

Bernburg
Dessau
Köthen



Hochschule Anhalt
Anhalt University of Applied Sciences



Fachbereich
Elektrotechnik, Maschinenbau
und Wirtschaftsingenieurwesen

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Engineering (B. Eng.)

Diemut Bestehorn

Vorname Nachname

Maschinenbau, 2012, 4056211

Studiengang, Matrikel, Matrikelnummer

Thema:

**Entwicklung eines Kleinunternehmens durch
Geschäftsprozessmanagement**

Frau Prof. Jurisch

Vorsitzende/r der Bachelorprüfungskommission

Frau Dipl.-Ing. Ihloff

1. Prüfer/in

Herr Dr. Lewy

2. Prüfer/in

12.09.2017

Abgabe am

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre/n ich/wir, dass die Arbeit selbständig verfasst, in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht in einem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt wurde und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen, einschließlich der angegebenen oder beschriebenen Software, verwendet wurden.

Köthen, 19.10.2017

Ort, Datum

Unterschrift/en der/des Studierenden

Sperrvermerk

Sperrvermerk: ja nein

wenn ja: Der Inhalt der Arbeit darf Dritten ohne Genehmigung der/des (Bezeichnung des Unternehmens) nicht zugänglich gemacht werden. Dieser Sperrvermerk gilt für die Dauer von X Jahren.

Köthen, 19.10.2017

Ort, Datum

Unterschrift/en der/des Studierenden

Angaben zum Unternehmen

Logo des Unternehmens



Name des Unternehmens Bestehorn GmbH & Co. KG

Kontaktdaten

Anschrift des Unternehmens Siemensstraße 17, 06449 Aschersleben

E-Mail-Adresse im Unternehmen diemut@maschinen-bestehorn.de

Kurzfassung

Das Thema der Arbeit bestand darin, die Abläufe eines Kleinunternehmens zu dokumentieren und zu optimieren.

Dazu wurden die Methoden des Geschäftsprozessmanagements genutzt.

Es wurde eine Prozessblattvorlage erstellt, mit der alle Prozesse auf einer Seite in Form eines Flussdiagramms dargestellt werden können. Auf der Basis dieser Vorlage wurden alle wichtigen Führungs-, Leistungs- und Unterstützungsprozesse beschrieben, wodurch gleichzeitig eine Standardisierung der Abläufe erreicht wurde. Die Prozessblätter bilden in ihrer Gesamtheit ein Unternehmenshandbuch.

Aus der Aufnahme und Analyse der IST-Prozesse ergaben sich auch Vorschläge für neue SOLL-Prozesse, die zur Diskussion gestellt wurden.

Ein wichtiger Schwerpunkt der Arbeit war die Verbesserung der Fertigungssteuerung. Unter Berücksichtigung der komplexen Materialflüsse, die typisch für einen Auftragsfertiger sind, stellte nur die von Matthias Bornhäuser am *Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb der Universität Stuttgart* entwickelte „Reifegradbasierte Werkstattsteuerung“ handhabbare Werkzeuge für ein kleines Unternehmen bereit. Daraus wurden Vorschläge abgeleitet und zur Umsetzung empfohlen.

Inhaltsverzeichnis

1	Motivation und Zielsetzung	2
1.1	Einleitung in die Thematik	2
1.2	Zielsetzung der Arbeit	2
2	Stand von Wissenschaft und Technik	3
2.1	Bedeutung der Prozessorientierung in der ISO 9001:2015	3
2.2	Grundlagen und Beschreibung von Prozessen	4
2.2.1	Definitionen	4
2.2.2	Einteilung von Geschäftsprozessen	5
2.2.3	Schnittstellen	5
2.2.4	Prozessmodell, Prozesslandschaft und Prozesslandkarte	6
2.2.5	Visualisierungsmöglichkeiten	7
2.3	Prozesse bewerten und verbessern	9
2.4	Prozessorientierte Aufbauorganisation	9
2.5	Besonderheiten von Auftragsfertigern und Kleinunternehmen	11
2.6	Fertigungssteuerung	13
2.6.1	Aufgabe der dispositiven Fertigungssteuerung	13
2.6.2	Zielgrößen der Fertigungssteuerung	13
2.6.3	Prioritätsregeln für die Reihenfolgebildung	14
2.6.4	Projektsteuerung mit Netzplantechnik	15
2.6.5	Kapazitätssteuerung	16
2.6.6	Vergleich von Werkstattsteuerungsverfahren	16
3	Aufnahme der IST-Prozesse	18
3.1	Prozesslandkarte erstellen	18
3.2	Organigramm aufstellen und Rollen verteilen	20
3.3	Prozessgrunddaten aufnehmen	22
3.4	Prozessschritte formulieren	23
3.5	Prozessblatt erstellen	24
3.6	Fertigungsverfahren zusammenstellen	25
3.7	Werkstattprozesse dokumentieren	26
4	Installation von SOLL-Prozessen	27
4.1	Software-Einsatz	27
4.2	Angebot erstellen	28
4.2.1	Arbeitsplan erstellen	28
4.2.2	Kapazität prüfen	29
4.3	Auftrag erzeugen und freigeben	30
4.4	Konstruktionsrichtlinien festlegen	32
4.5	Zentral einkaufen	32
4.6	Eingangsrechnung buchen	33
4.7	Fertigung steuern	34
4.7.1	Materialflusskomplexität berechnen	34
4.7.2	Vorschläge auf Basis der reifegradbasierten Werkstattsteuerung	36
4.7.3	Projektsteuerung	37
4.8	Waren annehmen und lagern	38
4.9	Auftrag auswerten	38
5	Zusammenfassung und Ausblick	39
	Anhang	i
	Abkürzungsverzeichnis	ii
	Abbildungsverzeichnis	iii
	Tabellenverzeichnis	iv
	Literaturverzeichnis	v

1 Motivation und Zielsetzung

Die vorliegende Arbeit entstand in der Bestehorn GmbH & Co. KG, einem Maschinenbaubetrieb mit derzeit 18 Mitarbeitern. Das Leistungsspektrum des Betriebes ist relativ breit: Einerseits werden Produkte mit einem hohen Konstruktionsaufwand hergestellt wie Einhausungen für Werkzeugmaschinen, Anlage-Erweiterungen für Vliesstoffhersteller oder maßgefertigte Ausrüstungen für die Nahrungsmittel-industrie. Andererseits gibt es viele Kleinaufträge: Blech-, Dreh- und Frästeile nach Muster oder nach Lieferantenzzeichnungen. Dazu kommen häufig Anfragen nach Mitarbeiterbeistellung bei Montagen für Wartung oder Anlagenumbau. Der Betrieb veränderte sich mit den Jahren: Zu DDR-Zeiten und nach der Wende war es ein Kleinunternehmen, in dem der Chef alles im Kopf hatte. Komplexere und größere Aufträge erforderten nach und nach Investitionen in Maschinen und Aufstellfläche sowie mehr Mitarbeiter sowohl in der Konstruktion als auch in der Werkstatt. Das machte auch eine Anpassung der Unternehmensstruktur notwendig und damit verbunden wurde die Übergabe von Informationen immer wichtiger.



Abbildung 1: Blick in die Produktionshalle der Bestehorn GmbH & Co. KG

1.1 Einleitung in die Thematik

Auslöser der Arbeit war die Überlegung, eine Produktionsplanungssoftware zu kaufen oder das bestehende Warenwirtschaftsprogramm um eine Fertigungsplanung zu erweitern. Die Recherche zu Produktionsplanungs-Systemen brachte dann aber eine andere Erkenntnis: Vor dem Einsatz einer neuen Software müssen alle Abläufe dokumentiert sein. „Erst systematisieren, dann automatisieren!“ [BecT08]

Als geeignetes Hilfsmittel für die Beschreibung der Abläufe stellte sich sehr schnell das Prozessmanagement heraus. Es zeigte sich aber auch, dass es schwer ist, Forschung darüber zu finden, wie Kleinunternehmen arbeiten. Zwar kann man viele Bücher kaufen und sich auf unzähligen Internetseiten informieren, wie man ein Unternehmen gründet. Aber dann klafft gewissermaßen eine Lücke, denn der weitergehenden Literatur liegen die Abläufe in mittelständischen Unternehmen zugrunde. Im Mittelpunkt der betriebswirtschaftlichen Lehre

stehen Begriffe aus der Serienproduktion, wie Lean production, Kanban oder die optimale Losgröße. Was aber, wenn die Losgröße 1 ist? Wenn sich kein Kanban-Behälter füllen lässt, weil nichts auf Vorrat produziert wird? Wenn nicht nur jedes Fertigungsteil anders ist, sondern auch der Ablauf für jedes Teil ein anderer? Welche Hilfen können einem Werkstattmeister in die Hand gegeben werden, damit er die Ressourcensicht und die Auftragsicht jederzeit hat, anders gesagt, damit alle Mitarbeiter Arbeit haben und kein Kunde sich über Terminverzug beschwert?

Im Jahr 2014 gab es in Deutschland ca. 275.000 Unternehmen mit 10 – 49 Mitarbeitern, welche 14,3 % des Gesamtumsatzes der deutschen Wirtschaft erarbeiteten (Quelle: statistisches Unternehmensregister URS95, Stand Februar 2016). „Aus wissenschaftlicher Sicht wurde klein- und mittelständischen Unternehmen bisher wenig Beachtung zuteil, trotz ihrer großen volkswirtschaftlichen Bedeutung.“ heißt es in [Mat10].

Die vorliegende Arbeit möchte durch Recherche und Praxiserfahrungen einen winzigen Teil dazu beitragen, diese Lücke zu schließen.

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Ziel der Arbeit ist es, alle wichtigen Prozesse des Unternehmens zu erfassen, zu dokumentieren und zu verbessern.

Ausgangspunkt ist dabei die Befragung der Unternehmensleitung und der Mitarbeiter, welche Schritte konkret getan werden in der Abarbeitung der jeweiligen Aufgaben. Das Aufschreiben der Prozesse sollte auch ihrer Standardisierung dienen. Die Dokumentation soll gleichzeitig den Grundstock für ein kontinuierlich fortzuschreibendes Handbuch bilden, mit dem auch neue Mitarbeiter leichter in das Unternehmen hineinfinden.

Bei der Erstellung der Dokumentation sollte derselbe Grundsatz wie bei der Konstruktion, die ja wichtiger Bestandteil des Unternehmens ist, prägend sein: so einfach und funktional wie möglich. Deshalb war es auch ein Ziel, die Dokumentation ansprechend zu gestalten, denn was funktional ist, ist schön und was schön ist, ist funktional [MK03].

Funktionierende Prozesse sind fehlerfreie oder fehlerarme Prozesse. Es ist einfach, Fehler auf ‚menschliches Versagen‘ zurückzuführen. Stattdessen sollte immer überlegt werden, wie Arbeitsbedingungen und Abläufe so gestaltet werden können, dass dem natürlichen Verhalten von Menschen Rechnung getragen wird. Denn Menschen sind im Gegensatz zu Maschinen kreativ und intuitiv, aber gerade deshalb bei Routinetätigkeiten ablenkbar.

„Most industrial accidents are caused by human error: estimates range between 75 and 95 percent. How is it that so many people are so incompetent? Answer: They aren't. It's a design problem. [...] Physical limitations are well understood by designers; mental limitations are greatly misunderstood. We should treat all failures in the same way: find the fundamental causes and redesign the system so that these can no longer lead to problems.“ [Nor13]

2 Stand von Wissenschaft und Technik

2.1 Bedeutung der Prozessorientierung in der ISO 9001:2015

Man mag Prozessfähigkeit als Modewort des Jahrzehnts bezeichnen [Fre16]. Doch schon vor 100 Jahren beschäftigte sich der Arbeitswissenschaftler Frank Bunker Gilbreth mit der optimalen Arbeitsmethode und untersuchte die Abläufe von Tätigkeiten. Dazu führte er alle menschlichen Bewegungen auf 17 Grundbewegungselemente zurück, die er *Therbligs* nannte (Therblig ist die Umkehrung von Gilbreth, wenn man ‚th‘ als einen Buchstaben betrachtet). Ausgangspunkt seiner Ideen zur Bewegungsrationalisierung war die Beobachtung, die er als Maurergehilfe machte: „‘Haben Sie noch nicht bemerkt, daß keine zwei Leute auf genau dieselbe Weise mauern?’ fragte er den Polier. ‚Das ist wichtig, und wissen Sie warum? Es ist deshalb wichtig, weil nämlich – gesetzt den Fall, daß einer richtig mauert – alle anderen falsch mauern. Wenn ich Sie wäre, würde ich rauszufinden suchen, wer richtig mauert, und dafür sorgen, daß alle anderen es ebenso machen.‘“ [GG74]

Bekannter ist Frederick Winslow Taylor, der sich mit der Prozesssteuerung von Arbeitsabläufen beschäftigte und daraus ein Managementkonzept entwickelte, das er 1911 in seinem Hauptwerk „Scientific Management“ (*Wissenschaftliche Betriebsführung*) darlegte.

Abläufe auseinanderzunehmen, zu analysieren, neu besser zusammzusetzen und zu standardisieren ist also keine neue Idee.

Mit der großen Revision der Qualitätsmanagementnorm im Jahr 2000 wurde der prozessorientierte Ansatz eingeführt. Dieser wird sogar als ‚Kern der Qualitätsprinzipien‘ bezeichnet. Damit ist dem Vorwurf, die Norm sei „impraktikabel, wirklichkeitsfremd, unsinnig und bürokratisch“ entgegnet worden. „In den 1990er Jahren war die ISO 9001 noch eine reine sogenannte Nachweisnorm. Das heißt, die Norm forderte schriftliche Nachweise und Beschreibungen für die Vorgehensweise in bestimmten Situationen. Das hatte zum Ergebnis, dass in den Unternehmen oft zwei Systeme nebeneinander existierten: das aufgesetzte Qualitätsmanagementsystem (QM-System) und das eigentliche gelebte Regelwerk des Unternehmens, das schon vorher existierte und von neuen Mitarbeitern erfragt werden muss. [...]Tatsächlich sind ja die Zielsetzungen der Norm die gleichen, die jeder Unternehmer hat: strukturiert und gewinnorientiert arbeiten, gute Produkte oder Leistungen erstellen und damit den Kunden zufriedenstellen.“ [Bru16]

Die Vorteile der Prozessorientierung sind im Einzelnen (nach [Bru16]):

- Es werden nicht zufällig gute Ergebnisse erreicht, sondern das Ergebnis ist wiederholbar.
- Die wichtigen riskanten Prozesse sind bekannt und können besonders beobachtet werden.
- Die Prozesse sind effektiv und effizient.
- Alle wichtigen Abläufe sind transparent.
- Es gibt ein besseres Wissen um das Zusammenspiel der Prozesse.
- Verantwortlichkeiten werden klar zugewiesen.

2.2 Grundlagen und Beschreibung von Prozessen

Ein Unternehmen lässt sich aus verschiedenen Sichten beschreiben: Aus Kundensicht sind in erster Linie die Produkte interessant, also das Ergebnis der geschäftlichen Tätigkeit. Die Mitarbeiter wollen (ihren Lohn, natürlich, aber um den zu verdienen wollen sie) wissen, welche konkreten Aufgaben sie haben und wie die anderen Aufgaben verteilt sind, d.h. welchen Ansprechpartner sie für Fragen, die sich aus ihrem Teilbereich ergeben, haben. Das Finanzamt fragt nach dem Gewinn, der versteuert werden muss.

Prozessorientierung macht aus einem Unternehmen erst einmal kein anderes Unternehmen, sondern es ist eine bestimmte Sichtweise. Produkte, Lohn, Organigramm und Gewinn sind wichtig, aber der Blick soll hingelenkt werden auf den Weg dahin. Dazu werden alle Prozesse identifiziert, die in einem Unternehmen ablaufen, sowie ihre Wechselbeziehungen untereinander.

Ein Prozess kann dabei zuerst einmal als eine Blackbox betrachtet werden, in die etwas hineinkommt und etwas anderes herauskommt. Genauer wird es mit folgenden:

2.2.1 Definitionen

Nach DIN ISO 9001:2015 Abschnitt 3.4.1 ist ein **Prozess** ein „Satz zusammenhängender oder sich gegenseitig beeinflussender Tätigkeiten, der Eingaben zum Erzielen eines vorgesehenen Ergebnisses verwendet“, s. dazu auch die bildliche Darstellung in Abbildung 2.

Eine **Tätigkeit**, auch Aufgabe oder Aktivität oder Arbeitsschritt genannt, stellt dabei aus Prozesssicht eine Arbeitseinheit eines Prozesses dar.

Eingaben, auch Input genannt, können Informationen oder Verbrauchsmaterialien sein. **Ergebnisse**, auch Output genannt, sind beispielsweise Produkte oder neue Informationen, die im Verlauf des Prozesses gewonnen wurden.

