vernetzung von Produkten und Prozessen und die Implementierung von cyber-physischen Systemen bereits heute für viele Unternehmen die Realität darstellt. Die Betrachtung von Industrie 4.0 als „Thema der Zukunft“ ist somit insofern falsch, da sie sich bereits heute zumindest in den Startlöchern befindet, wenn nicht schon teilweise etabliert hat. Zahlreiche Unternehmen, aber auch wissenschaftliche Institutionen, wie etwa die TU Wien, sind heute aktiv mit der Forschung, Entwicklung und Implementierung von Industrie-4.0-spezifischen Aspekten beschäftigt. Diese derzeitige Situation unterstreicht lediglich abermals die Notwendigkeit, den Aspekt „zukünftiger“ (heutiger) Anforderungen an produktionsrelevante Prozesse in der Bestimmung einer geeigneten Methodenkombination der Prozessmodellierung und Prozessanalyse zu berücksichtigen und zu integrieren.

Welche Anforderungen, beziehungsweise welches Bild hat die Produktion in naher Zukunft, wenn die Vision oder der Fakt „Industrie 4.0“ betrachtet wird? Diese Frage zu beantworten ist nicht trivial, da viel zu viele Faktoren und Differenzen in dieser

²³¹vgl. A. Hellinger, Stumpf, Veronika, Kobsda, Christian (2013)

²³²vgl. S.8f W. Huber (2016)

Vision zu berücksichtigen sind. Beispielsweise wird sich der Produktionsprozess – genau wie auch heute – in seiner Automatisierung und seinem Aufbau zwischen den klassischen KMUs und Industriegrößen wie den Automobilherstellern stark unterscheiden. Außerdem reicht die Vorstellungskraft heutiger Forscher im Bereich Produktion der Zukunft von kollaborierenden Mensch-Maschine-Systemen im kleinen Bereich bis hin zum völlig autonom durch die Produktion geführten Produktionsauftrag, der die völlig flexible Herstellung eines Produktes durch schwarmgesteuerte und selbstfahrende Maschinen ansteuert. Dennoch lassen sich in Bezug auf das Thema vor allem aus der derzeit immer größer werdenden Literatur- und Forschungsbasis zu Industrie 4.0 einige gemeinsame Anforderungen an das System ableiten. Die Umsetzungsvoraussetzungen für die Produktion sind dabei sowohl technischer, als auch organisatorischer und normativer Natur. Dabei sind jedoch branchenspezifische Randbedingungen, wie auch fertigungsartspezifische Randbedingungen zu beachten und zu ermitteln^{233,234}.

Einige der Anforderungen decken sich mit den bereits beschriebenen Prinzipien der schlanken Produktionsplanung von KLETTI. Ein wichtiger Aspekt von Industrie 4.0 wird die höhere Autonomie innerhalb der Produktionsbereiche und von einzelnen Produktionsteilnehmern sein. Die Möglichkeit, dezentral Entscheidungen treffen zu können erfordert zunächst auch die zunehmende Ausstattung von Produktionsteilnehmern mit „Kommunikationsmitteln“ und „Informationsmitteln“, um Entscheidungen treffen zu können. In diesem Zusammenhang wird technisch von einem zukünftig stark erhöhten Einsatz von Sensorik, Aktorik und Microcontrollern, generell Embedded Systems, gesprochen. Einerseits schaffen diese Schnittstellen die Möglichkeiten zur Kommunikation zwischen Maschine und Maschine, andererseits ermöglichen Sensoren die Interaktion zwischen menschlichen und computergesteuerten Teilnehmern, beispielsweise bei sensitiven Robotern. Die Kommunikation und der Datenaustausch aller Produktionsteilnehmer miteinander bedeuten auch den Bedarf und die Forderung nach einer flächendeckenden Vernetzung in der gesamten Produktion und aller produktionsrelevanten Prozesse. Als produktionsrelevant sind auch übergreifende Prozesse wie der Vertriebsprozess oder Supply-Chain-Prozesse zu bewerten. Damit wird sich zukünftig die verstärkte Vernetzung auch über die Unternehmensgrenzen hinweg zu den Lieferanten und den Kunden erstrecken. Die stärkere Kundenvernetzung wird sich beispielsweise so äußern können, dass ein Kunde ab der abgeschlossenen Bestellung jederzeit den Produktionsstatus des Produktes einsehen können wird^{235,236}.

²³³vgl. D. Spath u.a. (2013)

²³⁴vgl. A. Hellinger, Stumpf, Veronika, Kobsda, Christian (2013)

²³⁵vgl. D. Spath u.a. (2013)

²³⁶vgl. A. Hellinger, Stumpf, Veronika, Kobsda, Christian (2013)

Ein zentraler Meilenstein zur Wegbereitung der unternehmensweiten Vernetzung muss die rechtzeitige Anpassung der IT-Strukturen an die Erfordernisse der Kommunikation zwischen Datenquellen, Anlagen und Produkten sein²³⁷.

Die Selbststeuerung beziehungsweise Selbstorganisation vieler Produktionsteilnehmer wird eine gesteigerte Flexibilität der Produktionsprozesse durch flexibleren Ressourceneinsatz und die Produktion kleiner Losgrößen zum Ziel und zur Folge haben. Industrie 4.0 dient als Werkzeug für die *wirtschaftliche* Fertigung kleiner Losgrößen, auch in der Serienfertigung. Die Fertigung kleiner Losgrößen wirkt sich in Folge auch sehr positiv auf die Punkte *Flexibilität* und *Termintreue* aus. Industrie 4.0 hat also das Potenzial und das Ziel, das gesamte Forderungs-dreieck der Produktion zu verkleinern. Analog zu den Forderungen von KLETTI ist eine Forderung dafür an die zukünftige Produktion, dass Informationen in Echtzeit gesammelt und bereitgestellt werden müssen. Nicht nur die Feinplanung, idealerweise die gesamte Produktion wird schließlich echtzeitgesteuert ablaufen müssen. Die Bereitstellung von Informationen in Echtzeit wird auch für die menschliche Komponente im Produktionsprozess wichtig sein. Dazu treten vermehrt virtuelle und digitale Werker-Assistenzsysteme, von „*Augmented Reality*“ über „*Virtual Reality*“ bis zum Einsatz von Tablets und Mobile Devices zur Informationsbereitstellung vor Ort, in den Vordergrund^{238,239}.

Die Digitalisierung nicht nur der Produktion, sondern aller Kernprozesse des Unternehmens ist ein zentraler Punkt. Diese Digitalisierung prägt sich in Form von kompletter *vertikaler* und *horizontaler Integration* in das Bild Industrie 4.0 ein. Die vertikale Integration beschreibt die digitale Durchgängigkeit von Informationen von der Produktentwicklung bis zu den Prozessen des Aftermarkets. Dabei gilt es hauptsächlich, die heutzutage oft noch getrennten Systemblöcke ERP, PLM, MES und MRO bidirektional miteinander zu verknüpfen und zu synchronisieren²⁴⁰. Die horizontale Integration deckt sich mit den gelieferten Beschreibungen zur unternehmensübergreifenden Vernetzung, also der Bildung unternehmensübergreifender und globaler Wertschöpfungsnetzwerke. Für diese firmenübergreifende Interaktion müssen jedoch bestimmte Voraussetzungen bezüglich der Informationsübergabe erfüllt werden. Die Integration erfordert die Errichtung standardisierter Schnittstellen über die Unternehmensgrenzen hinweg. Auch cloud-basierte Lösungen können als ermöglichende Technologie für die horizontale Integration zwischen Kunden und Lieferanten dienen²⁴¹.

Wie im Abschlussbericht des *Arbeitskreises Industrie 4.0* aus dem Jahr 2013 trotz des relativ hohen Alters des Dokumentes sehr gut hervorkommt, bedingen Änderun-

²³⁷vgl. S.48 M. Glück (2016)

²³⁸vgl. A. Hellinger, Stumpf, Veronika, Kobsda, Christian (2013)

²³⁹vgl. W. Bauer u.a. (2014)

²⁴⁰vgl. S.72ff W. Huber (2016)

²⁴¹vgl. S.76ff ebenda

gen der Produktion durch Industrie 4.0 auch in weiterer Folge Änderungen im gesamten Unternehmen. Im Blick auf die Forderung nach der vertikalen und horizontalen Integration unternehmerischer Wertschöpfungsnetzwerke zeichnet sich die Frage nach der bestehenden Gültigkeit traditioneller Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsnetzwerke ab. In diesem Zusammenhang ist die Modellierung technischer Systeme für die Zukunft eine besonders für den Bereich des Geschäftsprozessmanagements interessante und bedeutende Fragestellung²⁴².

4.2 Anforderungen an die Prozessmodellierung und Prozessanalyse

„Jedoch kann die Problemstellung auch im Hinblick auf die zukünftige Planung von "intelligenten" und "vernetzten" Produktionsprozessen im Sinne von Industrie 4.0 interessant sein, da die prozessuale Darstellung von Schnittstellen und Informationsflüssen in Verbindung mit Material- oder Prozessflüssen damit stark an Bedeutung zunimmt“. (Einleitung, Seite 4)

In der Theorie klingen die Vorschläge und Strategien hinter dem Thema Industrie 4.0 fast zu gut um wahr zu sein. Durch Industrie 4.0 ist in der Theorie bereits der Grundstein zu einer vierten industriellen Revolution gelegt worden. In der Praxis werden Unternehmen aber bei den Umsetzungsversuchen derzeit noch vor große Probleme und Herausforderungen gestellt. Die Umsetzungsanforderungen einer „Produktion der Zukunft“ sind keinesfalls trivial und die Problemstellungen komplex und erfordern in den meisten Fällen neuartige und innovative Lösungsansätze. Auch für die etablierten Methoden des Geschäftsprozessmanagements wird das langsam aber sichere Erscheinen von Vernetzung, Integration und Digitalisierung durch den Einzug von Industrie 4.0 in die Unternehmensdenkweise einen teilweisen Wandel, beziehungsweise Anpassungsbedarf erfordern. Beispielsweise stellt sich bereits heute die Frage, wie die Darstellung und die Modellierung künftiger technischer „hochintelligenter“ und vernetzter Systeme mit den heute verfügbaren Prozessmodellierungsmethoden und anderen Werkzeugen des Geschäftsprozessmanagements erfolgen kann. Dies gilt es nun in Form eines Anforderungskataloges vorausschauend zu erforschen und zu klären.

Analog zur Überführung des Kundenforderungs-Dreiecks in die Produktionsanforderungen muss nun versucht werden, die Anforderungen an die Produktion der Zukunft in resultierende Anforderungen an die Methoden und Werkzeuge der Prozessmodellierung und Prozessanalyse zu übersetzen.

Durch die künftig geforderte zunehmende Integration von IKT-Methoden in den Bereichen der Produktion rückt für Prozessanalysten zukünftig die Vereinigung techni-

²⁴²vgl. A. Hellinger, Stumpf, Veronika, Kobsda, Christian (2013)

scher und fachlicher Prozessmodelle stark in den Fokus, da die entstehenden Zusammenhänge zwischen Informationsflüssen, Materialflüssen, Prozessschritten und Funktionseinheiten eine getrennte Betrachtungsweise nicht mehr als effektiv erscheinen lassen. Im Kontext zunehmender Digitalisierung und IT-Unterstützung wird auch die maschinelle *Ausführbarkeit* fachlicher oder technischer Prozessmodelle eine wichtige Rolle zur erleichterten Implementierung und Kontrolle von Prozessen spielen. In diesem Bereich geht die BPMN 2.0, als ausführbare „fachliche“ Prozesssprache, bereits in die richtige Richtung. In diesem Zusammenhang wird gerade die Auswahl der richtigen Modellierungssprache einen entscheidenden Einfluss auf die Modellqualität und den Modellnutzen haben.

Eine Modellierungsmethode muss in der Lage sein, auch die durch zukünftig flächendeckende Vernetzung unvermeidlich stark ansteigende Erhöhung an Informations- und Kommunikationsflüssen auch in komplexen Sachverhalten noch überhaupt und verständlich darstellen zu können. Es muss mit der Notation möglich sein, Schnittstellen und Informationsflüsse effektiv und richtig darzustellen. Die Standardisierung der Sprache ist in jedem Fall vorteilhaft, da dies nicht nur die Modellierungssicherheit erhöht und das Modellieren an sich vereinfacht, sondern auch die Voraussetzung für eine maschinelle Lesbarkeit schafft.

Gleichzeitig müssen die Modelle besonders zur Unterstützung in der Fertigungsumgebung einen gewissen Grad an Komplexität und spezifischem Inhalt verhindern, um auch von allen Fach- und Nicht-Fachleuten verstanden werden zu können. Das erhöhte Aufkommen von Ressourcenflüssen und Schnittstellen könnte bei den derzeit existierenden Notationsformen zur visuellen und datentechnischen „Überladung“ der Prozessmodelle führen und damit die Lesbarkeit solcher Modelle erheblich erschweren. Dieses Problem wirft die Frage auf, ob Anpassungen oder Erweiterungen der bestehenden Notationsformen dabei Abhilfe schaffen können, oder ob zukünftig die Etablierung einer bisher wenig verwendeten oder die Schaffung einer neuen Modellierungssprache notwendig wird. Ein Lösungsansatz zur Reduktion der visuellen Komplexität könnte die Definition von bestimmten Sichten sein. Ähnlich dem ARIS-Sichtenkonzept könnten dann beispielsweise eine Sicht für (alle im Hintergrund ablaufenden) Informationsflüsse und eine Sicht für die für Menschen sichtbaren Aktivitäten oder eine Materialflusssicht definiert werden. Ein weiterer Schritt zur Vereinfachung von Diagrammen könnte beispielsweise die Kategorisierung verschiedener Elemente, wie etwa von Schnittstellen oder Informationstypen, sein. Ein großes Potential birgt nach Meinung des Autors die Verwendung von Farbelementen in Prozessmodellen. Der Einsatz von Farben kann eine neue Dimension in der Semantik und den Modellierungsmöglichkeiten einer Notation erschließen. Farben ermöglichen beispielsweise einen sehr intuitiven Zugang zur Statussignalisierung in Prozessen, beispielsweise die Farbe „rot“, für „Prozess in Arbeit“ oder „Prozessaktivität inaktiv“. Außerdem können auch Zuordnungen zu oder Verknüpfungen mit bestimmten Ob-

jekten durch farbliche Markierungen dargestellt werden. Besonders bei der Verwendung von Swimlanes können Farbmarkierungen zum einen die visuelle Übersichtlichkeit für einen Leser stark erhöhen, zum anderen aber auch ein zusätzliches Unterteilungs- und Differenzierungselement schaffen. Schlussendlich sind Farben auch eine unmissverständliche, einfache und für jeden Teilnehmer verständliche und erfassbare Alternative zu komplizierten neu erfundenen Symbolen, welche außerdem jeweils notationsspezifisch zu konzipieren sind.

Auf einer mehr strategischen Ebene wird sich zukünftig ebenfalls die erhöhte Informationsübermittlung bemerkbar machen. Ganz nach dem Stichwort vertikaler und horizontaler Integration von Wertschöpfungsnetzwerken werden zukünftig Prozesse und Teil-, beziehungsweise Geschäftsprozesse viel stärker und *regelmäßiger* mit einander verknüpft und verflochten sein, womit die Darstellung von Schnittstellen erneut zu einer Hauptforderung wird. Forschungsfragen, die sich in diesem Zusammenhang ergeben wären etwa: *„Wie erfolgt die (prozessuale) Darstellung eines komplett vernetzten Unternehmens, einer „Einheit“ Unternehmen? Was bedeutet das für eine mögliche Prozessarchitektur?“*

Passend zur unternehmensweiten Stärkung der IT-Infrastruktur und zunehmenden Verwendung von IT-Software wird die IT-Unterstützung auch im Geschäftsprozessmanagement zukünftig eine noch wichtigere Rolle spielen als jetzt. Die Erfordernisse und Veränderungen durch Industrie 4.0 werden besonders im Bereich der Prozessanalyse den Einsatz leistungsstarker GPM-Tools notwendig machen. Durch die zunehmende Verknüpfung von virtueller, beziehungsweise digitaler und physischer Welt im Zuge der vertikalen Integration und der Bildung der „intelligenten Fabrik“ wird das Erschaffen eines durchgängigen digitalen Abbildes von Produkt und Produktsystem prozessual nur mit Hilfe eines GPM-Tools möglich sein. Die Idealvorstellung der Produktion kleiner Losgrößen hat ebenfalls Auswirkungen auf das Prozessmanagement in Bezug auf die Analyse und Optimierung von Prozessen. Reine qualitative Analysen werden durch das Fehlen von fixen, starren Produktionslinien eine eher untergeordnete Rolle spielen. Durch die Fertigung kleiner Losgrößen in einer flexiblen und selbstgesteuerten Produktion können Prozessabläufe häufig nicht mehr einfach anhand qualitativer Ablaufanalysen oder quantitativer Wertstromanalysen untersucht werden, beziehungsweise Verbesserungspotentiale aufgedeckt werden, da sich die Hauptinformationen in den im Hintergrund ablaufenden Informationsflüssen befinden werden. Durch diese Rahmenbedingungen rücken die Methoden Simulation und Data Mining zukünftig stärker in den Fokus von Prozessanalysen im Geschäftsprozessmanagement. Die Unterstützung durch entsprechende GPM-Werkzeuge ist in diesem Fall wieder unabdingbar. Ein weiteres mögliches Erweiterungspotential im Bereich Geschäftsprozessmanagement wird die hohe Verarbeitung und Verwendung von Echtzeitinformationen in und zur Steuerung und Planung von Unternehmensbereichen, aber hauptsächlich der Produktion, sein. Hier wird auch im Bereich der

GPM-Werkzeuge Anpassungsbedarf bezüglich des Prozessmonitorings und der Analyse bestehen. Für den Autor besteht hier die Vision von GPM-Tools als Live-Datenübertragungssysteme unter dem Stichwort „GPM in Echtzeit“. Hier erfolgt die Abarbeitung aller Phasen des Prozesslebenszyklus in minimalen Zeithorizonten, so zeitnah und reaktionsfähig wie möglich.

Idealerweise sollte das entstehende Prozessmodell sich mit bestehenden Methoden und Techniken der Produkt- und Prozessplanung ergänzen. So sieht der Autor eine weitere Forderung darin, dass das Modell ein Verbindungselement zwischen dem Produktionslayout, dem Produkt selber (beispielsweise in Form der Produktstruktur oder Produktionsprozessen) und der darin beteiligten Unternehmensorganisation bilden sollte.

Anhand der bisher beschriebenen generellen Anforderungen an die Prozessmodellierung und Prozessanalyse durch die durch Industrie 4.0 gesetzten Rahmenbedingungen umfasst ein erster Anforderungskatalog in dieser Hinsicht folgende Punkte:

- **Anpassbarkeit:**

Aufgrund der iterativen Natur der Produkt- und Prozessentwicklung muss das Prozessmodell sehr flexibel und leicht anpassbar sein. Natürlich ist im Prinzip jedes Modell anpassbar, bei einer geeignet gewählten Notationsform lässt sich der Änderungsaufwand allerdings auf ein Minimum reduzieren. Die Verwendung *standardisierter* Notationsformen ist daher zu bevorzugen.

- **Unterstützung durch IT**

Die Verwendung leistungsstarker GPM-Tools wird künftig durch Phänomene wie Big Data, Cloud-Computing und Echtzeitinformationsbereitstellung besonders für Prozessanalysen und das Prozesscontrolling unverzichtbar sein. *Dynamische* Modellierungswerkzeuge sind somit mit Vorzug zu verwenden, um die in den Kommunikations- und Datenflüssen enthaltenen Informationen ausschöpfen zu können.

- **Darstellung von Informations- und Kommunikationsflüssen**

Dieser Punkt bezieht sich auf die verwendete Modellierungsnotation. Durch die Vernetzung von Prozessteilnehmern und Prozessen untereinander muss die Notation in der Lage sein, künftig sehr hohe Informations-, Kommunikations- und im Produktionsumfeld auch Materialflüsse exakt und richtig darzustellen.

- **Verständlichkeit**

Es ist generell davon auszugehen, dass ein entstehendes Prozessmodell Personen unterschiedlichster Affinität zum Prozessmanagement vorgelegt werden wird und dieses daher eine entsprechende Lesbarkeit für die Anwender garantieren muss. Wie diese Verständlichkeit erreicht wird, etwa durch Definition

anwenderspezifischer Sichten oder die Verwendung einer begrenzten Anzahl von Symbolen, ist dem Modellersteller in jeder Hinsicht selbst überlassen.

- **Ausführbarkeit**

Im Hinblick auf einen durch Industrie 4.0 gesteigerten Einsatz von intelligenten und selbst agierenden Maschinen wird die automatische Ausführbarkeit von technischen oder fachlichen Prozessmodellen entscheidende Vorteile für ein Unternehmen bringen.

4.3 Ähnliche Lösungsansätze für die Problemstellung

Die in der Arbeit grundsätzlich untersuchte Problemstellung, das Potential von quantitativen und qualitativen Prozessanalyse-Methoden in einer Produktionsumgebung zu bewerten scheint in der Literatur bisher nur sehr wenig Berücksichtigung zu finden, daher wurden eventuell bestehende Lösungsansätze im Zuge der Recherche nicht angetroffen. Das speziellere Problemgebiet der Modelldarstellung und Modellerstellung in einem Industrie-4.0-Szenario ist hingegen bereits ein der Forschung gewidmetes Thema. So gibt es bereits dieser Themenstellung nahe kommende Lösungsansätze.

Einer dieser Ansätze basiert auf einer weiterentwickelten Form der Modellerstellung durch die Wertstromanalyse. Die im Beitrag von MEUDT ET AL. vorgestellte *Wertstromanalyse 4.0* erweitert die klassische Wertstromanalyse derart, dass informationslogistische Verschwendungen und digitale Verbesserungschancen zusätzlich zu den klassischen Verschwendungsarten erfasst werden können und Informationsflüsse transparent abgebildet werden können. Die Methode legt ihren Fokus darauf, die Art der Datenerfassung, den Umgang mit Informationen, produktionsbezogene Speichermedien und Kennzahlen und informationslogistische Verschwendungen darzustellen. Sie dient also nicht direkt zur Konzeption neuer Prozesse, sondern liefert die Basis für eine fundierte und aussagekräftige Analyse, infolgedessen Industrie-4.0-spezifische Aspekte in die Optimierungsmaßnahmen einfließen können. Die Wertstromanalyse 4.0 ist in sechs Teilschritte eingeteilt. Zunächst wird die *klassische* Wertstromanalyse durchgeführt, wobei auch relevante Kennzahlen und Informationen, die während der Auftragsbearbeitung anfallen, berücksichtigt werden. Im zweiten Schritt werden die aufgenommenen Kennzahlen und Informationen mit Hilfe von Swimlanes den unterschiedlichen Speichermedien zugeordnet. Der dritte Schritt befasst sich mit der Detailanalyse der Prozessinformationen und Informationsflüsse. Als nächstes kommt es zur Analyse der Nutzungsart der Daten. Aus diesem Wissen heraus kann die Erfassung von informationslogistischen Verschwendungen und schließlich die Ableitung und Priorisierung von KAIZEN-Aktivitäten erfolgen. Abbildung 28

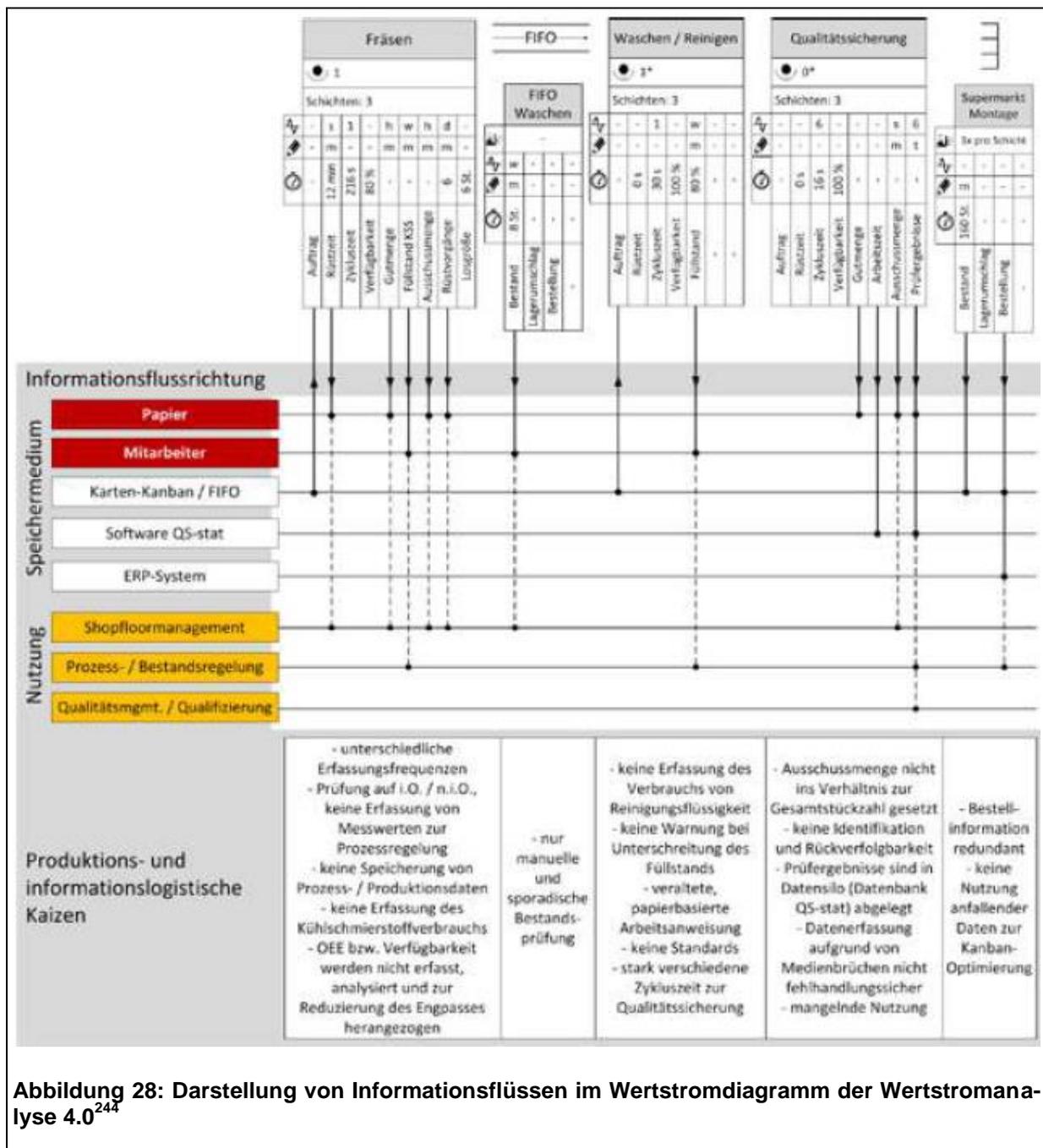


Abbildung 28: Darstellung von Informationsflüssen im Wertstromdiagramm der Wertstromanalyse 4.0²⁴⁴

zeigt einen der Wertstromanalyse 4.0 zugehörigen Ausschnitt des Wertstromdiagramms mit den dargestellten Informationsflüssen²⁴³.

²⁴³vgl. T. Meudt u.a. (2016)

²⁴⁴vgl. ebenda

5 Fallstudie: Methodeneinsatz und Prozessdarstellung

Im Zuge dieser Arbeit wurden bisher die relevanten theoretischen Grundlagen zu den Themengebieten Produktion und Geschäftsprozessmanagement ausführlich recherchiert und erläutert. Die Zielsetzung dieser wissenschaftlichen Ausarbeitung ist es zu prüfen, ob bestimmte Methoden und Methodenkombinationen des Geschäftsprozessmanagements, aber speziell die BPMN 2.0, die Planung und Entwicklung von modernen cyber-physischen Produktionsprozessen sinnvoll unterstützen können. Es wurden im Zuge einer Anforderungsanalyse – auch im Hinblick auf zukünftige Produktionsprozesse – wichtige einzuhaltende Kriterien identifiziert, bei welchen es nun gilt, die tatsächlichen Umsetzungsmöglichkeiten im Rahmen von Fallstudien zu überprüfen. Im Rahmen eben solch einer Fallstudie wurde nun der Einsatz einer Auswahl an Methoden in der Prozessentwicklung bei einem Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau vorgenommen und empirisch evaluiert. Die Rahmenbedingungen und Vorgehensweisen dazu werden in diesem Kapitel beschrieben und anschließend die Ergebnisse präsentiert. Die Diskussion der Ergebnisse erfolgt in Kapitel 1.

5.1 Problemstellung

Das in der Fallstudie behandelte Unternehmen ist Teil einer international aufgestellten und namhaften Gruppe im Maschinen- und Anlagenbau. Das Produktangebot der Gruppe erstreckt sich nach langjähriger Weiterentwicklung über fast ein Dutzend Geschäftsfelder, womit die Gruppe weltweit in sehr unterschiedlichen Märkten agiert und damit ein außergewöhnlich breites Produktprogramm aufweisen kann. Mitunter gehört sie in einigen ihrer Geschäftsfelder zu den größten und angesehensten Herstellern weltweit. Bei der Entwicklung von Produkten und Prozessen können die Unternehmen der einzelnen Sparten durch unternehmensübergreifende Standardisierungen und Austausch auf das aufgebaute Know-How der gesamten Gruppe zurückgreifen und damit durch Nutzung von Synergieeffekten innerhalb der Gruppe immer innovativ bleiben.

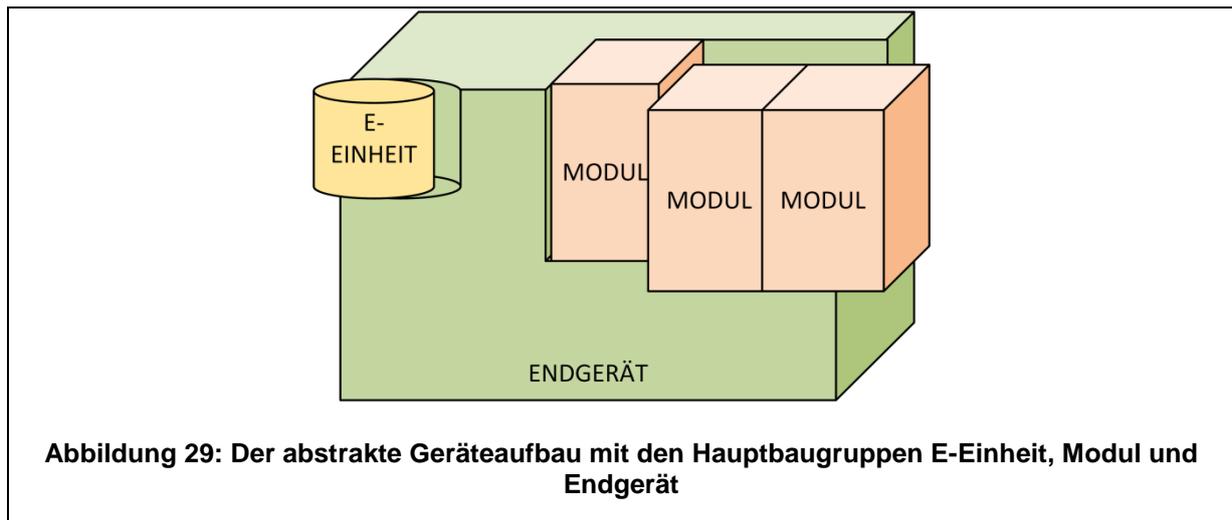
Das betrachtete Unternehmen versucht nun mit der Entwicklung eines neuartigen Produktes den Einzug der Gruppe in ein bisher nicht beliefertes Geschäftsfeld zu ebnen. Die Fallstudie wird während der Entwicklung und prototypweisen Einführung dieses neuen Produktes in die Produktion und dessen Serienentwicklung durchgeführt. Die Firma steht mit dem behandelten Projekt vor bisher unbekanntem Herausforderungen, da die Entwicklung des neuen Produktes den Einstieg in ein komplett neues Geschäftsfeld mit veränderten Markt- und Wettbewerbsbedingungen bedeutet. Die fehlende Erfahrung im Umgang mit diesem Projekt beruht vor allem auf der Tatsache, dass der Vertrieb der neuen Produktlinie den Umstieg auf eine neue Art der

Fertigungsorganisation bedeutet. Daher kommen neben der Entwicklung und dem Aufbau neuer Produktionsprozesse auch noch die Konzeptionierung und der Aufbau einer völlig neuen Produktionsorganisation hinzu. Das Unternehmen hat sich in seinem traditionellen Geschäftsfeld auf die Fertigungsart der Projekt- und Auftragsfertigung spezialisiert und entsprechendes Know-How aufgebaut sowie die gesamte Unternehmensorganisation und -struktur über Jahre hinweg auf diese Rahmenbedingungen hin ausgerichtet. Die Marktbedingungen für das geplante neue Geschäftsfeld erfordern hingegen das Produzieren in einer Serienfertigungsstruktur. Dies bedeutet für die Produktionsorganisation im Besonderen eine Herausforderung durch das Wechseln zwischen reiner Auftragsfertigung und einer weitgehend kundenanonymen, beziehungsweise auf Prognosen basierenden, Serienfertigung für die neu geplante Sparte. Der internationale und branchenübergreifende Aufbau der Unternehmensgruppe ermöglicht es der ortsansässigen Geschäftseinheit über die anderen Geschäftseinheiten auch im Themengebiet der Serienfertigung auf ein fundiertes Know-How zurückzugreifen. Obwohl das theoretische Wissen für das Projekt somit vorhanden ist, sieht sich die Firma bei der praktischen Umsetzung vor relevante Herausforderungen gestellt. Besondere Herausforderungen sind hier durch mangelnden Überblick und Wissen über komplexe organisatorische Zusammenhänge, Schnittstellen und Querverbindungen für die zukünftige Produktion gegeben.