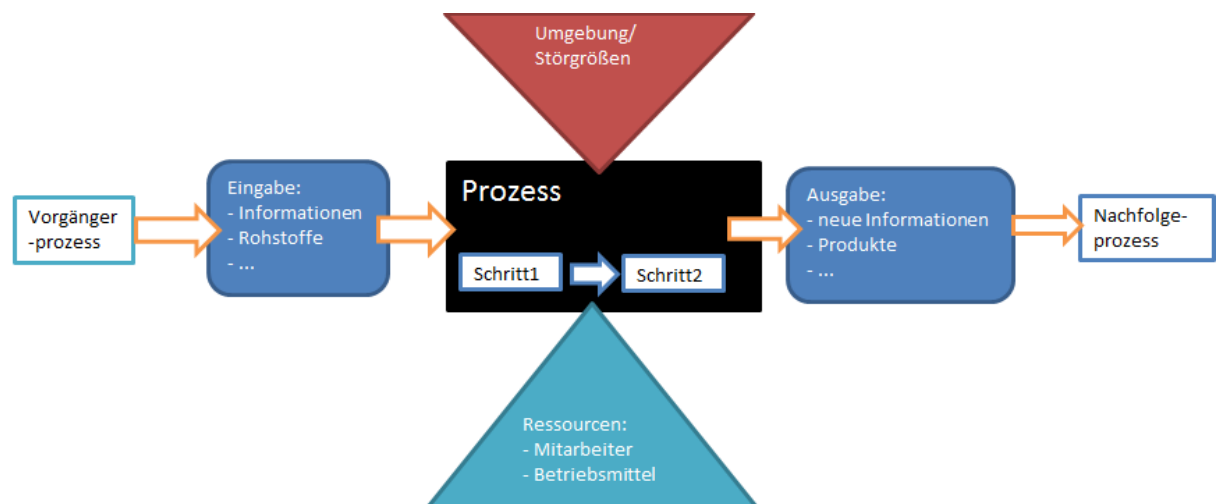


Abbildung 2: Darstellung eines Prozesses

Zusätzlich gibt es noch **Ressourcen**, auch Mittel genannt, die unverändert oder nahezu unverändert aus dem Prozess wieder hervorgehen. Das sind die Betriebsmittel, also Maschinen, Werkzeuge, Grundstücke, Bauten, Fahrzeuge, immateriellen Vermögensgegenstände wie beispielsweise Software, die für den Prozess benötigt werden, aber auch die Mitarbeiter, die die Leistung erbringen. Dabei kann es hilfreich sein, wenn auf einen Prozess wie auf einen Regelkreis geschaut wird und die Umgebung des Prozesses, also Ressourcen, Arbeitsbedingungen usw. eingeteilt wird in Größen, die veränderbar sind und Störgrößen, die nicht veränderbar sind.

Simone Brugger-Gebhardt unterscheidet in [Bru16] Mittel und Ressourcen, aber es wird nicht erklärt, wie diese Unterscheidung getroffen wird. Deshalb werden sie hier, wie in [Lin11] und [Knu15], synonym verwendet.

2.2.2 Einteilung von Geschäftsprozessen

Geschäftsprozesse sind alle Prozesse in einem Unternehmen, die ausgeführt werden, um das Ziel der Unternehmung zu erreichen. Sie werden unterschieden nach Prozessarten. Gut zu merken für die unterschiedlichen Prozessarten ist das Kunstwort FLUG, sozusagen ein ÜberFLUG über das Unternehmen. Dabei steht:

- **F** für Führungsprozesse,
- **L** für Leistungsprozesse,
- **U** für Unterstützungsprozesse und
- **G** für generelle Prozesse.

Führungsprozesse sind die Prozesse, die dem Management zugeordnet werden. Es geht dabei um die Unternehmensstrategie, um Werte und um den prinzipiellen Umgang mit Mitarbeitern, Kunden und Lieferanten.

Leistungsprozesse, auch Kernprozesse, primäre Prozesse oder eigentliche Geschäftsprozesse genannt, sind die Prozesse, die konkrete Kundenanforderungen erfüllen. Sie bewirken die Wertschöpfung des Unternehmens und enthalten das höchste – beziehungsweise das spezifische – Unternehmens-Know-how. [Lin11] Das sind natürlich alle Fertigungsprozesse in einem Fertigungsbetrieb oder der Verkauf in einem Handelsbetrieb.

Andere Wörter für **Unterstützungsprozesse** sind Supportprozesse oder sekundäre Prozesse. Die Unterstützungsprozesse unterstützen, wie der Name schon sagt, die Leistungsprozesse, indem sie alles bereitstellen, damit Leistung erbracht werden kann: Maschinen müssen gewartet werden, Mitarbeiter müssen eingestellt werden und ihren Lohn erhalten, Fahrzeuge müssen zum TÜV gebracht werden.

Leistungsprozesse und Unterstützungsprozesse voneinander abzugrenzen, ist nicht immer ganz einfach und hängt stark vom jeweiligen Unternehmen ab. In einer Spedition ist die Logistik der Leistungsprozess, in einem Fertigungsunternehmen kann man sie als Unterstützungsprozess sehen. Für einen Bürodienstleister ist das Schreiben von Rechnungen ein Leistungsprozess, in jedem anderen Unternehmen würde man das als Unterstützungsprozess bezeichnen.

Generelle Prozesse gibt es nur bei [Knu15] und sie sind dort auch nicht präzise definiert, sondern unter dieser Bezeichnung werden alle übrigen, nicht den anderen Kategorien zuzuordnenden Prozesse zusammengefasst.

2.2.3 Schnittstellen

In gewisser Weise ist die Arbeitsteilung die Wurzel allen Übels, denn ohne Arbeitsteilung gäbe es keine Schnittstellen. Tatsächlich lohnt es sich bei manchen Vorgängen darüber nachzudenken, ob nicht einer gleich alles macht, statt die Zwischenstände zu dokumentieren oder dem nächsten Bearbeiter zu erklären. „Denn jede solche Übergabe ist zwangsläufig mit dem Verlust von Informationen und, fast noch schlimmer, mit dem Verlust eines ganzheitlichen Verständnisses verbunden.“ [Ber10] Doch in den meisten Fällen ist es so, wie schon der griechische Philosoph Xenophon, der von 430 – 355 vor Christi lebte, sagt: „Nun ist es aber unmöglich, dass ein Mensch, der vieles macht, alles gut macht. Es ist aber zwingend, dass der, der auf einem kleinen Gebiet arbeitet, seine Arbeit am besten kann.“ [Pip02]

Das ist aber nicht der einzige Grund für die Arbeitsteilung. An manchen großen Aufgaben kann man nicht allein arbeiten, weil beispielsweise einer halten und einer den Schraubenzieher zureichen muss.

[Ber10] schlägt vor, die Fließbandfertigung von Massenprodukten daraufhin zu analysieren, wie in diesem Bereich, in dem die Arbeitsteilung am stärksten eingesetzt wird, die Schnittstellen gestaltet werden:

„Drei Dinge scheinen für die Effizienz der Arbeitsteilung besonders wichtig zu sein.

- Erstens: Jeder Arbeiter weiß genau, was er zu tun hat, welche Teile er zum Beispiel in das vorbeiziehende Auto oder die Waschmaschine einzubauen hat und in welchem *definierten Zustand* das Produkt sein muss, wenn es seinen Bandplatz verlässt.
- Zweitens: Jeder Arbeiter weiß genau, in welchem *definierten Zustand* das Produkt an seinem Bandplatz ankommt. Er muss keine Zeit aufwenden, um zu untersuchen, wie weit es schon fertiggestellt ist, sondern kann unmittelbar mit seinem Montageschritt loslegen.
- Drittens muss es, damit dieser extrem arbeitsteilige Prozess funktionieren kann, ein übergeordnetes Konzept geben, das genau festlegt, welche Produktionsschritte in welcher Reihenfolge durchzuführen sind.“

Übertragen auf ein beliebiges Unternehmen sollten also Schnittstellen so gestaltet werden, dass jeder Arbeitsvorgang mit einem klar definierten Zustand übernommen und übergeben wird.

2.2.4 Prozessmodell, Prozesslandschaft und Prozesslandkarte

In der Literatur gibt es uneinheitliche Überblicksformen für die Prozesse in einem Unternehmen. In [Knu15] wird unterschieden zwischen der Prozesslandkarte, die grafisch alle wesentlichen Leistungsprozesse und die Kernverbindungen zu anderen Prozessen bzw. zu Partnern im Unternehmensumfeld darstellt, und dem Prozessmodell, mit dem ein vollständiger Überblick über alle Leistungs-, Unterstützungs- und Führungsprozesse auf der ersten Ebene gegeben wird. Bei [Bru16] hingegen gibt es die Prozesslandschaft als Überblick über die zusammenhängenden Prozesse. An anderer Stelle werden Prozessmodell und Prozesslandkarte synonym verwendet. Sinnvoll erscheint eine Kombination aus allem, ein Beispiel dafür zeigt Abbildung 3.

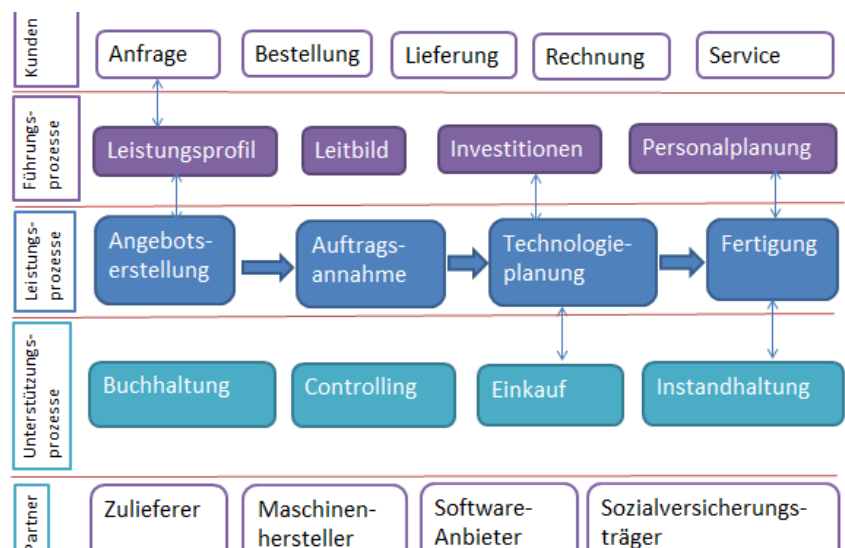


Abbildung 3: Prozesslandkarte eines Fertigungsunternehmens

Jedes Unternehmen muss für sich die passende Form wählen. Auf jeden Fall sollte es eine Darstellung geben, die einen schnellen ÜberFLUG ermöglicht.

2.2.5 Visualisierungsmöglichkeiten

Es ist möglich und auch nicht in jedem Fall abwegig, die einzelnen Ablaufschritte eines Prozesses rein textlich aufzubereiten. „Dies bietet den Vorteil einer sehr freien Formulierung und die Möglichkeit, sehr viele Informationen zu integrieren. Demgegenüber stehen der unsystematische Ablauf, unterschiedliche Sprachstile und der Umfang dieser Dokumentationsart.“ [Mat10] Es sollte nicht geringgeschätzt werden, dass der Zeitaufwand für die Erstellung relativ niedrig ist.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit sollten wenigstens die einzelnen Schritte nummeriert werden.

Die Tabellenform erlaubt eine überschaubarere Gliederung in mehreren Ebenen und zwingt zur Beschränkung auf das Wesentliche.

Noch übersichtlicher und einprägsamer ist die visuell-graphische Darstellung in Form eines Flussdiagramms. Dafür wurden verschiedene Standards entwickelt.

Der Programmablaufplan, kurz PAP, wurde ursprünglich für die Computerprogrammierung entwickelt und 1966 in der DIN 66001 genormt, s. Abbildung 4.

4. Sinnbilder für Programmablaufpläne

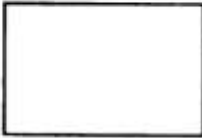
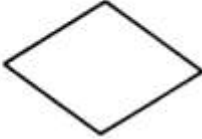
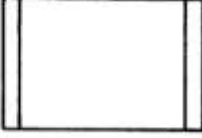
Nr	Sinnbild	Benennung und Bemerkung
4.1.		Operation, allgemein (process) insbesondere für Operationen, die nicht unter Nr 4.1.1 bis 4.1.4 besonders aufgeführt sind
4.1.1.		Verzweigung¹⁾ (decision) Ein Sonderfall der Verzweigung ist der programmierte Schalter.
4.1.2.		Unterprogramm (predefined process) Es können mehrere Eingänge und Ausgänge vorhanden sein.

Abbildung 4: Auszug aus DIN66001 von 1966

Eine weitere Prozessmodellierungssprache ist die ereignisgesteuerte Prozesskette, kurz EPK, die in den 90er Jahren vom Institut für Wirtschaftsinformatik an der Universität des Saarlandes entwickelt und in die grafische Sprache ARIS (Architecture of Integrated Information Systems) integriert wurde. Bekannt wurde ARIS dadurch, dass es frühzeitig für die Konfiguration und Anpassung von SAP in Unternehmen eingesetzt wurde. Für die Anwendung von ARIS ist jedoch ein hoher Schulungs- und Lernaufwand erforderlich. [BecT08]

Speziell von Unternehmern zur Standardisierung von graphischen Prozessabläufen entwickelt und im Jahr 2006 veröffentlicht wurde die BPMN – Business Process Modelling Notation. Diese Notation ist eine gelungene Mischung aus PAP und EPK: Von der Programmablaufsteuerung wurde das intuitiv verständliche Raute-Symbol für die Verzweigung übernommen und von der ereignisgesteuerten Prozesskette das abgerundete Rechteck für die Aktivität, wodurch das nicht abgerundete Rechteck frei ist für Informationen. Die wichtigsten Symbole der BPMN sind in Tabelle 1 aufgeführt.




Symbol	Bedeutung	Symbolbeschreibung	Erklärung
	Aktivität	abgerundetes Rechteck	Darstellung von Prozessschritten
	Ereignis	Kreis	Anfang, Ende oder Zwischenereignisse
	Verzweigung	Raute	für alternative Prozessabläufe
	Verbindung	Pfeil	um die Richtung der Abläufe zu zeigen

Tabelle 1: Wichtige Symbole der BPMN

Entschieden werden muss noch, ob die vertikale oder die horizontale Leserichtung angewendet werden soll.

„Die horizontale Ausrichtung der Prozessaktivitäten entspricht den grundsätzlichen Lesegewohnheiten von links nach rechts und bietet damit oft eine schnellere Auffassungsmöglichkeit für Betrachter.“ [Knu15] Dem ist entgegenzuhalten, dass man bei der Erstellung von Dokumenten meistens in A4-Hochformat „denkt“ und dafür eignet sich ein vertikales Flussdiagramm besser. Und im Zuge der Globalisierung und der Integration von Flüchtlingen darf auch nicht vernachlässigt werden, dass semitische Sprachen wie das Arabische die Leserichtung in der Zeile von rechts nach links haben, aber die Zeilen selbst werden wie im Deutschen von oben nach unten gelesen.

Für die Erstellung von Flussdiagrammen gibt es verschiedene Software-Tools. Mit den einfachen Werkzeugen ist man leider sehr beschränkt in der Darstellung und die komplexen Programme erfordern einen hohen Einarbeitungsaufwand. Deshalb ist es sinnvoll, mit den Mitteln zu arbeiten, die in den meisten Unternehmen vorhanden sind: Office-Programme bringen die Möglichkeit, Fluss-Symbole darzustellen, mit.

Für die allererste Aufnahme der Prozesse ist es jedoch sinnvoll, sich nicht sofort mit der Formatierung von Blöcken und Pfeilen zu beschäftigen. In [Mat10] wird eine sehr einfache Methode vorgeschlagen: die adaptierte Roadmap-Methode. Sie wurde ursprünglich als Alternative zur IT-gestützten Projektplanung in Gruppen entwickelt. Der Projektleiter schreibt Ausgangs- und Zielpunkt eines Projekts (oder eben eines Prozesses) auf Tapetenbahnen und die Mitarbeiter schreiben ihre Tätigkeiten zur Zielerreichung auf kleine Karten. Diese Karten werden auf Tapetenbahnen ausgelegt. Durch die Ausführung als Matrix sind die Aufgabenträger und Termine gut ersichtlich. Die Karten können nun für das Feintuning unkompliziert verschoben und verbessert werden.

2.3 Prozesse bewerten und verbessern

„Prozessmängel zu erkennen ist nicht so schwierig, wie es die komplizierte Literatur zum Prozessmanagement manchmal Glauben macht. Oft entsteht der Anschein, es bedürfe komplizierter Verfahren, um solche Mängel zu erkennen, doch es genügt meist schon der gesunde Menschenverstand und ein etwas genauerer Blick auf die Zusammenhänge, als man ihn sich im Alltagsgeschäft zumeist erlaubt. Wenn man einmal aus dem ‚Hamsterrad‘ gedanklich aussteigt und von außen schaut, wie es sich dreht, statt von innen die Tretmühle zu bedienen, wird es einfach.

- Wo bilden sich Stapel, so dass Mitarbeiter nicht hinterherkommen mit der Abarbeitung?
- Wo gibt es Warteschlangen, Verzögerungen, Staus?
- Welche gleichen oder ähnlichen Informationen werden mehrfach im Betrieb gesammelt, sind also redundant?
- Welche Informationen sind überflüssig oder veraltet?
- Wo gibt es häufig Nachfragen, d.h. Informationen fehlen?
- Gibt es ‚Bypässe‘ um einen Prozess herum, weil der Standardprozess zu behäbig oder unflexibel ist?“ [Chr15]

Gute Prozesse zeichnen sich dadurch aus, dass sie

- beherrscht sind, d.h. sie erbringen vorhersagbare Ergebnisse
- robust sind, d.h. Fehler und Störungen prallen ab.

Benchmarking, also der Vergleich der eigenen Prozesse mit denen der Konkurrenz, ist kritisch zu sehen, insofern „Wettbewerber meist anders denken und handeln und deren Produkte niemals ganz identisch sind. Sich der Konkurrenz anzugleichen, bedeutet letztlich nur, dass man ‚vergleichbar‘ wird, aber nicht, dass man sich durch Einzigartigkeit abhebt.“ [Chr15] Nichtsdestotrotz bietet es Anregungen zur internen Innovation und Möglichkeiten, Vorgehen von Spitzenunternehmen in bestimmten Bereichen zu übernehmen, das sogenannte Best Practice.

2.4 Prozessorientierte Aufbauorganisation

Die **Aufbauorganisation**, die die Struktur und die Zuständigkeiten einer Organisation aufzeigt, wird durch ihr Organigramm dargestellt.

Abbildung 5 zeigt eine Einlinienorganisation mit einer Stabsstelle.

In [Bin98] wird die prozessorientierte Unternehmensorganisation als die für heutige Anforderungen besser geeignete der funktionsorientierten gegenübergestellt. Dabei wird über die klassische funktionale Organisationsstruktur eine Matrixstruktur gelegt, die ‚cross-funktionale‘ Zuständigkeiten definiert. „Beispielsweise könnte ein Koordinator ‚Vorderachse‘ dafür verantwortlich sein, dieses Bauteil vom Design bis zum Kunden übergreifend zu betreuen.“ [BSWW09] Es gibt somit eine fachliche und eine personelle Weisungsbefugnis. Das erfordert einen hohen Abstimmungsaufwand und in [Bor09] findet sich der Kommentar: „Unternehmen mit einer hohen Variantenvielfalt ist es oftmals nicht möglich unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine produktorientierte Segmentierung zu realisieren.“

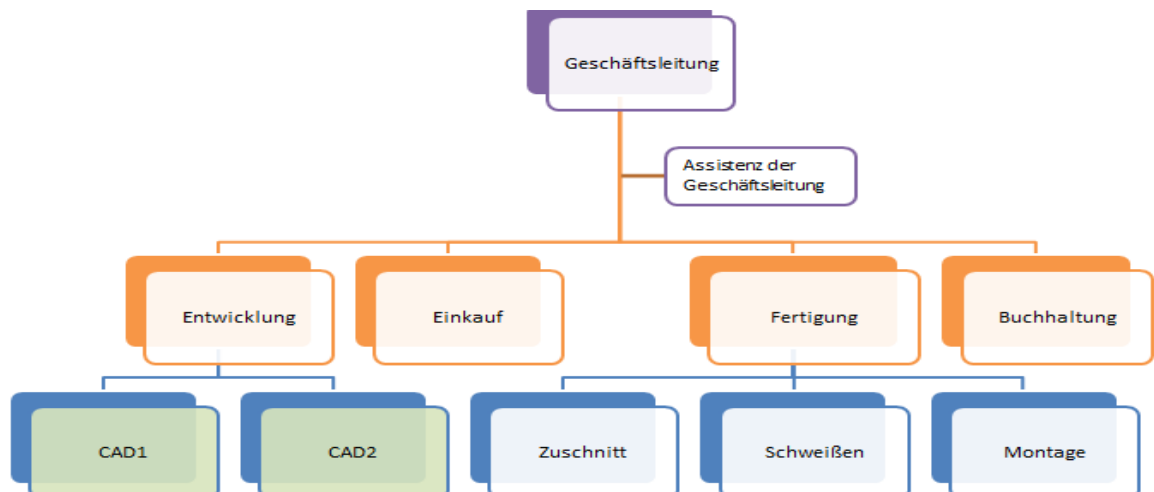


Abbildung 5: Einlinienorganisation mit einer Stabsstelle

Abbildung 6 zeigt eine Matrixorganisation.

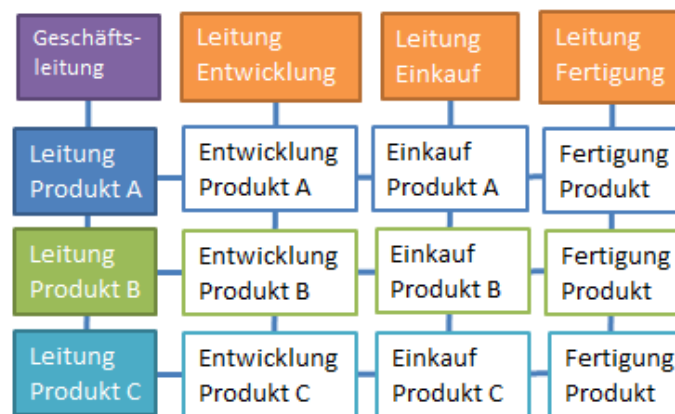


Abbildung 6: Matrixorganisation

Die Prozessorientierung soll automatisch zur Kundenorientierung führen. Ein kleiner Nebengedanke dazu: Das vielfach beschworene ‚one face to the customer‘, d.h. der Kunde soll einen festen Ansprechpartner haben, ist insofern diskutabel, als ein Kunde auch gut mit mehreren Ansprechpartnern leben kann, sofern er dadurch schneller eine Antwort auf seine Frage erhält. Nicht jedes Problem verlangt ein langwieriges Hineindenken, sondern ein Blick in die Datenbank oder in die Werkstatt kann schon ausreichend sein, um die gewünschte Auskunft zu geben.

Da die Literatur über Prozessmanagement sich eher an große Organisationen richtet, in denen verschiedene Stufen der Verantwortung festgelegt werden müssen, ist die Vielzahl der Bezeichnungen für die einzelnen Rollen verwirrend: Es gibt den **Prozessmanager**, auch **Prozesseigner** oder **Prozessverantwortlicher** genannt, den **Prozessmitwirkenden**, auch **Prozessmitarbeiter** oder **Prozessbeteiligten** genannt sowie den **Prozesscontroller** und noch einige weitere Rollen. In jedem Fall zu klären sind die Fragen:

- Wer legt den Prozess fest?
- Wer führt ihn aus?
- Wer ist verantwortlich?

2.5 Besonderheiten von Auftragsfertigern und Kleinunternehmen

Das Aachener PPS-Modell unterscheidet vier Auftragsabwicklungstypen:

- Auftragsfertiger (engineer to order)
- Rahmenauftragsfertiger (make to order)
- Variantenfertiger (assemble to order)
- Lagerfertiger (make to stock).

In Abbildung 7 sind die Merkmalsausprägungen für einen Auftragsfertiger grau hinterlegt. Aus dieser Abbildung ist auch zu erkennen, nach welchen Merkmalen die Unterscheidung erfolgt.

Merkmal		Merkmalsausprägung				
1	Auftragsauslösungsart	Produktion auf Bestellung mit Einzelaufträgen	Produktion auf Bestellung mit Rahmenaufträgen	Kundenanonyme Vor-/ kundenauftragsbezogene Endproduktion	Produktion Auf Lager	
2	Erzeugnisspektrum	Erzeugnisse nach Kundenspezifikation	typisierte Erzeugnisse mit kundenspezifischen Varianten	Standarderzeugnisse mit Varianten	Standarderzeugnisse ohne Varianten	
3	Erzeugnisstruktur	mehnteilige Erzeugnisse mit komplexer Struktur		mehnteilige Erzeugnisse mit einfacher Struktur	geringeteilte Erzeugnisse	
4	Ermittlung des Erzeugnis-/Komponentenbedarfs	bedarfsorientiert auf Erzeugnisebene	erwartungs- & bedarfsorientiert auf Komponentenebene	erwartungsorientiert auf Komponentenebene	erwartungsorientiert auf Erzeugnisebene	verbrauchsorientiert auf Erzeugnisebene
5	Auslösung des Sekundärbedarfs	auftragsorientiert		teilw. auftragsorientiert/teilw. periodenorientiert	periodenorientiert	
6	Beschaffungsart	weitgehender Fremdbezug		Fremdbezug in größerem Umfang	Fremdbezug unbedeutend	
7	Bevorratung	keine Bevorratung von Bedarfspositionen	Bevorratung von Bedarfspositionen auf unteren Strukturebenen	Bevorratung von Bedarfspositionen auf oberen Strukturebenen	Bevorratung von Erzeugnissen	
8	Fertigungsart	Einmalfertigung	Einzel- und Kleinserienfertigung	Serienfertigung	Massenfertigung	
9	Ablaufart in der Teilefertigung	Werkstattfertigung	Inselfertigung	Reihenfertigung	Fließfertigung	
10	Ablaufart in der Montage	Baustellmontage	Gruppenmontage	Reihenmontage	Fließmontage	
11	Fertigungsstruktur	Fertigung mit hohem Strukturierungsgrad		Fertigung mit mittlerem Strukturierungsgrad	Fertigung mit geringem Strukturierungsgrad	
12	Kundenänderungseinflüsse während der Fertigung	Änderungseinflüsse in größerem Umfang		Änderungseinflüsse gelegentlich	Änderungseinflüsse unbedeutend	

Abbildung 7: idealtypische Charakterisierung des Auftragsfertigers, Quelle [Sch12]

Ein einzelner Kundenauftrag initiiert den Auftragsabwicklungsprozess und die Erzeugnis-konstruktion wird nahezu vollständig nach den Anforderungen des Kunden erstellt. Die Auswirkungen auf Einkauf und Produktionsplanung sind erheblich: Es ist kaum möglich,

Fertigungslose zusammenzustellen und Rohstoffe werden fast nur auftragsbezogen eingekauft. Insbesondere ist es schwierig, einen allgemeingültigen Fertigungsprozess zu beschreiben, denn jeder Auftrag nimmt einen etwas anderen Weg in der Werkstatt.

Eine in Abbildung 8 dargestellte Befragung von 161 Produktionsunternehmen im Jahr 2006 zeigt, dass Auftragsfertiger keine Minderheit sind:

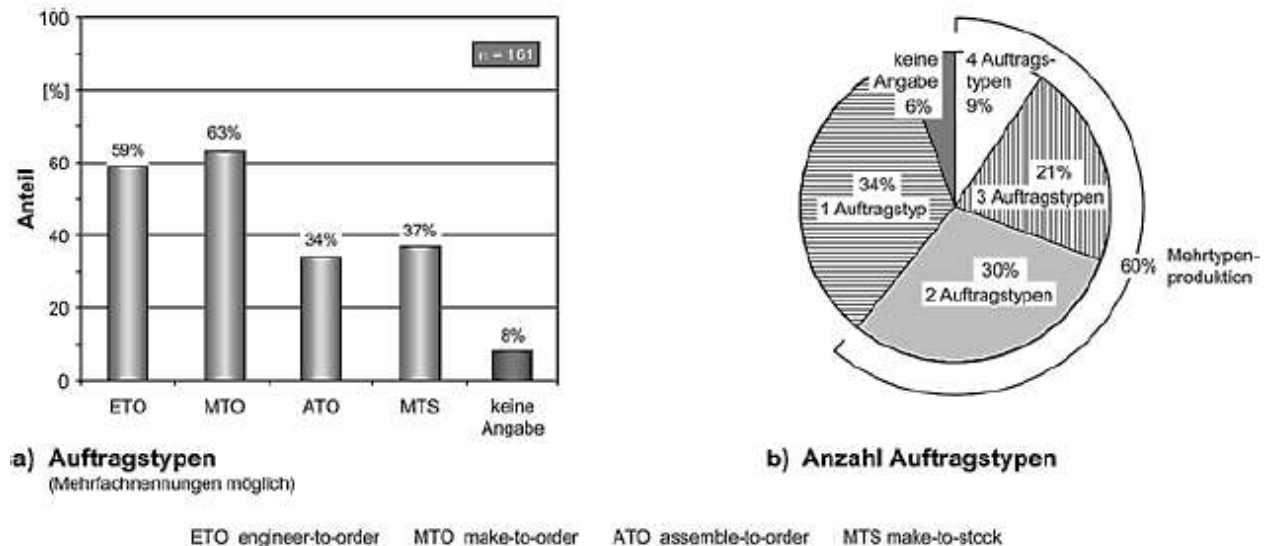


Abbildung 8: Auftragstypen von Produktionsunternehmen, Quelle [Wie11]

Die wenigsten Aufträge sind Lageraufträge. Dazu kommt, dass der heutige Endverbraucher mehr und mehr ein individuell auf seine Bedürfnisse zugeschnittenes Produkt erwartet [Wie11].

Auftragsfertiger sind sehr häufig Kleinunternehmen und umgekehrt.

Für die Einordnung von Klein- und Kleinstunternehmen ist laut EU-Definition das wichtigste Kriterium, dass die Zahl der Mitarbeiter kleiner als 50 ist, wobei Auszubildende nicht gezählt werden, wohl aber der Unternehmer selber und eventuell mithelfende Familienangehörige. Daran zeigt sich schon das erste typische Merkmal von Kleinunternehmen: Sie sind eigentümergeführt.

Weitere Spezifika sind (nach [Dom09] und [Mat10]):

- Der Unternehmer hat eine technisch orientierte Ausbildung.
- Er arbeitet mit, weiß dadurch sehr gut Bescheid, ist aber wegen der Funktionsanhäufung oft überlastet und schwer austauschbar.
- Der Führungsstil ist patriarchalisch geprägt: Dem Unternehmer ist die Fürsorgepflicht für ‚seine Leute‘ selbstverständlich, andererseits gibt er nur zögernd Verantwortung ab.
- Improvisation und Intuition haben eine große Bedeutung.
- Weisungen und Kontrolle erfolgen im direkten personenbezogenen Kontakt, dadurch gibt es kaum Koordinationsprobleme bei hoher Flexibilität.
- Die Leistung deckt eine klein dimensionierte individualisierte Nachfrage in einem räumlich und/oder sachlich schmalen Marktsegment ab.

Die Prozessdokumentation eines Kleinunternehmens muss dessen Besonderheiten Rechnung tragen. Dies betrifft nicht nur die verfügbaren personellen Ressourcen, sondern zu beachten ist auch, dass ein Kleinunternehmen „sehr stark auf Flexibilität ausgerichtet [ist], somit lässt sich die Organisation nur schwer standardisieren.“ [Mat10] Doch gerade deshalb kann eine

Prozessdokumentation besonders wichtig sein, denn „Ein wesentlicher Nachteil netzwerkartiger Strukturen ist aber, dass die Kontrolle, welche Information wann wohin geflossen ist, und die Reproduzierbarkeit dieser Informationswege nur schwer gegeben sind. Ein Managementsystem kann helfen, abgestimmt zu kommunizieren und erfüllt damit eine wichtige Koordinierungsaufgabe, die gerade bei dynamischen KMU im Zuge von wachsender Spezialisierung und Arbeitsteilung an Bedeutung gewinnt.“ [ZKLT15]

Es ist also notwendig, die Dokumentation so einfach wie möglich zu halten; einfach zu erstellen, einfach zu ändern, einfach zu handhaben. Denn es soll keine Dokumentation um ihrer selbst willen erstellt werden, sondern sie soll von den Mitarbeitern akzeptiert und genutzt werden.

2.6 Fertigungssteuerung

Die **Fertigungssteuerung** ist ein Teilbereich der Produktionsplanung und –steuerung (PPS). Sie hat die Aufgabe, Fertigungsaufträge für Produkte und Zwischenerzeugnisse zu planen sowie die Herstellungsprozesse zu überwachen und zu steuern.

Während die **Produktionsplanung** alle *einmalig* auftretenden Planungsmaßnahmen für die fertigungsgerechte Gestaltung eines Erzeugnisses oder die ablaufgerechte Gestaltung einer Dienstleistung umfasst, geht es in der **Produktionssteuerung** um alle planenden, veranlassenden, koordinierenden, überwachenden und sichernden Maßnahmen, die für eine der Produktionsplanung entsprechende Auftragsabwicklung erforderlich sind. [WFMN01]

Zu unterscheiden ist die dispositive und die operative Steuerung. Zu letzterer gehört die direkte Fertigungsüberwachung. Im Folgenden wird nur auf die dispositive Fertigungssteuerung eingegangen.