Weiters kommt hinzu, dass das Unternehmen über mehrere Standorte verteilt ist. Während das lokal ansässige Unternehmen mit rund 260 Mitarbeitern für die Produktentwicklung, Prototypenbau sowie Projektierung und Vertrieb der Produkte zuständig ist, erfolgt die Produktion in zwei Schwesternwerken im Ausland. In der lokalen Produktion geht es also im Besonderen um die Fertigung von Vorseriengeräten in geringeren Losgrößen und verschiedenen Etappen zur Entwicklung der Serienreife. Ziel ist die anschließende Verlagerung der gesamten Serienproduktion auf die Zielfertigstellungsstandorte im Ausland, womit eine weitere zu überwindende Schnittstelle existiert. Das nachfolgende Unterkapitel geht im Zuge der Problembeschreibung näher auf das Produkt und den Produktionsprozess ein.

5.1.1 Produkt- und Prozessbeschreibung

Das zur Frage stehende Produkt wird im Rahmen eines Eintritts in einen völlig neuen Markt und ein neues Geschäftsfeld entwickelt. Ausgehend von einer geringen Fertigungsstückzahl als Prototypen und zu Test- und Prüfzwecken ist das betrachtete lokale Unternehmen dafür zuständig, insgesamt 30 Endgeräte in verschiedenen Produktionsschüben im Rahmen der Vorserien- und Serienentwicklung zu fertigen. Anschließend erfolgt die vollständige Übersiedlung der Serienproduktion auf einen Zielfertigstellungsstandort mit einer momentanen Kapazität von 1500 *St* im Jahr. Das Ziel ist eine Maximalkapazität von 2500 *St* im Jahr nach dem geplanten Ausbau des Zielstandortes. Das Produkt besitzt etwa 5000 Positionen in der Stückliste und besteht



damit aus einem Vielfachen davon aus Einzelteilen. Durch sowohl mechanische Bauteile wie auch den Einbau von Elektronik, Kälteverrohrung beziehungsweise Kältetechnik und die Verwendung von Arbeitsfluiden im Produkt ist dessen Aufbau äußerst komplex und erfordert zum Teil besondere Aufmerksamkeit und Arbeitsschritte im Produktionsprozess. Mit einem Gesamtgewicht von etwa einer Tonne und seinen großen Dimensionen sind beim Handling des Gerätes und seiner Baugruppen spezielle Materialträger, beziehungsweise Hebevorrichtungen nötig, was eine wichtige Rolle für das Design des Montageprozesses und Produktionslayouts spielt.

Der Produktaufbau ist modular, wonach sich auch die grundsätzliche Produktions- und Linienorganisation richtet. Wie in Kapitel 5.4.1 weiter erläutert, wird versucht, die Montage im Rahmen eines „product-based“-Design nach der Stücklistenstruktur und den Baugruppen aufzubauen. Dies erscheint im Lichte der Produktmodularität auch sinnvoll. Wie in Abbildung 29 zu sehen, besteht das *Endgerät* aus den Hauptbaugruppen *Modul* und *E-Einheit*. Eine Besonderheit ist, dass je Endgerät drei Stück Module benötigt werden. Im Sinne des „product-based“-Design wurde sinnvollerweise entschieden die Produktion auf drei Hauptlinien für jeweils das Endgerät, das Modul und die E-Einheit aufzuteilen. Diese Endmontagelinien werden durch Vormontageplätze ergänzt. Ein weiterer guter Grund, die Montage auf die erwähnten drei Linien aufzuteilen, ist der Arbeitsinhalt für die Montage der Hauptbaugruppen. Bei der E-Einheit sind neben einfachen mechanischen Montagen hauptsächlich elektrische Montagen, sprich Verdrahtungen, durchzuführen. Das Modul hingegen erfordert viele Lötprozesse und muss während der Montage mehrmals zwischengeprüft werden, da das Modul hauptsächlich aus Teilen der Kältetechnik besteht. Zu guter Letzt werden für das Endgerät die Artikel hauptsächlich mechanisch montiert und weisen auch einen geringen elektrischen Montageinhalt auf.

Den letzten Grund für den Aufbau der Produktion nach der Stücklistenstruktur liefert das im Unternehmen verwendete ERP-System INFOR. Da das Unternehmen seinen Ursprung im Projektgeschäft hat, ist das ERP-System auf das traditionelle Unter-

nehmensgeschäft hin und nach bestimmten Mitarbeiterwünschen aufgebaut und optimiert worden. Im Rahmen der für das neue Produkt benötigten Serienfertigung stellt das ERP-System mit seinen Eigenheiten dem Prozessdesign nun einige Hürden in den Weg. Als Beispiel sei die händische Buchung von Produktionszugängen genannt. Um falsche Bestandsangaben zu vermeiden oder Produktionsaufträge rechtzeitig zu generieren, benötigt das ERP-System die unverzügliche Buchung von Produkt-Zu- und Abgängen nach Fertigstellung oder vor der Verwendung eines (Teil-)Produktes. Da es in dem Unternehmen bis jetzt keine Möglichkeit gibt, einen Zu- oder Abgang direkt an der Linie elektronisch – zum Beispiel durch Scanner – zu buchen, muss der zuständige Mitarbeiter mit dem Ausdruck des Produktionsauftrages persönlich zur Buchung in die Lagerabteilung gehen. In bisherigen Produktionsszenarien der Projektfertigung stellte dieser händische Vorgang jedoch keinen wirklichen Aufwand dar, da das Projektgeschäft und der Produktionsaufbau dies nicht verlangten. Im Szenario der Serienfertigung muss nun jedoch immer bedacht werden, dass theoretisch zwischen den Arbeitsstationen *innerhalb* einer Linie eine solche händische Buchung notwendig sein kann. Und zwar genau immer dann, wenn als Folge eines Arbeitsschrittes ein mit einer eigenen Artikelnummer bestücktes Element gefertigt wurde. Weitere Ausführungen betreffend das ERP-System werden gegebenenfalls im Rahmen der Ergebnisdiskussion gegeben.

5.2 Ziel und Zweck der Fallstudie

Ziel der unter der zuvor beschriebenen Ausgangssituation durchgeführten Fallstudie ist die – zumindest teilweise – Beantwortung der in Kapitel 1.2 vorgebrachten Fragestellungen. Durch die Durchführung der Fallstudie wird also versucht herauszufinden, welche Methoden der Prozessanalyse gut kombinierbar und geeignet sind, um die Planung und Entwicklung moderner cyber-physischer Produktionsprozesse zu unterstützen.

Dabei steht klar der empirische Zweck im Vordergrund, eine, so gut möglich bereits vorher genau definierte, Auswahl und Kombination an Methoden der Prozessanalyse anzuwenden und zu evaluieren. Angewandt auf die Problemstellung des betrachteten Unternehmens versucht die Methodenanwendung die Prozessentwicklung durch das Entwickeln von zwei Produktionssteuerungskonzepten für zwei jeweils unterschiedliche Produktionsszenarien für das neue Produkt zu unterstützen. Bewertet wird das Methodenpaket anschließend im Hinblick auf seine Effizienz und die Effektivität zur Problemlösung. Das Entwickeln von mehreren Produktionskonzepten ist dahingehend für die Beantwortung der Forschungsfragen bedeutend, da dadurch der Unterstützungsgrad der angewendeten Methoden gleich für mehrere Produktionsszenarien evaluiert werden kann. Damit gewinnt die Studie an Informationsgehalt. Außerdem ist eines der behandelten Szenarien zukunftsorientierter und rückt somit mehr in den Fokus der Vernetzung bei cyber-physischen Systemen.

5.3 Vorstellung des Methodenpakets

Basierend auf der systematischen Ausarbeitung und Recherche von Grundlagen, Methoden und Best-Practice-Ansätzen in den Bereichen Geschäftsprozessmanagement und Produktionssystemen wurde ein geeignet scheinendes Methodenpaket zur Unterstützung der Prozessentwicklung in der Produktion geschnürt. Der exemplarische Prozess in der Fallstudie dient somit nur zur Evaluierung des Methodenpakets für zwei bestimmte von unendlich vielen möglichen Produktionsszenarien. Ob das Methodenpaket zur Bearbeitung der Problemstellung in der Fallstudie geeignet ist und ob damit allgemeine Schlüsse auf die Anwendbarkeit bei anderen Problemstellungen gezogen werden können, muss im Anschluss anhand der Ergebnisse bewertet werden. Insbesondere geht es um die Frage, welche der einzelnen Methoden, Rahmenwerke und Vorgehensweisen wann und wie oder überhaupt verwendet werden und wie es dazu kommt, diese zu verwenden.

Die für das Paket ausgewählten Methoden werden im Rahmen dieses Kapitels noch einmal bezüglich Sinn und Zweck erläutert. Die Methodenauswahl zur Unterstützung in der Prozessentwicklung stützt sich auf die ersten vier Phasen des BPM-Lebenszyklus nach DUMAS ET AL.. Die erste Phase der Prozesserhebung ist notwendig, um sich einen ersten Überblick über die derzeitige Situation des Unternehmens zu schaffen und bereits einzelne (Geschäfts-)Prozesse voneinander abzugrenzen. Anschließend erfolgt die Prozessdokumentation mit der Modellierung der betrachteten Prozesse, um die einzelnen Teilprozesse im Detail zu verstehen und abzubilden. Sobald die IST-Situation einmal erfasst ist, kann zur Analyse und dem Redesign der Prozesse oder der Konzeptentwicklung in den nächsten zwei Lebenszyklus-Phasen geschritten werden. Die qualitativen Methoden sind tendenziell eher in den ersten zwei Phasen angesiedelt, während die quantitativen Methoden verstärkt zur Analyse und Konzeption eingesetzt werden.

Tabelle 1: Methodenauswahl zur Unterstützung der Prozessentwicklung

Methoden / Tool	Typ	Phase	Zweck
Top-Down Ansatz nach SCHMELZER&SESSELMANN	qualitativ	Prozess- erhebung	Erstmalige Identifikation der betrachteten Prozesslandschaft und grobe Abgrenzung sowie Beschreibung der Prozesse
Pfeilformdarstellung	qualitativ	Prozesserhebung	Festhalten der elementaren Geschäftsprozesse und ihrer Beziehung zueinander
Evidence-Based Discovery	beides	Prozesserhebung Prozessdokumentation Prozessanalyse	Informationserlangung durch Dokumentenanalyse oder Beobachtung
Interview-Based Discovery	vorwiegend qualitativ	Prozesserhebung Prozessdokumentation Prozessanalyse	Informationserlangung durch Führung von Interviews mit involvierten Personen
Workshop-Based Discovery	vorwiegend qualitativ	Prozesserhebung Prozessdokumentation Prozessanalyse	Informationserlangung durch Abhalten von gemeinsamen Workshops
Prozesszeiten	quantitativ	Prozessanalyse	Erhebung von quantitativen Daten zu den Prozessen
BPMN 2.0	vorwiegend qualitativ	alle	Detaillierte qualitative Modellierung der Prozesse/Abläufe und qualitative Analyse
Wertstromdiagramm /-analyse	vorwiegend quantitativ	Prozessdokumentation vorwiegend Prozessanalyse und Prozessdesign	Vorwiegend quantitative Modellierung und übersichtliche Darstellung des gesamten Wertstroms
Kennzahlenbildung	quantitativ	Prozessanalyse, Prozessdesign	Quantitative Bewertung von Prozessen oder Konzepten
Rangwertmethode	quantitativ	Prozessdesign	Unterstützung der Linienbildung in Fließprozessen

Tabelle 1 zeigt die getroffene Auswahl an Methoden, welche kombiniert und in der richtigen Art und Weise angewendet die Prozessentwicklung bei cyber-physischen Produktionsprozessen unterstützen könnten. Die Methoden werden hierbei als qualitativ oder quantitativ ausgewiesen und den Phasen im BPM-Lebenszyklus zugeordnet.

Wie in der Literatur ausdrücklich empfohlen, wurde für die erstmalige Prozesserhebung eine Top-Down Herangehensweise für sinnvoll erachtet. Dabei wurde in diesem

Fall jene Methode nach SCHMELZER&SESSELMANN ausgewählt, wobei auch andere Methoden zielführend sein können. Wichtig bei der Auswahl dieser Vorgehensweise war das Kriterium der Top-Down-Vorgehensweise. Dabei wird von einer sehr abstrakten Prozessebene ausgegangen, um Prozesse oder auch Geschäftsprozesse zu identifizieren und Schritt für Schritt in die Detaillierung der Prozesse eingegangen. Praktisch bedeutet dies, zunächst einmal grobe Prozessabläufe zu skizzieren, welche anschließend detailliert werden können. Erst zum Schluss werden etwaige Informationsflüsse betrachtet. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass dadurch erst einmal ein Überblick über die gesamte betrachtete Prozesslandschaft gewonnen werden kann und damit schon einmal das Verständnis für die derzeitige Problemsituation weckt. Ursprünglich wurde diese Methode von SCHMELZER&SESSELMANN für die Konzeption von Prozesslandschaften vorgeschlagen, sie ist also in der obersten Ebene der Prozessarchitektur angesiedelt. Wenn der Fokus, wie in diesem Fallbeispiel, aber auf einzelnen speziellen Prozessbereichen – zum Beispiel nur der Produktion – liegt, dann kann der Ansatz auch auf die unteren Architekturebenen angewandt werden. Entscheidend ist, dass nicht sofort mit der detaillierten Modellierung einzelner Teilprozesse und deren Informationsflüssen begonnen wird, sondern zuerst ein Überblick über die Gesamtsituation geschaffen wird.

Die Pfeilformdarstellung scheint angemessen für die grobe Darstellung von Prozessen in hohen Abstraktionsebenen. Sie ist simpel, verständlich und reicht zur Darstellung elementarer Zusammenhänge vollkommen aus.

Um Prozesse effizient und effektiv zu erheben, zu dokumentieren und zu analysieren sollte von allen möglichen Methoden der Informationserlangung je nach ihren Stärken oder nach Möglichkeit Gebrauch gemacht werden. Aus diesem Grund sind in Tabelle 1 sowohl die Evidenz-basierte Erhebung und die Interview-basierte Erhebung als auch die Workshop-basierte Erhebung genannt. Für die Prozesserhebung sind die zu verwendenden Methoden effektiv erst in der laufenden Fallstudie bestimmbar. Im Laufe des Prozess- und Produktentwicklungsprozesses bieten sich je nach Situation unterschiedliche Arten der Prozesserhebung an oder werden erst durch einen bestimmten Projektfortschritt möglich. Bei der Evidenz-basierten Prozesserhebung sollte nach Möglichkeit ebenfalls von allen Varianten, also der Dokumentenanalyse sowie der Beobachtung und der Automatic Process Discovery, Nutzen gezogen werden. Die Möglichkeit der Automatic Process Discovery ist natürlich sehr unwahrscheinlich und benötigt die starke Integration von IT-Werkzeugen.

Neben den üblichen Erhebungsmethoden ist noch explizit die Aufnahme von Prozesszeiten als quantitative Methode zur Informationserlangung genannt. Besonders im Falle einer laufenden Unterstützung von Prozessen, beispielsweise durch spätere Controlling-Aktivitäten, aber auch für die Analyse und das Design neuer oder die Verbesserung bestehender Prozesse, ist die Erhebung von quantitativen Daten un-

umgänglich. Bei Prozessen in der Produktion sind Informationen zu Durchlaufzeiten, Rüstzeiten, Zykluszeiten oder Bearbeitungszeiten besonders interessant und wichtig. Die Kennzahlenbildung ist als Erweiterung der Prozesszeitenerhebung zu verstehen. Bloße Prozesszeiten enthalten möglicherweise noch nicht genug Information, um die dokumentierten Prozesse auch quantitativ genau abzubilden. Die Kombination von aufgenommenen Prozesszeiten miteinander oder mit weiteren erhobenen quantitativen Daten zu Kennzahlen dient zur Verdichtung und Erhöhung des quantitativen Informationsgehalts.

Teil des Methodenpakets stellen auch die verwendeten Modellierungssprachen dar. Die Auswahl der Modellierungssprache ist besonders im Hinblick auf die Anforderungen der (zukünftigen) Produktion als eine sehr erfolgskritische Entscheidung anzugehen. Wie bereits im theoretischen Teil dieser Arbeit erläutert und allgemein geläufig ist oftmals nicht eine einzige, sondern eine Kombination aus Modellierungsnotationen für die Erstellung der Prozessarchitektur besser geeignet. Besonders bei der Modellierung in verschiedenen Betrachtungsebenen ist die Verwendung einer einzigen Modellierungssprache oft nicht ausreichend. Beispielsweise ist die BPMN 2.0 nicht für Prozessdarstellungen in den obersten Architekturebenen geeignet. Für eine hohe Architekturebene ist üblicherweise die Verwendung von Wertschöpfungsketten oder der Pfeilformdarstellung aus den in Kapitel 3.2.1 genannten Gründen der Übersichtlichkeit, Einfachheit und verständlichen Darstellung von Geschäftsprozessketten, also einer Unternehmensübersicht, empfohlen. Da die Fallstudie aber nicht auf der Ebene der Geschäftsprozesse ansetzt, sondern sich nur auf die unmittelbaren Produktionsprozesse beschränkt reicht es in diesem Fall wahrscheinlich, die gesamte Produktion mit den unmittelbar beteiligten Prozessen als Übersicht abzubilden. Zu diesem Zwecke wurde die Wertstromanalyse als vorwiegend quantitative Modellierungsmethode ausgewählt. Sie kann außerdem vielseitig in den verschiedenen Phasen des BPM-Lifecycles angewandt werden, wobei sie vorwiegend für Analysezwecke gedacht ist.

In der unteren Architekturebene ist die Zielsetzung die der detaillierten Darstellung der genauen Produktionssteuerung und Montageabläufe im Zusammenhang mit Informations- und Materialflüssen anhand von fachlichen Prozessmodellen. Nur diese Ebene weißt die Zusammenhänge zwischen Informations- und Materialflüssen im Verlauf der Produktentstehung auf. Mit Verweis auf die Analyse und Methodenauswahl in Kapitel 4.2 fiel die Entscheidung auf die BPMN 2.0, dessen Verwendung unter anderem folgenden Vorteilen geschuldet ist:

- Standardisierung
- Darstellung von Informations- und Kommunikationsflüssen
- Übersichtliche Darstellung von „Prozesspools“ in Swimlanes
- Genaue Darstellung auch komplexer Sachverhalte

- Softwareunterstützung
- Theoretische Ausführbarkeit der Prozessmodelle durch eine Process-Engine
- Relativ intuitive Sprache

Zur produktionsrelevanten Darstellung von Materialflüssen im Prozessablauf wird eine vom *Institut für Managementwissenschaften* der *TU Wien* eigens für Materialflüsse konzipierte Symbolpalette für die BPMN 2.0 eingesetzt und in Form einer *MS Visio*-Vorlage in die verwendete Software implementiert.

Als letztes sei in Tabelle 1 noch die Rangwertmethode angeführt. Diese Methode ist ein quantitatives Werkzeug zur Produktionsliniengestaltung bei Fließprozessen. Es ist somit als Methode in der Phase des Prozessdesigns einsetzbar. Da es als Methode das Bekanntsein von Durchlaufzeiten zu den Prozessen und Prozessaktivitäten voraussetzt, lässt sich die Rangwertmethode perfekt mit vorangegangenen Prozesszeitenmessungen, Datenerhebungen oder quantitativen Modellen kombinieren. Weiteres zur Rangwertmethode folgt in den Erläuterungen in Kapitel 5.4 zur Anwendung des Methodenpakets. Die Auswahl der Rangwertmethode richtet sich in diesem Fall an die konkrete Problemstellung in der Fallstudie, da hier explizit von einer Serienfertigung die Rede ist. Für ein Szenario mit Projekt-, Einzel- oder Werkstattfertigung würde sich der Einsatz der Rangwertmethode nicht lohnen. In diesem Fall könnten andere unterstützende Methoden zur Produktionsgestaltung gesucht werden.

5.4 Anwendung des Methodenpakets

Dieses Kapitel beschreibt die praktische Anwendung der ausgewählten Methodenkombination zur Problemlösung in der vorgestellten Fallstudie. Dabei soll zum Zwecke der empirischen Evaluierung besonderer Wert auf die chronologische Beschreibung aller vorgenommenen Schritte bei der Methodenanwendung gelegt werden. Dadurch kann dann anschließend analysiert werden, welche Methode wann, wie und mit welchem Ergebnis und in welcher Kombination überhaupt eingesetzt werden konnte und mit welcher Effizienz oder Effektivität bezogen auf die Problemstellung.

Teil der Aufgabenstellung ist die Entwicklung zweier Produktionssteuerungskonzepte für die Produktion des betrachteten Endgerätes. Um diese Konzepte zu entwickeln muss jedoch zuerst ein Überblick über die IST-Situation der Prozessentwicklung geschaffen werden. Aus diesem Grund ist das Kapitel in zwei Teile geteilt. Der erste Teil 5.4.1 behandelt den vorwiegend qualitativen Part der Prozessanalyse zur Identifikation der IST-Situation. Anhand dieser Ausgangsbasis kann im vorwiegend quantitativen Analyseteil die Entwicklung und Präsentation der Steuerungskonzepte erfolgen.

5.4.1 Erhebung einer Ausgangsbasis

Zunächst zur verwendeten Modellierungssoftware: Zur Erstellung der qualitativen Prozessarchitektur und bildlichen Darstellung der Inhalte wurde auf die bekannte Software *MS Visio 2016* zurückgegriffen. Die Auswahlentscheidung erfolgte auf Basis mehrerer Faktoren. Zum einen wurde das Programm im Hinblick auf die für die Prozesserhebung wichtigen Faktoren Erlernbarkeit, Verständlichkeit und Akzeptanz unter den Mitarbeitern ausgewählt. *MS Visio* ist ein allgemein – und auch in der Firma – sehr bekanntes grafisches Visualisierungswerkzeug und kann von praktisch jeder Person angewendet und verstanden werden. Auch für den Ersteller selbst ist somit nur eine sehr kurze bis gar keine Einarbeitungszeit nötig gewesen, was im Rahmen der relativ kurzen Praktikumsdauer von anfangs zwei Monaten ebenfalls einen wichtigen Faktor darstellt. *MS Visio* erlaubt als reines Visualisierungstool bereits die Darstellung relativ komplexer Inhalte, auch wenn der Modellerstellungsaufwand mit steigender Komplexität überproportional ansteigt, da das Programm als *allgemeines* Visualisierungswerkzeug nicht allein für Prozessmodellierung erstellt und optimiert ist. Bezüglich möglicher Analysen oder Simulationen weist die verwendete Software natürlich entscheidende Nachteile gegenüber statischen oder dynamischen Modellierungswerkzeugen (nach KUHLANG) auf. Auch die fehlende Datenbankunterstützung kann in bestimmten Situationen zu einem erheblichen Mehraufwand, beispielsweise durch Doppelarbeit oder notwendiges händisches Verknüpfen von Prozessinformationen, führen. Ein dezidiertes Geschäftsprozessmanagement-Tool wäre rein vom aufgabentechnischen, modellierungstechnischen und unterstützungstechnischen Sinn in der Tat viel geeigneter für die Anwendung gewesen. In der Firma wurde im Betrachtungszeitraum mit AENEIS zwar bereits ein solches Tool verwendet, doch konnte es aus Lizenzgründen nicht auf die Fallstudie angewandt werden. Die Verwendung eines statischen oder dynamischen Modellierungstools sollte wegen der besseren Systemunterstützung und den umfangreicheren Arbeitsmöglichkeiten jedoch generell für ähnliche Problemstellungen bevorzugt werden.

Zu Beginn der Fallstudie waren die Projektmitarbeiter bereits damit beschäftigt, das Produkt von einem Prototypenstatus in einen annähernden Vorserienstatus zu bringen. Ein bestimmender Meilenstein in dieser Phase war das Freigeben der ersten offiziellen Stückliste für das Endgerät. Die Fertigung der Prototypen war unstrukturiert erfolgt und für eine Vorserienproduktion lagen zunächst nur erste Skizzen für ein Fertigungslayout vor. Unter diesen Umständen hätte ein anderer Ansatz als der im Methodenpaket ausgewählte Top-Down-Ansatz zur Prozesserhebung überhaupt nicht angewendet werden können, da detaillierte Daten zum Produktionsprozess und teilweise auch zum Produkt selber noch nicht existierten. Gemäß dem Ansatz nach SCHMELZER&SESSELMANN wurden zunächst die Geschäftsprozesse des neuen Geschäftsfeldes identifiziert, voneinander abgegrenzt und in einer einfachen Prozesslandkarte skizziert. Dieser Schritt wurde durchgeführt, um anschließend durch die

Identifikation von Teilprozessen innerhalb der Geschäftsprozesse die wirklich produktionsrelevanten Prozesse herauszufiltern und sich überhaupt einen Überblick über die geplante Unternehmensaufstellung zu schaffen. Diese schrittweise erfolgende grobe Identifikation, Abgrenzung und Skizzierung der Prozesse erfolgte hauptsächlich anhand von unstrukturierten Interviews mit dem Leiter der Abteilung „Industrialisierung und Prozessplanung“, welche mit der Prozessentwicklung der Produktion betraut war. Um sich mit dem Produkt, dessen Aufbau und den Eigenschaften besser vertraut zu machen wurden außerdem parallel die für die Prozessentwicklung zuständigen Mitarbeiter befragt, sowie alle möglichen auffindbaren Dokumente wie Firmenpräsentationen und dokumentierte Entwicklungsstände gelesen.

Mit Erreichen der Freigabe der Stücklisten als wichtigen Meilenstein konnte auch erstmals die Grobdetaillierung des Produktionsprozesses beginnen. Die geplante Vorgehensweise des Unternehmens für das Prozessdesign konnte als Methode des „product-based“-Design identifiziert werden. Im Unterschied zur Vorgehensweise von DUMAS ET AL. wurde hier aber auf die Erstellung eines Produktdatenmodells verzichtet und stattdessen direkt die Produktstruktur, beziehungsweise die Produktstrukturliste für das Design des Produktionsprozesses herangezogen. Das Prozessdesign der künftigen Produktion sollte auf der Produkt- und Stücklistenstruktur des entwickelten Produktes aufbauen. Aufgrund des produkt-basierten Prozessdesigns konnten vor allem die Strukturstücklisten als wertvolle Informationsquellen genutzt werden. Basierend auf den Baugruppen in den Stücklisten wurde auch die BPMN 2.0 zur Darstellung eines groben Produktionsablaufs verwendet. Die Zielsetzung des Prozessmodells für den Abteilungsleiter lag in einer Funktion als Verbindungselement zwischen Produkt, Produktionslayout und der darin beteiligten Organisation, gerade um Schnittstellen, Informations- und Materialflüsse zwischen allen beteiligten Funktionen aufzuzeigen, wie in Abbildung 30 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt ist.

In diesem Zusammenhang stellten sich zunächst die Fragen:

- In welcher Art und Weise soll die Trennung der Organisations-, Funktions- und Objekteinheiten durch Pools und Lanes erfolgen?

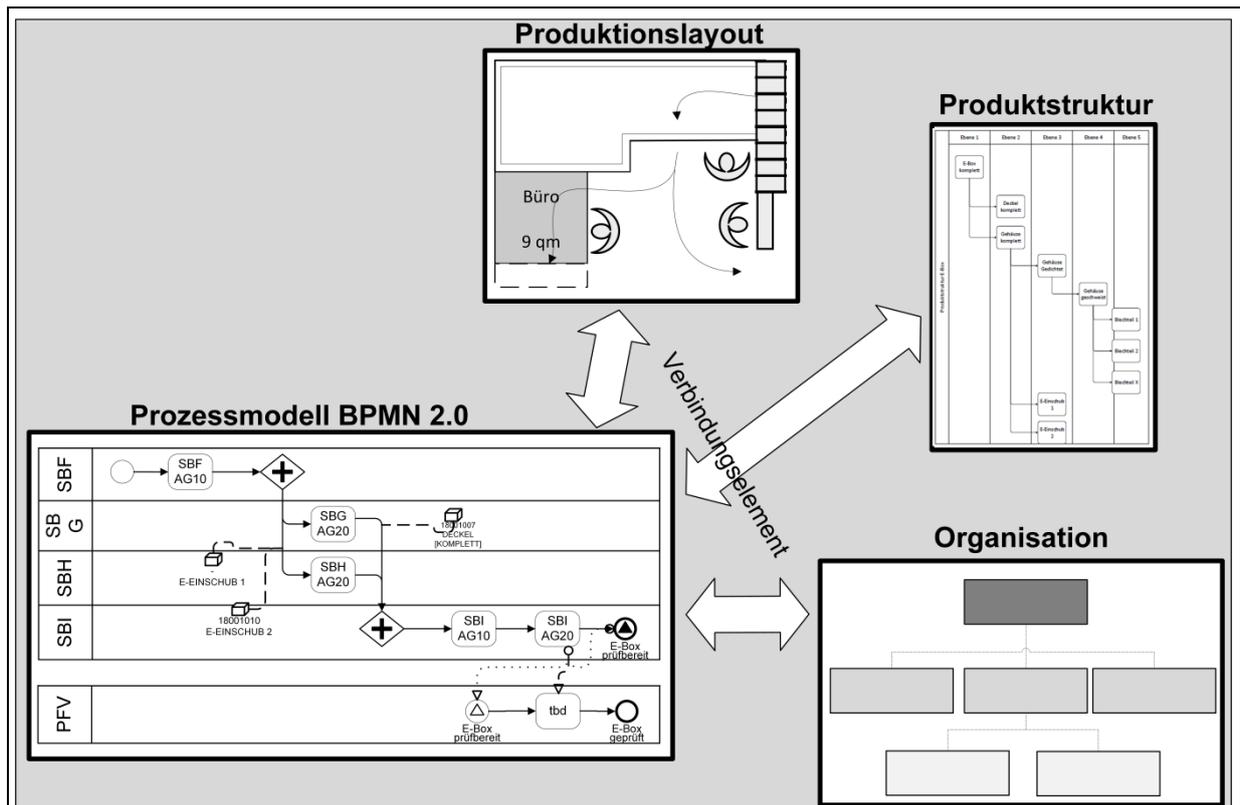


Abbildung 30: Das Prozessmodell als Schnittstelle zwischen Layout, Produktstruktur und Organisation

- Da zum Projekteinstieg noch keine freigegebene Baugruppenaufteilung, der Baugruppenumfang oder definierte Vormontageschritte existierten und diese sich in Zukunft auch ändern würden: Wie kann das Modell in Bezug auf alle Unsicherheiten möglichst „wartungsarm“ modelliert werden? Ist dies überhaupt möglich?
- Wie erfolgt die Verknüpfung von Produkt, Layout und Organisation in einem Prozessmodell?
- Wie können Informationen zu einem nicht existierenden Prozess gesammelt werden?