2.6.1 Aufgabe der dispositiven Fertigungssteuerung

Nach dem Modell von Hermann Lödding [Löd16] sind die Aufgaben der Fertigungssteuerung im Einzelnen:

- die Auftragsfreigabe, welche den Zeitpunkt und die Reihenfolge festlegt, in der die Aufträge für die Fertigung freigegeben werden,
- die Kapazitätssteuerung, die die Höhe der Kapazitäten in der Fertigung bestimmt. Dazu legt sie die Arbeitszeiten der Mitarbeiter fest und bestimmt, welcher Mitarbeiter wie lange an welcher Maschine arbeitet.
- die Reihenfolgebildung, die bestimmt, in welcher Reihenfolge die Aufträge an einem Arbeitssystem abgearbeitet werden. Ein Arbeitssystem ist dabei nach [REFA15] „ eine betriebliche Leistungseinheit, die eine (oder mehrere) Person(e)n, die zur Arbeitsausführung eingesetzten Anlagen, Maschinen, Werkzeuge, Materialien und Informationen sowie die dabei bestehenden Bedingungen umfasst.“

2.6.2 Zielgrößen der Fertigungssteuerung

Die Ziele der Fertigungssteuerung widersprechen teilweise einander: Einerseits sollen Aufträge schnell und termintreu durch die Produktion gelenkt werden, andererseits sollen die Maschinen und Anlagen gleichmäßig ausgelastet werden. In [Bor09] werden folgende Zielgrößen definiert:

1. **Bestand:** Er kann unterschiedlich gemessen werden. Je nach Datengrundlage und Unternehmen bieten sich Anzahl Aufträge, Arbeitsstunden, Kilogramm, Meter als Messgrößen an. Der **Dispositionsbestand** umfasst sämtliche Aufträge, die aufgrund von Bedarfen erzeugt wurden, aber noch nicht für die Produktion freigegeben sind. Für die Produktion freigegebene Aufträge stellen den **Umlaufbestand** einer Produktion dar. Der

Fertigbestand setzt sich aus abgeschlossenen Produktionsaufträgen und gelieferten Bestellungen zusammen.

2. **Durchlaufzeit:** Sie umfasst die Zeitspanne zwischen Auftragsbestätigung und dem Zeitpunkt der Bedarfserfüllung.
3. **Termintreue:** Es hat sich als praktikabel herausgestellt, wenn Termine nicht auf einen genauen Zeitpunkt geplant werden, sondern im Rahmen eines zu definierenden Toleranzbereichs liegen. Die **Terminabweichung** bezeichnet die Differenz zwischen tatsächlichem und dem geplantem Termin und die **Termineinhaltung** ist definiert als prozentualer Anteil rechtzeitig oder zu früh gelieferter Aufträge eines Zeitraums zu der Gesamtheit der Aufträge eines Zeitraums. Alle Aufträge mit einer Terminabweichung kleiner oder gleich der Toleranz sind demnach termintreu.
4. **Auslastung:** Sie ist definiert als Verhältnis zwischen tatsächlicher und möglicher Leistung eines Systems. Die Leistung eines Systems wird in Arbeit pro Zeiteinheit gemessen.

2.6.3 Prioritätsregeln für die Reihenfolgebildung

Die Aufgabenstellung für die allgemeine Maschinenbelegungsplanung besteht darin, dass eine Anzahl von n Aufträgen jeweils Arbeitsgänge erfordert, die auf einer Anzahl von m Maschinen ausgeführt werden müssen. Die Maschinenfolge, also die technologisch vorgegebene Reihenfolge, in der ein einzelner Auftrag die Maschinen durchlaufen muss, steht fest; frei ist aber die Auftragsfolge. Sofern alle Aufträge eine identische Maschinenfolge besitzen, gibt es $n! = 1 * 2 * \dots * n$ mögliche Maschinenbelegungen, anderenfalls sogar noch mehr. Selbst mit der heutigen Rechentechnik kommen mathematische Verfahren damit schnell an ihre Grenzen, deshalb werden Näherungsverfahren oder heuristische Regeln benutzt.

Im Falle des Ein-Maschinen-Problems ergibt die Methode, alle Aufträge entsprechend des Fertigstellungstermin abzuarbeiten, hinsichtlich der Termineinhaltung das Optimum, aber es wäre auch sinnvoll, als Kriterium die Minimierung des Rüstaufwandes heranzuziehen. Es besteht dann allerdings die Gefahr, dass Aufträge, die eine zeitraubende Umrüstung erfordern, liegen bleiben. [Löd16]

Für das Mehr-Maschinen-Problem werden in Tabelle 2 ohne Herleitung einige Prioritätsregeln nach [Tys00] und [Löd16] aufgeführt:

Regel	höchste Priorität für den Auftrag, der:	Auswirkung auf:			
		Auslastung	Durchlaufzeit	Verringerung von Zwischenlagerung	Termintreue
FIFO	am längsten wartet	mäßig	mäßig	gut	gut
LIFO	oben liegt	mäßig	mäßig	gut	schlecht
KOZ	die kürzeste Operationszeit (Gesamtzeit) hat	sehr gut	sehr gut	gut	schlecht
FRZ	die kürzeste Restlaufzeit hat	gut	gut	mäßig	mäßig
Schlupfzeit	die geringste Differenz zwischen der verbleibenden Zeit bis zur Fertig-	gut	mäßig	mäßig	sehr gut

	stellung und dem Liefertermin hat				
dynamische Wertregel	den höchsten Produktwert hat	mäßig	mäßig	sehr gut	mäßig
XWINQ	Materialflussabbrisse an nachfolgenden Arbeitssystemen vermeidet	sehr gut	gut	mäßig	mäßig

Tabelle 2: Prioritätsregeln für die Reihenfolgebildung von Fertigungsaufträgen

Welche Prioritätsregel oder –regeln letztlich für die Fertigungssteuerung eines Unternehmens eingesetzt werden, hängt davon ab, welche der Zielgrößen Bestand, Durchlaufzeit, Termintreue und Auslastung die höchste Wichtigkeit haben. Das wiederum hängt von vielen Faktoren ab und kann zu verschiedenen Zeiten verschieden sein.

2.6.4 Projektsteuerung mit Netzplantechnik

Die Netzplantechnik nach DIN 69900 ist ein Verfahren zur Planung und Steuerung von Abläufen auf der Grundlage der Graphentheorie. Sie wird für Projekte eingesetzt, die zu komplex sind, um sie beispielsweise mit einem Gantt-Diagramm noch übersichtlich darstellen zu können. Von großem Vorteil ist auch die leichte Änderbarkeit, wenn sich Fertigstellungsdauern von Teilabschnitten verschieben. In Abbildung 9 ist an einem Beispiel die Ermittlung von Anfangs- und Endtermin eines Projektes dargestellt. Der kritische Pfad ist gelb unterlegt.

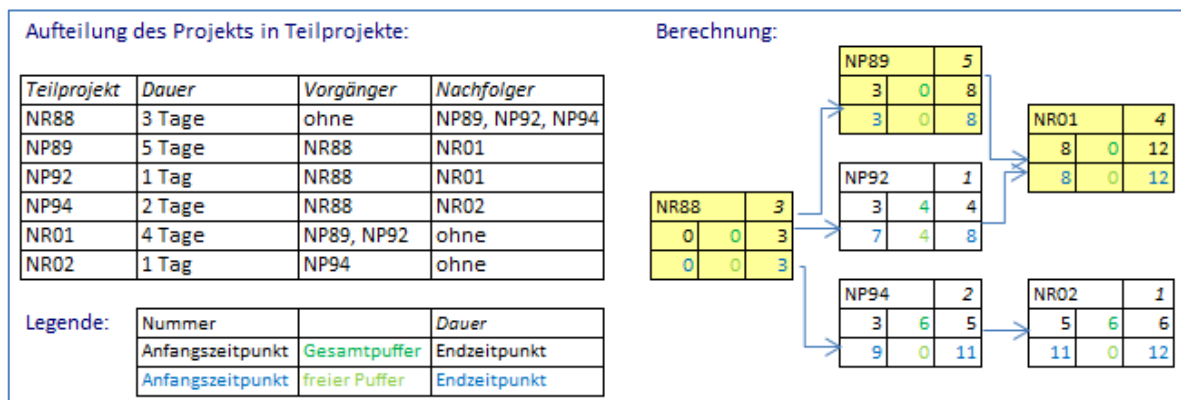


Abbildung 9: Ermittlung von Anfangs- und Endtermin eines Projektes sowie kritischem Pfad mittels Netzplan

Im Netzplan werden alle Vorgänge eines Projektes nach ihren Abhängigkeiten und ihrer Reihenfolge verkettet. Jeder Vorgang wird durch einen Vorgangsknoten repräsentiert und enthält Informationen zur Dauer, den frühesten und spätesten Anfangs- und Endzeitpunkt sowie Pufferzeiten: Der Gesamtpuffer gibt an, um wie viel ein Vorgang verschoben werden kann, ohne den Nachfolger aus seiner spätesten Lage zu verschieben und der freie Puffer gibt an, um wie viel ein Vorgang verschoben werden kann, ohne den Nachfolger aus seiner frühesten Lage zu verschieben. Die Vorwärtsrechnung im Netzplan gibt Auskunft über die Projektdauer, also über den frühesten Endtermin, während die Rückwärtsrechnung den spätesten Anfangstermin und den kritischen Pfad ermittelt.

2.6.5 Kapazitätssteuerung

Die Kapazität eines Arbeitssystems ergibt sich aus der Kapazität des Betriebsmittels und der Kapazität der Mitarbeiter. Während sich erstere nicht kurzfristig anpassen lässt, außer durch Fremdvergabe eines Auftrags, gibt es verschiedene Möglichkeiten für flexible Mitarbeiterkapazitäten, z. B.

- Arbeitszeitflexibilität und
- Mehrfachqualifizierung.

Letzteres ist nicht nur ein Gewinn für die Kapazitätsflexibilität, denn ein Mitarbeiter, der an verschiedenen Arbeitssystemen eingesetzt werden kann, erhöht seinen eigenen Wert und gewinnt einen besseren Überblick über das Gesamtsystem der Produktion.[Löd16] Für die Planung ist es wichtig, eine Qualifikationsmatrix der Mitarbeiter zu erstellen. Es werden häufig drei Qualifikationsstufen unterschieden:

1. Der Mitarbeiter kann die Tätigkeit zum Teil ausüben.
2. Der Mitarbeiter kann die Tätigkeit vollständig ausüben.
3. Der Mitarbeiter kann die Tätigkeit vollständig ausüben und andere Mitarbeiter in der Tätigkeit ausbilden.

2.6.6 Vergleich von Werkstattsteuerungsverfahren

Vergleicht man die bekannten Steuerungsverfahren, s. Abbildung 10 und Tabelle 3, in Bezug auf Materialflusskomplexität und Reifegrad, so ergibt sich, dass darunter kein System mit niedriger Reifegradanforderung für Betriebe mit komplexen Materialflüssen ist. Unter Reifegrad wird dabei verstanden, welcher Aufwand an Hilfsmitteln und Daten erforderlich ist. Auf die Berechnung der Materialflusskomplexität wird später genauer eingegangen, an dieser Stelle soll das intuitive Verständnis ausreichen.

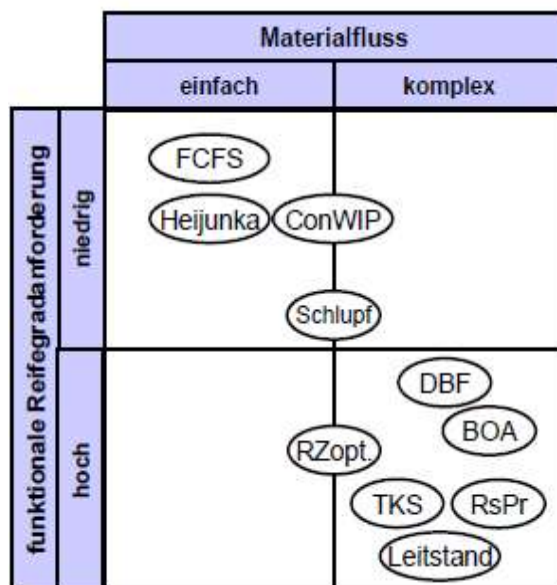


Abbildung 10: Vergleich von Werkstattsteuerungsverfahren in Bezug auf Materialflusskomplexität und Reifegrad, Quelle [Bor09]

	Name und Methode
FCFS	First Come First Serve, wie FIFO
Heijunka	aus Toyota-Produktion; Freigabe nach definierten Intervallen
ConWIP	constant work in process, ähnlich KANBAN
Schlupf	Schlupfzeitsteuerung
DBF	dezentrale bestandsorientierte Fertigungsregelung – KANBAN für Auftragsfertiger
BOA	belastungsorientierte Auftragsfreigabe, entsprechend Bestand an Kapazitätseinheiten
RZopt.	rüstzeitoptimierende Reihenfolgebildung
TKS	terminorientierte Kapazitätssteuerung
RsPr	rückstandsorientierte Produktionsregelung
Leitstand	Leitstandssteuerung

Tabelle 3: Werkstattsteuerungsverfahren

Hier setzt die reifegradbasierte Werkstattsteuerung an.

Ihre Grundideen sind: [Bor09]

- Die Anzahl der Fertigungsaufträge ist viel höher als die Anzahl der Kapazitätseinheiten. Anstatt also viele Arbeitsvorgänge zu steuern, konzentriert man sich auf die Steuerung der Ressourcen, also der Kapazitätseinheiten.
- Als ressourcenspezifische Regelgrößen dienen dabei Umlaufbestand und Rückstand.
- Die in der Serienproduktion erfolgreichen getakteten Produktionslinien werden auf eine Nicht-Serienproduktion übertragen, indem aus den Aufträgen sogenannte Arbeitspakete „geschnürt“ werden.
- Die Taktbreite kann an den einzelnen Kapazitätseinheiten unterschiedlich sein, aber nur so, dass sich ganzzahlige Vielfache ergeben: z. B.
 - Maschine1: Taktbreite = 1 Tag, Maschine 2: Taktbreite = halber Tag.
- Die Reihenfolgebildung *innerhalb* des Arbeitspaketes kann dezentral erfolgen, d.h. der Bediener oder die Bedienergruppe einer Maschine/einer Kapazitätseinheit können selbst festlegen, in welcher Reihenfolge sie die Aufträge rüstzeitoptimiert abarbeiten.
- Für die Übergabe von Material und Information zwischen den Kapazitätseinheiten gilt die Bringschuld, d.h. wer ein Teil oder ein Los fertiggestellt hat, bringt es an die nächste Station. Denn um benötigte Fördermittel gleichmäßiger auszulasten, sollte die Übergabe der Halbfabrikate nicht gesammelt nach Taktende sondern während des Taktes erfolgen.
- Die Steuerung lässt sich auf verschiedenen Reifegraden betreiben, abhängig von den vorhandenen Betriebsdaten, d.h. es sind z. B. nicht unbedingt Arbeitspläne mit genauen Minutenangaben erforderlich, sondern es ist auch möglich, den Kapazitätsbedarf eines Auftrags aus seinem Verkaufswert zu berechnen.

3 Aufnahme der IST-Prozesse

In diesem Kapitel wird an Beispielen erklärt, wie an die Identifikation und Analyse der bestehenden Prozesse herangegangen wurde und welche Form sich am besten eignete, um diese Prozesse zu dokumentieren. Begonnen wurde mit dem Erstellen der Prozesslandkarte.

Für die Zuweisung der Prozessverantwortung wurde ein Organigramm des Unternehmens aufgestellt.

Für jeden Prozess wurden sodann die Grunddaten aufgenommen und die einzelnen Ablaufschritte formuliert, sodass am Ende ein Prozessblatt entstand.

Dasselbe Verfahren wurde auch auf die Fertigungsverfahren in der Werkstatt angewendet. Die Bezeichnung ‚Prozess‘ wurde dabei sehr allgemein gehandhabt. Eine Unterscheidung in eher allgemeine Verfahrensanweisungen und detaillierte Arbeitsanweisungen wurde für den jetzigen Zeitpunkt als nicht relevant angesehen.

3.1 Prozesslandkarte erstellen

Für eine erste Identifikation der Prozesse des Unternehmens erwies es sich als hilfreich, das Road-Map-Verfahren anzuwenden, (s. Kapitel 2.2.5) anstatt sofort in einer Office-Anwendung zu arbeiten.

In der allereinfachsten Form braucht man keine Tapetenbahnen und keine Tischkarten, sondern nur eine große Fläche zum Auslegen und einen Stapel von kleinen Zetteln, gut eignen sich Visitenkarten, s. dazu Abbildung 11.



Abbildung 11: Identifikation von Prozessen mittels Road-Map-Verfahren

Die Karten ließen sich hin- und herschieben und es ergab sich eine erste Prozesslandkarte für die Leistungsprozesse. Diese Landkarte wurde erweitert um Unterstützungsprozesse, Führungsprozesse und Gefahrenprozesse. Laut Kapitel 2.2.2 steht das ‚G‘ für generelle Prozesse, aber da sich alle identifizierten Prozesse einordnen ließen, war das G sozusagen frei und es erschien sinnvoll, für Gefahrenprozesse eine eigene Kategorie zu haben, um sie im Notfall schnell zur Hand zu haben. Schließlich wurde noch eine Zuordnung zu Kunden und externen Partnern wie Lieferanten, Sozialversicherungsträgern etc. vorgenommen.

Sorgfältig zu bedenken waren hierbei die Namen der Prozesse.

Die Grundregel, Prozesse immer in der Form **Objekt + Verb im Infinitiv** zu benennen, war eine hilfreiche Einschränkung, aber es blieb noch die Frage: welches Objekt und welches Verb? Sollten die Begriffe gewählt werden, die im Betrieb üblich sind oder die Begriffe aus der betriebswirtschaftlichen Lehre? Letztlich wurde ein Mittelweg gewählt in der Hoffnung, in beide Richtungen verständlich zu sein.