In diesem Stadium der Prozessmodellierung wurde daher zunächst viel mit verschiedenen Darstellungsmöglichkeiten von Prozessen, Abteilungen und Verknüpfungen auch durch das Erarbeiten einer Farbkodierung für die BPMN 2.0 experimentiert.

Die Definition des Prozessflusses und die Zuordnung zu Funktionseinheiten und Abteilungen konnten vor allem durch Sichtung von nun aufkommenden skizzierten Montagelayouts und bereits freigegebenen Dokumenten der Arbeitsvorbereitung erfolgen. Die Dokumente der Arbeitsvorbereitung wiesen jedem in der Stückliste hinterlegten Artikel und Baugruppe eine genaue Abfolge von standardisierten Arbeitsgängen zu und ermöglichten damit die Modellierung detaillierter Prozesse mit definierten Prozessaktivitäten und Prozessflüssen. Es ist hier anzumerken, dass bis zu diesem

Zeitpunkt noch keine physische Produktionslinie existierte und die Modellierung der Produktion somit fast ausschließlich über die beschriebenen Dokumentenanalysen möglich war.

Es scheint selbstverständlich, dass die erstellten Prozessmodelle laufend qualitativen Modell- und Semantikchecks unterzogen wurden. Neben den modellbezogenen Checks konnten bereits einfache grundlegende qualitative Analysen durchgeführt werden und damit unter anderem organisatorische Fehler und Dokumentationsfehler, beispielsweise in den Stücklisten, aufgedeckt und ausgebessert werden.

In mehreren Iterationsschritten mit mehreren vorgestellten Darstellungsalternativen wurden die Prozessmodelle in der BPMN 2.0 Stück für Stück detailliert und ausgearbeitet. Um die Trennung zwischen Endmontagen, Vormontagen und Vorfertigungen grafisch zu verdeutlichen wurde ebenfalls mit der Farbkodierung von Pools und Lanes experimentiert. Das erste Ziel war die exakte Darstellung des Prozessflusses. Anschließend erst wurde der Prozessfluss um die zugehörigen Materialflüsse ergänzt. Obwohl die BPMN 2.0 die beste Wahl für die Modellierung des Produktionsprozesses schien, stieß man mit der Darstellung von Materialflüssen selbst mit Hilfe der vom *Institut für Managementwissenschaften* der *TU Wien* kreierten Visio-Schablone an die Grenzen der Darstellungskraft. Die Darstellung von Materialflüssen mit der BPMN 2.0 für Produkte mit kleinem Teileumfang (<50) war bereits praxiserprobt und erfolgreich im Rahmen von Projekten an der TU Wien durchgeführt worden. Mit einem Teileumfang in einer Größenordnung von 5000 Teilen und Materialflüssen zwischen mehr als fünf Pools im Prozessmodell wurde ihre *übersichtliche* und *verständliche* Darstellung zunehmend kompliziert und aufwendig. Daher mussten im Rahmen der Iterationsschritte auch immer wieder Wege gefunden werden, um die Modelle weiter zu vereinfachen, beziehungsweise andere Darstellungsformen zu finden, damit prozessfremde und modellierungsfremde Leser die Modelle noch lesen können würden. Im Laufe der Iterationsschleifen wurde auch begonnen, erste Vorschläge zum Montagelayout physisch in der Produktionshalle aufzubauen, um mit der Vorserienfertigung starten zu können. Somit konnten in den späten Phasen der Erstellung der Prozessmodelle auch erstmals Evidenz-basierte Informationserhebungsmethoden durch *Beobachtung* durchgeführt werden.

Die Identifikation aller den Prozess- und den Materialflüssen zugehörigen Informationsflüsse erfolgte als letzter Schritt der BPMN-Modellierung, aufbauend auf einer umfangreichen Einführung in das verwendete ERP-System INFOR durch einen Mitarbeiter. Im Zuge der Einführung in das ERP-System wurde INFOR auch zum ersten Mal aktiv als Informationsquelle zu den Prozessen und dem Produkt verwendet. INFOR diente dabei vorwiegend als quantitative Informationsquelle, da in der Datenbank alle durchzuführenden Arbeitsgänge mitsamt den Rüstzeiten und Vorgabezeiten hinterlegt waren.

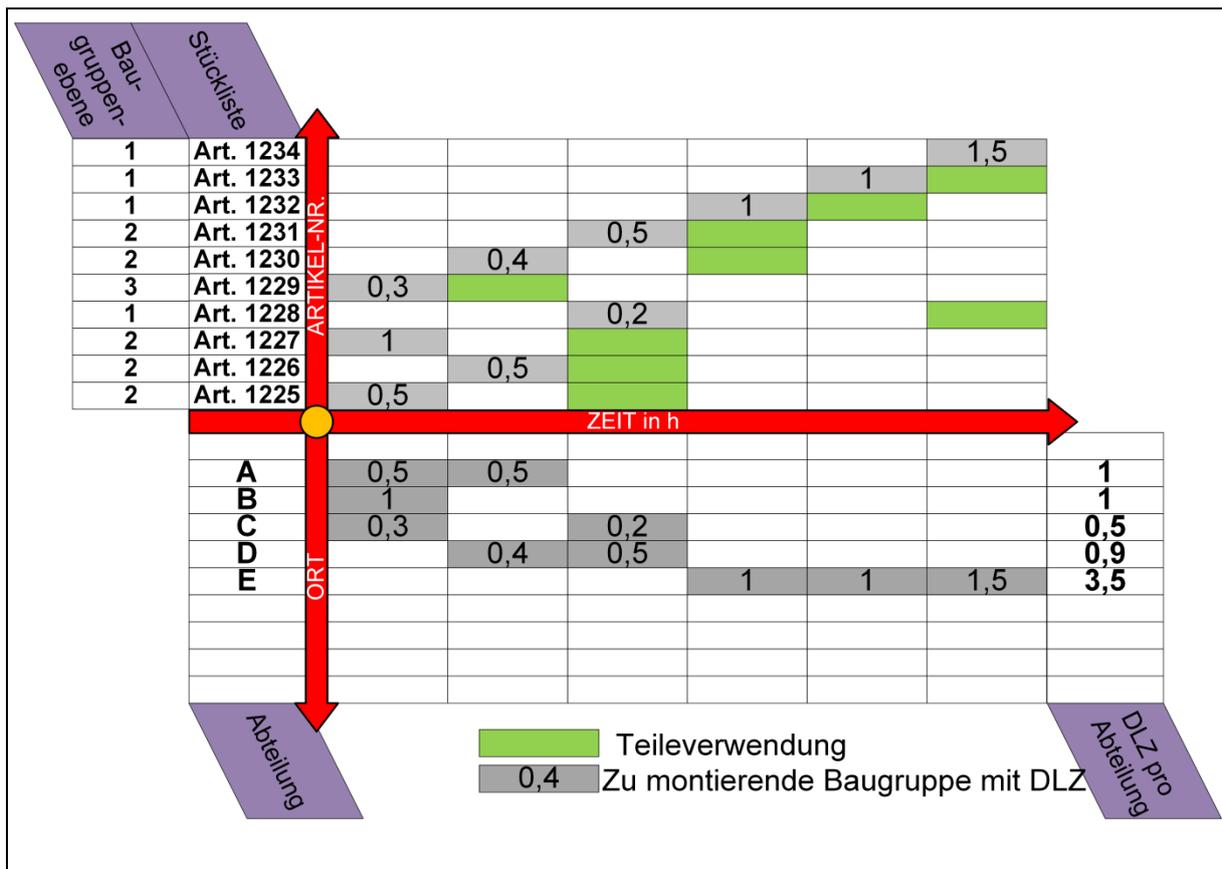


Abbildung 31: Die dreidimensionale Montageablauf-Matrix zur Verknüpfung von Artikel, Montagezeit und Montageort

Die Organisation der quantitativen Informationen konnte in den meisten Fällen nicht in den BPMN-2.0-Modellen erfolgen, da die BPMN eine qualitative Modellsprache ist. Aus diesem Grund wurden zur Informationsverdichtung und Klärung der Zusammenhänge überbrückende Dokumente erstellt. Besonders wichtig war hierbei die Erstellung der in Abbildung 31 skizzierten, dreiachsigen „Montageablauf“-Matrix, in welcher jede *in-house* gefertigte Baugruppe mit entsprechender Artikelnummer eindeutig einer Durchlaufzeit, einem Arbeitsplatz und einer chronologischen Abhängigkeit mit anderen Artikelnummern zugeordnet werden konnte. Anhand dieses Dokumentes konnten die Montageinhalte für das gesamte Produkt in Arbeitspakete mit genau bekannter Durchlaufzeit aufgespalten werden. Basierend auf diesen Arbeitseinheiten konnte damit auch später im Zuge des Prozessdesigns mit der Parallelisierung und zeitlichen Abstimmung der Prozessschritte experimentiert werden. Zusätzlich dient das Dokument auch als Planungshilfe für die Ressourcenzuweisung, da den einzelnen Arbeitspaketen die jeweils erforderlichen Mitarbeiterqualifikationen zugeordnet werden können.

Ergebnis der laufenden Iterationsschritte waren schließlich drei detaillierte Prozessmodelle, jeweils den gesamten Produktionsprozess des Endgerätes, der E-Einheit oder der Module darstellend. Neben der fehlenden quantitativen Informationen dieser BPMN-Modelle fehlte es durch den hohen Detaillierungsgrad und die Aufspaltung in

drei einzelne Prozessmodelle jedoch auch an Übersichtlichkeit und an einer Verknüpfung zwischen den Modellen. Aus diesem Grund wurde nun ein Wertstromdiagramm aus der Wertstromanalyse als verbindendes Element zwischen den BPMN-Modellen erstellt. Die Idee galt der Darstellung der gesamten Produktfertigung von der Vorfertigung bis zur Endmontage mit Fokus auf den in der Produktion auftretenden Materialflüssen. In diesem Fall wurde eine erweiterte Form der Wertstromdiagramme entwickelt, da die Montageübersicht nicht nur einen überblicksmäßigen Montageablauf aufzeigen sollte. Sie diente dem Zweck, sämtliche Montageabläufe, Materialflüsse, Durchlaufzeiten und weitere quantitative Produktionsinformationen auf einen Blick zu sammeln ohne dabei ein übermäßiges Maß an Modellkomplexität zu erreichen. Da die Serienproduktion zur Zeit der Diagrammerstellung noch nicht aufgenommen wurde, konnten traditionelle Vorgehensweisen wie der für die Wertstromanalyse klassische „Rundgang durch die Fabrik“ nicht durchgeführt werden. Es wurde auch von der in Kapitel 3.3.1 beschriebenen definierten Vorgangsweise bei der Erstellung der Diagramme abgewichen. Um den Fokus des Diagrammes neben der Materialflussdarstellung auch besonders auf die Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Produktionsstufen zu setzen, wurde das klassische Diagramm visuell in die Bereiche *Vorfertigung*, *Vormontage*, *Endmontage*, *Prüfung* und *Versand* eingeteilt und damit in seiner Aussagekraft erweitert. Zur Verdeutlichung von Unterschieden in den Bestelllosen und Produktionslosen zwischen zwei Abteilungen oder Aktivitäten wurden die Sequenzflüsse in den Diagrammen durch intuitive Losgrößeninformationen erweitert. Da das Augenmerk der erstellten Wertstromdiagramme so stark auf den Materialfluss gerichtet ist und diese danach strukturiert sind, verlieren diese die klassische Kundensicht von Wertstromdiagrammen allerdings zum Teil. Die Wertstromanalyse, beziehungsweise das damit verbundene Wertstromdiagramm dienten in der Fallstudie also als eine in dieser Form bisher noch nicht existierende materialflussbezogene Produktionsübersicht. Die Verbindung der qualitativen BPMN-Modelle mit dem quantitativen Wertstromdiagramm ermöglichte schlussendlich eine genaue Darstellung der IST-Situation der Prozessplanung. Es ist hierbei anzumerken das diese IST-Situation bereits nichts mehr mit der IST-Situation zu Beginn der Fallstudie gemeinsam hatte.

Zuletzt wird noch anhand des materialflussbezogenen Wertstromdiagrammes auf Abbildung 37 im Anhang, kurz einfach Montageübersicht oder Montageablauf genannt, ein Überblick über die zu diesem Zeitpunkt herrschende Situation des definierten Produktionsprozesses gegeben. Wie ersichtlich, ist die Produktion generell durch die Elemente *Vorfertigung*, *Vormontage*, *Endmontage* und *Endprüfung* definiert. Auf die *Verpackung* und den *Versand* wird nicht näher eingegangen. Jeder Endmontage- und Endprüfungslinie sind bestimmte Vormontagebereiche eindeutig zugeordnet. Die Vorfertigung beliefert sowohl die Vormontage als auch die Endmontage. Anhand der Verbindung der Abteilungen durch Flusspfeile lassen sich Materialflüsse und die Teileverwendung ablesen. Dieser Montageablauf mit den gegebenen Durchlaufzeiten stellt den Aus-

gangspunkt für die Berechnungen und Lösung der Fallbeispiele dar, zu denen im folgenden Unterkapitel übergegangen wird. Die Einplanung und Steuerung der Produktion erfolgt zu Beginn rein zentral, wie es aus dem Projektgeschäft historisch etabliert wurde.

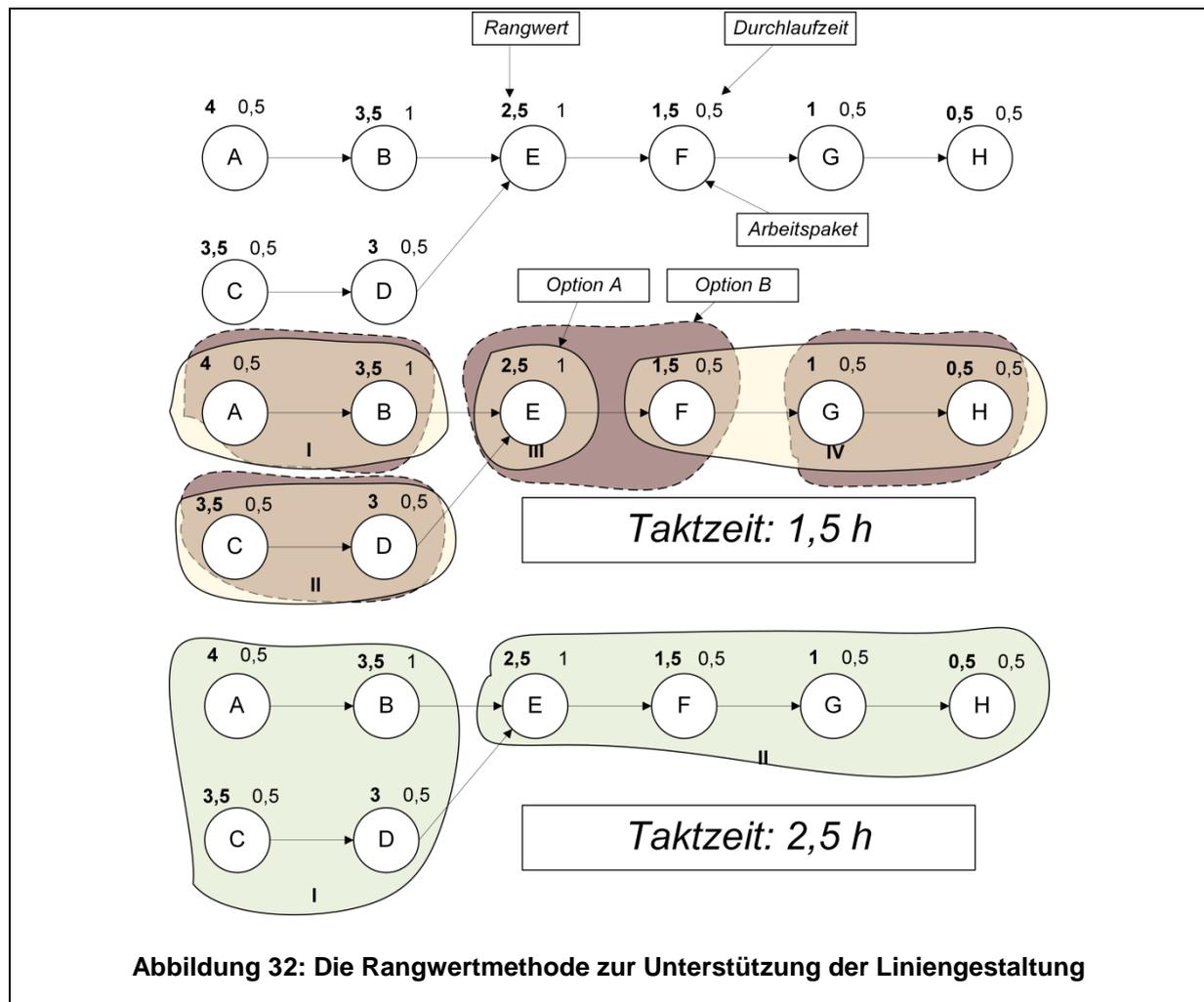
Das Bereitstellen der benötigten Materialien an der Linie erfolgt durch die Lagerabteilung. Bei den bisherigen Projektaufträgen wurden die Produkte in Produktionsinseln gefertigt. Eine arbeitsstationsgenaue Kommissionierung musste daher nicht erfolgen, da das gesamte Produkt an einem Arbeitsbereich gefertigt wurde. Aus diesem Grund ist die derzeitige Handhabung des Kommissionierens diejenige, das gesamte benötigte Material zwei Tage vor Produktionsbeginn ungeordnet an die Fertigungsinsel zu bringen. In der Serienfertigung ist es nun notwendig, die benötigten Materialien in der Linie in jedem Fall sortiert und oft auch taktgenau am nötigen Arbeitsplatz zu kommissionieren. Der Kommissionierauftrag wird über INFOR generiert und kann einen Ortsbezug nur durch Zuordnung des Materials zu einer bestimmten Produktionsabteilung oder darin definierten Arbeitsgängen herstellen. Aus diesem Grund sind in Abbildung 37 alle Montagebereiche durch Abteilungskürzel gekennzeichnet, um mit Hilfe von INFOR ein ortsgenaues Kommissionieren zu ermöglichen.

5.4.2 Entwicklung der Steuerungskonzepte

Basierend auf den erstellten IST-Modellen der Produktionsplanung konnte mit der Entwicklung der Steuerungskonzepte als quantitativen Teil der Fallstudie begonnen werden. In diesem Kapitel wird daher die Vorgehensweise bei der Lösungsfindung und Anwendung der Methoden im Zuge der Bearbeitung der zwei Problemszenarien beschrieben. Für jedes der beiden Produktionsszenarien erfolgt erst eine kurze Beschreibung des Szenarios. Anschließend werden die Ergebnisse anhand der Wertstromdiagramme erläutert und der sich ergebende detaillierte Prozessfluss anhand der BPMN-2.0-Modelle erklärt. Zu jedem Lösungsvorschlag folgt noch eine kritische Anmerkung des Autors. Zunächst jedoch eine kurze Einführung zur Rangwertmethode:

Zur Austaktung der Endmontagelinien für die verschiedenen Szenarien wurde hauptsächlich die Rangwertmethode verwendet, weswegen diese vorweg noch einmal separat erläutert wird. Die Rangwertmethode ist ein elementares Optimierungsverfahren zur Taktbildung oder Arbeitszusammenfassung in Fließprozessen. Am besten geeignet für simple Prozessstrukturen kann es auch bei komplexeren Abhängigkeiten und Prozessabläufen ein genauso einfaches wie wirkungsvolles Hilfsmittel für eine grobe Taktung des Montageinhalts darstellen. Voraussetzung für die Rangwertmethode ist das Bekanntsein von Durchlaufzeiten oder Bearbeitungszeiten für die einzelnen Montageschritte des Produktes. Es folgt weiters, dass man in der Lage sein muss die Produktmontage in ihre elementaren Arbeitseinheiten aufzuteilen. Diese

elementaren Einheiten können bis auf das Niveau von einzelnen Handgriffen oder Schraubendrehungen hinuntergebrochen werden, solange jeder dieser Einheiten immer eine bestimmte Bearbeitungszeit zuordenbar ist. In diesem Fall wurden die Arbeitseinheiten durch die kleinsten unterteilten Arbeitsinhalte in den Arbeitsplänen für das betrachtete Produkt festgelegt. Diese wurden wiederum dem ERP-System des Unternehmens entnommen.



Sind nun die einzelnen Arbeitselemente und ihre Durchlaufzeiten bekannt, so wird damit begonnen, diese in chronologischer Abfolge und Abhängigkeit, wie in Abbildung 32 gezeigt, abzubilden und jeweils auch ihre Durchlaufzeit anzugeben. Anschließend wird begonnen, die Durchlaufzeiten entlang der Stränge rückwärts vom Prozessende bis zum Prozessanfang aufzusummieren. Diese Summen bilden die sogenannten Rangwerte der einzelnen Arbeitsstationen. Ausgehend von einer gewünschten oder geforderten Taktzeit für die Linie werden nun die Arbeitseinheiten derart zu einzelnen Arbeitsstationen zusammengelegt, dass deren Gesamtdurchlaufzeit so nah wie möglich an die festgelegte Taktzeit herankommt, ohne diese zu überschreiten. Dies geschieht nicht willkürlich, sondern beginnend bei dem Arbeitsinhalt mit dem höchsten Rangwert absteigend zum jeweils nächsthohen Rangwert und die chronologischen Abhängigkeiten der Arbeitseinheiten beachtend. Auf diese Weise

können sinnvoll gestaltete Arbeitsstationen mit regelmäßiger Taktung erzeugt werden. Das Experimentieren mit verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten der Arbeitseinheiten oder auch Taktzeiten, wie in Abbildung 32 erlaubt das Vergleichen und Bewerten unterschiedlicher Liniendesigns. Eine wichtige Kennzahl im Rahmen der Linienbildung stellt der Bandwirkungsgrad dar:

Formel 1: Bandwirkungsgrad

$$\text{Bandwirkungsgrad} = \frac{\text{Summe der Bearbeitungszeiten}}{\text{Anzahl der Stationen} * \text{Taktzeit}}$$

Der Bandwirkungsgrad gibt an, wie gut die einzelnen gebildeten Arbeitsstationen im Vergleich zu einer idealen Linie mit genau der Taktzeit entsprechenden Arbeitsinhalten ausgelastet sind. Es erscheint offensichtlich, dass der Bandwirkungsgrad mit Reduktion der Arbeitsstationen und damit der Erhöhung ihrer Arbeitsinhalte und der Taktzeit gegen 100 % strebt. Die Kunst besteht darin, einen geeigneten Mittelweg zwischen hohem Bandwirkungsgrad und niedriger Taktzeit zu finden, um eine Linie effizient zu gestalten.

Szenario 1

Szenario 1 ist ein für den lokalen Unternehmensstandort relevantes Szenario und beschäftigt sich mit den 30 *St* zu produzierenden Endgeräten im Rahmen der Serienentwicklung. Im betrachteten Fall geht es um die Produktion von 6 *St* Endgeräten plus zusätzlichen 6 *St* Modulen. Die Rahmenbedingungen der Produktion für das erste Szenario sind durch Knappheit der Ressource Mensch, einen Produktionszeitraum von rund 6 Arbeitswochen bei Bestehen einer 38,5-Stunden-Woche, einer definierten Produktionsmenge und den Umstand gegeben, dass die Produktion bereits sehr zeitnah starten muss. Bei den Personalressourcen wurde mit einer ungefähren Beschränkung von 4 Mitarbeitern je Modul-, E-Einheit- und Endgerätelinie gerechnet.

Der genaue Produktionszeitraum beinhaltet die Arbeitswochen zwischen dem 21. August und dem 29. September. Aufgrund der Kurzfristigkeit des Produktionsstarts und der mit sechs Endgeräten geringen Wiederholhäufigkeit der Produktion empfiehlt sich, die Produktion weiterhin mit der bisher im Unternehmen verwendeten zentralen Steuerung zu planen. Die damit verbundene manuelle Einplanung aller Produktionsaufträge und Unteraufträge führt zu einer klassischen Produktionssteuerung nach dem Push-Prinzip. Bei dieser Art der Steuerung erhalten die einzelnen End- beziehungsweise Vormontagelinien sowie die Abteilungen der Vorfertigung die Produktionsaufträge jeweils zentral von der Produktionsplanung.

Um eine Vorstellung der Rahmenbedingungen zu erhalten, wurden zunächst die mindest geforderten Taktzeiten für die benötigte Produktionsmenge im Produktionszeitraum rechnerisch ermittelt. Außerdem wurden die Durchlaufzeiten für jede Montage und Vorfertigungsschritt sowohl aus den Vorgabezeiten der in INFOR abgeleg-

ten Arbeitspläne, als auch aus Ist-Zeit-Messungen von vorausgegangenen Prototypenfertigungen analysiert. Dadurch konnte auf geschätzte Durchlaufzeiten für das Szenario 1 geschlossen werden. Für die Durchlaufzeiten wurden dabei Werte zwischen der Vorgabezeit und der Prototypenzeit angenommen. Die tatsächliche Durchlaufzeit geringer anzusetzen als die bisherige Prototypenzeit basiert auf der Annahme von Lerneffekten der Montagemitarbeiter beim Produzieren der jeweils nächsten Produktionsserie. Natürlich impliziert dies, dass zur Produktion der Lose immer dieselben Mitarbeiter herangezogen werden. Bereits der Vergleich der Durchlaufzeiten mit dem verfügbaren Produktionszeitraum ergibt, dass eine Fertigung der sechs Endgeräte nicht möglich ist. Grund dafür stellt die Vorfertigung für die Module dar, welche mit 215,05h Fertigungszeit fast den gesamten Produktionszeitraum von 231h beansprucht. Bereits an dieser Stelle im Konzeptentwurf ist damit das Treffen der *Make-or-Buy-Entscheidung* zur Einhaltung des Liefertermins relevant. Für den Konzeptentwurf in Szenario 1 wurde die gesamte Vorfertigung um vier Produktionswochen vorverschoben. Diese Zahl wurde nicht zufällig, sondern übereinstimmend mit der Entscheidung des realen Unternehmens ausgewählt.

Eine funktionierende Serienfertigung erfordert eine regelmäßige Taktung der Arbeitsschritte zumindest innerhalb einer Montagelinie. Daher wurden die drei Endmontagelinien mit Hilfe der Rangwertmethode auf diesen Aspekt hin untersucht. Die teilweise Überarbeitung der Linien erfolgte unter Berücksichtigung der Gesichtspunkte ausgeglichener Taktung und einer – subjektiv gesehen – geringen Mitarbeiteranzahl beziehungsweise hoher Mitarbeiterauslastung. Gerade bei der Modulmontage ergaben sich damit einige Änderungen bezüglich des ursprünglichen Produktionslayouts.

Ergebnisse

Tabelle 2: Kennwerte zu Szenario 1

Linie	Vorfertigung <i>DLZ gesamt</i> <i>in h</i>	Montage <i>DLZ in</i> <i>h/Los</i>	Montage <i>ZZ in</i> <i>h/Los</i>	Anzahl Abteilungen	Mitarbeiter	Taktzeit <i>in h</i>	Los- größe
E-Einheit	106,75	184,8	264,3	3	3	15,40	6
Modul	215,05	20,5	62,32	3	5	3	4
Endgerät	16,36	20,48	38,73	4	6	2	3

Die wichtigsten Kennwerte zu den Ergebnissen sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Wie in der Tabelle zu sehen ist, sind die Durchlaufzeiten und Zykluszeiten für die Montagen in der Einheit $\frac{\text{Stunden}}{\text{Los}}$ gegeben, da die meisten Vormontagen als Ganzes Los gefertigt werden und nicht getaktet. Die Angabe in $\frac{\text{Stunden}}{\text{Stück}}$ wäre damit nicht aussagekräftig. Aufgrund der unterschiedlichen Losgrößen von Linie zu Linie sind die Durchlaufzeiten von E-Einheit, Modul und Endgerät jedoch nicht direkt miteinander vergleichbar. In der Einleitung zum Szenario wurde eine Mitarbeiterzahl von 12 zur

Orientierung angegeben. Mit einer Gesamtanzahl von 14 Mitarbeitern ist bei dem bestehenden Linienlayout die niedrigste Zahl an Mitarbeitern gegeben, um die Produktion ohne Unterbrechungen in den Linien abzuwickeln. Dies erfordert jedoch das Wechseln einiger Mitarbeiter zwischen den Arbeitsplätzen.

Wie Abbildung 38 im Anhang anhand des Prinzipschaubilds für die Montage zeigt, wurden einige Vormontageinhalte in der Modullinie zur Taktbildung von 3h in die Endmontagelinie verschoben. Die gesamte Montage des Moduls wird auf insgesamt fünf Stationen (oder Abteilungen) mit unterschiedlichen Arbeitsinhalten aufgeteilt, womit gegenüber dem Originallayout die Zahl der Arbeitsstationen durch „Job Enrichment“ verringert wurde. Die Linien der beiden anderen Produktteile wurden nicht verändert.

Durch die zentrale Push-Steuerung kommt es wie abgebildet zur Bildung von Zwischenpuffern und Lagerbeständen zwischen den abgekoppelten Fertigungs- und Montagebereichen. Dies ist bedingt durch die Produktion nach optimalen Losgrößen und nicht nach dem Bedarf der nachgelagerten Stellen. Die Vorfertigungsbereiche fertigen alle auf das Lager. Die Montage beginnt erst nach Abschluss der gesamten Vorfertigung. Die optimale Losgröße für die Bereiche der Vorfertigung ist unternehmensseitig mit 30 Stück definiert, womit gleich alle benötigten Materialien in einem Zug gefertigt werden können. In den Montagelinien richten sich die Losgrößen nach verschiedenen Prinzipien. In der Modulmontage ist die ideale Losgröße platzbedingt auf vier Stück beschränkt. Zur Produktion der geforderten 24 Stück sind somit sechs Lose notwendig, die jedoch im Takt gefertigt werden. Aus Gründen des Platzmangels kann das Material für die E-Einheit nicht für sechs Stück auf einmal kommissioniert werden. Aus diesem Grund wird die Produktion auf zwei Lose zu je drei Stück aufgeteilt, wobei die gesamten sechs Stück in einem Zug gefertigt werden. Da das Endgerät sowohl eine E-Einheit als auch drei Module beinhaltet, kann mit der Endgerätemontage frühestens nach Fertigstellung und Endprüfung der ersten Module begonnen werden. Die Produktion der sechs Endgeräte in zwei Losen zu je drei Produkten ist ein Kompromiss zwischen möglichst durchgängiger Fertigung in der Linie und einer möglichst kurzen Gesamtdurchlaufzeit. In der Montageübersicht sind überdies zwei unterschiedliche Arten der Push-Steuerung dargestellt. Bei der Mehrheit der Vormontagen wird die gesamte Losgröße auf einmal gefertigt und muss damit über ein Pufferlager, beziehungsweise Materialwägen an der Linie zwischengelagert werden. Die Montagen des Verdampfergehäuses in der Abteilung SAH sowie des Motors in der Abteilung SBB erfolgen hingegen Just-in-Time. Das heißt, das zwar immer noch die gesamte Losgröße auf einmal gefertigt wird, jedoch getaktet im Takt der dazugehörigen Endmontagelinie.

Für dieses Szenario konnte die Linie der E-Einheit mit einem sehr hohen Bandwirkungsgrad von 95,3 % gestaltet werden. Dabei ist allerdings auch nicht zu vergessen,

dass die Taktzeit sehr hoch gewählt wurde. In der Modul-Endmontagelinie kann mit der Taktung von 3 h immerhin ein Wirkungsgrad von 90,7 % erreicht werden. Die Endmontage der Endgeräte ist hingegen perfekt ausgetaktet.

BPMN-2.0-Modell

Abbildung 39, Abbildung 40 und Abbildung 41 im Anhang zeigen die BPMN-2.0-Modelle für Szenario 1. Die Modelle sind als Verknüpfung oder Detaillierung der Montageübersicht in Wertstromdarstellung zu sehen. Jeder Prozesspool im BPMN 2.0-Modell kann über die Abteilungsbezeichnung, den Zeichencode und die Farbkodierung eindeutig einem Prozessblock aus der Montageübersicht zugeordnet werden. Auch die in den BPMN-Modellen in mehrere Teilaktivitäten aufgespaltenen Aktivitäten sind durch sogenannte Gruppierungselemente eindeutig den Aktivitäten der Montageübersicht zuordenbar. Als Beispiel ist etwa die Aktivität „E-Einschub1&2 mont. & verdr.“ im Prozessblock „SBG / SBH / SBI“ der Montageübersicht im BPMN-Diagramm in einzelne Teilaktivitäten aufgespalten. Deren Zusammengehörigkeit ist wiederum durch ein Gruppierungselement gekennzeichnet.

Durch die Detaillierung der Prozesse anhand der BPMN 2.0 werden nun neben den Materialflüssen auch die Informationsflüsse sichtbar. Wie aus den Modellen zu lesen ist, werden sämtliche Produktionsprozesse nicht ohne einen entsprechenden Produktionsauftrag mit bestimmter Losgröße aus dem zentralen ERP-System gestartet. Dies ist durch ausgelöste Nachrichtenergebnisse mit dem Informationsfluss des Produktionsauftrages dargestellt. Ein Produktionsauftrag wird dabei nur unter bestimmten Bedingungen generiert. INFOR rechnet im sogenannten MRP-Rundlauf jede Nacht die Produktionsplanung durch und generiert darauf basierend Produktionsvorschläge und Kommissionieraufträge. Die Produktionsvorschläge müssen anschließend von einem Mitarbeiter überprüft werden und werden gegebenenfalls in Produktionsaufträge umgewandelt. Eine weitere Bedingung für den Start der Produktion an allen Linien ist das Vorhandensein *sämtlicher* benötigter Einkaufsteile sowie Vorfertigungsteile im Hauptlager. Dies ist für einen unterbrechungsfreien Ablauf der Produktion sowie der Materialkommissionierung notwendig. Als letzte Bedingung wird gestellt, dass zum erstmaligen Produktionsstart alle Materialien in der richtigen Losgröße an die Linien kommissioniert wurden. Derzeit wird es im Unternehmen so gehandhabt, dass das benötigte Material für einen Produktionsauftrag zwei Tage vor Produktionsstart an den Arbeitsplatz kommissioniert werden muss. Bei der Serienfertigung kann man sich diese Sicherheit aus Platzgründen nicht erlauben. Daher muss die Losgröße in den Serienfertigungslinien einen Takt vor Produktion des Loses bereitgestellt werden. Um Stillstände durch Fehlbestände zwischen den Losen zu vermeiden war die zweite Forderung, dass sämtliche benötigte Materialien im Lager vorhanden sein müssen.

Der gesamte Montageprozess der E-Einheit in Abbildung 39 erfolgt in einer einzigen Linie, deren Arbeitsschritte unterschiedlichen Unterabteilungen zugeordnet sind. Jeder Abteilung ist ein Mitarbeiter zugeordnet, wobei die Abteilungen SBF und SBH zwecks regelmäßiger Austaktung vom selben Mitarbeiter bearbeitet werden. Nach Auslösen des Produktionsstarts mit einer Losgröße von drei Stück wird parallel mit den mechanischen Montagen und anschließendem Verdrahten der E-Einschübe sowie des Deckels begonnen. Wie beispielsweise anhand der Aktivität „E-Einschub 1&2 mechanisch montieren“ zu erkennen ist, wird die Bereitstellung von Einkaufsteilen sowie Vorfertigungsmaterialien aus dem Lager durch ein Materiallagersymbol mit externem Fluss dargestellt. Auf diese Weise kann visualisiert werden, welche Materialien für einen bestimmten Montageschritt benötigt werden. Der Sequenzfluss, welcher die Aktivität „E-Einschub 1&2 mechanisch montieren“ mit der nachfolgenden Aktivität verbindet, weist einen internen Materialfluss mit dem Material und einer zugehörigen Artikelnummer auf. Nach gängigen BPMN-2.0-Regeln weist diese Darstellung darauf hin, dass ein (Material-)Output aus einer Aktivität unmittelbar als (Material-)Input für die nachfolgende Aktivität benötigt wird. Das Materialsymbol mit Artikelnummer entlang des Sequenzflusses weist außerdem darauf hin, dass im Zuge einer Montageaktivität ein Artikel oder eine gesamte Baugruppe gefertigt wurde. Diese Information ist für den weiteren Montageablauf dahingehend bedeutend, dass aufgrund der zentralen Steuerung durch das ERP-System *jeder* Artikelzugang als sogenannter „Produktions-Zugang“ in das System und damit auf das Lager gebucht werden muss. Wenn dieser Vorgang nicht erfolgt, so kann eine nachfolgende Prozessaktivität systemtechnisch nicht stattfinden, da das benötigte Material im System noch als Fehlbestand gemeldet wird. Natürlich kann der gefertigte Artikel bereits physisch weiterverarbeitet werden, obwohl dieser „digital“ noch nicht verfügbar ist, jedoch sollte der Produktions-Zugang unbedingt vorgenommen werden, um Systemfehler und falsche Bestandsangaben zu verhindern. Um die sofortige Weiterverarbeitung des Artikels systemtechnisch abzubilden, muss direkt nach der Zubuchung der Produktion wieder ein Produktions-Abgang gebucht werden, damit das Material digital wieder an den Arbeitsplatz kommissioniert werden kann.

Nach Beendigung eines Taktes müssen die die Montage startenden Mitarbeiter, also in diesem Fall Mitarbeiter 1 und Mitarbeiter 2, je nach im Produktionsauftrag definierter Losgröße entweder ihren Teil der Montage beenden oder mit neuem Material erneut zum ersten Montageschritt übergehen. Im Prozessmodell ist dies jeweils durch eine Schleife aus einem parallelen und einem inklusiven Gateway gegeben. Durch das parallele Gateway wird gewährleistet, dass die zu Beginn erzeugte Prozessinstanz in der nachfolgenden Aktivität weiterverarbeitet wird, während gleichzeitig, je nachdem ob die Losgröße bereits bedient wurde, weitere Prozessinstanzen erzeugt werden können. Nachdem Mitarbeiter 1 die E-Einschübe sowie das Gehäuse und parallel Mitarbeiter 2 den Deckel montiert und verdrahtet haben beginnt nach der Taktzeit von 15,4 h Mitarbeiter 3 mit der Montage und Verdrahtung der Materialien

zur E-Einheit. Die E-Einheit wandert anschließend zur Prüfungsabteilung, wo der Artikel auf seine Endprüfung wartet. Dies ist durch ein von der Aktivität „E-Einheit verdrahten“ ausgehendes Materialflusssymbol, welches im Pool „Prüfung“ endet, gekennzeichnet. Der Montageprozess endet mit der Meldung eines „ungeprüften P-Zugangs“ an das ERP-System.

Ebenso wie für die E-Einheit gelten auch dieselben Startereignisse für die Produktion des Moduls in Abbildung 40. Anders als bei der E-Einheit findet die Produktion auf mehreren Stationen statt. In der Abteilung SAF findet die Endmontage statt, während in SAH und SAI verschiedene Vormontagen stattfinden. Alle Prozesse werden durch eigene Produktionsaufträge aus INFOR angesteuert. Dabei beliefert der Vormontageplatz SAI die Endmontagelinie SAF, aber auch den zweiten Vormontageplatz SAH. SAH produziert das für die Endmontage benötigte Verdampfergehäuse im Takt mit der Endmontagelinie. Die Einplanung der Produktion für SAI, SAF und SAH muss jeweils derart erfolgen, dass alle Linien gleichzeitig mit der Produktion beginnen, um die durchgehende Materialversorgung zu gewährleisten. Während SAI das gesamte Los ohne Taktbindung auf einmal produziert, produziert SAH mit derselben Taktzeit von 3 h wie die Endmontagelinie.

Bei Betrachtung des Vormontageprozesses in SAH fällt auf, dass einige Materialinput/Materialoutput-Symbole gestrichelte Linien anstatt durchgezogener Linien haben. Diese Darstellungsart deutet darauf hin, dass im Zuge des Montageschrittes zwar ein Artikel mit Artikelnummer produziert wurde, dieser aber als *fiktives Bauteil* nicht als eigener Produktionszugang gebucht werden muss. Um in besonders ungünstigen Fällen zu verhindern, dass auch für Kleinstteile ständig ein Produktionszugang gebucht werden muss gibt es derzeit im Unternehmen mit INFOR die Möglichkeit, ein Bauteil als *fiktiv* zu setzen. Durch das Fiktivsetzen wird der betrachtete Artikel in der Stückliste mitsamt dem hinterlegten Arbeitsgang in die nächsthöhere Bauteilebene geschoben und dessen Fertigung erfolgt somit in der übergeordneten Artikelnummer. Das Fiktivsetzen von Bauteilen ist dennoch nicht übermäßig anzuwenden und lohnt sich nicht immer, da damit auch einige Nachteile einhergehen. Zum einen geht durch das Fiktivsetzen auch die originale Ortsbindung an den ursprünglichen Arbeitsschritt verloren, womit die Kommissionierung nur an die nun übergeordnete Artikelnummer, beziehungsweise Arbeitsstelle, erfolgen kann. Wenn das fiktivgesetzte Bauteil und die übergeordnete Baugruppe an unterschiedlichen Arbeitsplätzen gefertigt werden, wird das zu einem gravierenden Kommissionierproblem. Andererseits gilt es aufzupassen, dass durch das Fiktivsetzen nicht unbeabsichtigterweise Untergruppenmontageinhalte in der Endmontagelinie landen.

In der Endmontagelinie bearbeiten drei Mitarbeiter im Takt ein Los von jeweils 4 Modulen. Aufgrund der Austaktung wurden die ursprünglichen Vormontageinhalte „Grundplatte montieren“ und „Bodengruppe montieren“ in die Endmontage verscho-

ben und fiktiv gesetzt. Mitarbeiter 1 beginnt anschließend mit dem Löten des Kältekreislaufs. Der Lötprozess wird jedoch als relativ flexibel teilbar angenommen, womit ein nächster Mitarbeiter in seinem Takt den Lötprozess beendet. Die Fertigstellung des Kältekreislaufs erfordert eine halbstündige Zwischenprüfung auf Dichtheit, bevor ein P-Zugang gebucht werden kann. Nach erfolgter Prüfung kommt es zur Hochzeit von Kältekreislauf und dem aus der Abteilung SAH taktgenau zugeführten Verdampfergehäuse. Ein dritter Mitarbeiter führt eine weitere Zwischenprüfung durch. Diese Prüfung erfordert das Evakuieren des Gerätes. Während dieses Zeitraumes von etwa zwei Stunden kann der Mitarbeiter keine wertschöpfenden Aktivitäten am Produkt durchführen. Zur Kapazitätsauslastung wäre es daher zweckmäßig, wenn der dritte Mitarbeiter während dieser Zeit einen weiteren Montageschritt ausführen kann. Dies wird so gehandelt, dass der nächste Montageschritt „Modul endausfertigen“ zeitlich vorgeschoben wird. Mitarbeiter 3 lässt sich zunächst einen Zwischenpuffer von einem in der Prüfung befindlichen Modul bilden. Anschließend wartet er auf den nächsten Takt. Ab dem nächsten Takt ist es nun möglich, ein Modul in einem halbstündigen Montageinhalt für die Prüfung vorzubereiten und anschließend sofort zur Endausfertigung des vorher geprüften Moduls überzugehen. Wie schon bei der E-Einheit wird das gefertigte Modul zur Prüfung geschickt und als ungeprüfter Zugang gebucht.

Zuletzt wird noch die Montage des Endgerätes anhand von Abbildung 41 betrachtet. Die Endmontage findet in der Linie SAA in vier Arbeitsbereichen statt. Aus Handling-Gründen und zur Durchlaufzeitenminimierung arbeiten in jedem dieser vier Arbeitsbereiche jeweils zwei Mitarbeiter. Die Vormontagen finden in den Abteilungen SBA, SBB und SBC statt. Um eine unterbrechungsfreie Produktion zu garantieren werden zunächst alle Vormontageinhalte der Linie SBA von einem Mitarbeiter in der benötigten Losgröße montiert und an den Linien SBC und SAA bereitgestellt. Der Start des ersten Arbeitsschrittes in der Endmontagelinie erfordert das Vorhandensein des vormontierten Motors. Der Motor wird taktgenau und in einer Losgröße von drei Stück vormontiert und an der Endmontagelinie bereitgestellt. Gearbeitet wird an den Linien SAA und SBC im Takt von 2 h. Gleichzeitig mit der Vormontage des Motors können – in diesem Fall Mitarbeiter 5&6 – mit der Vormontage des gesamten Loses Rahmen-Oberteil beginnen. Der Rahmen-Oberteil muss dabei nicht als eigener Produktionszugang gebucht werden, da dieser keine eigene Baugruppe darstellt und unter der Artikelnummer des Endgerätes montiert wird.

In der Endmontagelinie werden – neben weiteren Arbeitsinhalten - zunächst hauptsächlich die Motoreinheit, Powerpack genannt, der Rahmen-Oberteil und eine *geprüfte* E-Einheit zusammengeführt und montiert. Nach zwei Stunden werden im nächsten Takt an Arbeitsstation 2 hauptsächlich der Motorkühler, die Treibstoffschläuche sowie die zuvor vormontierten Lüftergehäuse verbaut. Wie dargestellt ist es zeitlich möglich, dass die Mitarbeiter 5&6 nach der Vormontage aller Rahmen-

Oberteile in die Hauptlinie zur Arbeitsstation 2 wechseln. Auf dieselbe Weise wechseln Mitarbeiter 1&2 nach der Vormontage des Motors zum nachfolgenden Arbeitsschritt in der Hauptlinie. In diesem Arbeitsschritt geht es hauptsächlich um das Einbauen der drei Module und der äußeren Abdeckungen. Zum Schluss wechseln auch Mitarbeiter 3&4 zur letzten Station zur Endausfertigung des Gerätes. Das Wechseln der Mitarbeiter zwischen den Stationen ist durch die Wahl der Losgröße mit drei Stück möglich. Die Montage endet wie bekannt mit dem Schicken des Endgerätes zum Prüfungsfeld und dem Buchen eines ungeprüften Produktionszuganges.

Für die Prüfung ist ein eigener Prüfauftrag notwendig. Es muss durch die Einplanung sichergestellt werden, dass die E-Einheiten und Module in der benötigten Stückzahl

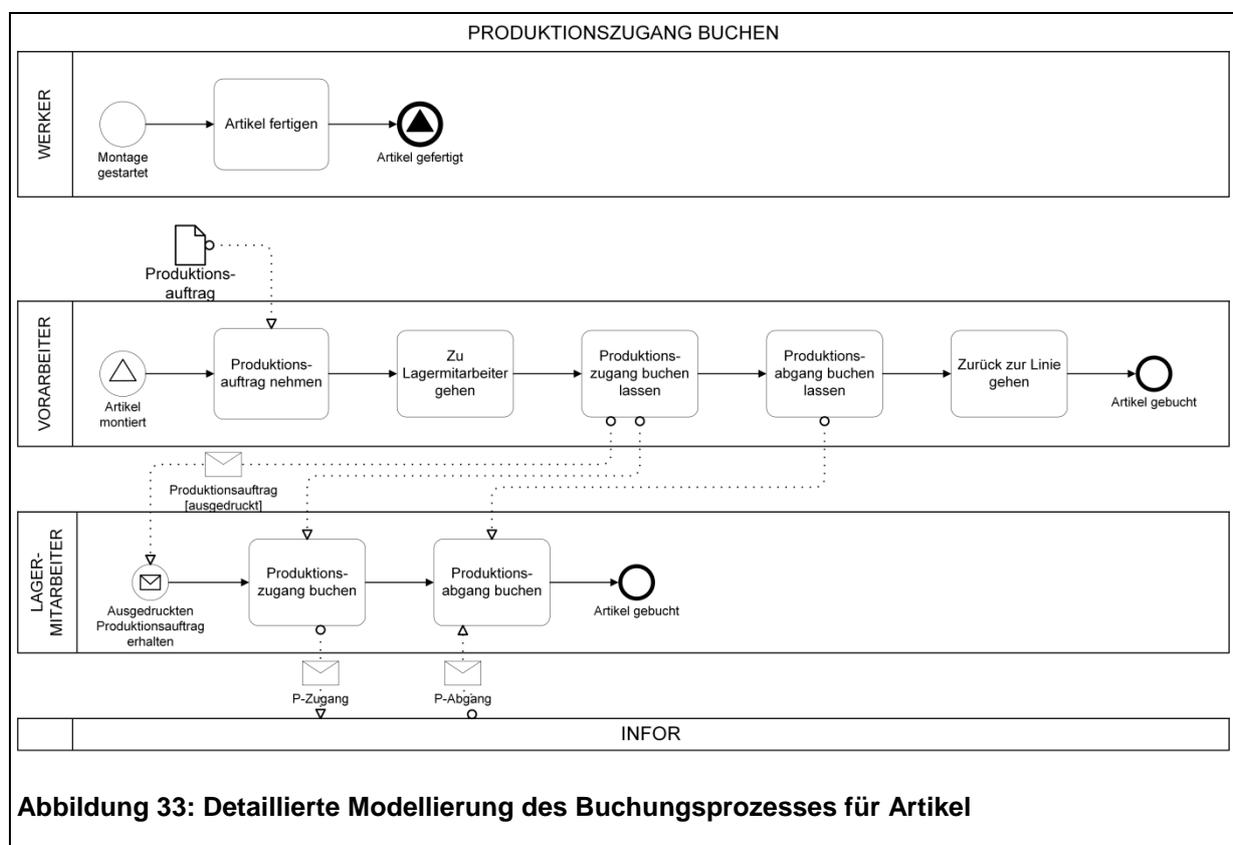


Abbildung 33: Detaillierte Modellierung des Buchungprozesses für Artikel

geprüft werden, bevor diese in der Hauptlinie SAA benötigt werden.

Der Vorgang „P-Zugang buchen“ wurde bisher im Sinne der Übersichtlichkeit als zusammengeklappter Teilprozess dargestellt und nicht weiter erläutert. Anhand von Abbildung 33 wird dieser Vorgang nun näher erläutert. Den Produktionszugang zu buchen stellt sich als ein für die Serienfertigung sehr unpraktischer und ressourcenverschwendender Vorgang heraus. Zunächst einmal gilt es zu beachten, dass der Werker, welcher an der Linie arbeitet, seinen Arbeitsplatz nicht verlassen darf. Daraus ergibt sich bereits die Notwendigkeit, eine zusätzliche Person zur Buchung des Artikelzuganges zu beauftragen. Diese Person wurde im vorliegenden Fall als beispielsweise ein Vorarbeiter für die Linie ausgewiesen. Der Buchungsprozess startet

mit dem Signal, dass eine mit einer Artikelnummer ausgewiesene Baugruppe gefertigt wurde. Daraufhin muss der entsprechende Vorarbeiter mitsamt dem ausgedruckten Original des Produktionsauftrages in die Lagerabteilung gehen und sich von einem Lagerarbeiter den entsprechenden Teilezugang in INFOR buchen lassen. Da das betrachtete Teil jedoch physisch bereits im nächsten Takt weiterverarbeitet wird ist es notwendig, den Teil unmittelbar nach Einbuchung wieder durch den Lagermitarbeiter ausbuchen, beziehungsweise zur Kommissionierung freigeben zu lassen. Der Artikel muss dabei nicht physisch ins Lager gebracht und wieder kommissioniert werden. Dieser Vorgang passiert nur digital im System.

Kritische Bewertung

Die beschriebenen Prozessmodelle dienen der optimierten Einsteuerung und Einplanung der Produktionsprozesse in Szenario 1. Allerdings sind in Bezug auf die Modelle auch einige kritische Bemerkungen anlässlich einiger Annahmen und Rahmenbedingungen zu äußern. Ein Element, das während der Prozessmodellierung vernachlässigt wurde, war die Anmeldung der Mitarbeiter auf die Produktionsaufträge und Arbeitsschritte. Ein Mitarbeiter muss sich vor dem Beginn der Montage auf den betrachteten Produktionsauftrag, beziehungsweise Arbeitsgang, anmelden. Dies geschieht händisch an einem PC, den der Mitarbeiter zuerst zu Fuß erreichen muss. Der dadurch erlittene Zeitverlust könnte sich, besonders in den Vormontagen, in welchen mehrere Artikelnummern bearbeitet werden, nachteilig auf den modellierten Produktionsprozess auswirken. Aus Gründen der Komplexitätsminderung wurde dieser Aspekt jedoch nicht berücksichtigt. In der Realität weißt dieser Vorgang jedoch ein sehr hohes Optimierungspotential auf.

Ein weiteres mögliches Problem könnte das Materialhandling an gewissen Stellen im Produktionsprozess darstellen. Für das Transportieren des Motors sowie des Rahmen-Oberteils wird beispielsweise jedes Mal ein Deckenkran benötigt. Die Endgeräte-Linien müssen sich derzeit einen Deckenkran teilen. Obwohl sehr unwahrscheinlich könnte es sein, dass es durch den Ressourcenwettstreit um den Kran zu einer Verzögerung der Produktion, beziehungsweise des Taktes kommt.

Um das Funktionieren des Steuerungskonzeptes zu überprüfen, wurde die gesamte Produktion der sechs Endgeräte und sechs Module anhand eines Gantt-Diagrammes eingeplant und simuliert. Durch Verwendung des Gantt-Diagrammes wurde eine ursprünglich nicht im Methodenpaket vorgesehene Methode zur Bearbeitung der Problemstellung angewendet. Mit den getroffenen Annahmen und Beschränkungen ist die Produktion aller benötigten Produkte bis zum 19. September möglich bietet somit sogar noch eine Pufferzeit von acht Tagen. Die Pufferzeit von acht Tagen ergibt sich durch die Produktion genau nach Einplanung ohne Unterbrechungen durch Fehlbestände, Qualitätsmängel oder Ähnlichem. Natürlich ist auch eine hohe Sorgfalt bei

der Berechnung und anschließenden Einplanung der Produktionszeitpunkte beziehungsweise Produktionsaufträge notwendig.

Dieser hohe Aufwand in der Einplanung stellt den Nachteil der zentralen Einsteuerung dar, welcher mit steigender Losgröße und Produktkomplexität (beispielsweise bei der Existenz von Varianten) überproportional ansteigt. Da der Informationsfluss zentral ist, gibt es keine Absprache zwischen den Linien und jede Linie produziert stur nach ihrem Produktionsauftrag. Bei einem Fehler in der Einplanung kann es somit keine Absprachen zwischen den Linien geben. Materialfluss und Materialverfügbarkeit sind hier komplett abhängig von der Qualität der Einplanung. Bei geringen Losgrößen, wie es in diesem Szenario der Fall ist scheint, der Aufwand für eine dezentrale Steuerung dennoch höher zu sein.

Zu guter Letzt ist noch anzumerken, dass Mitarbeiterqualifikationen bei der Auswahl und Zuteilung der Personalressourcen nicht berücksichtigt werden konnten. Da die Arbeitsinhalte an den Stationen teils sehr unterschiedliche Mitarbeiterqualifikationen erfordern muss sichergestellt werden, dass nur Mitarbeiter mit bestimmten versierten Qualifikationsprofilen eingestellt werden.

Szenario 2

Dieses Szenario beinhaltet die Fertigung mit der geplanten Maximalkapazität von 2500 Einheiten im Laufe eines Werkjahres am Zielfertigungsstandort des Unternehmens. Der Aufbau eines dafür angemessenen Produktionssteuerungskonzeptes und der Produktionsorganisation ist einerseits an die, aus der Maximalkapazität errechneten, mindeste Taktzeit gebunden. Andererseits ist es ein Ziel des Unternehmens, die gesamte Auftragsdurchlaufzeit aus Kundensicht von Bestellung bis Lieferung auf vier Arbeitswochen zu beschränken. Außerdem entfallen jegliche Beschränkungen bezüglich der Mitarbeiteranzahl, um eine ideale Liniengestaltung zu ermöglichen.

Bei der Annahme einer Lieferzeit von zwei Arbeitstagen bleiben effektiv 18 Arbeitstage zur Bearbeitung und Einplanung des Auftrages in der Produktion. Diese Vorgaben an die Konzeptionierung erfordern besonders bei der Fertigung verschiedener Endgeräte-Varianten ein hohes Maß an Flexibilität innerhalb der Produktion. Zu diesem Zwecke sollte die Auftragsdurchlaufzeit so weit wie möglich verringert werden.

Im Gegensatz zum ersten Szenario wird die zentrale Push-Steuerung vor allem aufgrund der hohen Stückzahlen nicht mehr als angemessen erachtet. Stattdessen wird versucht soweit wie möglich eine Pull-Steuerung umzusetzen. Gerade bei der Betrachtung der Möglichkeit mehrerer zukünftiger Produktvarianten wird durch eine bestandsarme und auf Abruf produzierende Pull-Steuerung ein gewisses Maß an Flexibilität garantiert. Außerdem soll sich durch diese Steuerungsart auch der zentrale Steuerungsaufwand stark verringern, da nicht mehr jeder Artikel oder Unterbaugrup-

pe zentral eingeplant werden muss. In dem Marktumfeld, in welchem sich das Unternehmen mit dem betrachteten Produkt bewegt, sind die Betriebsgrößen der Kunden sehr unterschiedlich und dadurch Bestellmengen im Einzelstückbereich bis hin zu mehreren hundert Stück pro Auftrag im laufenden Fabrikbetrieb möglich. Auch aus diesem Grund muss eine flexible Einplanung der Endgeräte-Linie möglich gemacht werden.

Die erwähnte Zielsetzung der Auftragsdurchlaufzeit von einem Monat wurde wie folgt bearbeitet. Theoretisch ist der größte zu erwartende Auftrag der limitierende Faktor für die Einhaltung dieser Rahmenbedingung. Die Auftragsgrößen variieren im betrachteten Marktumfeld jedoch stark und da nicht bekannt ist, welche Auftragsgröße prozentual am höchsten vertreten ist, beziehungsweise wie groß der größte zu erwartende Auftrag sein könnte, wurde eine andere Herangehensweise gewählt. Statt einen größten zu erwartenden Auftrag anzunehmen wurde das Steuerungskonzept auf die genannte Maximalkapazität hin ausgerichtet und hinterher die sich dadurch ergebende maximal zulässige Auftragsgröße für die Einhaltung der Rahmenbedingung kalkuliert.

Da es sich bei Szenario 2 um ein mittelfristiges Szenario handelt, wurden auch einige Annahmen bezüglich der Produktionstechnologie getroffen. Beispielsweise, dass die Prüfung der Geräte nun automatisiert erfolgt und Produktions-Zu und -Abgänge mittels Barcodescanner direkt an der Linie gebucht werden können.

Bei 2500 Einheiten pro Jahr und einer Annahme von 250 Arbeitstagen ergibt sich eine Mindesttaktzeit von $0,77h$ für die Endgerätelinie. Dies entspricht der Produktion von 200 Einheiten pro Monat. Für alle Linien bedeutet diese Maßgabe – im Vergleich zum ersten Szenario – entweder die Reduktion der Linientaktzeiten durch Verringerung der Arbeitsinhalte und Erhöhen der Arbeitsstationen oder das Erhöhen der Produktionskapazität durch Duplizieren der Linien oder Starten eines Schichtbetriebs. Da eine Taktzeit von $0,77h$ für die Endmontagelinien nur schwer zu erreichen ist, wurde auf die Möglichkeit des Schichtbetriebs ausgewichen. Das heißt, es wird täglich in zwei Schichten zu je $7,7h$ gefertigt. Durch diese Auswahl erhöht sich die maximal zulässige Taktzeit auf $1,54h$. Außerdem kann die Duplikation aller vorhandenen Linien zu Platzproblemen führen. Ein Vorteil der Duplikation wäre, dass verschiedene Varianten bevorzugt auf unterschiedlichen Linien gefertigt werden könnten. Um das Liniendesign der gewählten Taktung anzupassen wurde abermals die Rangwertmethode angewandt. Aus Taktungsgründen ist ein Zwei-Schicht-Betrieb für den Betrieb der Modullinie nicht ausreichend. Daher existieren im zweiten Szenario insgesamt drei parallel laufende Modullinien. Das im Rahmen der Ergebnispräsentation im Detail erklärte Steuerungskonzept basiert auf einer Mischung zwischen Conwip-Steuerung der Endmontagelinien und unterschiedlichen Kanban-Steuerungsarten in den Vormontagen sowie der Vorfertigung.

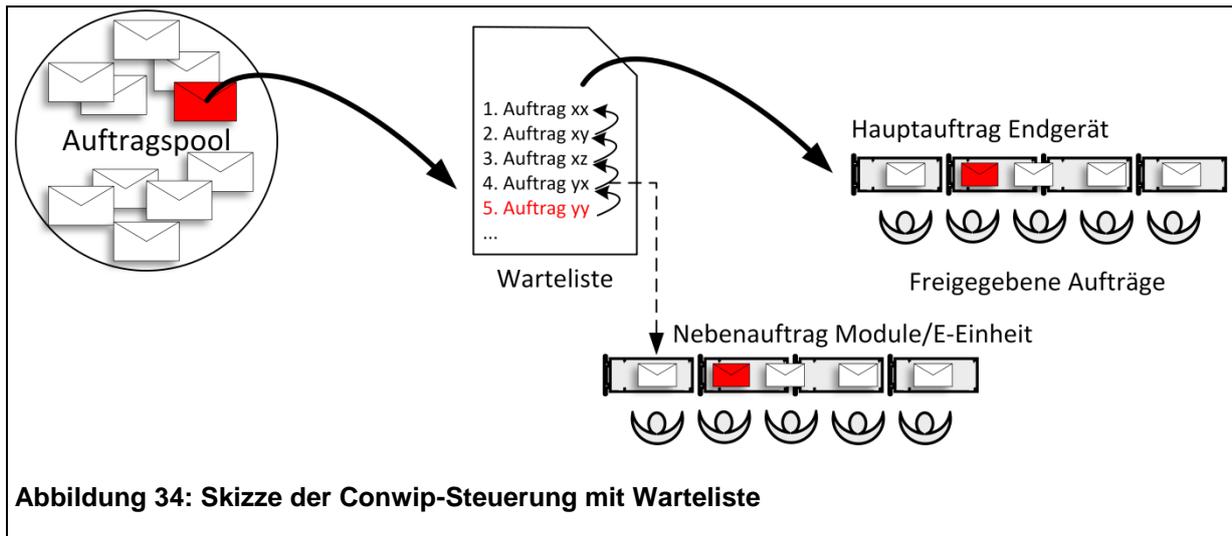
Die Möglichkeit der Variantenbildung darf in einem zukunftsbezogenen Setting wie Szenario 2 nicht ausgeschlossen werden. Auch aus diesem Grund wurde die „variantenfreundliche“ Conwip-Steuerung als Lösungsvorschlag gewählt. Da jedoch zum jetzigen Zeitpunkt in der Produktionsentwicklung noch keine genauen Informationen zu letztendlicher Variantenzahl oder Auswirkungen von Varianten auf den Produktionsfluss verfügbar sind, muss diese Variable durch geeignete Annahmen greifbar gemacht werden. Es wurde daher eine möglichst simple und unproblematische Form der Variantenbildung angenommen, die sich weder auf den Produktionsablauf oder die Durchlaufzeit in der Montage verglichen mit der Standardvariante auswirkt, noch andere Produktionsprozesse erfordern würde. Bei der Produktion einer Variante kann also angenommen werden, dass ein der Standardvariante zugehöriger Artikel X durch einen variantenbildenden Artikel Y ausgetauscht wird, ohne dabei eine Auswirkung auf den restlichen Produktionsprozess zu haben.