Für eine einheitliche und eingängige Nummerierung wurde der Buchstabe für die Art des Prozesses vorangestellt:

- F: Führungsprozesse
- L: Leistungsprozesse
- U: Unterstützungsprozesse und
- G: Gefahrenprozesse.

Danach wurde ein ‚B‘ oder ein ‚W‘ gesetzt oder beides, um ersichtlich zu machen, ob der Prozess eher dem Büro oder der Werkstatt zugeordnet ist oder beiden:

- B: Büroprozess
- W: Werkstattprozess und
- BW: Prozess, der sowohl im Büro als auch in der Werkstatt Gültigkeit hat.

Anschließend wurde hochgezählt.

Beispiel: *LB1: Kundenanfrage aufnehmen* = Leistungsprozess Nummer 1 im Büro.

In Abbildung 12 ist ein Ausschnitt aus der Prozesslandkarte gezeigt.

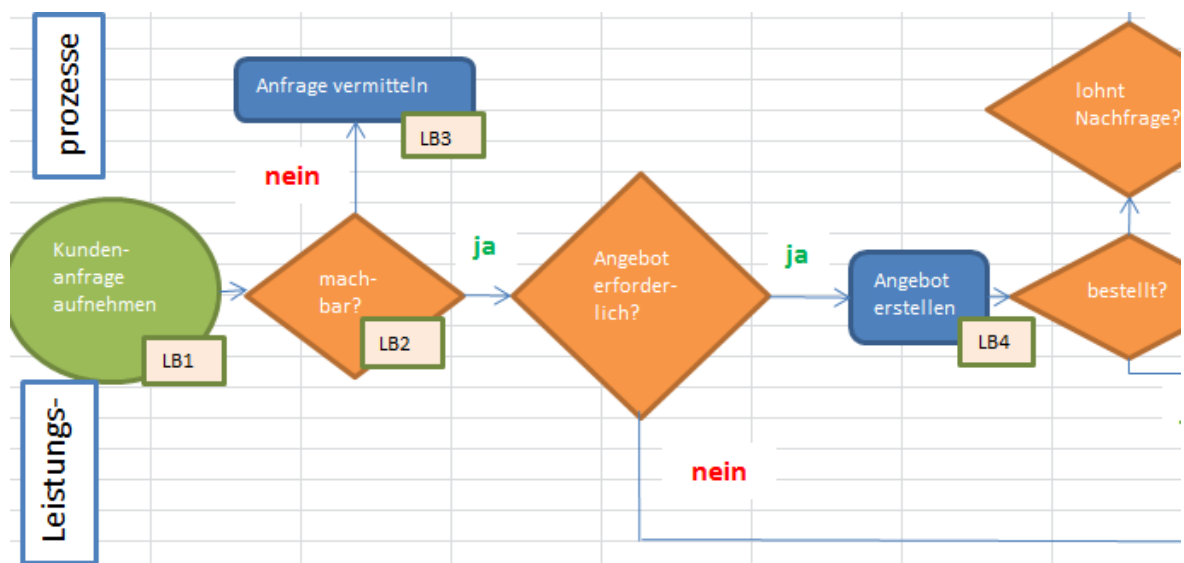


Abbildung 12: Ausschnitt links oben aus der Prozesslandkarte

In Kauf genommen wurde, dass das Profil des Unternehmens in gewisser Weise verzerrt werden musste, denn der größte Teil der Wertschöpfung, die Produktion, wurde nur in dem lapidaren „fertigen“ abgehandelt, s. Abbildung 13.

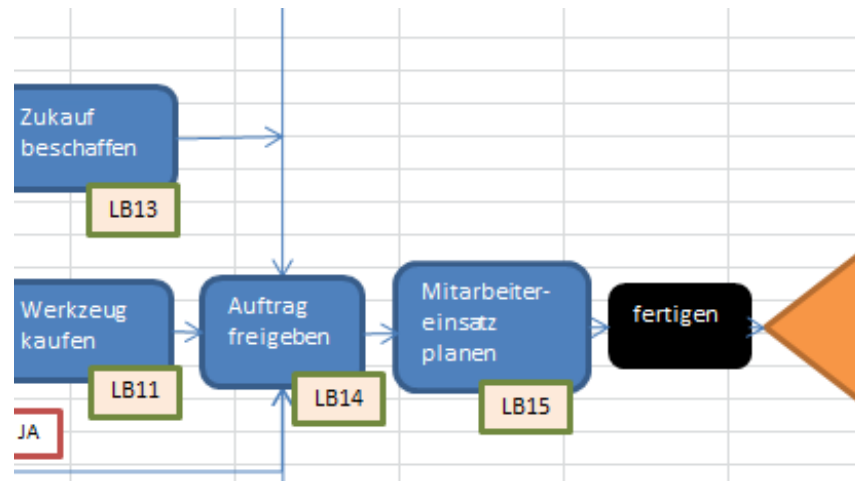


Abbildung 13: Ausschnitt Mitte aus der Prozesslandkarte

Dies wurde aber aus drei Gründen so gewählt:

1. Der Materialfluss der einzelnen Aufträge ist so verschieden (s. dazu auch Kapitel 4.7.1), dass die Flussdarstellung unübersichtlich geworden wäre.
2. Die Prozesslandkarte sollte nicht größer werden.
3. Für einen betriebswirtschaftlichen Überblick ist diese Darstellung völlig ausreichend.

Auf die Erstellung eines Prozessmodells wurde verzichtet, weil sich daraus kein Zusatznutzen ergeben hätte.

3.2 Organigramm aufstellen und Rollen verteilen

In Abbildung 14 ist das Organigramm des Unternehmens dargestellt.

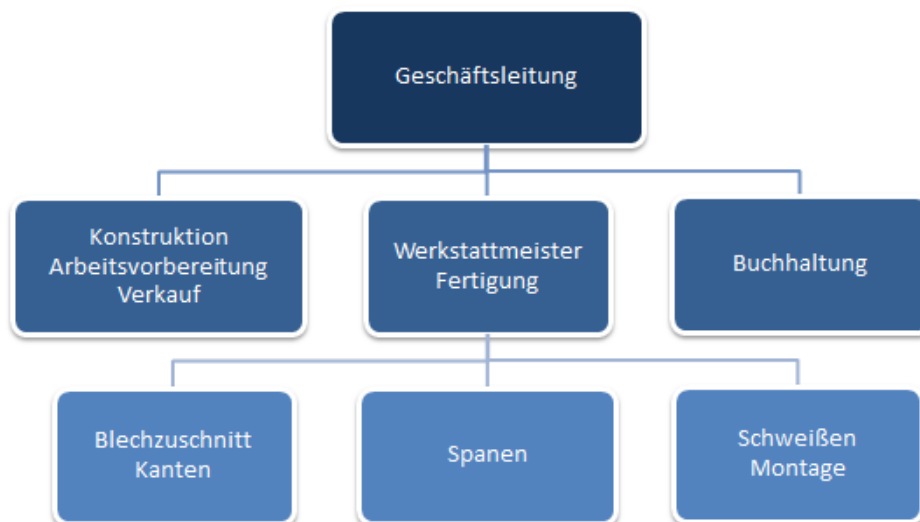


Abbildung 14: Organigramm des Unternehmens

Das Unternehmen hat als Kleinunternehmen flache Hierarchien.

Der Geschäftsleitung unterstellt sind die Fertigung, die Buchhaltung und der Bereich Konstruktion/Arbeitsvorbereitung/Verkauf.

In der Fertigung arbeitet der Hauptanteil der Mitarbeiter. Sie ist untergliedert in die Bereiche Blechzuschnitt/Kanten – Spanen - Schweißen/Montage und untersteht dem Werkstattmeister.

Um nicht neue Bezeichnungen einzuführen bot es sich an, für die interne Kommunikation die Rollen, die für die IT-Rechte-Inhaber im Unternehmensnetzwerk festgelegt sind, zu übernehmen, s. Tabelle 4.

Chefs	Mitglieder der Unternehmensleitung
CAD	in Konstruktion, Arbeitsvorbereitung und Verkauf Tätige
Buchhaltung	in der Buchhaltung Tätige
Meister	Werkstattmeister
Werkstatt	alle Mitarbeiter in der Werkstatt

Tabelle 4: Rollen im Unternehmen

Die Zugriffsrechte auf die Ordner überschneiden sich, sind aber dennoch transparent; insofern spiegeln diese Rollen die Realität sehr gut wider.

Unter ‚CAD‘ (*computer-aided design*) versteht man normalerweise sämtliche rechnerunterstützten Tätigkeiten in einem Konstruktionsprozess von der Konzeptentwicklung bis zur Übergabe an die Fertigung. Zur Rechtfertigung dafür, dieses Kunstwort als Oberbegriff für den Bereich Konstruktion/Arbeitsvorbereitung/Verkauf zu verwenden, wurde die Abkürzung neu interpretiert:

- ‚C‘ für ‚construction‘ (Konstruktion)
- ‚A‘ für Arbeitsvorbereitung oder, um beim Englischen zu bleiben, ‚arrangement‘
- ‚D‘ für ‚distribution‘ (Vertrieb)

Tatsächlich besteht die Gemeinsamkeit aller in diesem Bereich Tätigen darin, dass der Hauptanteil ihrer Arbeit mit dem im Unternehmen eingesetzten CAD-Programm Solid Edge geleistet wird.

Die Geschäftsleitung hat im Prinzip Weisungsrecht gegenüber den Mitarbeitern in der Fertigung. Soweit möglich sollen aber, außer im Vertretungsfall, in beide Richtungen alle personellen und arbeitsorganisatorischen Fragen über den Werkstattmeister laufen, da er die Einsatzplanung verantwortet.

In gewisser Weise ist der funktionalen Struktur eine horizontale, prozessorientierte Struktur überlagert, weil die Mitarbeiter CAD eine fachliche Weisungsbefugnis gegenüber den Mitarbeitern Werkstatt haben und diese wiederum bei fachlichen Rückfragen sich direkt an erstere wenden können. Das wurde aber nicht als relevant genug angesehen, um in das Organigramm aufgenommen zu werden, zumal es keine festgelegten Bereiche oder Kunden für die einzelnen CAD-Mitarbeiter gibt. Stattdessen werden die Aufträge nach Können und Kapazität verteilt, durchaus auch mit Arbeitsteilung: Einer erstellt das CAD-Modell und einer macht die Werkstattzeichnungen und die Arbeitsvorbereitung.

Der Bereich ‚Einkauf‘ fehlt im Organigramm, da es bisher keinen zentralen Einkauf gibt; darauf wird in Kapitel 4.5 näher eingegangen.

Der Unternehmensgröße angemessen erschien es nicht sinnvoll, sämtliche in Kapitel 2.4 aufgezählten Rollen festzulegen. Da es klar war, dass die endgültige Festlegung und Gesamtverantwortung für sämtliche Prozesse bei der Geschäftsleitung liegt, sollte das auch keine weitere Erwähnung in den einzelnen Prozessen finden.

Festzulegen war deshalb nur, wer welchen Prozess ausführt und wer verantwortlich ist. Diese beiden Rollen wurden nicht getrennt, sondern es wurde festgelegt: **Wer eine Aufgabe ausführt, ist auch für die korrekte Durchführung verantwortlich.**

3.3 Prozessgrunddaten aufnehmen

Nach dem Identifizieren der Prozesse wurden für jeden Prozess die Grunddaten aufgenommen.

Dabei stellte es sich als nicht so einfach heraus, ein passendes Schema zu finden. Kurz und prägnant und nicht mit Informationen überladen, die in einem Kleinbetrieb keine Rolle spielen einerseits, alle wichtigen Informationen enthaltend andererseits – das war das Ziel.

Viele Stichwörter kamen in Frage, manche meinen im Prinzip dasselbe, aber der Schwerpunkt liegt etwas anders. Außerdem sollten alle Prozesse nach demselben Schema beschrieben werden.

Dazu wurden die in der Literatur vorgefundenen Begrifflichkeiten für Prozessbeschreibungen untereinander in eine Excel-Tabelle geschrieben und für die jeweiligen Prozesse ausgefüllt. Ziel war dabei, herauszufinden, welche Angaben notwendig und welche entbehrlich sind, welche sich doppeln und welche Begriffe sich am besten eignen.

In Tabelle 5 ist beispielhaft am Prozess „Anfrage aufnehmen“ beschrieben, wie vorgegangen wurde.

<i>Begriffe</i>	<i>Inhalt im konkreten Prozess</i>	<i>erforderlich?</i>	<i>gewählte Benennung</i>
<i>Wer</i>	CAD, Meister	ja	Ausführende
<i>macht was</i>	Anfrage aufnehmen	ja	Name
<i>für wen?</i>	Kunde	nein	
<i>Auslöser</i>	Kundenanfrage	ja	Auslöser/ Vorgänger
<i>womit</i>	Papier und Bleistift, Messmittel, Fotoapparat	ja	Hilfsmittel
<i>warum</i>	Anfrage verstehen und verständlich darstellen	ja	Ergebnis
<i>Qualitätsanforderungen</i>	keine fehlenden Angaben	nicht im Stamblatt	
<i>Eingaben</i>	Zeichnung/Skizze/Befragung/nachzubauendes Teil	nein	
<i>Ausgaben</i>	Papier im to-do-Ordner des Bearbeiters	ja (doppelt)	
<i>mitgeltende Dokumente</i>	Checkliste	unter Hilfsmittel	
<i>Objekt des Einwirkens</i>	Zeichnung/Skizze/nachzubauendes Teil/Anlage	nein	
<i>Ort des Einwirkens</i>	Büro/ Werkstatt/ vor Ort bei Kunde	nein	
<i>Hilfsmittel</i>	s.o. ‚womit‘	ja (doppelt)	
<i>IT-Anwendung</i>	keine	unter Hilfsmittel	
<i>Ziel</i>	verständene und verständliche Kundenanforderung	ja (doppelt)	
<i>Schnittstellen</i>	Kunde und LB2 , Machbarkeit prüfen‘	nein, da schon unter Vorgänger und Nachfolger	

Abnehmer	Auftrags- oder Angebotsbearbeiter	unter Ergebnis	
Vorgänger	ohne	unter Auslöser	
Nachfolger	LB2, Machbarkeit prüfen'	ja	Nachfolger
Lieferant	Kunde	nein	
Kunde	Bearbeiter Anfrage	nein	
Kennzahlen	?	nein	
Verbesserungen		nicht im Stamblatt	
benötigte Ressourcen	Stift, Papier, Messmittel, Fotoapparat	ja (doppelt)	
notwendige Qualifikation	technisches Grundwissen; je nach Anfrage spezieller	nein, da selbstverständlich	
Methoden	nachfragen, zuhören, mitdenken, mitschreiben, messen	nein, da selbstverständlich	
Prozesszeit	verschieden	nein	

Tabelle 5: Auswahl der Grunddaten für die Prozesse des Unternehmens

Die gewählten Benennungen (rechte Spalte in Tabelle 5) wurden für alle wichtigen Prozesse geprüft, so dass sich schließlich ein Arbeitsschema ergab, welches aber immer noch änderbar ist.

3.4 Prozessschritte formulieren

Für das Aufschreiben der einzelnen Prozessschritte wurde mit verschiedenen Methoden experimentiert. Am einfachsten erschien erst einmal das freie Formulieren in Form von Checklisten, s. Abbildung 15.

Checkliste Anfrage prüfen LB2

Fertigungsmöglichkeit:

- können unsere Maschinen das? (Mitarbeiter an den jeweiligen Maschinen einbeziehen)
- ist es wirtschaftlich mit unseren Maschinen (oder ist das dem Kunden egal, weil er sonst so lange auf ein Ersatzteil warten muss)?
- haben wir genug Platz?
- reicht unser Know-how?
- mit wem könnten wir kooperieren?

Kapazität:

- wie schnell soll geliefert werden?
- können wir es in der gewünschten Zeit schaffen?
- wenn nicht, könnten wir kooperieren?

Muss der Kunde überprüft werden auf Solvenz?

Gibt es besondere ästhetische Anforderungen, die wir nur schwer erfüllen können? (wir sind Maschinenbau, kein Kunsthandwerk oder Designbüro)

Abbildung 15: Checkliste für den Prozess ‚Anfrage prüfen‘

Für die strukturiertere Darstellung und das Aufzeigen von Unterprozessen bot sich eine Excel-Tabelle an, s. Tabelle 6.