Ergebnisse

Tabelle 3: Kennwerte zu Szenario 2

Linie	Montage <i>DLZ in</i> <i>h/Stück</i>	Montage <i>ZZ in</i> <i>h/Stück</i>	Anzahl Abteilungen	Mitarbeiter	Taktzeit <i>in h</i>	Los- größe
E-Einheit	6	9	3	5	1,5	1
Modul	9	9	5	31	1,5	1
Endgerät	6	6	3	13	1,5	1

In Tabelle 3 können die wichtigsten Kennwerte zur Liniengestaltung in Szenario 2 abgelesen werden. Eine quantitative Bewertung der Vorfertigung ist in diesem Beispiel nicht relevant und wurde somit ausgelassen. Zunächst einmal sind die drastischen Verringerungen der Durchlaufzeiten für die Endmontagelinien hervorzuheben. Die höchste Durchlaufzeitverringerung ist dabei für die Linie der E-Einheit zu verzeichnen. Eine Erklärung dafür ist, dass für die Zeitberechnung der Produktion in Szenario 2 aktualisierte Produktionszeiten herangezogen wurden. Während es sich in Szenario 1 um reine Prototypenzeiten im Serienanlauf handelt, muss bei Szenario 2 von einer etablierten Serienfertigung mit eingeschwungenen Produktionszeiten und eingeübten Werkern ausgegangen werden. Daher wurden zur Zeitbewertung aller Linien hauptsächlich die Vorgabezeiten aus dem ERP-System verwendet. Für die E-Einheit wurden außerdem weitere plausible Annahmen bezüglich der Bearbeitungszeit während der Verdrahtung der Teilkomponenten getroffen. Verglichen mit den im ERP-System hinterlegten Verdrahtungsschritten wurde der E-Einheit eine Zeitreduktion um die Hälfte für Szenario 2 unterstellt. Zum einen ist natürlich in einem Zukunftsszenario wie Szenario 2 mit wesentlichen Design-Verbesserungen im Vergleich zum derzeitigen Prototypenstand der E-Einheit zu rechnen. Andererseits wird eine weitere Durchlaufzeitreduktion durch Lerneffekte und Automatismen der Werker erreicht. Die Verdrahtungsschritte sind in Wahrheit wenige präzise Handgriffe und



das Hauptproblem stellt im Prototypenstatus des Szenario 1 anfangs nur das Zurechtfinden bei der hohen Kabelmenge und das Einarbeiten in das Gerät dar. Eine Absprache mit einem MTM-Experten ließ auf die gleiche Überlegung schließen. Ausgehend von der Überlegung, dass das Verlegen und Verdrahten eines Kabels nicht mehr als eine Minute dauern kann, ergibt sich bei einer derzeitigen Anzahl von 266 Kabeln in der E-Einheit eine gesamte Verdrahtungszeit von 4,4 h. Diese Zeit wurde anschließend anteilig entsprechend der originalen Vorgabezeiten auf die Verdrahtungsschritte aufgeteilt.

Im Vergleich zum ersten Szenario kommt es auch zu einer starken Erhöhung der Mitarbeiteranzahl. Zum einen kommt dies zu Stande, da nun nicht mehr einzelne Mitarbeiter an mehreren Arbeitsplätzen angestellt sind, sondern jeder Mitarbeiter einen fixen Arbeitsplatz und Abteilung zugeordnet hat. Im Weiteren ist die besonders hohe Mitarbeiteranzahl in der Modullinie durch die Existenz von drei parallelen Linien zu rechtfertigen.

Sämtliche Endmontagelinien arbeiten im selben Takt von 1,5 h und mit einer Losgröße von einem Stück. Für das Funktionieren des Conwip-Konzeptes ist es notwendig, dass alle Linien im Takt arbeiten. Gleichzeitig erlaubt diese Art der Steuerung aber eine sehr geringe Losgröße und damit hohe Flexibilität in der Einsteuerung von Aufträgen. Aus Kapitel 2.3.2 ist bereits hervorgegangen, dass die Conwip-Steuerung auf dem Einsatz von Conwip-Karten basiert, welche den im Umlauf befindlichen Work-In-Progress auf eine bestimmte Menge beschränken und damit den Umlaufbestand konstant halten. Beim Freiwerden einer Karte wird dieser ein neuer Auftrag aus der Liste nicht-freigegebener Aufträge zugeordnet.

Das Steuerungskonzept der Endmontagelinien in Szenario 2 basiert auf einem ähnlichen Konzept. Ausgehend von der Vorgabe einer möglichst kurzen kundenseitigen Durchlaufzeit – im Hinblick auf die Zielsetzung der Auftragsbearbeitung in einem Monat – ist die Wahl des Kundenentkopplungspunktes entscheidend. Idealerweise würde ein Auftrag erst in der Endgerätelinie kundenspezifisch eingehen und damit die

geringstmögliche Auftragsdurchlaufzeit ergeben. Dadurch müssten aber sowohl E-Einheiten als auch Module bereits als Lagerware vorgefertigt bereitstehen. Bei der Möglichkeit mehrerer Produktvarianten steigt der Platzbedarf für gelagerte Teile somit enorm. Wenn der Kundenentkopplungspunkt bei der Modulproduktion angesetzt wird, kann das Unternehmen flexibler auf Änderungen und die Einplanung reagieren und hohe Lagerbestände von Modulen und E-Einheiten bei einer insgesamt immer noch niedrigen Durchlaufzeit vermeiden. Abbildung 34 zeigt exemplarisch das entworfene Conwip-Konzept. Wie ersichtlich ist, gibt es neben der Anzahl der freigegebenen Aufträge und der Liste nicht-freigegebener Aufträge noch eine Liste „Warteliste“. Wenn ein Auftrag *freigegeben* wird, so wird dadurch lediglich die Produktion des Endgerätes angestoßen. Die gelisteten Aufträge sind somit reine Produktionsaufträge für Endgeräte. Hier kommt die Warteliste zum Tragen. Im Zeitablauf - besser gesagt im Takt mit der Produktion – rutschen die Aufträge in der Warteliste in ihrer Wartelistenposition voran. Beim Erreichen definierter Wartelistenpositionen werden vom ERP-System dem Hauptauftrag zugeordnete Produktionsaufträge für die E-Einheit und die Module erstellt und freigegeben. Wenn ein bestimmter Auftrag also schließlich freigegeben wird, so wurden die benötigten Module und die E-Einheit bereits *bedarfsgerecht* vorproduziert. Das Conwip-System ist dabei nicht nur durch die Anzahl der freigegebenen Aufträge, sondern auch durch jene in der Warteliste befindlichen Aufträge definiert. Durch die Wahl der Wartelistenpositionen, an welchen Modul- und E-Einheiten-Aufträge generiert werden kann deren Pufferbestand flexibel angepasst werden. Somit kann die Produktionsstrategie für Module und E-Einheiten von der risikoaversen Pufferhaltung bis zur reinen Just-In-Time-Produktion individuell gestaltet werden. Alle Aufträge innerhalb dieser Conwip-Steuerung sind Einzelproduktionsaufträge mit der Losgröße eins. Aus diesem Grund werden alle eingehenden Bestellungen mit ihren Bestellmengen in einzelne Produktionsaufträge mit der Losgröße eins aufgespalten. Diese Methodik ermöglicht einerseits das Funktionieren des entwickelten Wartelistenkonzeptes, andererseits können dadurch beispielsweise auch kleine Aufträge bei Bedarf schnell eingeplant werden. Beispielsweise könnte eine Bestellung mit einer Bestellmenge von einem Stück durch Aufnahme in die Warteliste simpel während der Produktion einer Bestellung von hundert Stück eingesteuert werden und damit schnell bearbeitet werden.

Für das korrekte Funktionieren des entwickelten Steuerungskonzeptes ist die richtige Austaktung aller Linien im selben Takt ein zentrales Element. Dieses Erfordernis schränkt die Freiheit in der Liniengestaltung ein und führt mitunter zu nicht-optimalen Lösungen, wie beispielsweise der im Vergleich zum vorigen Szenario geringe Bandwirkungsgrad der E-Einheit-Linie von 84,7 % zeigt. Auch die Modullinie hat mit 86,1 % einen geringeren Bandwirkungsgrad als im ersten Szenario. Natürlich ist zu beachten, dass im Vergleich zu vorher auch die Taktzeit halbiert wurde. Die Endgerätelinie

hingegen weißt immer noch einen perfekten Wirkungsgrad von 100 % in der Endmontage auf, wobei gleichzeitig die Durchlaufzeit verringert wurde.

Abbildung 43 im Anhang zeigt die Montageübersicht für Szenario 2. Während die Endmontagelinien durch das Conwip-Konzept gesteuert werden, werden die Vormontagen durch Produktionskanban mit Sammelbehältern bedarfsgerecht angesteuert. Die Ausnahme bilden hier wieder die Abteilungen SBB und SAH, für welche taktgenaue Aufträge durch das ERP-System generiert werden. Der Mitarbeiter im Downstream-Prozessschritt legt bei Entnahme eines Artikels die zugehörige Kanban-Karte in einen Sammelbehälter ab. Bei Erreichen einer definierten Kartenanzahl, die in der Übersicht jeweils ausgewiesen ist, wird die Produktion des entsprechenden Teils im Upstream-Prozess angeregt. Dieser Mitarbeiter legt die Kanban-Karten wieder zu den produzierten Teilen dazu. Durch die Anzahl der Kanban-Karten im Umlauf kann der Pufferbestand an den Endmontagelinien geregelt werden.

Wie ersichtlich, existieren drei parallel laufende Endmontagelinien für das Modul mit jeweils sechs Mitarbeitern. Aus Taktgründen muss die Abteilung SAH für eine Endmontagelinie verdoppelt werden und es existieren zwei parallel laufende identische Vormontagelinien, welche die Modullinie alternierend mit Verdampfergehäusen beliefern. Mit den drei Modullinien sind insgesamt sechs identische Vormontagelinien für SAH notwendig.

Die Vorfertigung ist gegenüber Vor- und Endmontagen durch einen weiteren Kanban-Steuerungskreis mit Kanban-Board abgekoppelt. Dieser Steuerungskreis ist ein 2-Karten-Kanban, bestehend aus einem Entnahme-Kanban-System kundenseitig (Vormontage) und einem Sammel-Kanban-System lieferantenseitig (Vorfertigung) mit Kanban-Board. Wie gehabt legt der Montagemitarbeiter bei Entnahme eines Teils die zugehörige Kanban-Karte an einen definierten Platz. In regelmäßigen Abständen werden diese Karten durch einen Logistikmitarbeiter eingesammelt und die zugeordneten Materialien im Lager oder „Supermarkt“ kommissioniert, um anschließend wieder dem Kundenprozess bereitgestellt zu werden. Der lagernden Ware im Supermarkt sind in einem weiteren Kreislauf „Liefer-„Kanban zugeordnet. Wird eine Ware kommissioniert, so wird zunächst die Liefer-Kanban entnommen und durch die Kanban des Kundenprozesses ersetzt. Die Liefer-Kanban wandert nun an das Kanban-board, an welchem durch farbliche Kennzeichnungen die Bestellzeitpunkte an die Vorfertigung erkennbar sind. Dabei ist freigestellt, ob die Vorfertigung anschließend vom Unternehmen selber durchgeführt wird, oder der Bestellzeitpunkt den Anstoß für die Fremdfertigung der Teile gibt.

BPMN-2.0-Modell

Abbildung 44, Abbildung 45, Abbildung 46, Abbildung 47 und Abbildung 48 im Anhang zeigen den detaillierten Montageablauf für Szenario 2. Wie schon in Szenario 1 kommt der zentrale Produktionsanstoß für die Endmontagelinien durch INFOR, indem das System einen Auftrag generiert oder freigibt, je nachdem an welcher Stelle der Warteliste sich ein Endgeräte-Auftrag befindet. Die Steuerung erfolgt nicht physisch durch „reale“ Conwip-Karten sondern digital im System.

Zunächst einmal wird die Montage der E-Einheit im Anhang auf Abbildung 44 betrachtet. Da alle Endmontagelinien im Takt von 1,5 h arbeiten, bewegt sich auch ein Auftrag in der Warteliste im Takt in Richtung Freigabe. Das lässt eine simple Einplanung der Produktionszeitpunkte für die Module und die E-Einheit zu. Die E-Einheit wird, wie in der Montageübersicht dargestellt, bereits im ersten Montageschritt der Endgeräteslinie benötigt. Bei einer reinen Bearbeitungszeit von 6 h und Annahme einer weiteren Stunde für den innerbetrieblichen Transport und Prüfprozesse ergibt sich eine benötigte Vorlaufzeit von 7 h. Durch Dividieren durch die Taktzeit lässt sich auf die spätest mögliche Wartelistenposition schließen. Wie im BPMN-Modell ersichtlich, wird in diesem Fall ein Produktionsauftrag für die E-Einheit generiert, sobald der Hauptauftrag die Wartelistenposition fünf erreicht hat. Diese Position stellt den letztmöglichen Produktionszeitpunkt für die E-Einheit dar und hat einen Just-In-Time-Charakter. Die Endmontagelinie bekommt nun also zu einem definierten Zeitpunkt einen Produktionsauftrag durch INFOR erteilt.

Wie am Modell erkennbar, ist die Linie aufgrund der Rahmenbedingungen durch die Austaktung unvorteilhaft gestaltet. Die richtige Austaktung ist aber wichtig für das Steuerungskonzept, daher findet die Montage der beiden E-Einschübe zeitversetzt in zwei unterschiedlichen Abteilungen statt. Zunächst beginnt Mitarbeiter 2 mit der Montage von E-Einschub 2, dieser kann später somit pünktlich an SBH geliefert werden. Anschließend montiert Mitarbeiter 2 den Deckel mechanisch und beginnt mit dessen Verdrahtung. Bei Taktende wird die weitere Verdrahtung des Deckels von Mitarbeiter 3 beendet. Gleichzeitig kann nun Mitarbeiter 1 mit der Montage und Verdrahtung von E-Einschub 1 und anschließend des Gehäuses beginnen. Im vorletzten und letzten Takt wird schließlich die E-Einheit mechanisch montiert und dann verdrahtet. Nach der Verdrahtung wird die E-Einheit wie bereits bekannt zur Endprüfung an die Prüfabteilung geschickt. Der Montageprozess endet mit der Benachrichtigung eines ungeprüften E-Einheit-Zuganges an INFOR. Das P-Zugang und P-Abgang buchen wurde für Szenario 2 vereinfachend mit Barcode oder RFID-Scanner direkt an der Linie angenommen. Anders als in Szenario 1 besitzt dieses Modell keine Schleifen für die Abarbeitung einer bestimmten Losgröße, da für die Endmontagelinien in Szenario 2 immer die Losgröße 1 gilt.

Abbildung 45 sowie Abbildung 46 zeigen den Produktionsablauf beispielhaft für eine der drei Modullinien. Sobald der Hauptproduktionsauftrag in Wartelistenposition fünf ist, wird durch INFOR ein Produktionsauftrag für das Modul, beziehungsweise drei Produktionsaufträge für alle Module gleichzeitig, generiert. Obwohl die Durchlaufzeit mit 9 Stunden höher ist als bei der E-Einheit, kann der Modul-Auftrag in der gleichen Wartelistenposition generiert werden, da die Module erst im dritten Takt der Endgeräte-Linie eingebaut werden. Wie am Modell zu erkennen ist, ist der Prozessblock „SAF1 Kältekreislauf löten“ auf drei aufeinanderfolgende getaktete Arbeitsplätze aufgeteilt. Im vierten Takt erfolgen zwei Dichtheitsprüfungen und die Hochzeit des Kreislaufes mit dem Verdampfergehäuse. Nach erfolgter Dichtheitsprüfung ist die Endausfertigung wieder auf zwei Takte aufgeteilt. Der Prozess endet mit dem ungeprüften P-Zugang des Moduls. Wichtig zu erwähnen ist hier die Annahme einer (beliebigen) Teilbarkeit der Aktivitäten „löten“ und „endausfertigen“ im Sinne der Taktbildung.

Interessant ist in diesem Modell die Ansteuerung der Vormontageabteilungen, welche durch Sammelkanban realisiert ist. Die Vormontageabteilung SAG beliefert beispielsweise den ersten Endmontagetakt mit der Bodengruppe *in einer definierten Losgröße*. Entnimmt Mitarbeiter 1 der Endmontagelinie dem Materialwagen eine Bodengruppe, so legt dieser die zugehörige Kanban in den Sammelbehälter. Diese Kanban ist natürlich eindeutig gekennzeichnet. Im BPMN-Modell ist dies durch einen Dokumentenabgang in den Datenspeicher „Kanban Sammelbehälter“ dargestellt. Der Vormontageprozess in SAG startet nun genau dann, wenn – entsprechend der Losgröße – drei Kanban-Karten des Typs SAF1 im Sammelbehälter erhalten wurden und damit das Limit für den Produktionsstart erreicht wurde. Im Modell ist dies durch ein ausgelöstes Nachrichtenereignis mit entsprechendem Nachrichteneingang visualisiert. Hat der Mitarbeiter die Bodengruppe montiert, so wird die Kanban-Karte erneut zum Artikel gelegt. Anschließend muss durch die bereits bekannte XOR-Schleife geprüft werden, ob die Losgröße bedient wurde. Nach dem vorgestellten Prinzip sind alle Kanban-Steuerungen im BPMN-Modell aufgebaut. Während die Abteilung SAJ damit den Vormontageplatz SAH beliefert, beliefert SAI die Endausfertigung in der Hauptlinie.

Zuletzt wird noch die Endmontage des Endgerätes in Abbildung 47 und Abbildung 48 betrachtet. Rutscht der Hauptproduktionsauftrag für das Endgerät auf die Wartelistenposition null, so wird dieser schließlich zur Bearbeitung freigegeben, was heißt, dass der Produktionsauftrag nun physisch in die Endmontagelinie des Endgeräts geht. Die Liniengestaltung der Endmontagelinie SAA hat sich im Vergleich zu Szenario 1 nicht verändert. Jedoch hat sich die Mitarbeiteranzahl derart erhöht, dass in jeder Station oder Takt nun zwei Werker stationiert sind. Im ersten Takt werden die vormontierte Motoreinheit sowie der vormontierte Rahmen-Oberteil verwendet, weswegen die Vormontage-Abteilung SBB in der Wartelistenposition einen eigenen Produktionsauftrag erhält und nicht über Kanban gesteuert wird. Die gesamte Vormon-

tage in SBB kann in einem Takt erledigt werden. Der zweite Takt der Hauptlinie SAA sowie die Vormontageabteilung SBB sind über ein Kanban-System mit Sammelbehälter an die Vormontageabteilung SBA verbunden. Um zu verdeutlichen, dass die Abteilung SBA zwei übergeordnete Abteilungen über zwei verschiedene Kanban-Steuerkreise beliefert, kann der Vormontageprozess durch zwei verschiedene Nachrichtenergebnisse – einen je Steuerkreis – angestoßen werden. Stehen drei Kanban eines Typs zur Produktion bereit, so werden je nach auf den Kanban gelistetem Bedarf entweder Ansaugkästen, Lüftergehäuse, der Motorkühler oder das Motorzubehör vormontiert. Wurde eine dieser Aktivitäten durchgeführt und das Material mitsamt Kanban wieder an den Kundenprozess geliefert, so gilt der Auftrag als bearbeitet und der Prozess endet somit.

Zuletzt wird noch der Prüfprozess betrachtet, welcher weitgehend automatisiert abläuft. Der Prüfprozess startet mit einem Signalereignis, wobei entweder ein Modul, eine E-Einheit oder ein Endgerät zur Prüfung eingetroffen ist. Das entsprechende Gerät wird daraufhin zur Prüfung vorbereitet, also beispielsweise verkabelt und an das Prüfgerät angeschlossen. Die Prüfung kann anschließend automatisiert durch das Prüfgerät erfolgen.

Der 2-Karten-Steuerkreis, welcher die Vorfertigung von den nachgelagerten Abteilungen entkoppelt, ist in den gezeigten Modellen aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellt. Ansonsten müsste jeder dargestellte Materialzugang aus dem Hauptlager noch zusätzlich mit einem Kanban-Kreislauf erweitert werden. Ein weiterer Grund ist, dass die Modelle nur einen Steuerkreis, bis zum Hauptlager, anschneiden und damit der zweite Steuerkreis auf Vorfertigungsseite gar nicht auftauchen würde. In Abbildung 35 ist der 2-Karten-Steuerkreis daher noch einmal exemplarisch als getrenntes BPMN-2.0-Modell dargestellt. Die Hauptakteure sind in diesem Fall eine Vor- oder Endmontageabteilung, die Logistik und die Vorfertigung. Die Logistik dient als Verbindungsstelle zwischen den Kreisläufen der Montage und der Vorfertigung. Angefangen bei der Montage beginnt der Montagemitarbeiter den Montageprozess mit der Entnahme der Kunden-Kanban und der Ablage an einen dafür vorgesehenen Platz, dargestellt durch ein Dokumenteninput in eine Datenbank. Dieser kann nun auch das zugehörige Material entnehmen und die Montage durchführen. Ein Logistikmitarbeiter führt in regelmäßigen und definierten Zeitabständen Rundgänge in der Produktionshalle durch, bei welchen er die zuvor abgelegten Kunden-Kanban einsammelt. Diese dienen dem Mitarbeiter als Lieferauftrag für den Kundenprozess. Das vom Kundenprozess benötigte Material muss nun entsprechend den Kunden-Kanban im Supermarkt oder Lager aufgesucht werden. Wurde das Material geortet, so muss zunächst das ihm beigelegte Liefer-Kanban aus dem vorgelagerten Vorfertigungsprozess entnommen werden und in das dafür vorgesehene Kanban-Board gesteckt werden und gegen das nachgelagerte Kunden-Kanban ausgetauscht werden. Erst jetzt ist das Material zur Kommissionierung bereit und der Auftrag kann abgeschlos-

sen werden. Im Lager und während des Kommissionierprozesses treffen somit die beiden Kanban-Steuerungskreise aufeinander. Wurden nun bereits so viele Kommissionierprozesse durchgeführt, dass die am Kanban-Board gesteckten Karten eine gelbe oder rote farbliche Markierung erreichen, so ist dies ein Bestell-Signal an die Vorfertigung. Bei Erreichen einer gelben Markierung wird durch die Vorfertigung ermittelt, ob der Auftrag momentan durchführbar ist. Wenn nicht, dann endet der Prozess und es wird abgewartet, bis eine weitere Kanban in das Brett gesteckt wurde. Ansonsten wird die Vormontage wie gefordert durchgeführt. Ist die Markierung bereits rot, so ist die Bestellung und Vorfertigung unter höchster Priorität und unmittelbar durchzuführen, um einen Lieferengpass zu vermeiden. Die Liefer-Kanban werden aus dem Brett genommen, das Material gefertigt und anschließend die Kanban wieder dazugelegt und das Material geliefert. Somit schließt sich auch dieser Kreislauf.

Der Vollständigkeit halber zeigt Abbildung 36 noch einmal das Entnahmekanban-Konzept mit Sammelbehältern. Diese Art von Kanban-Steuerung findet zwischen Vormontage und Endmontage oder Vormontage und Vormontage statt. Wie gewohnt entnimmt der Mitarbeiter des Kundenprozesses vor der Materialentnahme die Kunden-Kanban und legt diese in einen Sammelbehälter. Im Gegensatz zum 2-Karten-System führt der Lieferprozess keine Sammelvorgänge in definierten Zeitabständen durch, sondern beginnt mit der Produktion, sobald Kanban-Karten in der geforderten Losgröße gesammelt wurden. Dies ist durch ein Nachrichteneignis mit Nachrichteneingang dargestellt. Anschließend wird das Material in der definierten Losgröße mitsamt der Kanban an den Kundenprozess geliefert. Die Art und Weise der physischen Entnahme und des Transports der Kanban ist hier willkürlich offen gelassen, da nicht bekannt ist, ob sich Kunden- und Lieferabteilung beispielsweise in unmittelbarer Nähe voneinander befinden und der Kartenaustausch damit persönlich erfolgen kann, oder dieser Schritt über einen Logistikmitarbeiter erfolgen muss.

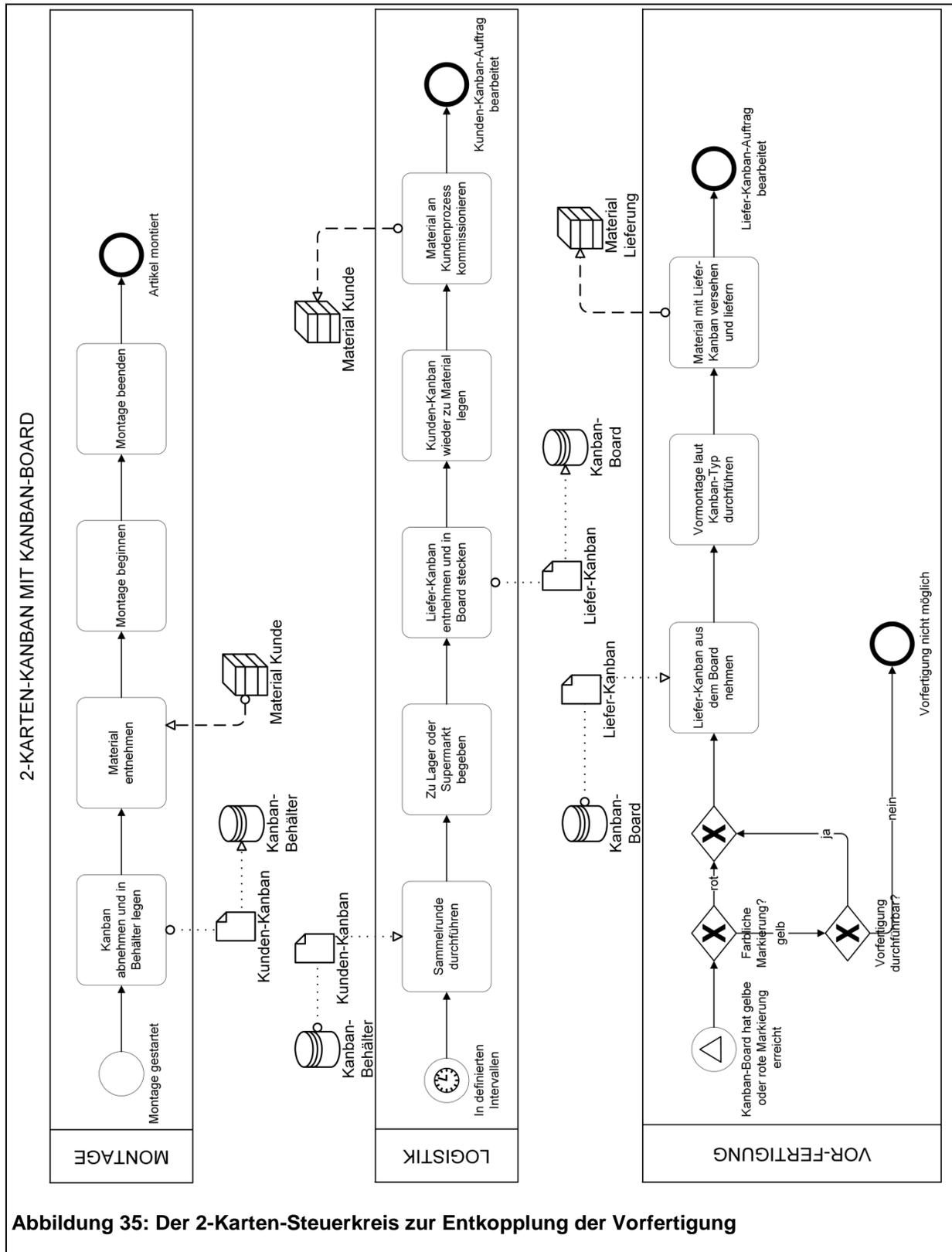
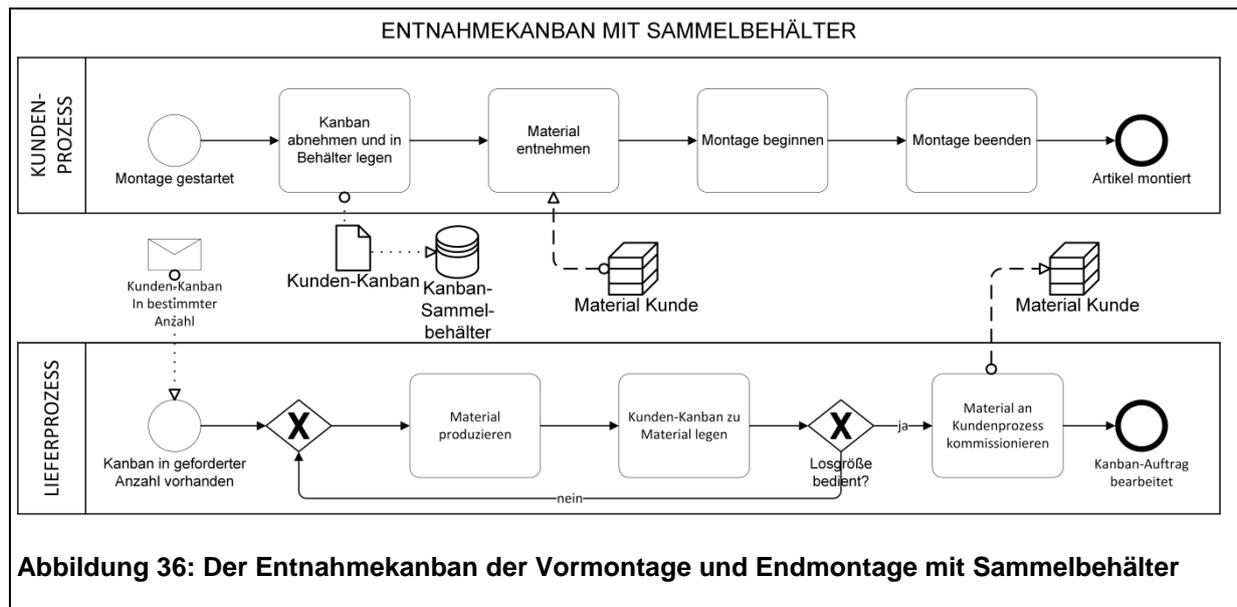


Abbildung 35: Der 2-Karten-Steuerkreis zur Entkopplung der Vorfertigung



Kritische Bewertung

Das Steuerungskonzept für Szenario 2 wurde im Hinblick auf mehrere Forderungen entwickelt. Zu allererst galt die Forderung, dass das Liniendesign und die Produktionsgestaltung eine Ausbringung von 2500 Einheiten pro Jahr ermöglichen sollen. Dies wurde vor allem durch eine intelligente Austattung der Linien, Verkürzung der Durchlaufzeiten und das Festlegen eines 2-Schicht-Betriebs erreicht. Eine weitere Forderung war jene, den gesamten Auftrag aus Kundensicht, von Bestellung bis zum Versand der Ware, in einem Monat zu bearbeiten und damit die Kundenzufriedenheit zu steigern.

Diese letzte Forderung konnte im Rahmen der Arbeit nur teilweise erfüllt werden. Der korrekte Ansatz zur Zielerreichung wäre gewesen, die Produktion auf die zielgemäße Bearbeitung des größten zu erwartenden Auftrags auszurichten. Im betrachteten Marktumfeld ist die Bedarfsgröße und damit die Bestellmenge sehr inhomogen und es können dadurch Produktionsaufträge über einzelne Geräte genauso wie über einige hundert Produkte ausgelöst werden. Da keine Informationen über die Verteilung der Auftragsgrößen bekannt sind und auch der größte zu erwartende Auftrag nicht genau zu beziffern ist, wurde eine andere Herangehensweise gewählt. Wichtig für das Erreichen einer möglichst kurzen Auftragsdurchlaufzeit ist die richtige Wahl des Kundenentkopplungspunktes, also dem Zeitpunkt, an dem die Produktion des Endgerätes kunden- und auftragspezifisch erfolgt. Durch das entwickelte Conwip-Steuerungssystem wird die Auftragsdurchlaufzeit nur durch die Endmontagen bestimmt und damit im Gegensatz zu Szenario 1 die Vormontagen sowie die Vorfertigung vom Auftrag entkoppelt. Ausgehend vom bestehenden Konzept wird nun auf die größte *zuzulassende* Auftragsgröße zur Erfüllung des Lieferversprechens an die Kunden geschlossen. Einerseits ist die Auftragsgröße ohnehin durch die Maximalka-

pazität von 2500 Einheiten pro Werksjahr beschränkt. Bei der Annahme von 250 Arbeitstagen im Jahr ergibt sich damit eine Produktionsmenge von 200 Stück im Monat. Diese Zahl kann jedoch noch nicht als maximale Auftragsgröße herangezogen werden. Einerseits kann nach Erfolgen einer Bestellung das erste Gerät frühestens nach einer Durchlaufzeit von 13,5 h die Linie verlassen. Diese Zeit fehlt somit in den 4 Wochen bereits. Andererseits muss die bestellte Ware auch geliefert werden. Eine angenommene Lieferzeit von 2 Tagen ist ausreichend für das Abdecken eines großen innereuropäischen Bereichs und reduziert die mögliche Produktionsmenge um weitere vier Produktionsschichten. Nach Abzug dieser Zeiten bleibt schließlich eine maximale Auftragsgröße über 175 Geräte, die innerhalb eines Monats bearbeitet und abgeschlossen werden kann. Zu beachten gilt jedoch, dass diese Auftragsgröße auch nur für den Idealfall gelten kann, dass zur Zeit der Bestellung keine anderen Aufträge in der Produktion bearbeitet werden.

Das vorgeschlagene Steuerungskonzept, welches sich an die Produktionssteuerung durch Verwendung von Conwip-Karten anlehnt, ist ein sehr flexibles und wandlungsfähiges Konzept, welches sich perfekt an die Unternehmens- und Produktionsbedingungen anpassen lässt. Durch Wahl der Wartelistengröße und Wahl der Zeitpunkte für die Auftragsgenerierung können Materialpuffer effizient geregelt werden. Die Kanban-Regelkreise erlauben ebenfalls eine individuelle Anpassung jedes Regelkreises. Außerdem ist die Einplanung von Varianten möglich und unkompliziert.

Module, welche nur für das Service-Wesen gebraucht werden und daher nicht in ein Endgerät eingebaut werden, können als eigene Aufträge in den bestehenden Produktionsplan eingestreut werden. Diese Vorgehensweise bringt jedoch den Nachteil, dass jeder Service-Modul-Auftrag im bestehenden Konzept einen Leertakt in den Linien der E-Einheit und des Endgerätes bewirkt.

Beim entwickelten Steuerungskonzept ist anzumerken, dass das Funktionieren des Systems von den Möglichkeiten des verwendeten ERP-Systems INFOR abhängt. Für dieses Szenario wurde versucht, den optimalen Lösungsvorschlag zu generieren und die Darstellungskraft der BPMN 2.0 zu analysieren. Daher wurde auf mögliche technische Beschränkungen durch beispielsweise das ERP-System oder die Buchungsvorgänge nur sekundär Rücksicht genommen, beziehungsweise vereinfachende Annahmen getroffen. Der Bereich der Logistik wurde im Modell ebenfalls nicht angeschnitten. Die Ausarbeitung ist als konzeptionell zu verstehen, daher ist beispielsweise auch nicht detailliert geklärt, wie etwa die Kanban-Karten genau den Ort zwischen Kunden- und Lieferprozess wechseln. Als kritisch oder sogar etwas naiv könnte die Annahme der sehr simplen Variantenbildung gesehen werden, da diese wohl so nicht in der Realität umgesetzt werden kann. Aufgrund der fehlenden Informationen zu den zukünftigen Varianten aber auch zu ihren möglichen Auswirkungen auf den Produktionsprozess, wurde mit dieser Annahme die Bearbeitung der Problemstellung

des zweiten Szenarios überhaupt erst möglich. Die Annahme einer sehr vereinfachten Variantenbildung zur Entwicklung des Steuerungskonzeptes erscheint somit legitim.

6 Diskussion der Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Learnings aus der Anwendung des Methodenpaketes an der Problemstellung in der Fallstudie erfasst. Neben der Evaluierung des Anwendungserfolges jeder einzelnen Methode wird auch das Gesamtpaket in seiner Effizienz und Effektivität zur Problemlösung aus Sicht des Unternehmens diskutiert. Besonders herauszuarbeiten ist eine Aussage, inwiefern die kombinierte Anwendung der Methoden das Unternehmen in der Problemlösung *während* und *nach* der Durchführung der Fallstudie unterstützen konnte.

6.1 Kritische Bewertung der angewendeten Methoden

Die Verwendung der Top-Down-Methodik nach SCHMELZER&SESSELMANN hat sich als richtige Wahl für die Prozessidentifikation herausgestellt. Zum einen bewahrheitete sich die getroffene Annahme, dass im vorliegenden Stadium der Produkt- und Prozessentwicklung genaue Daten zu Produkt oder Prozess noch überhaupt nicht vorhanden sind und damit ein Bottom-Up-Ansatz nicht durchführbar wäre. Zum anderen erleichtert ein Top-Down-Ansatz auch für den Modellierer den (Quer-)Einstieg in ein Projekt und ist besonders wertvoll dabei, sich einen Überblick und eine erste Idee über die vorhandenen Prozesse schaffen zu können. Auch für die im Projekt involvierten Mitarbeiter kann die Top-Down-Methodik den angenehmsten Weg bieten, sich in die Welt der Prozessanalyse und vor allem der Prozessmodellierung einzuarbeiten und einzulernen. Besonders in Verbindung mit der simplen und leicht verständlichen Pfeilformdarstellung ist die Akzeptanz der Mitarbeiter schnell garantiert. Die BPMN ist im Gegensatz dazu eine komplizierte und sehr spezialisierte Sprache, die mit ihren vielen Symbolen erst einmal erlernt werden muss. Sollten einem Modellierungsfremden bereits zu Beginn des Projektes solche BPMN-Gebilde vorgelegt werden, so können sich sofort Verständnisbarrieren und unerwünschte Blockaden bilden. Der Einstieg in ein Prozessentwicklungsprojekt mithilfe der Kombination aus Top-Down-Vorgehensweise und Pfeilformdarstellung ist somit empfohlen.

Bei der Zusammenstellung des Methodenpakets wurde angemerkt, dass nach Möglichkeit von allen Methoden zur Informationserhebung Gebrauch gemacht werden sollte. Diese Aussage lässt sich durch die Fallstudie nur bestätigen. Zu Beginn der Fallstudie stellte sich heraus, dass besonders Dokumentenanalysen eine wichtige Informationsquelle für Detailinformationen darstellten, während Interviews gut zum Erfassen von allgemeinen Abläufen geeignet sind. Unstrukturierte Interviews sind sehr empfehlenswert, da diese tendenziell ein offenes und freundliches Gesprächsklima schaffen. Das Fehlen von Evidenz-basierten Möglichkeiten durch Beobachtung stellte dabei keine besondere Herausforderung dar. Essenziell ist nämlich das Wissen, wie Informationsquellen richtig interpretiert werden können und die Informa-

tionsausbeute aus einzelnen Quellen maximiert werden kann. So stellten sich die Stücklisten beispielsweise nicht nur als Informationsquelle zum verwendeten Material dar. Richtig interpretiert konnte allein anhand des Stücklistenaufbaus bereits vor der Existenz eines physischen Produktionslayouts der ungefähre Prozessfluss zur Produktion des Endgerätes herausgelesen und modelliert werden. Das Fehlen Workshop-basierter Erhebungsmethoden ist als großer Kritikpunkt bei der Durchführung der Fallstudie zu nennen. Wie im nachfolgenden Unterkapitel 6.2 weiter ausgeführt werden wird, stellt dies eine wichtige Ursache dafür dar, dass die Methodenanwendung die Prozessentwicklung im Endeffekt nicht *aktiv*, das heißt *während der Durchführung der Fallstudie*, unterstützen konnte.

Wie sich anhand der Fallstudie bewahrheitet hat, reichen qualitative Methoden der Prozessanalyse nicht aus, um die gesamte Produktionsorganisation umfassend zu beschreiben, darzustellen und im weiteren Ablauf neu zu gestalten. Die Aufnahme von Prozesszeiten sowie die Bildung von Kennzahlen bilden somit einen wichtigen und relevanten Teil einer etwaigen Methodenkombination. Wie aus der Fallstudie gelernt wurde, muss für die Aufnahme von Prozesszeiten nicht notwendigerweise die Erhebungsmethode durch Beobachtung zur Verfügung stehen. Wie sich herausgestellt hat, erweisen auch in diesem Fall Dokumentenanalysen, beispielsweise das Betrachten der Arbeitspläne, einen sehr guten Dienst, um zumindest die wichtigsten prozessbezogenen Zeiten zu erhalten. Das Bilden von Kennzahlen ist vor allem für die Phase der Prozessgestaltung unabdingbar. Nur durch Kennzahlen können beispielsweise unterschiedliche Layout-Vorschläge miteinander verglichen und bewertet werden. Auch lassen sich durch Kennzahlenbildung sich ergebende Veränderungen im Zeitablauf oder in den Konzeptvorschlägen quantitativ bewerten und belegen.

Um auf die Thematik der Prozessdarstellung und Prozessmodellierung zu kommen, hat sich auch hier die Kombination von quantitativen und qualitativen Modellierungsmethoden als praktisches, greifbares und ausdrucksstarkes Werkzeug zur Bearbeitung der Problemstellung herausgestellt. Speziell die Kombination der Wertstromdiagramme mit den detaillierten BPMN-2.0-Modellen ist äußerst empfehlenswert, da sich die Quantifizierbarkeit und Übersicht der Wertstromdiagramme perfekt durch die äußerst genauen und detaillierten Prozessbeschreibungsmöglichkeiten der BPMN 2.0 ergänzen lassen.

Anders als herkömmliche Wertstromdiagramme wurden die Montageübersichten nicht im Rahmen einer Wertstromanalyse erstellt sondern stellen für sich selbst stehende quantitative Informationsquellen dar. Da die Serienproduktion zur Zeit der Diagrammerstellung noch nicht aufgenommen wurde, wurde der für die Wertstromanalyse klassische „Rundgang durch die Fabrik“ nicht durchgeführt. Es wurde auch von der in Kapitel 3.3.1 beschriebenen definierten Vorgangsweise bei der Erstellung der Diagramme abgewichen. Da das Augenmerk der erstellten Wertstromdiagramme so

stark auf den Materialfluss gerichtet ist und diese danach strukturiert sind, verlieren diese die klassische Kundensicht von Wertstromdiagrammen allerdings zum Teil.

Zur Darstellung von materialflussintensiven Prozessen ist ein Wertstromdiagramm tatsächlich bis zu einem gewissen Komplexitätsgrad übersichtlich und daher empfehlenswert. Wie man anhand der Montageübersichten verifizieren kann wurden jedoch auf der Stufe der Vorfertigung die Materialflüsse nur noch zusammengefasst und vereinfacht dargestellt, da die detaillierte Darstellung jedes Artikels auf dieser Stufe zu komplex und unübersichtlich wäre. Hiermit bestätigen sich alle in Kapitel 3.3.1 getätigten Aussagen zu den Darstellungsgrenzen bei Wertstromdiagrammen. Auch zur Darstellung von produktionsbezogenen Informationsflüssen sind Wertstromdiagramme nicht mehr geeignet, weswegen diese Informationen nur in den BPMN-2.0-Modellen sichtbar sind.

Die sowohl visuelle als auch konzeptionelle Verknüpfung von Montageübersichten und BPMN-2.0-Modellen erfolgt erfolgreich über mehrere Elemente. Aus der Übersicht lässt sich lediglich der überblicksmäßige Prozessablauf ablesen, was für die Zwecke der gesamtheitlichen Materialflussdarstellung völlig ausreicht. Die BPMN-2.0-Modellierung erweitert die Wertstromdiagramme nun durch Ergänzung einer weiteren Detaillierungsstufe und das ablaufgetreue Abbilden des genauen Prozessflusses mitsamt seinen IT- und Materialschnittstellen. Diese Verknüpfung erfolgt auf mehreren Ebenen. Zum einen sind die Prozessflüsse der drei Hauptbaugruppen *Einheit*, *Modul* und *Endgerät* farblich voneinander abgehoben, womit jeder Prozesspool in den-BPMN-2.0-Modellen auf Anheb einer der drei Baugruppen zugeordnet werden kann. Andererseits entspricht jeder Prozessblock in der Montageübersicht einem Prozesspool in den BPMN-2.0-Modellen und damit entspricht jeder Prozessblock auch genau *einem* Prozess. Alle Prozessaktivitäten der Montageübersicht lassen sich über den Abteilungsnamen und die szenariospezifische Nummerierung eindeutig Prozessaktivitäten in den anderen Modellen zuordnen. Den Preis, den die BPMN für die detailgetreue Nachbildung der Prozessschritte zwangsweise zahlt, ist der Verlust der – in der Montageübersicht vorhandenen – globalen Übersicht der Produktionsorganisation.

Für das Verständnis und die Erklärung des Steuerungskonzeptes sind beide Elemente vereint zu betrachten, da diese sich gegenseitig um essenzielle Informationen ergänzen. Während das Wertstromdiagramm Mitarbeitermengen nur abteilungsspezifisch angibt, kann die BPMN jeden Mitarbeiter zu einzelnen Prozessaktivitäten zuteilen. In der BPMN sind Materialflüsse nur rein als Kunde-Lieferant-Beziehungen dargestellt. Sich beispielsweise aus den Materialbewegungen ergebende Bestände sind erst im Wertstromdiagramm klar sichtbar. In der BPMN sind Mengeninformatoren wie Losgrößen nur konzeptionell erfassbar, während diese im Wertstromdiagramm faktisch quantitativ bewertbar und damit auch produktions- oder unternehmensspezi-

fisch werden. Den größten Vorteil bietet die BPMN jedoch durch Visualisierung von Informationsflüssen und Informationsschnittstellen, vor allem im Zusammenhang mit sich daraus ergebenden Materialströmen. Besonders interessant ist dabei der Vergleich der Informations- und Materialflüsse für die zwei verschiedenen Steuerungskonzepte.

Die Verwendung von BPMN 2.0 zur Abbildung einer detaillierten Produktionsorganisation und ihrer Produktionsprozesse hat sich selbst im Falle eines Produktes mit komplexem Aufbau als sehr praktikabel und effektiv erwiesen. Die ursprüngliche Zielsetzung, die BPMN als Modellierungssprache für Produktionsprozesse – vor allem Produktionsprozesse der Zukunft – zu untersuchen und möglicherweise zu etablieren, wurde erfolgreich bearbeitet. In geringem Maße wurde dies schon durch die Modellierung eines Lehrprozesses im Rahmen der Pilotfabrik der *TU Wien* demonstriert, jedoch nun auch anhand eines realen Produktes mit komplexem Prozessablauf im Maschinen- und Anlagenbau vorgeführt. Besonders zur Hervorhebung der Unterschiede und auch Abhängigkeiten von Informations- und Materialflüssen in einer Produktion hat sich die BPMN-2.0 als perfektes Werkzeug erwiesen. Anhand (oder auch trotz) der genau definierten und standardisierten Symbolik der Modellierungssprache ist es erstmals gelungen, komplexe Produktions- und Steuerungsinhalte wie beispielsweise einen Kanban-Steuerkreis oder auch die Produktion nach Losgröße in einem konzeptionellen Prozessschaubild abzubilden. Dies trotz der teilweise unzureichenden Softwareunterstützung durch das verwendete Modellierungstool *MS Visio*.

Die Konzeptionalität und der qualitative Aufbau der BPMN-Modelle bringen den großen Vorteil der Unabhängigkeit von physischen Produktionslayouts, ganz im Gegensatz zum Wertstromdiagramm, dessen Quantitativität zwangsweise einen Bezug zu einem bestimmten Produktionsschauplatz herstellt. Dieser Vorteil von BPMN-Modellen stellt gleichzeitig einen Nachteil dar, da dadurch, wie in diesem Unterkapitel bereits angedeutet, die BPMN-Modelle zur vollständigen Beschreibung eines Produktionsszenarios nicht ausreichen und durch quantitative Hilfsmittel wie das Wertstromdiagramm erweitert werden müssen. Obwohl die BPMN 2.0 bei der Materialflussdarstellung mit Hilfe der erweiterten Symbolpalette des *IMW* der *TU Wien* sehr gut funktioniert, hat auch die BPMN 2.0 ab einer bestimmten darzustellenden Teileanzahl große Schwierigkeiten mit der Lesbarkeit und Übersicht der Modelle. In solchen Fällen muss die Übersichtlichkeit über Auswege gewahrt werden. Eine Möglichkeit ist dabei, nur die für den Kontext essenziellen Materialströme detailliert zu erfassen und darzustellen. Bei den im Zuge der Arbeit erstellten Modellen wurde beispielsweise auf die artikelgenaue Darstellung von Einkaufsteilen und C-Teilen wie Schrauben verzichtet, und damit der Fokus mehr auf die Materialströme der *innerbetrieblichen* Produktion gelegt. Materialinputs durch Einkaufsteile sind daher in den Modellen nur als „XXXX MATERIAL“ gekennzeichnet.

Die im Rahmen des Fallbeispiels betrachtete und behandelte Produktion beinhaltet noch eine Vielzahl an manuellen Tätigkeiten und erfolgt fast komplett ohne Automatisierung und Vernetzung durch IT-Hilfsmittel. Die sich ergebenden Informationsflüsse zur Steuerung der Produktion und zur Kommunikation zwischen Schnittstellen sind somit sehr begrenzt und können nicht mit dem Informationsaufkommen bei zukünftigen „Industrie 4.0“-Prozessen verglichen werden. Von den in dieser Arbeit vorgestellten Szenarien nun auf die Modellierbarkeit von modernen cyber-physischen Produktionssystemen zu schließen ist somit nicht direkt möglich. Bewiesen wurde bereits die Darstellbarkeit erhöhter und komplexer Materialströme im Zusammenhang mit der Organisation einer Produktion mittels BPMN 2.0. Da die BPMN 2.0 aber ursprünglich für das Darstellen von IT-Vorgängen in klassischen Büroprozessen entwickelt wurde kann davon ausgegangen werden, dass auch die Darstellung erhöhter Informationsflüsse im Rahmen von vernetzten Prozessen keine Schwierigkeit darstellen wird. Mit jedem neuen zu visualisierenden Flussobjekt steigt jedoch unvermeidbar die Komplexität des sich ergebenden Prozessmodells und damit sinken dessen Übersichtlichkeit und Lesbarkeit.

Zu Letzt wird noch ein *fehlender Zeitbezug*, besonders im Rahmen der Einplanung der Produktion, als Schwäche von sowohl den Wertstromdiagrammen als auch den BPMN-2.0-Modellen ausgelegt. Als rein konzeptionelles Prozessmodell kann mit der BPMN 2.0 kein reeller Bezug zu zeitlichen Daten und Fakten in der Produktion hergestellt werden. So ist es zum Beispiel nicht möglich, eine zeitliche Ressourceneinplanung anhand eines BPMN-Prozessmodells durchzuführen oder direkt den Zeitbedarf für eine bestimmte Ressource abzulesen. Besonders bei der Realisierung von Push-gesteuerten Konzepten ist hier die Verwendung weiterer Hilfsmittel, wie Gantt-Diagrammen, zur tatsächlichen Einplanung der Produktion nötig. In diesem Fall ist das Methodenpaket also zur Bearbeitung der Problemstellung unzureichend. Die Montageübersicht und BPMN-Modelle können die Einplanung zwar visuell, konzeptionell, qualitativ und quantitativ unterstützen und erleichtern. Sie können diese aber keinesfalls ersetzen, da ein chronologischer Zeitbezug fehlt. Die Übersichten sind rein konzeptionell, dafür aber universal einsetzbar.

6.2 Bewertung des Methodenerfolgs aus Unternehmenssicht

Nachdem nun jede Methode sowie die Methodenkombination an sich bewertet wurde ist es nun auch essenziell zu fragen, welchen Endnutzen das betrachtete Unternehmen aus der Anwendung des Methodenpaketes in der Fallstudie ziehen kann. Dabei ist es wichtig zu fragen, inwieweit das gewählte Methodenpaket sowohl im Sinne der Effizienz als auch der Effektivität bei der Problemlösung aus der Fallstudie geholfen hat. Das Analyseergebnis für die Fallstudie bei dem betrachteten Unternehmen lässt

sich anschließend auf die teilweise Beantwortung der zu Beginn der Arbeit gestellten Forschungsfragen übertragen.

Um den Methodenerfolg aus Unternehmenssicht zu bewerten, werden zunächst einmal die wesentlichen Problempunkte des Unternehmens wiederholt. Im Rahmen einer Erweiterung der Produktpalette beschäftigte sich das Unternehmen mit dem Aufbau völlig neuartiger Produktionsprozesse für das neue Produkt. Im Zuge dieser Prozessentwicklung für das geplante neue Produkt stellten sich dem Unternehmen außerordentliche Herausforderungen vor allem durch mangelnden Überblick und Wissen über komplexe organisatorische Zusammenhänge, Schnittstellen und Querverbindungen für die zukünftige Produktion. Zweck der Fallstudie war somit, durch Anwendung einer Methodenkombination aus der qualitativen und quantitativen Prozessanalyse die Unterstützung der Prozessentwicklung durch das Aufdecken von Schnittstellen und Zusammenhängen in den neuen Prozessen und deren Darstellung zu sichern. Teilziel dessen war auch die Entwicklung zweier Steuerungskonzepte, um die Prozessentwicklung durch konkrete Umsetzungsvorschläge zu unterstützen.

Trotz der Erfüllung der gestellten Aufgaben kann die Anwendung der Methodenkombination nach Meinung des Autors aus Unternehmenssicht nur als Teilerfolg gewertet werden. Es stellt sich leider heraus, dass durch die Anwendung der Methoden, vor allem in der Prozessmodellierung, die Prozessentwicklung des Produktes niemals *aktiv* mitgestaltet werden konnte und damit ein wesentliches Element der Unterstützung fehlte. Ganz im Gegenteil wurde besonders die Phase der Modellierung durch die Mitarbeiter oft als zusätzliche Belastung zur eigentlichen Prozessentwicklung wahrgenommen und nicht in die aktive Prozessgestaltung mit einbezogen. Diese fehlende Integration in die aktuelle Prozessentwicklung führte zur Situation, dass die Prozessmodellierung mittels BPMN 2.0 im Endeffekt immer dem aktuellen Informationsstand hinterher hinkte und somit nie als potentiell *prozessgestaltendes* Element der Prozessentwicklung wahrgenommen werden konnte. Neben dem gelegentlichen Aufdecken qualitativer Fehler brachte die Modellierung des derzeitigen Informationsstandes dem Unternehmen daher fast keinen Nutzen. Besonders schade war die ablehnende Haltung gegenüber der Durchführung von Workshops, da auch dadurch die Möglichkeit der durch qualitative und quantitative Prozessmodelle unterstützten aktiven Prozessgestaltung verwehrt blieb. Anstatt beispielsweise die BPMN-Sprache oder auch Wertstromdiagramme als gemeinsame Basis zur Prozessentwicklung zu nutzen, arbeiteten die den unterschiedlichen Baugruppen zugeordneten Mitarbeiter isoliert voneinander und schafften somit durch die Nutzung verschiedener Ansätze und Softwaretools weitere Schnittstellen und Kommunikationsbarrieren.

Die zwei kreierten Steuerungskonzepte für die vorgebrachten Produktionsszenarien bringen hingegen dem Unternehmen den Nutzen zweier konkreter Umsetzungsvorschläge für die Produktion. Außerdem bietet die Anwendung des Methodenpaketes

mit Zusatz der Gantt-Diagramme dem Unternehmen eine Möglichkeit der umfassenden Beschreibung *und Darstellung* des gesamten Produktionssystems mitsamt dessen Abläufen. Dies gilt besonders im Hinblick auf die relativ übersichtliche Verknüpfung von wichtigen Planungsaspekten für Material, Personal und Methoden der Produktion.

Schlussendlich lässt sich sagen, dass die *Effektivität* des angewendeten Methodenpakets klar gegeben ist, nachdem alle Aufgabenstellungen erfüllt werden konnten. Als einziger Kritikpunkt muss jedoch der bereits in Kapitel 6.1 vorgebrachte Einwand des fehlenden Zeitbezugs des Methodenpaketes genannt werden, welcher besonders für Problemstellungen, welche keine nur rein konzeptionelle Bearbeitung erfordern, relevant ist. Im Hinblick auf die *Effizienz* ist die Anwendung des Methodenpaketes aus Unternehmenssicht nicht optimal verlaufen. Dies aber nach Meinung des Autors hauptsächlich aus dem Grund, dass das Methodenpaket, beziehungsweise sich die daraus ergebenden Möglichkeiten, durch das Unternehmen nicht ausreichend und nicht aktiv genutzt wurden. Eine hohe Effizienz für das Methodenpaket kann nur dann gewährleistet sein, wenn dieses als aktives Element der Prozessgestaltung in die Produkt- und Prozessentwicklung mit einbezogen wird. Dies gilt im Besonderen für die Elemente der Prozessmodellierung, also für die BPMN 2.0 und die Wertstromdarstellung.

7 Diskussion und Ausblick

Dieses letzte Kapitel der Arbeit dient der Rekapitulation und Diskussion des bearbeiteten Themenfeldes und Fallbeispiels. Zunächst werden die gesamte Arbeit und dessen Ergebnisse noch einmal zusammenfassend beschrieben und präsentiert. Basierend auf den in Kapitel 1 gestellten Fragestellungen und Zielen wird der Grad der Zielerreichung analysiert und bewertet. Die Konsequenzen der Arbeit und der sich ergebenden Beobachtungen werden aufgezählt. Neben der Würdigung des wissenschaftlichen Beitrags der Arbeit werden dessen Stärken, wie auch Schwächen, hervorgehoben und Grenzen aufgezeigt. Im Ausblick wird der Blick über die Grenzen dieser Arbeit hinaus auf mögliche weitere Anwendungen, Schritte oder Forschungsbedarf gerichtet.

7.1 Zusammenfassung der Arbeit

Diese wissenschaftliche Arbeit hat sich mit dem Thema der Prozessanalyse im Kontext der Planung und Entwicklung moderner Produktionssysteme befasst. Die Prozessanalyse umfasst dabei auch die Bereiche der Modellierung und der Gestaltung. Unter diesem Aspekt wurden insbesondere die wissenschaftlichen Themenbereiche des Geschäftsprozessmanagements und der industriellen Produktion angeschnitten. Geschäftsprozessmanagement als Ursprung der modernen Prozessmodellierung mittels standardisierter Modellierungssprachen bietet eine fundamentale theoretische Basis für die praktische Ausarbeitung dieser Arbeit. Dies ist der Grund, weswegen der theoretische Teil der Arbeit der erschöpflichen Aufzählung, Beschreibung und Gegenüberstellung von State-of-the-Art-Methoden und Werkzeugen zur qualitativen und quantitativen Prozessanalyse im Rahmen von Geschäftsprozessmanagement gewidmet wurde.

Diese taxative Aufzählung diene der Beantwortung der Frage, welche Methoden derzeit in Theorie und Praxis überhaupt existieren und angewandt werden. Um spezielle qualitative und quantitative Analyse- und Modellierungsmethoden im Rahmen von Geschäftsprozessmanagement zu präsentieren, wurden zunächst die theoretischen Grundlagen und ein fundierter Überblick über das Themengebiet „Geschäftsprozessmanagement“ gegeben. Ausgehend von Definitionen und Zielen der Thematik wurde dem Leser das essenzielle Konzept des GPM-Lebenszyklusmodells nähergebracht, in dessen Phasen man jedes Prozessmodellierungs-, -optimierungs-, -analyse- oder -entwicklungsprojekt einteilen kann. Jene Phasen wurden ausführlich beschrieben und stellen allgemeingültige Beiträge zum Thema dar. Über die Grundlagen des Geschäftsprozessmanagements hinaus wurde noch ein Einblick in das *Process Performance Management* und Prinzipien für erfolgreiches Geschäftsprozessmanagement gegeben. Quantitative Methoden jedweder Art, nicht nur des Ge-

schäftsprozessmanagements, bedienen sich der Stärke und Aussagekraft von Kennzahlen. Daher wurde ein weiteres Kapitel der Erläuterung von Kennzahlen und der Einführung in die bekanntesten Kennzahlensysteme gewidmet. Die Erklärung einiger Elemente der industriellen Produktion, vor allem das Näherbringen wichtiger Konzepte der Produktionssteuerung, ist für das Verständnis der im Fallbeispiel bearbeiteten Problemstellung und in den Ergebnissen präsentierten Lösungen unverzichtbar. Die genannten theoretischen Grundlagen bilden die notwendige Basis für die anschließend erfolgte und im Rahmen der Möglichkeiten taxative Aufzählung von qualitativen und quantitativen Methoden der Prozessmodellierung und Prozessanalyse zur Beantwortung der ersten wissenschaftlichen Fragestellung der Arbeit.

Die durchgeführte Literaturstudie und beschriebene Forschungsarbeit konnte anschließend verwendet werden, um aus der Gesamtheit der gelisteten Methoden jene auszuwählen, welche für einen Einsatz bei der Planung und Entwicklung von modernen cyber-physischen Produktionsprozessen geeignet scheinen. In Kapitel 4 wurde daher versucht, eine Verknüpfung zwischen dem Geschäftsprozessmanagement und der industriellen Produktion herzustellen. Mit Fokus auf die Anwendung der genannten Methoden auf cyber-physische Prozesse der Moderne wurde dem Leser die Thematik *Industrie 4.0* mitsamt den daraus zu ziehenden Schlüssen nähergebracht. Aus diesem Gedanken heraus wurden notwendige Anforderungen an die Methoden zur Modellierung und Analyse von Prozessen abgeleitet sowie nach bereits existierenden ähnlichen Lösungsansätzen gesucht. Überraschenderweise wurde festgestellt, dass wissenschaftliche Publikationen zur Anwendung der BPMN-Sprache in produktionsspezifischen Prozessen nur in verschwindend geringer Zahl existieren. In diesem Sinne leistet diese Arbeit eine gewisse Pionierarbeit in der Erforschung der Möglichkeiten und Grenzen der BPMN 2.0 im Umfeld der industriellen Produktion. Wie anhand der vorgestellten Methode *Wertstromanalyse 4.0* jedoch hervorkommt, gibt es bereits Ansätze, die Thematik Industrie 4.0 mit anderen Methoden in die Prozessanalyse zu integrieren.