Nr.	Ebene	Prozess/Prozessschritt	Bemerkungen
LB4	1	Angebot erstellen	
LB4.1	2	zurückliegenden ähnlichen Auftrag suchen	
	3	Stichwortsuche im ERP-System über Angebote, Aufträge, Rechnungen, Material	
	3	Windows-Suche in den Ordnern: Zeichnungen\[Kunde], Plasma	Windows-Suche unzuverlässig!
	3	analoge Suche im Kundenordner	
	2	Zukauf zusammenstellen	
	2	Grobtechnologie planen und Arbeitsplan erstellen	

Tabelle 6: Excel-Tabelle für Schritte des Prozesses 'Angebot erstellen'

Schließlich fiel die Entscheidung zugunsten einer ansprechenderen Form: der Darstellung mit einem Flussdiagramm. Dazu wurden wiederum verschiedene Tools getestet. Die einfachen Flussdiagramm-Werkzeuge waren zwar leicht zu bedienen, boten aber nicht viele Möglichkeiten. Komplexere Werkzeuge, mit denen man die ganze Unternehmensstruktur hätte abbilden könne wie AENEIS oder ARIS hätten, abgesehen von den Kosten, zu viel Einarbeitungszeit verlangt und wären auch überdimensioniert für die überschaubaren Strukturen eines Kleinunternehmens gewesen. Und warum sollte man eigentlich für jeden Prozess mehrere Dokumente haben, Stamblatt und Prozessschritte? Könnte man nicht alles auf einer Seite zusammenfassen und mit einer Office-Anwendung arbeiten? Der Zwang zur Kürze wurde als positiv angesehen. Und wenn eine Seite doch nicht ausreichen sollte, könnte man Unterprozesse definieren.

Das Ergebnis war das **Prozessblatt**.

3.5 Prozessblatt erstellen

In Abbildung 16 ist das Prozessblatt ‚Auftrag erzeugen‘ als Beispielblatt zu sehen.

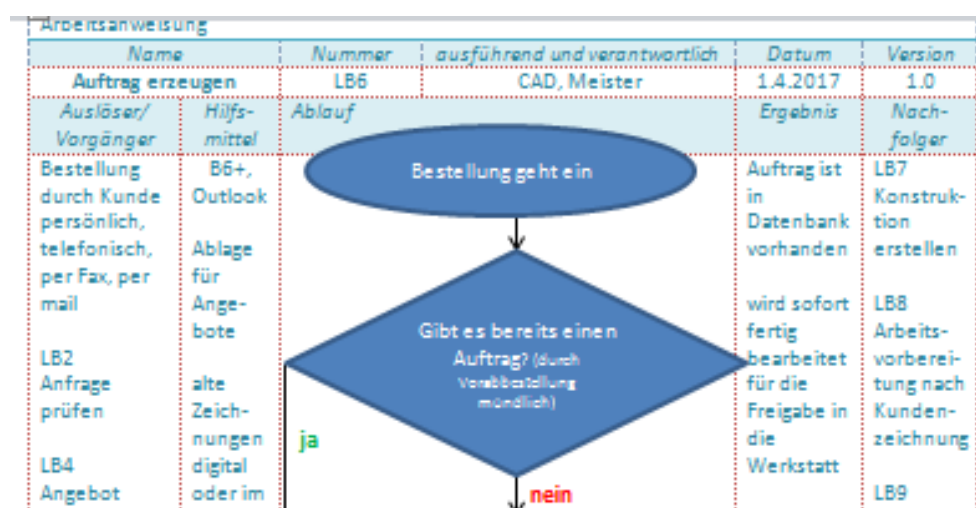


Abbildung 16: Beispiel-Prozessblatt ‚Auftrag erzeugen‘

Als Prozessmodellierungssprache wurde die BPMN (s. Kap. 2.2.5) in einfachster Form eingesetzt.

Das Raute-Symbol für Verzweigungen wurde insofern kreativ gehandhabt, als es auch für Abläufe mit mehr als zwei Alternativen benutzt wurde, s. Abbildung 17.

Abbildung 17: Ausschnitt aus dem Prozess ‚Arbeitsvorbereitung‘ als Beispiel für die Verwendung des Verzweigungssymbols

Das nicht abgerundete Rechteck wurde für Erläuterungen eingesetzt, s. Abbildung 18.

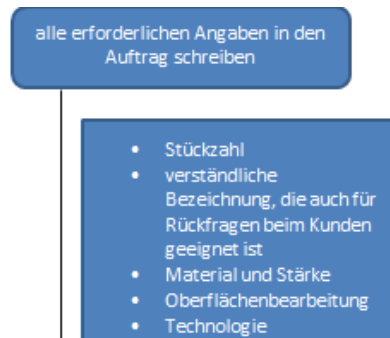


Abbildung 18: Ausschnitt aus dem Prozess ‚Auftragspapier drucken‘

In dieser Weise wurde begonnen, alle Leistungs- und Unterstützungsprozesse der Bereiche CAD und Buchhaltung in ihre Teilschritte zu zerlegen, zu analysieren und aufzuschreiben. Dafür wurden alle Mitarbeiter, die in diesen Bereichen tätig sind, befragt, wie sie ihre Arbeit tun, unterschiedliche Vorgehensweisen wurden aufeinander abgestimmt oder, sofern die Unterschiede für das Prozessergebnis nicht relevant sind, als Varianten stehengelassen.

3.6 Fertigungsverfahren zusammenstellen

Als Vorarbeit für die Dokumentation der Werkstattprozesse und als Überblick über die Fertigungsmöglichkeiten wurden alle Fertigungsverfahren, die das Unternehmen anbietet, geordnet aufgeschrieben. Diese Fertigungsverfahren erhielten als ersten Buchstaben ein ‚L‘ für ‚Leistungsprozess‘ und als zweiten Buchstaben ein ‚W‘ für Werkstatt. Die weitere Nummerierung erfolgte in Anlehnung an DIN 8580. [FS12] Da das Unternehmen keine urformenden Verfahren, welche nach DIN 8580 die erste Hauptgruppe bilden, anbietet, wurde mit LW2 begonnen.

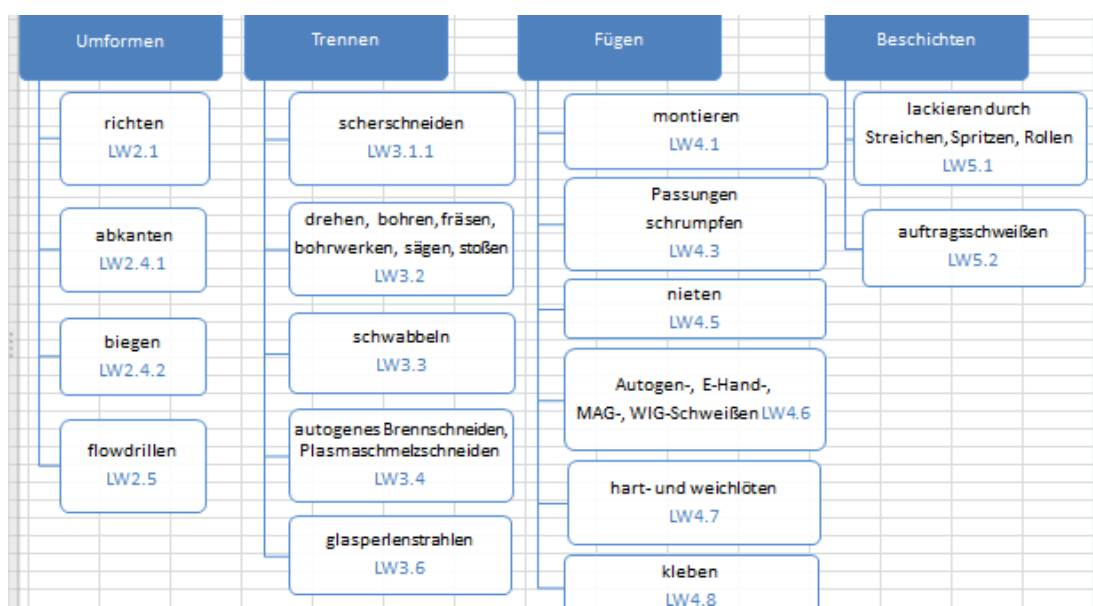


Abbildung 19: Fertigungsverfahren des Unternehmens

3.7 Werkstattprozesse dokumentieren

Für die allgemeinen Werkstattprozesse wie Material einlagern oder Ware ausliefern gab es keinen Grund, von dem einmal gewählten Schema des Prozessblatts abzuweichen.

Es stellte sich jedoch die Frage, ob die Fertigungsverfahren in der Werkstatt in ähnlicher Form beschreibbar wären wie die Prozesse im Büro. Klar war: Eine Facharbeiterausstellung passt nicht auf ein A4-Blatt. Und: Für wen wäre die Beschreibung sinnvoll? Die einen wissen, wie es geht oder lassen es sich von jemandem, der weiß, wie es geht, zeigen, und die anderen haben an den Maschinen nichts zu suchen.

Und doch: Eine Facharbeiterausstellung ist das eine, Betriebswissen das andere. Es wäre gut für die Konstruktion und Technologieplanung, einen groben Überblick über die Maschinen-Parameter schnell zur Hand zu haben. Außerdem gibt es außer CNC-Maschinen auch einfacher zu bedienende Maschinen, die im Prinzip jeder Facharbeiter nach kurzer Einweisung bedienen kann. Wenn man selten daran arbeitet, vergisst man jedoch manche Einstellungen (oder hält es nicht für wichtig, sich daran zu halten). Im Werkstattjargon sind diese Maschinen die „Huren“ des Betriebes.

Deshalb wurde auch damit begonnen, Prozessblätter für die Werkstattprozesse zu erstellen, die, im Format A3 ausgedruckt und ohne die Formalien, auch als Aushänge in der Werkstatt geeignet sind. Ein Beispiel für ein Werkstattprozessblatt zeigt Abbildung 20.

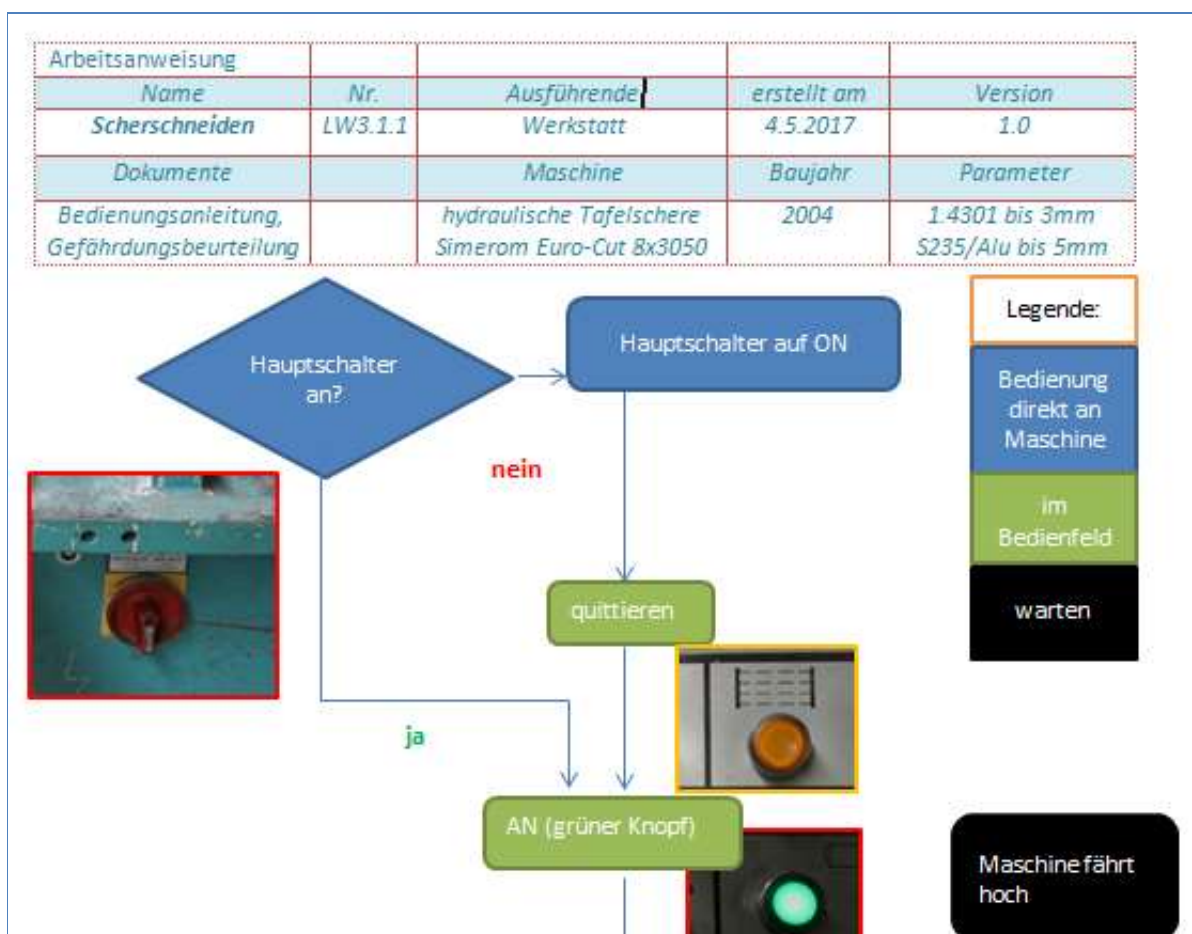


Abbildung 20: Ausschnitt aus dem Prozessblatt ‚Scherschneiden‘

4 Installation von SOLL-Prozessen

Die Aufnahme der IST-Prozesse trug in hohem Maße dazu bei, die Abläufe des Unternehmens zu verstehen und zu standardisieren. Gleichzeitig wurde Verbesserungsbedarf erkannt, der zum Vorschlag von neuen SOLL-Prozessen führte.

Es wurden verschiedene Alternativen miteinander verglichen und Vorschläge gemacht. Das Sichtbarmachen und Begründen der Varianten ist zum einen wichtig für Änderungen und Ergänzungen [Roc68]. Außerdem lag dem die Erfahrung zugrunde, dass an einmal getroffenen Entscheidungen oft Zweifel auftauchen, sobald es Schwierigkeiten gibt. Dann hilft es, den dokumentierten Entscheidungsprozess zu erinnern.

4.1 Software-Einsatz

Wie schon in der Einleitung angesprochen, stand das Unternehmen vor der Frage, ob es sinnvoll wäre, ein neues ERP-System oder PPS-System einzuführen oder das bestehende System um eine Fertigungsplanung zu erweitern.

In der Matrix in Tabelle 7 werden Vor- und Nachteile von Standard- und Individualsoftware gegenübergestellt.

	Standardsoftware	Individualsoftware	Wichtigkeit
<i>geschätzte Kosten</i>	einmalig ca. 10.000 €, Support ?	bei 200 h/ Jahr → 200x50=10.000 €/Jahr	1
<i>Anpassbarkeit</i>	nicht möglich oder mit Extra-Kosten verbunden	gut	4
<i>Einarbeitungszeit</i>	hoch	nicht notwendig	4
<i>Übernahme alte Daten</i>	nicht möglich oder mit Extra-Kosten verbunden	gut	3
<i>Stabilität/ Ausgereiftheit des Systems</i>	hoch	mittel	2
<i>Support</i>	je nach Problem, vermutlich schnell, aber kann auch 1 Tag dauern	normalerweise sofort, bei Abwesenheit des Programmierers gar nicht	2
<i>Abhängigkeit von einzelner Programmierer</i>	nein	ja	3
<i>Berücksichtigung der Besonderheiten einer funktionsorientierten Werkstattsteuerung</i>	in gängigen ERP-Systemen eher nicht	gut	2

Tabelle 7: Gegenüberstellung von Standard- und Individualsoftware

Die Entscheidung fiel letztlich zugunsten der Weiterführung der Individualsoftware aus, da die Vorteile als wichtiger als die Nachteile bewertet wurden und für den schwerwiegendsten Nachteil, die Abhängigkeit von einem Programmierer, in zwei Richtungen Lösungen entwickelt werden, und zwar die engere Zusammenarbeit mit einem IT-Unternehmen und die Bereitschaftserklärung der nächsten Generation, sich die spezifischen Programmierkenntnisse anzueignen.

Ein weiterer wichtiger Punkt war, dass nicht alles, was möglich ist an softwaretechnischer Planung, auch sinnvoll wäre für das Unternehmen. Wenn es in [Bor09] heißt: „Das CMMI-Modell [ein Modell, welches Unternehmensorganisationen dabei hilft, ihre Reife oder Prozessfähigkeit zu beurteilen] geht dabei davon aus, dass es das Ziel jedes Unternehmens ist, langfristig die höchste Reifegradstufe in allen Prozessgebieten zu erzielen.[...] Stattdessen zielt die reifegradbasierte Werkstattsteuerung darauf ab, einen angemessenen Reifegrad für die Werkstattsteuerungsfunktionen festzulegen.“, dann ist damit genau das gesagt, was auch auf den untersuchten Betrieb zutrifft.

Es stand also nicht mehr im Raum, eine vollständige Fertigungsplanung- und Steuerung softwaretechnisch zu erstellen, sondern es ging darum, welche Hilfsmittel ausgehend von den vorhandenen Daten an die Hand zu geben wären, um die manuelle Planung und Steuerung zu unterstützen. Darauf wird dann in Kapitel 4.7 eingegangen.

4.2 Angebot erstellen

Die Angebotserstellung, Prozess LB4, wurde in fünf Unterprozesse aufgeteilt:

1. Referenzauftrag suchen, denn oft gab es schon ähnliche Aufträge oder Anfragen
2. Zukaufteile und Fremdleistungen zusammenstellen
3. Zeitaufwand abschätzen
4. Kapazität prüfen, um einen realistischen Liefertermin angeben zu können
5. Kreditwürdigkeit des Kunden prüfen, falls es ein Neukunde ist.