Im praktischen Fallbeispiel konnte schließlich die Kombination von quantitativen und qualitativen Methoden an mehreren realen Produktionsszenarien angewandt und untersucht werden und damit der wissenschaftlichen Fragestellung dieser Arbeit zum Teil Antwort geben. Als besonders wertvolles Ergebnis konnte der Entwicklung und der Präsentation der Produktionsprozesse und Steuerungskonzepte durch die Kombination von quantitativen Wertstromdiagrammen mit den qualitativen BPMN-2.0-Modellen eine globale Übersicht bei gleichzeitiger umfassender Detaillierung aller Elemente gegeben werden. Es wurde gezeigt, wie zwei verschiedene Produktionsszenarien unter unterschiedlichen unternehmensinternen und –externen Markt- und Produktionsbedingungen und anderen Rahmenbedingungen aussehen können. Außerdem wurde dessen Darstellbarkeit insbesondere durch die BPMN 2.0 untersucht.

7.2 Beitrag und Learnings

Diese Arbeit leistet einen wichtigen Beitrag dazu, den Gebrauch der BPMN 2.0 im Rahmen von industriellen Produktionsprozessen zu erforschen und zu analysieren. Ziel ist die Etablierung dieser standardisierten und von Softwaretools und Prozessmodellierern meistunterstützte Sprache abseits von klassischen Büroprozessen auch als universelle Modellierungssprache für Produktionsprozesse. Ihre Stärken liegen, wie aus der Arbeit hervorgeht, in der Möglichkeit der detailgetreuen Darstellung von Informationsflüssen, aber – dank der Vorarbeit des *Instituts für Managementwissenschaften der Technischen Universität Wien* – auch von Materialflüssen. Weiters bewirkt diese Arbeit einen Vorstoß in der Darstellung produktionstechnischer Steuerungskonzepte mit Hilfe der BPMN-2.0-Symbolik. Die Ansätze und Lösungsvorschläge für die Modellierung solcher Steuerungssysteme können und sollen auch im Rahmen weiterführender Arbeiten auf diesem Themengebiet verwendet, kritisch bewertet und vor allem weiterentwickelt werden. Die hier vorgebrachten Ansätze sollen daher eine solide Grundlage für die Modellierung und Analyse von Produktionsprozessen bilden und den Grundstein für die Etablierung der BPMN 2.0 in der industriellen Produktion legen.

Anhand des bearbeiteten Fallbeispiels wurde gezeigt, dass die BPMN 2.0 nicht nur im Rahmen von kleineren Beispiel-Projekten als Modellierungssprache dienen kann, sondern auch im Falle eines realen Produktes mit komplexem Aufbau und verschiedenen Produktionsstufen den Anforderungen der Prozessmodellierung gerecht werden kann. Für ein Unternehmen kann dieses Wissen sehr nützlich sein, um beispielsweise zukünftig die Produktionsorganisation oder neue Produktionsprozesse einheitlich über die Verwendung von BPMN-2.0-Modellen zu planen, zu analysieren oder zu optimieren.

Es bleibt allerdings auch zu sagen, dass die vorgestellten BPMN-Modelle *nur* in Kombination mit dem erstellten Methodenpaket einen umfassenden Informationsgehalt bieten. In der Darstellungsebene ist beispielsweise zu nennen, dass nur die als Wertstromdiagramme erstellten Montageübersichten den notwendigen quantitativen Inhalt zur vollständigen Beschreibung der Steuerungskonzepte und der Produktionsorganisation besitzen. Die BPMN-Modelle alleine reichen somit nicht aus, um eine Produktion in einem Unternehmen vollständig und definitiv zu beschreiben. Die BPMN-Modelle decken lediglich den qualitativen Inhalt ab. Dies ist jedoch auch nicht mehr, als die BPMN 2.0 vorgibt zu sein. Denn die Sprache wurde eben zur qualitativen Modellierung auf Prozessebene geschaffen.

Natürlich sind den wissenschaftlichen Entdeckungen und den Schlussfolgerungen aus dieser Arbeit auch gewisse Grenzen gesetzt. Zum einen unterliegen die geschaffenen Modelle unvermeidbar Ungenauigkeiten durch die getroffenen Annahmen. Andererseits ist nicht belegt, dass das positive Modellierungsergebnis im bear-

beitenden Fallbeispiel als allgemeingültige Schlussfolgerung zu sehen ist. Es gilt sehr wohl zu beachten, dass die gleiche oder eine ähnliche Problemstellung für eine Produktionssituation mit einer anderen Produktart oder in einer anderen Industriebranche möglicherweise für die BPMN 2.0 unmodellierbare Prozesse beinhaltet, oder sich andere Sprachen als geeigneter erweisen.

Diese Schlussfolgerung gilt genauso für das gesamte erstellte und verwendete Methodenpaket. Die Rangwertmethode eignet sich beispielsweise lediglich für Prozesse, die einer gewissen Taktung und kontinuierlicher Produktion unterliegen.

7.3 Ausblick

Mit dieser Arbeit wurde lediglich ein sehr kleiner Beitrag auf dem Gebiet der Prozessanalyse oder auch nur Prozessmodellierung von Produktionssystemen der Zukunft, beziehungsweise modernen cyber-physischen Produktionsprozessen geleistet. An ihren Ergebnissen können weiterführende Arbeiten jedoch anschließen. Beispielsweise wurden im Rahmen des Fallbeispiels nur wenige Steuerungskonzepte behandelt und sukzessive in der BPMN 2.0 modelliert. Die Modellierung anderer Konzepte, wie etwa der belastungsorientierten Auftragsfreigabe könnte ein Teil anderer wissenschaftlicher Arbeiten sein.

Auch wurden in bisherigen Studien – dieser hier eingeschlossen – nur Produktionsprozesse von Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau betrachtet. Die Anwendung der Prozessmodellierung bei Unternehmen anderer Industriebereiche, beispielsweise der Prozessindustrie als extremes Beispiel, würde neue Schlussfolgerungen und Ergebnisse zur Anwendbarkeit der nahegelegten Methoden im Umfeld der Produktion liefern können. Auch wurde in dieser Arbeit ein besonderer Fokus auf die Verwendung der BPMN 2.0 gesetzt, nachdem diese Sprache als besonders geeignet scheint. Möglicherweise lassen sich ähnliche Problemstellungen aber auch durch andere Modellierungsmethoden und Modellierungssprachen gut bearbeiten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass dieses spannende Thema noch sehr viel Freiraum zur wissenschaftlichen Erforschung und Bewertung lässt.

8 Anhang

8.1 A1 Rudimentäre Montageübersicht im Ausgangszustand

Wertstromdiagramm Ausgangssituation

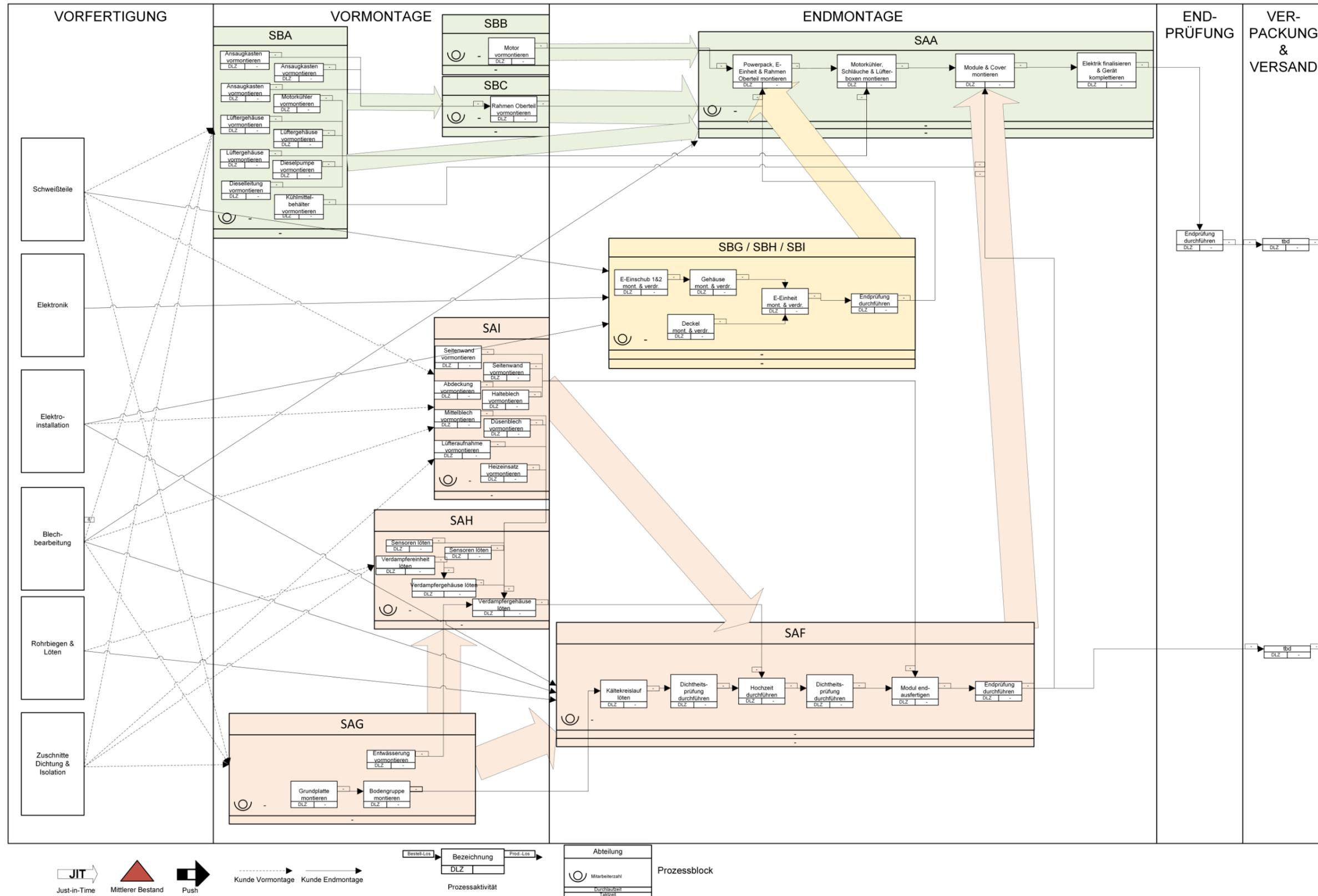


Abbildung 37: Wertstromdiagramm zum Ausgangszustand der Montage

8.2 A2 Montageablauf Szenario 1

Montageablauf Szenario 1 - Übersicht

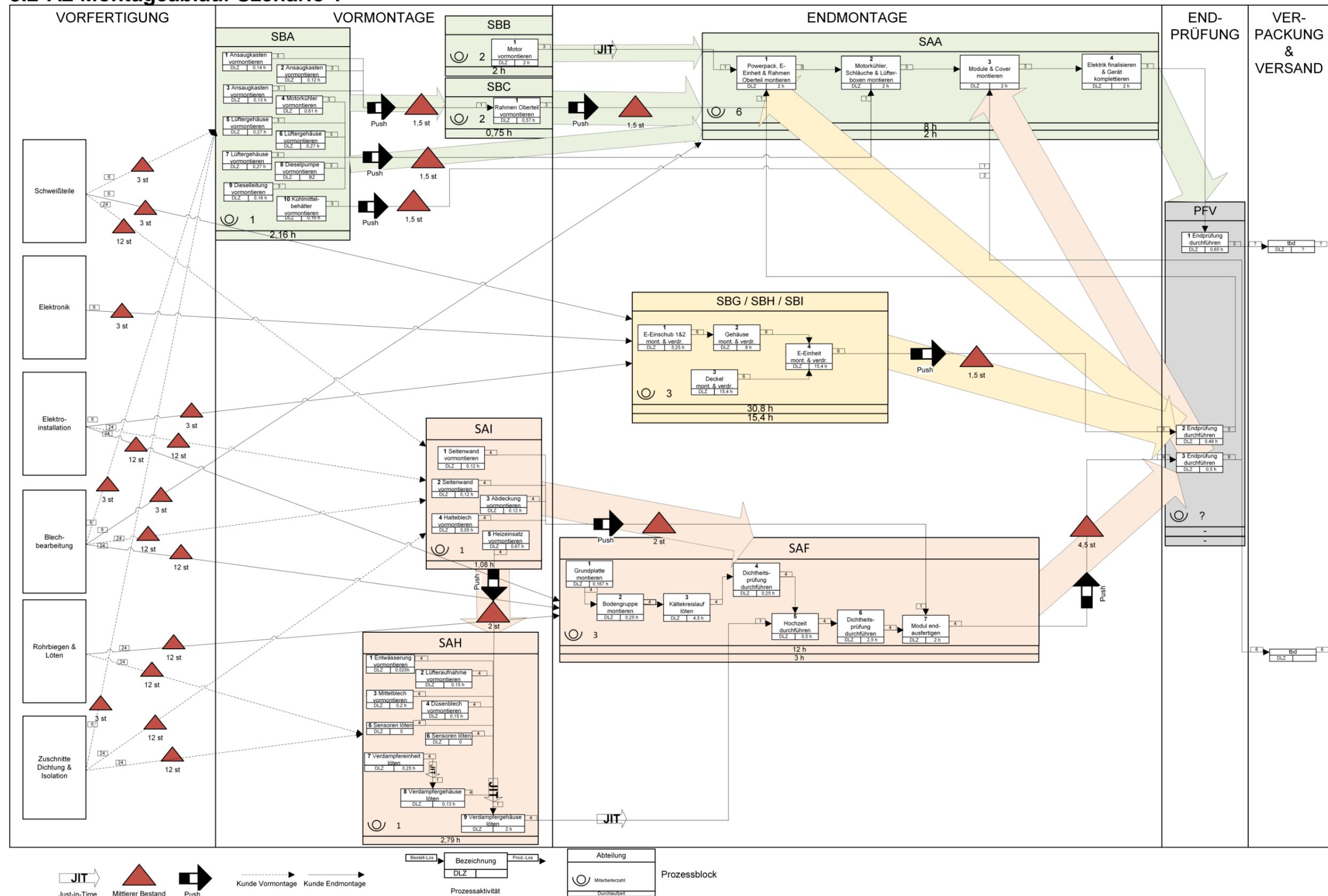


Abbildung 38: Montageübersicht für Szenario 1

8.3 A3 Montage E-Einheit Szenario 1

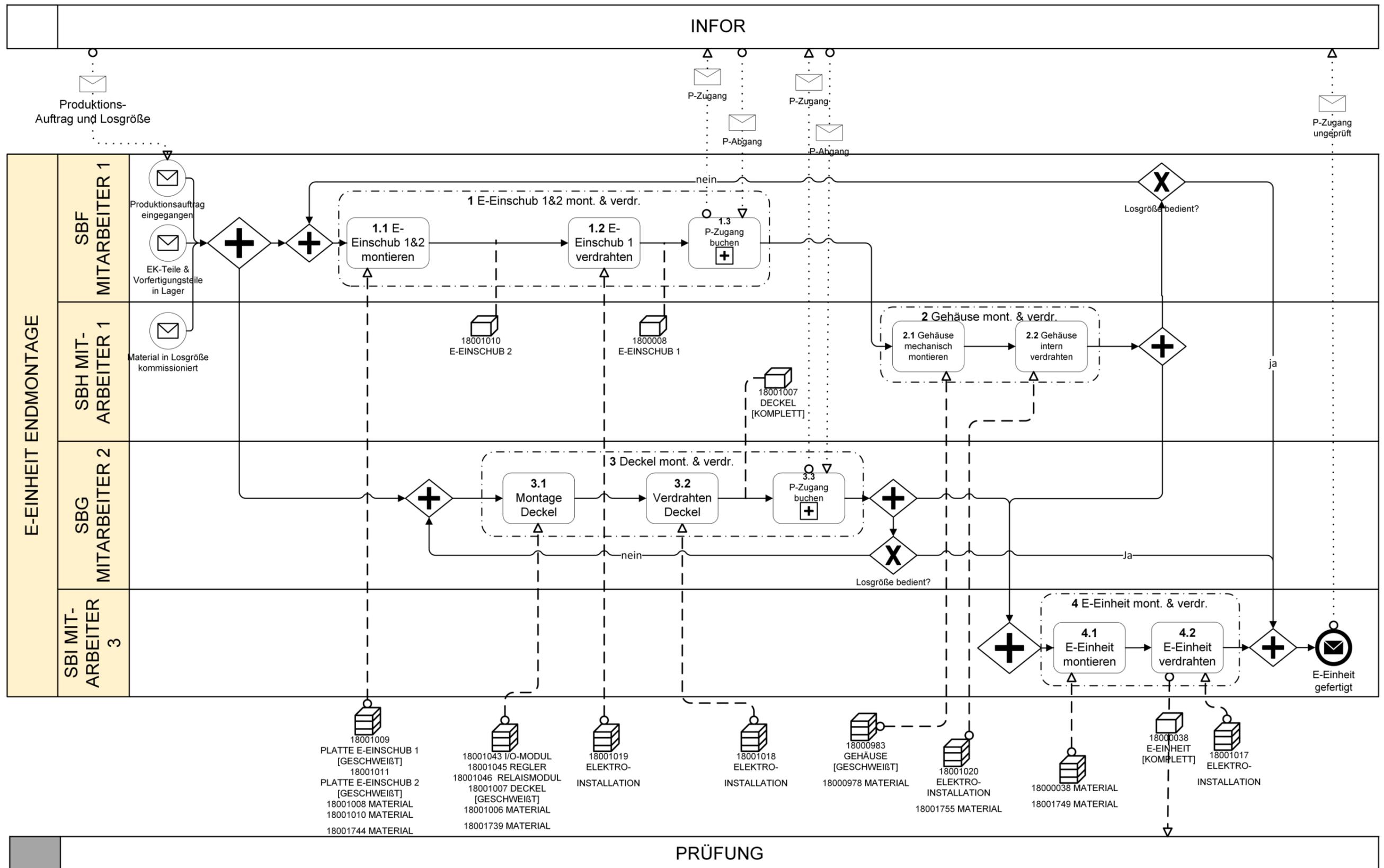


Abbildung 39: Gesamtmontage der E-Einheit in Szenario 1 in einer Push-Steuerung

8.5 A5 Montage Endgerät Szenario 1 (Teil 1)

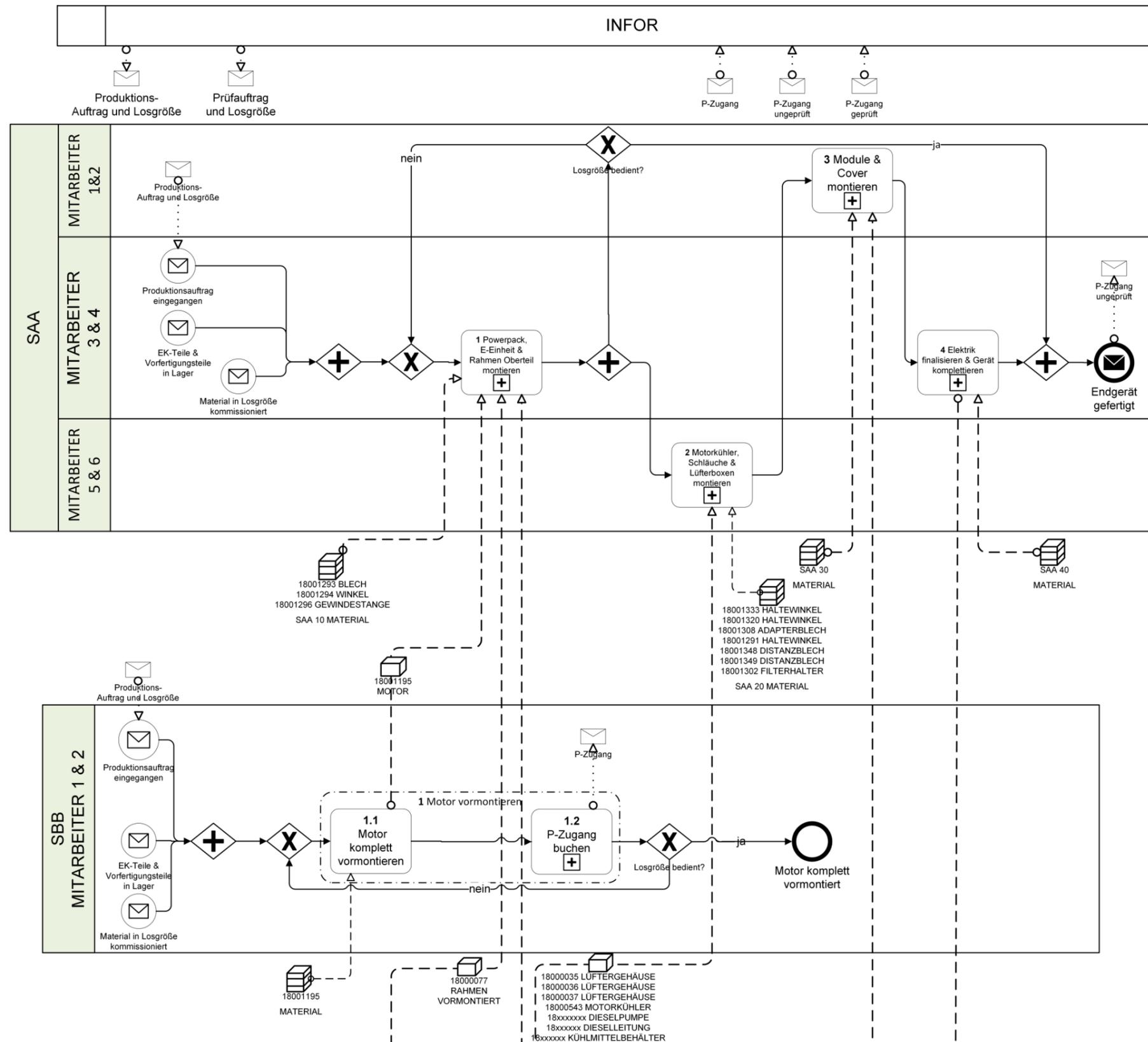


Abbildung 41: Teilausschnitt der Gesamtmontage des Endgerätes in Szenario 1 anhand der Push-Steuerung – INFOR, Endmontage SAA und Vormontage SBB

8.6 A6 Montage Endgerät Szenario 1 (Teil 2)

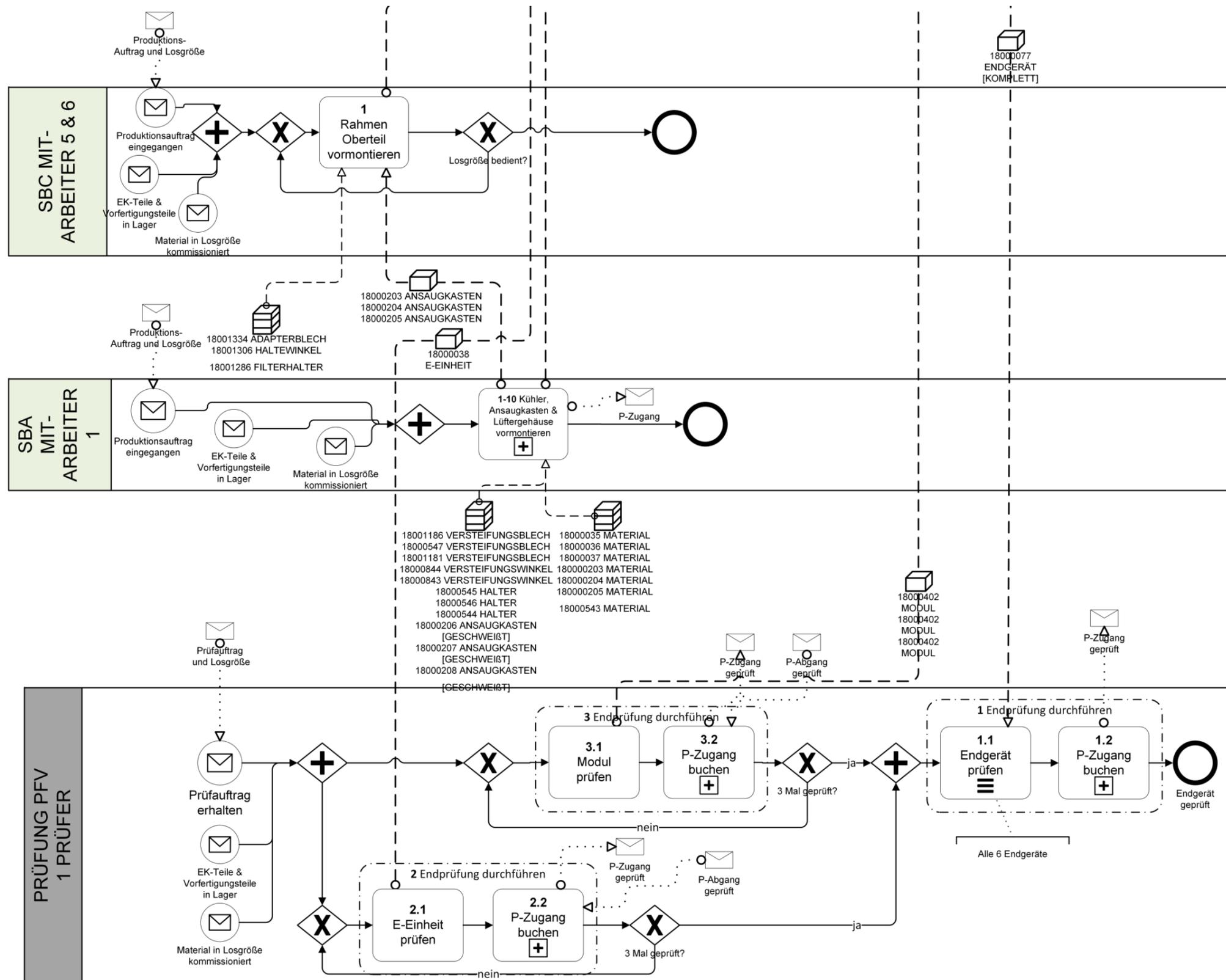


Abbildung 42: Teilausschnitt der Gesamtmontage des Endgerätes in Szenario 1 anhand der Push-Steuerung – Vormontagen SBA, SBC und Prüfung PFV

8.7 A7 Montageablauf Szenario 2

Montageablauf Szenario 2 - Übersicht

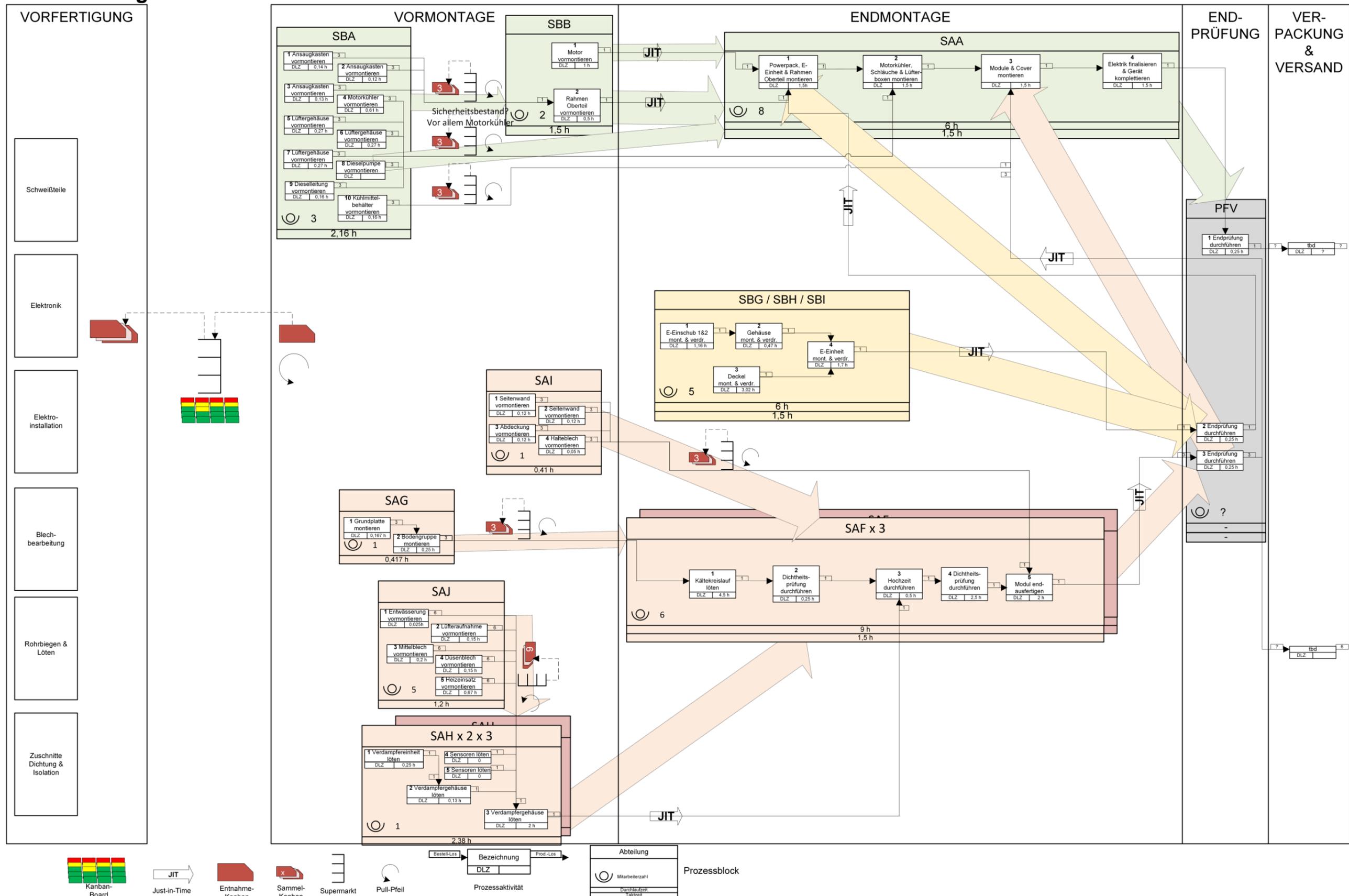


Abbildung 43: Montageübersicht für Szenario 2

8.8 A8 Montage E-Einheit Szenario 2

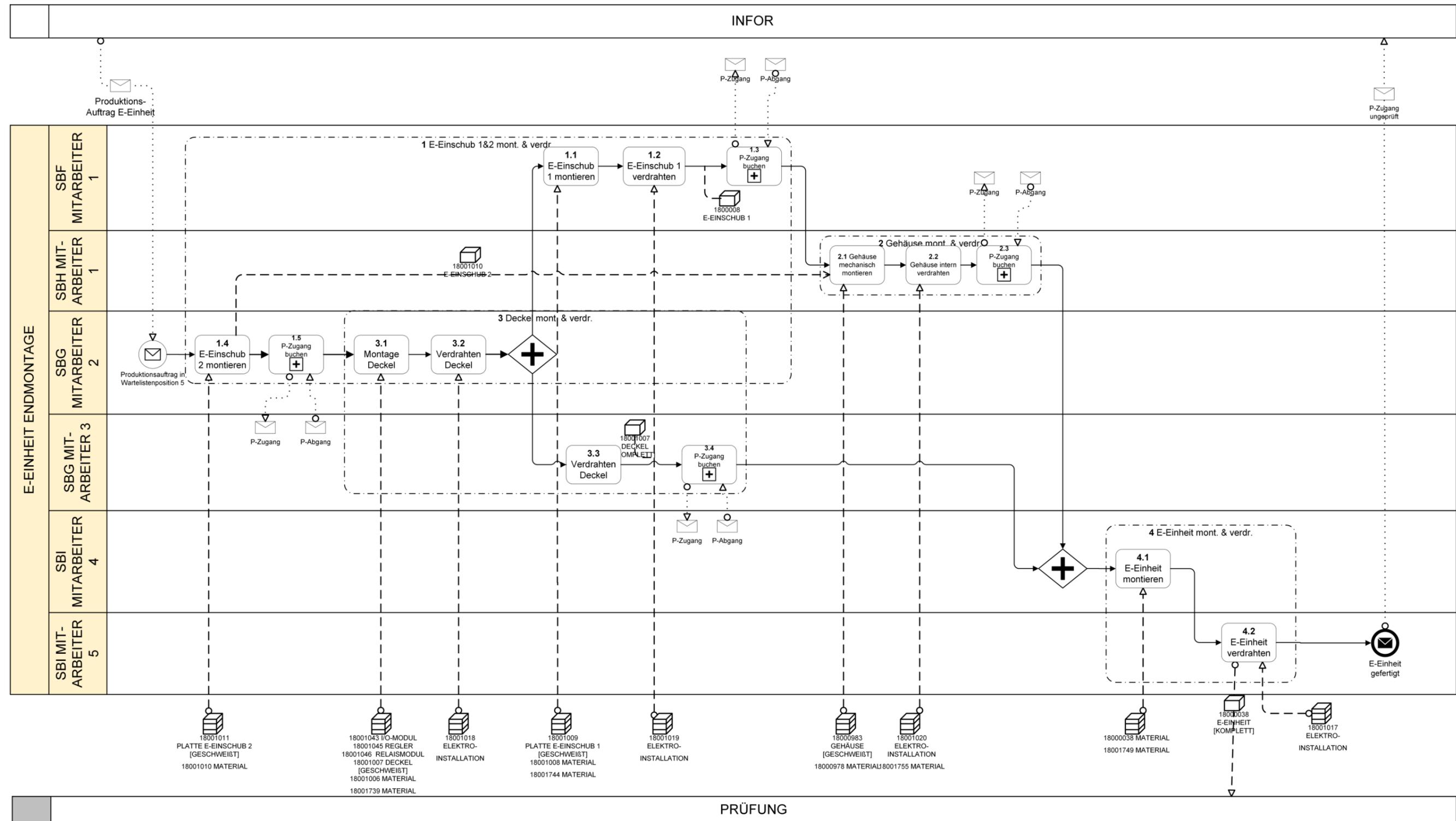


Abbildung 44: Gesamtmontage der E-Einheit in Szenario 2 anhand der Conwip-Steuerung

8.9 A9 Montage Modul Szenario 2 (Teil 1)

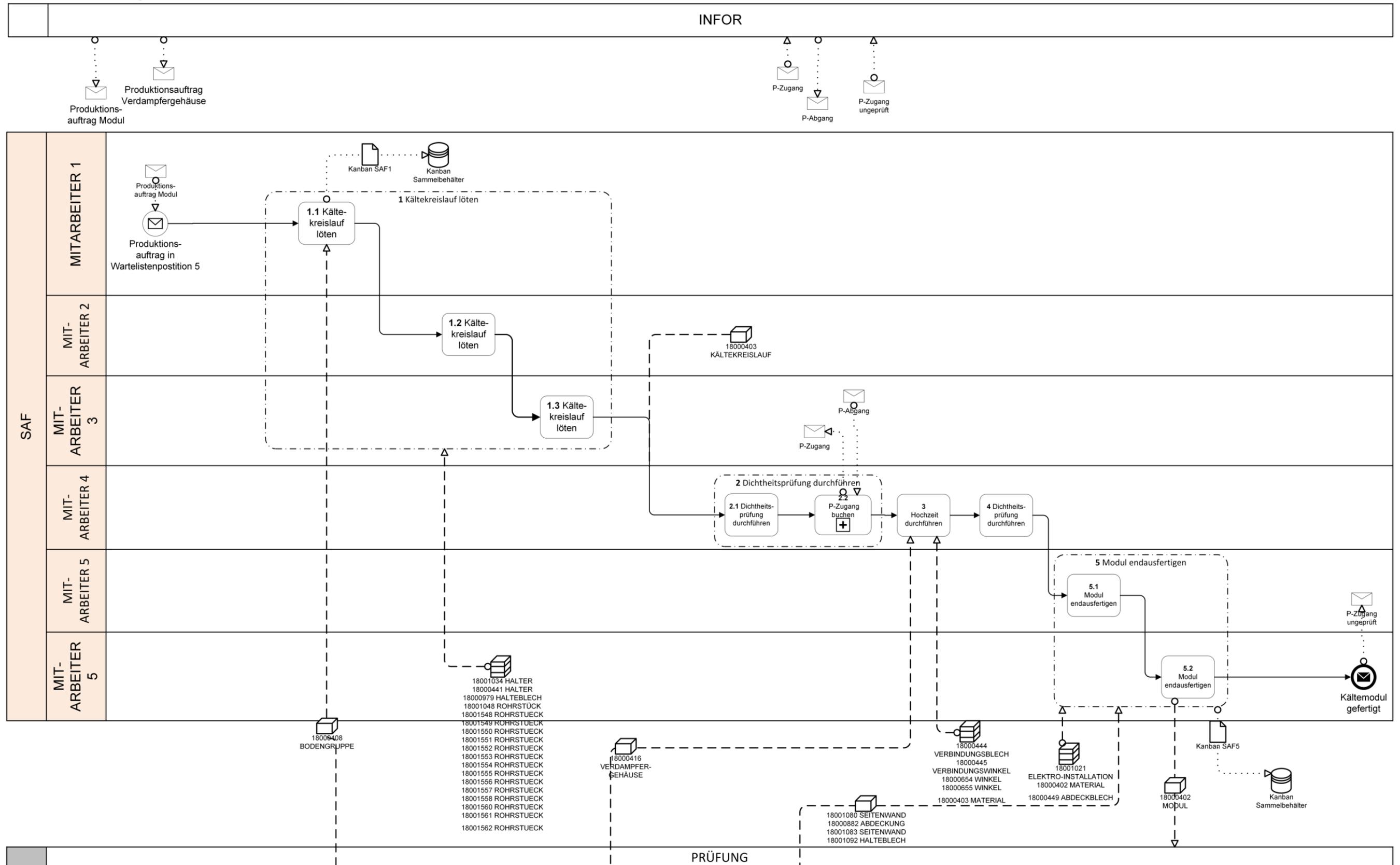


Abbildung 45: Teilausschnitt der Gesamtmontage des Moduls in Szenario 2 mit Conwip-Steuerung - INFOR, Endmontage und Prüfung

8.10 A10 Montage Modul Szenario 2 (Teil 2)

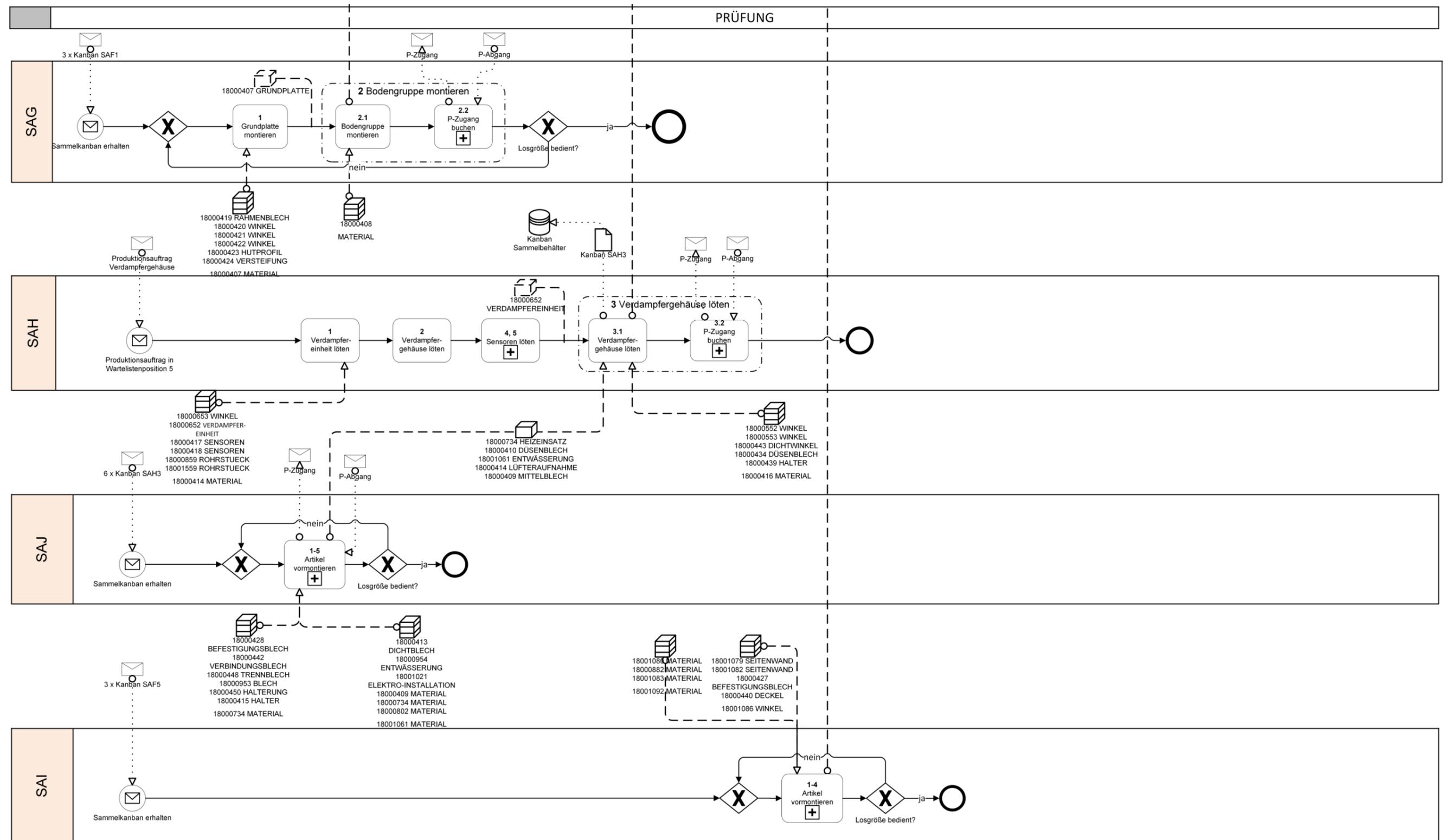


Abbildung 46: Teilausschnitt der Gesamtmontage des Moduls in Szenario 2 mit Conwip-Steuerung – Vormontagen und Prüfung

8.11 A11 Montage Endgerät Szenario 2 (Teil 1)

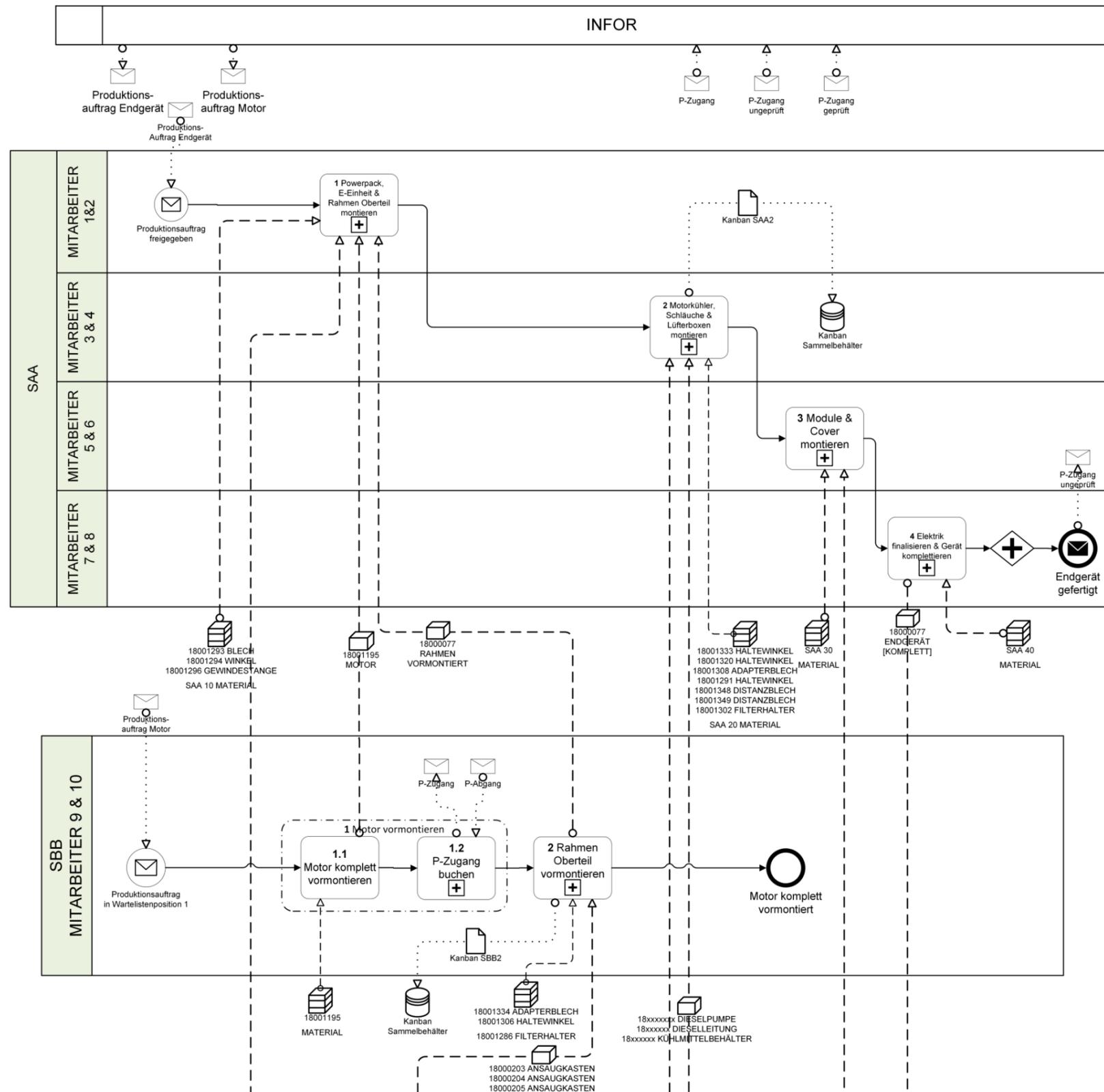


Abbildung 47: Teilausschnitt der Gesamtmontage des Endgerätes in Szenario 2 mit Conwip-Steuerung - INFOR, Endmontage SAA und Vormontage SBB

8.12 A12 Montage Endgerät Szenario 2 (Teil 2)

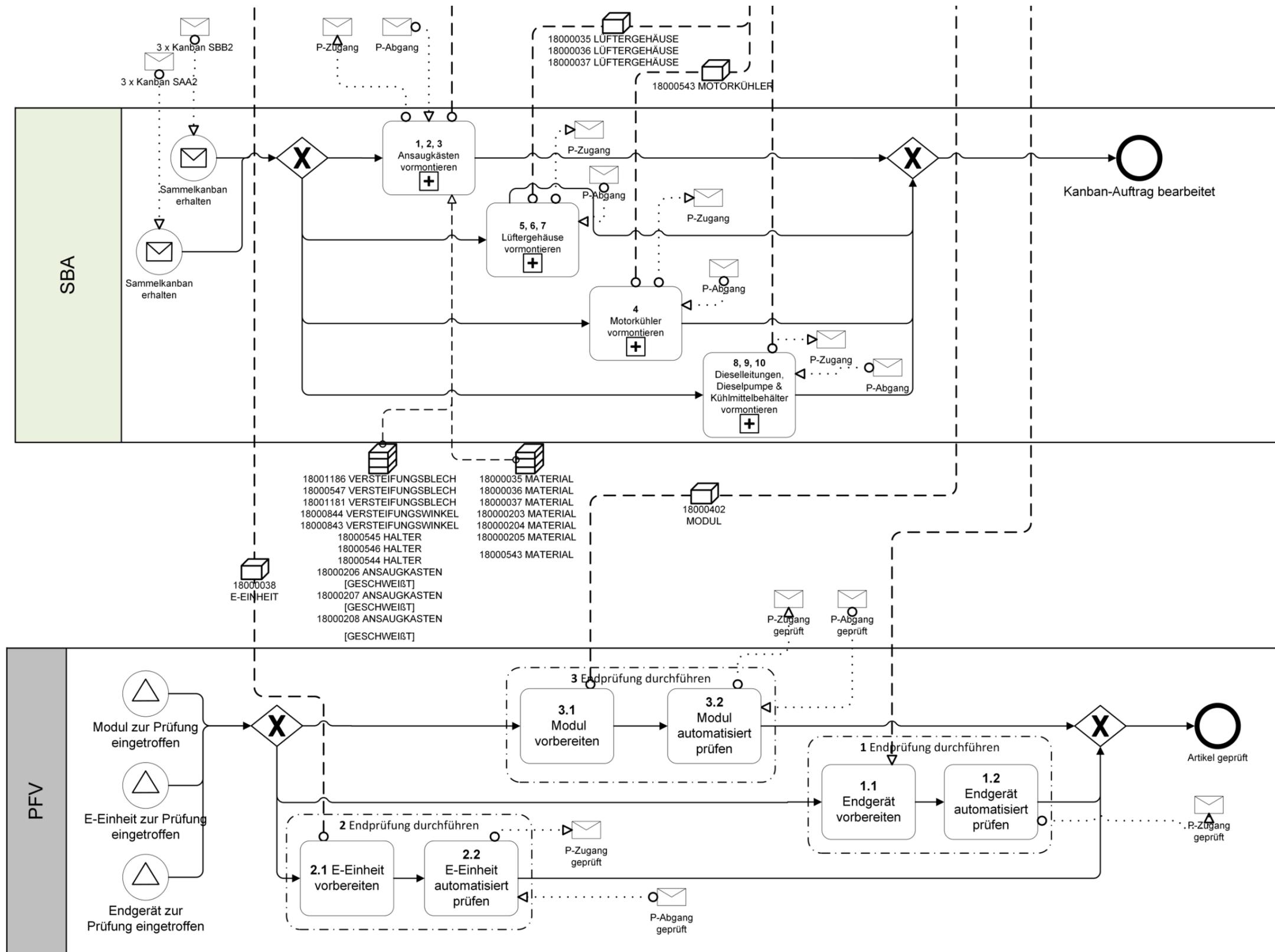


Abbildung 48: Teilausschnitt der Gesamtmontage des Endgerätes in Szenario 2 mit Conwip-Steuerung - Vormontage SBA und Prüfung PFV

9 Literaturverzeichnis

<http://refa-consulting.de/produktionssystem>, eingesehen am 06.07.2017.

<https://www.intellior.ag/software/>, eingesehen am 15.04.2017.

https://www.signavio.com/wp-content/uploads/2017/02/Signavio_Features_de_v10.8.0.pdf, eingesehen am 15.04.2017.

<https://de.boc-group.com/adonis/>, eingesehen am 15.04.2017.

<http://doi.ieeecomputersociety.org/cms/Computer.org/dl/trans/ts/2011/02/figures/tts20110202471.gif>, eingesehen am 08.05.2017.

<http://www.igrafx.com/de>, eingesehen am 15.04.2017.

<http://www.igrafx.com/de/solutions/disciplines/lean-six-sigma>, eingesehen am 15.04.2017.

<https://www.signavio.com/de/products/process-intelligence/>, eingesehen am 15.04.2017.

<http://www.igrafx.com/de/solutions/business-challenges/process-modeling>, eingesehen am 15.04.2017.

APICS: APICS Quick Reference Guide. SCOR Supply Chain Operations Reference Model: http://www.apics.org/docs/default-source/scc-non-research/apicsscc_scor_quick_reference_guide.pdf, eingesehen am 27.02.2017.

APQC Benchmarking Portal: www.apqc.org/benchmarking-portal/learn-more, eingesehen am 37.02.2017.

Bauer, Wilhelm u.a.: Industrie 4.0. Volkswirtschaftliches Potential für Deutschland 2014.

Becker, Torsten: Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren, 2., neu bearb. und erw. Aufl., Berlin, Heidelberg 2008.

Cleve, Jürgen: Data Mining, 2nd ed., Berlin 2016.

Dijkman, Remco u.a., in: Enterprise Information Systems, S. 129–158.

Dombrowski, Uwe u.a.: Ganzheitliche Produktionssysteme. Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen, Berlin 2015.

Drawehn, Jens u.a.: Business Process Management Tools 2014. Marktüberblick ; [Überblick über die verfügbaren Werkzeuge für das Geschäftsprozessmanagement im deutschsprachigen Raum], Stuttgart 2014.

Dumas, Marlon u.a.: Fundamentals of Business Process Management, Berlin, Heidelberg 2013.

- Freund, Jakob; Rücker, Bernd: Praxishandbuch BPMN 2.0, 3., erw. Aufl., München 2012.
- Glück, Markus: FAQ - Industrie 4.0. 100 Fragen - 100 Antworten, 1. Auflage, Düsseldorf 2016.
- Hellinger, Ariane; Stumpf, Veronika, Kobsda, Christian: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 2013.
- Hennig, Alexander: 100 Kennzahlen der Balanced Scorecard, 1. Aufl., Wiesbaden 2008.
- Huber, Walter: Industrie 4.0 in der Automobilproduktion. Ein Praxisbuch, Wiesbaden 2016.
- Josey, Andrew: TOGAF Version 9.1 Enterprise Edition - An introduction. A White Paper Published by The Open Group, San Francisco, CA, USA 2011.
- Kaplan, Robert S. u.a.: Balanced scorecard. Strategien erfolgreich umsetzen, Stuttgart 1997.
- Kletti, Jürgen: MES - Manufacturing Execution System. Moderne Informationstechnologie unterstützt die Wertschöpfung, 2. Auflage, Berlin, Heidelberg 2015.
- Kletti, Jürgen; Schumacher, Jochen: Die perfekte Produktion. Manufacturing Excellence durch Short Interval Technology (SIT), 2. Aufl., Berlin 2014.
- Kuhlang, Peter u.a.: Geschäftsprozessmanagement-Tools. Marktstudie und Auswahlunterstützung, Wien 2010.
- Matyas, Kurt: Taschenbuch Produktionsmanagement. Planung und Erhaltung optimaler Produktionsbedingungen, München 2001.
- Meudt, Tobias u.a.: Wertstromanalyse 4.0, in: ZWF, Vol. 111 (2016), S. 319–323.
- Pawellek, Günther: Ganzheitliche Fabrikplanung. Grundlagen, Vorgehensweise, EDV-Unterstützung, 2. Aufl., Berlin 2014.
- Preißler, Peter R.: Betriebswirtschaftliche Kennzahlen. Formeln, Aussagekraft, Sollwerte, Ermittlungsintervalle, Berlin, Boston 2010.
- Sala, Emanuele: Design of a BPMN process model for the assembly and logistics processes of TU Wien's Pilotfabrik Industry 4.0. Projektarbeit, Wien 2016.
- Schmelzer, Hermann J.; Sesselmann, Wolfgang: Geschäftsprozessmanagement in der Praxis. Kunden zufriedenstellen, Produktivität steigern, Wert erhöhen ; [das Standardwerk], 7., überarb. und erw. Aufl., München 2010.
- Seidlmeier, Heinrich: Prozessmodellierung mit ARIS®. Eine beispielorientierte Einführung für Studium und Praxis in ARIS 9, 4., aktualisierte Aufl., Wiesbaden 2015.

Sihn, Wilfried u.a.: Produktion und Qualität. Organisation, Management, Prozesse, München 2016.

Spath, Dieter: Business process management tools 2008. Eine evaluierende Marktstudie zu aktuellen Werkzeugen, Stuttgart 2008.

Spath, Dieter u.a.: Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0. [Studie], Stuttgart 2013.

The Open Group: <http://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/>.

Thomas, Kohlborn u.a.: Ten principles of good business process management, in: Business Process Management Journal, Vol. 20 (2014), S. 530–548.

Voigt, Kai-Ingo: Industrielles Management. Industriebetriebslehre aus prozessorientierter Sicht, Berlin, Heidelberg 2008.

Wagner, Karl Werner; Patzak, Gerold: Performance Excellence. Der Praxisleitfaden zum effektiven Prozessmanagement, 2., vollständig überarbeitete Auflage, München 2015.

Welge, Martin K. u.a.: Strategisches Management. Grundlagen - Prozess - Implementierung, Wiesbaden, s.l. 2017.

Werth, Dirk: Modellierung unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse. (Modelle, Notationen und Vorgehen für prozessorientierte Unternehmensverbände), 1. Aufl., Bremen, Hamburg 2007.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:Lebenszyklusmodelle des BPM: Links nach DUMAS ET AL. , rechts nach FREUND&RÜCKER	9
Abbildung 2: Das Ebenenmodell einer Prozessarchitektur	10
Abbildung 3: Typische primäre und sekundäre Geschäftsprozesse	14
Abbildung 4: Aufbau eines modernen Produktionssystems nach PAWELLEK	27
Abbildung 5: Das Produktionssystem im typischen "Haus"-Aufbau	29
Abbildung 6: Das Toyota Production System	30
Abbildung 7: Ein Prozessmodell nach dem ARIS-Sichtenkonzept	41
Abbildung 8: Die Integration der dreizehn Beschreibungskomponenten im ARIS-Haus	42
Abbildung 9: Die dreizehn Prozesskategorien im Process Classification Framework	44
Abbildung 10: Das Supply Chain Operations Reference Modell (SCOR)	46
Abbildung 11: Beispielhafter Prozesssteckbrief für einen Prüfungsprozess	51
Abbildung 12: Das Vorgehensmodell nach WAGNER&PATZAK	53
Abbildung 13: Prozessvisualisation mit Hilfe der Pfeilformdarstellung	56
Abbildung 14: Der Prozess "Kundenauftrag erstellen" mittels SIPOC Flussdiagramm	57
Abbildung 15: Der Prozess "Kundenauftrag erstellen" mittels EPK	60
Abbildung 16: Die "Aktivitäten" der BPEL in symbolischer Darstellung	61
Abbildung 17: Die Grundelemente der BPMN 2.0	64
Abbildung 18: Der Prozess "Kundenauftrag erstellen" mittels BPMN 2.0	65
Abbildung 19: Beispielhafte Analyse mit einem Ishikawa-Diagramm	75
Abbildung 20: Why-Why-Diagramm zur Ursachenfindung	76
Abbildung 21: Das Wertschöpfungsdiagramm als Ergebnis des Value Stram Mapping	80
Abbildung 22: Verwendung der Wertstromdiagramme im Ebenenmodell	81
Abbildung 23: Wirkzusammenhang der vier BSC-Perspektiven	85
Abbildung 24: Die Strategy Map zur Zielüberprüfung	87
Abbildung 25: Die Balanced Scorecard	88
Abbildung 26: Der PDCA-Zyklus	92
Abbildung 27: Übersetzung des Kundenforderungsdreiecks in das Produktionsanforderungsdreieck	104
Abbildung 28: Darstellung von Informationsflüssen im Wertstromdiagramm der Wertstromanalyse 4.0.....	115
Abbildung 29: Der abstrakte Geräteaufbau mit den Hauptbaugruppen E-Einheit, Modul und Endgerät	118
Abbildung 30: Das Prozessmodell als Schnittstelle zwischen Layout, Produktstruktur und Organisation	127

Abbildung 31: Die dreidimensionale Montageablauf-Matrix zur Verknüpfung von Artikel, Montagezeit und Montageort	129
Abbildung 32: Die Rangwertmethode zur Unterstützung der Liniengestaltung.....	132
Abbildung 33: Detaillierte Modellierung des Buchungsprozesses für Artikel	140
Abbildung 34: Skizze der Conwip-Steuerung mit Warteliste.....	145
Abbildung 35: Der 2-Karten-Steuerkreis zur Entkopplung der Vorfertigung	152
Abbildung 36: Der Entnahmekanban der Vormontage und Endmontage mit Sammelbehälter	153
Abbildung 37: Wertstromdiagramm zum Ausgangszustand der Montage	168
Abbildung 38: Montageübersicht für Szenario 1	169
Abbildung 39: Gesamtmontage der E-Einheit in Szenario 1 in einer Push-Steuerung	170
Abbildung 40: Gesamtmontage des Moduls in Szenario 1 anhand der Push-Steuerung.....	171
Abbildung 41: Teilausschnitt der Gesamtmontage des Endgerätes in Szenario 2 anhand der Push-Steuerung – INFOR, Endmontage SAA und Vormontage SBB...	172
Abbildung 42: Teilausschnitt der Gesamtmontage des Endgerätes in Szenario 2 anhand der Push-Steuerung – Vormontagen SBA, SBA und Prüfung PFV	173
Abbildung 43: Montageübersicht für Szenario 2	174
Abbildung 44: Gesamtmontage der E-Einheit in Szenario 2 anhand der Conwip-Steuerung.....	175
Abbildung 45: Teilausschnitt der Gesamtmontage des Moduls in Szenario 2 mit Conwip-Steuerung - INFOR, Endmontage und Prüfung.....	176
Abbildung 46: Teilausschnitt der Gesamtmontage des Moduls in Szenario 2 mit Conwip-Steuerung – Vormontagen und Prüfung	177
Abbildung 47: Teilausschnitt der Gesamtmontage des Endgerätes in Szenario 2 mit Conwip-Steuerung - INFOR, Endmontage SAA und Vormontage SBB.....	178
Abbildung 48: Teilausschnitt der Gesamtmontage des Endgerätes in Szenario 2 mit Conwip-Steuerung - Vormontage SBA und Prüfung PFV.....	179

11 Formelverzeichnis

Formel 1: Bandwirkungsgrad.....	133
---------------------------------	-----

12 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Methodenauswahl zur Unterstützung der Prozessentwicklung.....	121
Tabelle 2: Kennwerte zu Szenario 1.....	134
Tabelle 3: Kennwerte zu Szenario 2.....	144

13 Abkürzungsverzeichnis

APICS	American Production and Inventory Control Society
APQC	American Productivity & Quality Center
ARIS	Architektur Integrierter Informationssysteme
BOA	Belastungsorientierte Auftragsfreigabe
BPEL	Business Process Execution Language
BPM	Business Process Management
BPMN 2.0	Business Process Model and Notation 2.0
BPR	Business Process Reengineering
BSC	Balanced Scorecard
Conwip	Constant-Work-in-Progress
DE	Domain Expert
DLZ	Durchlaufzeit
DV	Datenverarbeitung
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
eEPK	Erweiterte ereignisgesteuerte Prozesskette
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
ERP	Enterprise Resource Planning
ETO	Engineer-to-Order
FMEA	Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse
GMI	Graphic Measures International
GP	Geschäftsprozess
GPM	Geschäftsprozessmanagement
IAO	Institut für Arbeitswissenschaft und Organisation
IDEF	Integrated Definition Language
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
IT	Informationstechnologie
ITIL	IT-Infrastructure-Library
IUM	Integrierte Unternehmensmodellierung
JIS	Just-In-Sequence
JIT	Just-In-Time
KMU	Klein- und Mittelunternehmen
KPI	Key Performance Indicator
KSA	Kommunikationsstrukturanalyse
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
LOVEM	Line of Visibility Enterprise Modeling
LVP	Liste der Verbesserungspotentiale

MES	Manufacturing Execution System
MRO	Maintenance, Repair and Operating Supplies
MRP	Material Requirements Planning
MS	Microsoft
MTM	Methods-Time Measurement
MTO	Make-to-Order
OEM	Original Equipment Manufacturer
OMG	Object Management Group
OPT	Optimized Production Technology
PCF	Process Classification Framework
PLM	Product Lifecycle Management
PPM	Process Performance Management
PPS	Produktionsplanung und –steuerung
Q7	Sieben Qualitätsmanagementwerkzeuge
REFA	Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung
SCOR	Supply Chain Operations Reference
SIPOC	Supplier-Input-Process-Output-Customer
SOM	Semantisches Objektmodell
TCT	Total Cycle Time
TOC	Theory of constraints
TOGAF	The Open Group Architecture Framework
TPS	Toyota Production System
UML	Unified Modeling Language
VRM	Value Reference Model
XML	Extensible Markup Language
ZVEI	Zentralverband der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie
ZZ	Zykluszeit