Für den 3. und 4. Punkt wurden neue SOLL-Prozesse eingeführt.

4.2.1 Arbeitsplan erstellen

In der Angebotserstellung werden für jeden Arbeitsgang Stunden abgeschätzt (oder aus einem früheren ähnlichen Auftrag übernommen.) Daran sollte inhaltlich nichts geändert werden, aber die Überlegung war, ob es einen wesentlich höheren Aufwand bedeutete, die kalkulierte Arbeitszeit als groben Arbeitsplan zu erfassen.

Die Vorteile eines Arbeitsplanes sind:

- Rüstzeiten können mit kalkuliert werden und es wird pro Stück kalkuliert; damit ist das Angebot einfacher anpassbar an sich ändernde Stückzahlen.
- Der sowieso im Unternehmen diskutierte Übergang von der Planung in Stunden auf Planung in Minuten könnte damit eingeführt werden.
- Die grobe Technologieplanung wird mit der Reihenfolge der Arbeitsgänge dokumentiert, wenn beispielsweise erst nach dem Schweißen gebohrt werden soll oder für das Schweißen eine Nahtvorbereitung notwendig ist. Diese Angaben stehen zwar auch auf der Zeichnung, aber für den Überblick bei der Arbeitsplanung kann es eine Hilfe sein.
- In die neue Tabelle „Fertigungsverfahren“ kann jeder Angebotsersteller neue Verfahren aufnehmen und mit Stundensätzen hinterlegen.
- In den Arbeitsplan kann, muss aber nicht, die Maschine, an der bearbeitet werden soll sowie die notwendige Mitarbeiterqualifikation oder sogar der konkrete Mitarbeiter aufgenommen werden. Dazu wurden alle Maschinen tabellarisch mit ihren Grunddaten

erfasst, eine einfach erweiterbare Qualifikationsmatrix der Mitarbeiter erstellt und eine Zuordnungstabelle Mitarbeiter – Maschine vorbereitet, s. Abbildung 21 und Abbildung 22.

- Der Arbeitsplan wird bei Bestellung in den Auftrag übernommen, kann ausgedruckt und als Grundlage für die Mitarbeiter-Einsatzplanung genutzt werden.

Diesen Vorteilen gegenüber schlug der minimal höhere Mehraufwand nicht zu Buche, zumal auf Knopfdruck eine Arbeitsplanvorlage mit den häufigsten Arbeitsvorgängen zur Verfügung steht. Deshalb wurde der Unterprozess *LB4.3 Arbeitsplan erstellen* verbindlich eingeführt.

Dieser Arbeitsplan ist natürlich in seinem Umfang nicht mit einem Arbeitsplan zu vergleichen, der in einer Serienproduktion für ein Bauteil gemacht wird. Die Bezeichnung ‚Arbeitsplan‘ wird aber dennoch für gerechtfertigt gehalten, da die wichtigsten Elemente eines Arbeitsplans – was wird gemacht, in welcher Zeit und mit welchem Arbeitsmittel - enthalten sind.

Mitarbeiter	Verfahren	Nr.	Qualifikation	Maschine	Priorität
	fräsen	11	3		3
	fräsen	11	2		2
	fräsen	11	1		1
	drehen CNC	9	3		3
	drehen konv	8	1		3
	drehen konv	8	2		2
	drehen CNC	9	1		2
	plasma-schneid	18	3		3

Abbildung 21: Mitarbeiter-Qualifikationsmatrix (Ausschnitt)

Prozess	Bezeichnung	Verfahren	Baujahr	Anlagen-Nr.	Name
LW2.1	mechanische Hydraulikpresse	2	2004	440033	DPM 1
LW2.4.1	hydraulische Abkantpresse	3		440015	
LW2.4.2.	Ringbiegemaschine	40	2005		ZB 70,
LW2.4.2.	Rundbieger	40		440061	bendi
LW2.4.2.	3Walzen-Blech-Rundbiegemaschine	40	2004	440028	RM12
LW2.5	Flowdrill	6			
LW3.1.1	hydraulische Tafelschere	7	2004	440027	Simer
LW3.1.2	Handnibbler			440005	N350-
LW3.2.1	Zug-u.Leitspindel-drehmaschine	8			CU 50

Abbildung 22: Maschinenverzeichnis (Ausschnitt)

4.2.2 Kapazität prüfen

Eine wichtige Voraussetzung, um belastbare Aussagen zur Kapazität zu erhalten, ist die zeitnahe Erfassung der Arbeitszeiten.

Das jetzige Verfahren ist so, dass jeder Mitarbeiter die Zeit, die er an einem Auftrag gearbeitet hat viertelstundengenau in einen Kalender schreibt. Die Mitarbeiterin Buchhaltung sammelt im Laufe des Tages die Kalender ein und bucht die Zeiten vom Vortag in die Datenbank.

Um die Arbeitsdaten noch aktueller zu haben, wäre es grundsätzlich möglich, dass jeder Mitarbeiter seine Zeiten selbst in die Datenbank bucht. Da für die CNC-Maschinen mehrere Computer in der Werkstatt zur Verfügung stehen, wäre das technisch möglich.

Vorteil:

- Die Auftragsfortschrittsdaten sind aktuell.

Nachteil:

- Die Gefahr von Buchungsfehlern ist größer.

Letztlich wurde eingeschätzt, dass der Zeitaufwand, den das selbständige Buchen für die Werkstattmitarbeiter bedeuten würde, zu hoch ist, um den Vorteil der aktuellen Daten auszugleichen.

Um aber trotzdem den Auftragsfortschritt so aktuell wie möglich zu wissen, sollte die Arbeitszeiterfassung so früh wie möglich erfolgen.

Grundlage für die Kapazitätsermittlung ist außer dem Vorhandensein von Arbeitsplänen und aktuellen Arbeitsdaten die Festlegung von Bereichen. Diese sollten mit den Einsatzmöglichkeiten der Mitarbeiter korrespondieren und es sollten nur wenige sein, um einen raschen Überblick zu haben. Deshalb wurden die vier Bereiche aus dem Organigramm als Kapazitätseinheiten festgelegt:

1. Bereich Konstruktion, Arbeitsvorbereitung und Verkauf
2. Bereich Plasma, Blechzuschnitt und Kanten
3. Bereich Spanen mit Drehen konventionell und CNC, Fräsen und Bohrwerken
4. Bereich Schweißen, dazu gehören allgemeine Schlosseraufgaben, Sägen und Montagen

Diese Aufteilung ist natürlich sehr vereinfachend, denn natürlich sägen die Dreher und Fräser auch und die Mitarbeiter des Bereichs Plasma/Kanten übernehmen auch andere Aufgaben. Aber in einem ersten Schritt sind diese Bereiche hinreichend genau und das darauf aufbauende System wurde änderungsfreundlich entwickelt.

Weiterhin wurde vereinfachend angenommen, dass für Aufträge ohne Arbeitsplan aber mit festem Preis die geplanten Stunden als ungefähre Stunden aus dem Preis errechnet werden können, s. Seite 16 in den *Grundideen der reifegradbasierten Werkstattsteuerung*. Die Zuordnung zu den Kapazitätseinheiten ist damit allerdings nicht möglich.

Als problematisch für die Kapazitätsermittlung wurde von Seiten des Unternehmens dargelegt, dass es sehr viele Aufträge gibt, die sofort erledigt werden müssen, weil beispielsweise wegen eines Anlagenstillstands bei einem Kunden eine Reparatur gemacht werden muss. Das ist zwar richtig, aber es ist nicht zu akzeptieren, dass damit die ganze Planung als unmöglich angesehen wird. Diese Art Reparaturen und Eilaufträge kommen zwar ungeplant, aber doch mit einer gewissen Regelmäßigkeit, so dass es möglich ist, Kapazitäten dafür einzuplanen. Da es gerade eins der Alleinstellungsmerkmale des Unternehmens ist, sehr schnell reagieren zu können auf unterschiedliche technische Herausforderungen, sollten diese Aufträge nicht als Störung betrachtet werden, sondern als Teil des Profils.

Ausgehend von aktuellen Betriebsdaten ist es somit möglich, sich anzeigen zu lassen, welcher Auftragsvorlauf in der Werkstatt vorhanden ist und ab wann Kapazitäten frei sind.

4.3 Auftrag erzeugen und freigeben

Für den Prozess *LB6 Auftrag erzeugen* wurde festgelegt bzw. softwareseitig gelöst, dass jeder Auftrag einen Bearbeiter haben muss.

Außerdem muss der Status ausgefüllt werden.

Die Eingabelänge für das Feld ‚Status‘ sind maximal zwei Zeichen, die, soweit verständlich, auch frei ausgefüllt werden können.

Standardisiert sind die in Tabelle 8 gezeigten Kurzzeichen.

Kurzzeichen	Erläuterung
AN, wa	Angebot machen, (ab)warten (was Kunde will)
B	Auftragsbestätigung schreiben
F, G, LS	fertig, geliefert, Lieferschein geschrieben
H	Handelsware (d.h. keine Werkstattstunden vorgesehen)
M	auf Material/Zukaufteile warten
N	noch nicht abgerechnet
P	Projekt (Auftrag, der nicht im ganzen, sondern baugruppenweise in die Werkstatt übergeben wird)
W	Werkstatt
T	Teillieferung ist erfolgt
..	Mitarbeiterkürzel um anzuzeigen, dass sich bei jenem der Auftrag befindet

Tabelle 8: Kurzzeichen für den Auftragsstatus

Neu eingeführt wurden außerdem die Prozesse *LB9 Auftragspapier drucken* und *LB14 Auftrag freigeben*.

Bisher wurden Kleinaufträge – beispielsweise *2m Flachstahl 30x5 aus S235 zuschneiden* – auf Zettel verschiedener Größe geschrieben, die E-Mail-Nachrichten des Kunden ausgedruckt oder nur ein Muster eines nachzubauenden Teils in die Werkstatt gegeben. Bei Montagen oder wenn irgendwo etwas zu Reparierendes abzuholen war, wurden dem entsprechenden Mitarbeiter meistens nur mündlich Weisungen erteilt. Um diese Aufträge übersichtlicher zu handhaben, wurde ein Formblatt entworfen. Wenn ein Auftrag erzeugt wurde und alle Informationen enthält, kann man dieses Formblatt ausdrucken und eine Skizze hinzufügen oder einen Zettel, den man vom Kunden hat, aufkleben. Damit ist die gesamte Information, die es für den Auftrag gibt, in immer derselben Form verfügbar. Dieses Auftragspapier kann dann auch als Lieferschein für den Kunden benutzt werden.

Mit dem Prozess *LB14 Auftrag freigeben* wurde ein kurzes Innehalten bei der Auftragserzeugung und –bearbeitung beabsichtigt. Der Bearbeiter soll sich zwingen zu kontrollieren,

- ob alle erforderlichen Informationen auf dem Auftragspapier oder der Zeichnung sind,
- ob das Material vorrätig oder bestellt ist
 - falls es bestellt wurde, kommt gleich die Information, bei wem bestellt wurde und wann es geliefert wird, dazu; dann kann der Mitarbeiterereinsatz besser geplant werden
 - wenn er das Material in der Werkstatt gefunden hat, soll der nächste nicht noch einmal suchen – also Regal und Regalfach notieren
- ob ein Liefertermin oder eine Dringlichkeit deutlich gemacht ist
- ob der Auftragsstatus ‚W‘ erteilt wurde.

Danach werden die Auftragspapiere in die Ablage ‚freigegebene Aufträge‘ gelegt.

4.4 Konstruktionsrichtlinien festlegen

Noch weniger als eine Facharbeiter-Ausbildung passt ein Ingenieurs-Studium auf ein A4-Blatt. Dennoch: Um möglichen neuen Konstrukteuren oder Praktikanten die Einarbeitung zu vereinfachen und zur Standardisierung wurden im Prozess *LB7 Konstruktion erstellen* einige, zur stetigen Ergänzung einladende Konstruktionsrichtlinien des Betriebes aufgeschrieben. Für die Standardisierung insbesondere wichtig sind dabei die Unterprozesse: Zeichnungsnummern vergeben sowie Oberflächenangaben, Bemaßungen und Schweißzeichen auf Werkstattzeichnungen. Für Werkstattzeichnungen gibt es natürlich Normen, aber die berücksichtigen zum einen nicht die Fertigungsmöglichkeiten des Betriebes, zum anderen ist es zeitlich nicht möglich, sämtliche ein einziges Mal zu fertigende Werkstücke 100%ig normgerecht zu zeichnen. In Absprache mit der Werkstatt muss festgelegt werden, welche Symbole zwingend einzutragen sind, wie sie mit den vorhandenen Maschinen korrespondieren, was verbal zu beschreiben ist und wann der Mitarbeiter in der Fertigung aufgefordert wird, sich vom Konstrukteur Erklärungen geben zu lassen. Abbildung 23 zeigt beispielhaft einen Ausschnitt aus dem Unterprozess LB7.5 Blechabwicklungen, auf dem zu sehen ist, mit welchen Matrizen an der Abkantpresse standardmäßig gearbeitet wird.

Arbeitsanweisung																				
Name	Nummer	ausführend und verantwortlich																		
Blechabwicklungen	LB7.5	CAD																		
Auslöser/ Vorgänger	Hilfsmittel	Ablauf																		
Unterprozess von LB7 Konstruktion erstellen und LB8 Arbeits- vorbereitung nach Kunden- zeichnung	Solid Edge Pro First	bevorzugte Matrizen: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Blechstärke in mm</th> <th>Matrize</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>V6</td></tr> <tr><td>1,25 .. 1,5</td><td>V10</td></tr> <tr><td>2</td><td>V14</td></tr> <tr><td>2,5 .. 3</td><td>V18</td></tr> <tr><td>3,5 .. 4</td><td>V35</td></tr> <tr><td>5 .. 6</td><td>V50</td></tr> <tr><td>8</td><td>V63</td></tr> <tr><td>10</td><td>V100</td></tr> </tbody> </table>	Blechstärke in mm	Matrize	1	V6	1,25 .. 1,5	V10	2	V14	2,5 .. 3	V18	3,5 .. 4	V35	5 .. 6	V50	8	V63	10	V100
Blechstärke in mm	Matrize																			
1	V6																			
1,25 .. 1,5	V10																			
2	V14																			
2,5 .. 3	V18																			
3,5 .. 4	V35																			
5 .. 6	V50																			
8	V63																			
10	V100																			
kleinste Bohrung Plasmaschneiden: <ul style="list-style-type: none"> • schwarzes Material – 2,5 x Blechstärke • rostfrei – 1,5 x Blechstärke 																				

Abbildung 23: Ausschnitt aus dem Unterprozess ‚Blechabwicklungen‘

4.5 Zentral einkaufen

Bereits im Kapitel 3.2 wurde angerissen, dass das Unternehmen bisher keinen zentralen Einkauf hat.

Für den Einkauf gibt es bisher folgende Wege:

1. Die CAD-Mitarbeiter bestellen auftragsbezogen Material und Zukauf, wobei untereinander delegiert wird, um Lieferungen wegen Mindestbestellwert und Frachtkosten zusammenzufassen.
2. Der Meister und die Mitarbeiter im Bereich Spannung bestellen Werkzeug. Dazu füllen sie eine Bestellvorlage aus, die im Büro ausgelöst wird. Es gibt somit einen zweiten Blick.

3. Die Mitarbeiter im Bereich Plasma füllen Bestellvorlagen aus für technische Gase, die für die Plasmaschneidanlage und für das Schweißen gebraucht werden und lassen die Bestellung im Büro, wie unter 2., auslösen.
4. Die Mitarbeiterin Buchhaltung kauft Büromaterial und, nach Absprache mit dem Meister, weiteres Verbrauchsmaterial ein.

Im Prinzip funktioniert diese auf den ersten Blick eher chaotisch wirkende Struktur recht gut.

Es gibt jedoch zwei Gründe, die zu dem Vorschlag führen, einen zentralen Einkauf zu haben:

- die Materialbestellung ist sehr zeitaufwändig und die Mitarbeiter im Bereich CAD sind eigentlich ausgelastet, aber der Schritt, einen weiteren Konstrukteur einzustellen, erscheint zu groß
- die Transparenz der betrieblichen Strukturen würde erhöht.

Deshalb wurde dem Unternehmen der Vorschlag unterbreitet, die Mitarbeiterin in der Buchführung für den technischen Einkauf zu schulen.

4.6 Eingangsrechnung buchen

Die Vorgehensweise beim Erhalt von Eingangsrechnungen besteht bei Ware, die für einen bestimmten Kundenauftrag gekauft wurde, darin, dass die einzelnen Posten der Rechnung auf die entsprechenden Aufträge gebucht werden. Betriebsbedarf wurde bisher auf die Aufträge ‚Werkstatt‘ oder ‚Plasma‘ gebucht. Letzteres stellt aber eine unnötige Doppelarbeit dar, weil das externe Steuerbüro für die korrekte steuerliche Zuordnung auch jede Rechnung auf ein bestimmtes Buchhaltungs-Konto buchen muss. Deshalb wurde folgende Änderung vorgeschlagen:

Alles, was für einen bestimmten Kundenauftrag gekauft wird, wird wie bisher auf diesen Auftrag gebucht. Das Steuerbüro bucht auf das Konto 5130 (Einkauf Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe), entsprechend Kontenrahmen SKR04 [NH14]. Lagerware wird wie bisher in ‚Material‘ gebucht. Das Steuerbüro bucht ebenfalls auf das Konto 5130.

Bei Betriebsbedarf wird auf der Rechnung das Unterkonto notiert, auf das gebucht werden soll, ein Beispiele zeigt Tabelle 9.

Bereich Schlossern	Konto 5131
Bereich Spanen	Konto 5134
Bereich Plasma	Konto 5135
Werkstatt allgemein	Konto 5133

Tabelle 9: Unterkonten für das Buchen von Eingangsrechnungen

In der betrieblichen Datenbank wird die Rechnung nicht gebucht.

Ebenso gibt es bei den Konten *670 GWG* (geringwertige Wirtschaftsgüter), *6460 Reparatur und Instandhaltung betrieblicher Räume* und *6845 Werkzeuge/Kleingeräte* Unterkonten für die einzelnen Bereiche.

Am Jahresende lässt sich dann über die steuerlichen Konten eine Auswertung für die einzelnen Bereiche machen, wobei alles, was beispielsweise auf das allgemeine Konto 5135 gebucht wurde, prozentual umgelegt wird auf die verschiedenen Bereiche entsprechend der Stunden der Mitarbeiter, die in diesem Bereich arbeiten.

Weiterhin wurde diskutiert, in welchen Fällen eine Rechnung der Unternehmensleitung vorzulegen ist.

Die Entscheidung wurde getroffen wie in Abbildung 24 zu sehen:

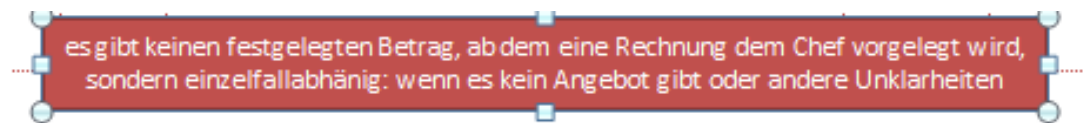


Abbildung 24: Ausschnitt aus Prozess ‚Eingangsrechnung buchen‘

Begründung hierfür war, dass es, wenn man einen bestimmten Betrag angibt, so wirkt, als ob alles unter diesem Betrag „peanuts“ sind, deren Kosten nicht ins Gewicht fallen. Es muss jedoch jede Rechnung sorgfältig geprüft werden. Eine große Materiallieferung oder eine lang geplante Investition haben naturgemäß einen hohen Wert. Wenn es dazu eine Bestellung, einen unterschriebenen Lieferschein und eine Kommission gibt und alle Werte übereinstimmen, gibt es gleichwohl keinen Grund, die Eingangsrechnung noch ein zweites Mal prüfen zu lassen.

4.7 Fertigung steuern

Die Fertigungssteuerung stellt sich in einem Unternehmen der Auftragsfertigung mit sehr unterschiedlichen Aufträgen und vielen Feuerwehraufträgen als Herausforderung dar.

Während jeder Auftrag im Büro grundsätzlich denselben Weg geht bzw. nur drei mögliche Wege (Auftrag ohne Zeichnung, Auftrag nach Kundenzeichnung oder eigene Konstruktion), gibt es in der Werkstatt sehr unterschiedliche Wege, wie in Abbildung 25 zu sehen ist.

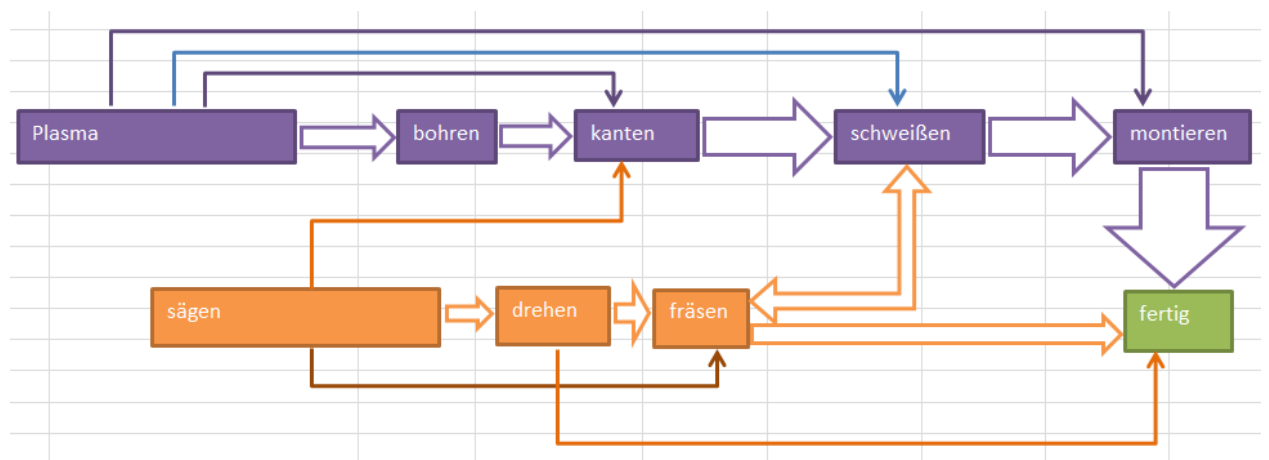


Abbildung 25: Materialfluss im Unternehmen

Es stellte sich die Frage: Ist es nur gefühlt so schwierig oder ist die Komplexität wirklich so groß? In [Bor09] wird eine Berechnungsmethode beschrieben, um die Komplexität eines Fertigungsunternehmens beurteilen zu können.

4.7.1 Materialflusskomplexität berechnen

Für die Berechnung werden benötigt:

- die Anzahl der planungsrelevanten Kapazitätseinheiten M
- die Anzahl zu fertigender Aufträge in einem Monat
- die Anzahl der Materialnummern in einem Jahr
- die Anzahl der Materialflüsse

- die Summe der Materialflüsse in Flussrichtung und
- die Summe der Materialflüsse entgegen der Flussrichtung.

Die drei Bereiche aus Kapitel 4.2.2 Plasma/Kanten – Spanen - Schweißen sind für diese Berechnung zu grob, deshalb wurden die wichtigsten Arbeitssysteme zugrunde gelegt.

Es wird eine Matrix über alle Kapazitätseinheiten erstellt, wobei die Kapazitätseinheiten in der Reihenfolge aufgeschrieben werden, wie es dem „üblichen“ Materialfluss entspricht. Die Materialflüsse von jeder Kapazitätseinheit zu jeder anderen werden eingetragen. Als Messeinheit wurde die Anzahl der Aufträge, der Arbeitsstunden genommen. Abbildung 26 zeigt die Berechnung.

Materialfluss	Plasma	sägen	bohren	kanten	drehen	fräsen	schweißen	montieren	fertig	Summe	
Plasma		0	25	10	30	5	20	0	10	100	
sägen	0		10	20	5	20	38	2	5	100	
bohren	0	0		5	10	0	40	30	15	100	
kanten	0	5	5		0	5	40	15	30	100	
drehen	0	3	0	0		30	15	30	22	100	
fräsen	0	0	0	0	5		30	35	30	100	
schweißen	0	0	10	10	0	5		40	35	100	
montieren	0	0	0	0	0	0	0		100	100	
Materialfluss in Flussrichtung:		MO		510							
Materialfluss gegen Flussrichtung:		MU		43							
Kapazitätseinheiten:		M		8							
Materialflüsse insgesamt:		N		31							
Desintegrationsgrad		D		55%							
Richtungskoeffizient		R		84%							

$$D = \frac{N}{M \cdot (M - 1)} \cdot 100$$

$$R = \frac{\sum MO - \sum MU}{\sum MO + \sum MU} \cdot 100$$

Abbildung 26: Berechnung der Materialflusskomplexität im Unternehmen

Ein niedriger Desintegrationsgrad, d. h. es gibt wenig Materialflüsse im Verhältnis zu den Kapazitätseinheiten, besagt, dass die Produktion quasi getaktet ist, also alle Materialien gehen den gleichen Weg von einer Kapazitätseinheit zur nächsten. Die Materialflussintensität wird dabei noch nicht einbezogen.

Ein hoher Richtungskoeffizient besagt, dass es wenige Rückflüsse gibt. Bei einer getakteten Produktion wäre der Richtungskoeffizient 100%.

		Materialflusskomplexität			
		gering	überschaubar	komplex	sehr komplex
Planungs- sicht	Anzahl Kapazitätseinheiten	1 - 5	5 - 20	20 - 70	>70
	Anzahl Materialnummern/Jahr	1 - 10	10 - 50	50 - 500	>500
	Anzahl Aufträge/Monat	1 - 10	10 - 100	100 - 1000	>1000
Steuerungs- sicht	Desintegrationsgrad	0 - 15%	15 - 30%	30 - 50%	>50%
	Richtungskoeffizient	100 - 90%	90 - 80%	80 - 40%	<40%

Abbildung 27: morphologischer Kasten zur Beurteilung der Materialflusskomplexität

Der Materialfluss stellt sich, wie aus dem morphologischen Kasten in Abbildung 27 zu sehen ist, tatsächlich als komplex dar. Demnach sind, wie in Kapitel 2.6.6 dargelegt, viele Werkstattsteuerungsverfahren nicht anwendbar.

4.7.2 Vorschläge auf Basis der reifegradbasierten Werkstattsteuerung

Von den in Kapitel 2.6.6 vorgestellten Werkstattsteuerungsverfahren bietet nur die reifegradbasierte Werkstattsteuerung Lösungsansätze für eine niedrige Reifegradanforderung und komplexe Materialflüsse.

Daraus abgeleitet werden folgende Vorschläge zur Umsetzung empfohlen:

1. Da die Steuerung von wenigen Kapazitätseinheiten einfacher ist als die Steuerung von vielen Aufträgen wird ressourcenorientiert gesteuert. Als Kapazitätseinheiten werden dabei die Mitarbeiter betrachtet, da keine zwei Mitarbeiter die exakt gleiche Qualifikation haben, auch wenn sie teilweise an den gleichen Maschinen arbeiten.
2. Es wird für einen Tag genau geplant und nicht länger im Voraus, d.h. die Taktbreite beträgt an allen Kapazitätseinheiten 1 Tag. Vorausschauend wird für etwa eine Woche grob vorgeplant wird.
3. Es werden nicht alle freigegebenen Aufträge an die Arbeitsstation gegeben, sondern Arbeitspakete zusammengestellt. Diese Arbeitspakete bestehen aus mehreren Aufträgen und ihre geplante Abarbeitungsdauer beträgt etwa einen Tag, also einen Takt. Der höhere Rüstaufwand wird zum Vorteil der Termintreue und der höheren Transparenz durch niedrigere Umlaufbestände in Kauf genommen. Für die Zusammenstellung der Arbeitspakete ist der Meister verantwortlich, muss sich aber mit den Mitarbeitern CAD absprechen.
4. Der Meister hat die Pflicht, mehrmals am Tag den Auftragsfortschritt an den Arbeitsstationen zu überwachen. Außerdem sieht er für die Planung mehrmals am Tag die freigegebenen Aufträge durch.
5. Die Reihenfolgebildung innerhalb der einzelnen Aufträge soll, wo möglich, dezentral erfolgen. Der jeweilige Mitarbeiter kann also selbst eine rüstzeitoptimierende Reihenfolge festlegen.
6. An einer Arbeitsstation fertiggestellte Teile werden von dem jeweiligen Mitarbeiter in (oder, bei zu großen Teilen: an) das Fertig-Regal oder Halbfabrikate-Regal gebracht.

Im Prinzip gibt es dadurch zwei Auftragsfreigaben: die Freigabe von der Arbeitsvorbereitung und die Freigabe vom Meister. Ob diese zweite Freigabe in der Datenbank abgebildet werden sollte oder ob das zu viel Aufwand verursacht, müsste noch diskutiert werden.

Es sind demnach zum jetzigen Zeitpunkt maximal 14 Kapazitätseinheiten zu steuern, wie in Abbildung 28 zu sehen ist, aufgeteilt auf die drei Bereiche Plasma/Kanten – Spanen – Schlossern. Wegen Krankheit, Urlaub und Schule sind meistens weniger Kapazitätseinheiten zu steuern.

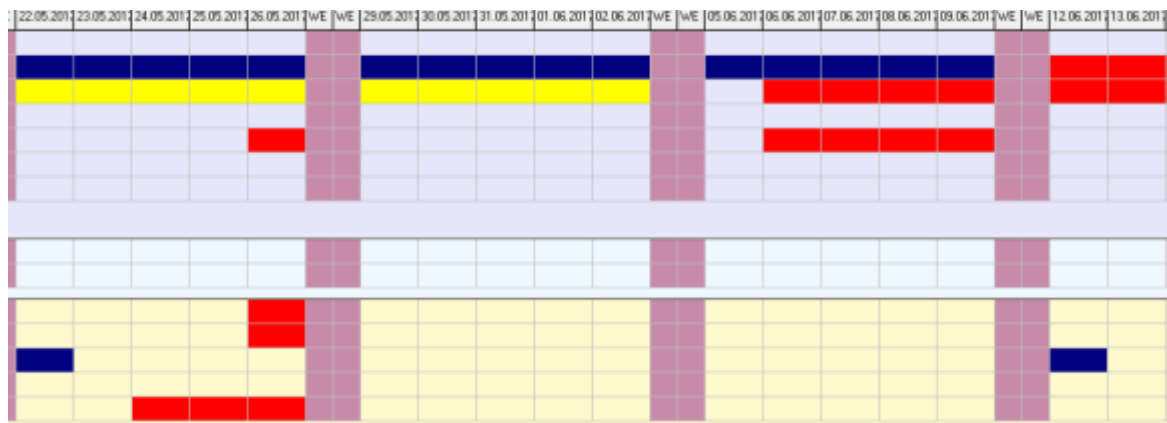


Abbildung 28: Ausschnitt aus Wochenplan, Legende: blau=Krankheit, rot=Urlaub, gelb=Schule

Im Vergleich dazu beträgt der durchschnittliche Umlaufbestand in Anzahl Aufträge ca. 50- 60, der Dispositionsbestand ca.60 – 70 und der Fertigbestand ca. 40 – 50, s. dazu Tabelle 10 mit Bestandsabrufen verschiedenen Datums.

A_STATUS	COUNT OF A_NR	A_STATUS	COUNT OF A_NR	A_STATUS	COUNT OF A_NR	Kurzzeichen	Erläuterung
	32		43		11		
?	4	?	3	AN	5	AN, wa	Anbieten, (ab)warten
AN	2	????	1	cb	42	B	Bestätigung schreiben
B	42	AN	2	db	5	F, G, LS	fertig/geliefert/ Lieferschein
cb	25	B	19	F	8	M	auf Material warten
db	4	cb	26	G	4	N	nicht abgerechnet
G	2	cb/M	1	LS	48	W	Werkstatt
LS	10	db	2	M	3	T	Teillieferung
M	7	F	1	N	15	cb,db,mr,rh	Mitarbeiterkürzel
mr	2	G	2	ih	6		
N	17	LS	22	T	5		
T	6	M	8	W	50		
W	42	mr	2	wa	18		
wa	11	N	10				
		T	5				
		W	59				
		wa	10				

Abruf am 08.04.2017 Abruf am 23.04.2017 Abruf am 15.05.2017

Tabelle 10: Umlaufbestand im Unternehmen

Die Einhaltung der Termine wird zusätzlich am Rechner überwacht.

Wenn es absolut unumgänglich ist, dass ein Termin eingehalten wird, kann der Bearbeiter dem Auftrag einen extra Marker „Auftrag überwachen“ geben, dann wird der Auftrag in einer besonderen Liste angezeigt. Der Auftragsbestand lässt sich auf verschiedene Arten filtern, nach Bearbeiter, nach Termin, nach Fertigungsverfahren oder nach Status. Alle Bearbeiter sind angewiesen, den Status der Aufträge aktuell zu halten: wenn Material eingetroffen ist, Status von ‚M‘ auf ‚W‘ ändern, wenn Auftrag für Fremdleistungen außer Haus gebracht wurde, von ‚W‘ auf beispielsweise ‚vz‘ (=Teile sind beim Verzinken).

Von dem Plan, ein PPS-Programm zu kaufen oder selbst zu programmieren, wird erst einmal abgeraten, weil mit den vorgeschlagenen Hilfsmitteln die Werkstattsteuerung möglich sein sollte.

4.7.3 Projektsteuerung

Die Steuerung auf Basis der Auftragsfreigaben und des Status-Feldes ist nur für Aufträge bis zu einer bestimmten Größe möglich und sinnvoll, nämlich nur für Aufträge, die als geschlossene Einheit vorbereitet und in die Fertigung gegeben werden. Daneben gibt es aber große Aufträge, bei denen die Abarbeitung Stück für Stück erfolgt. Für die Buchhaltung ist es ein Auftrag wie alle anderen: Es gibt eine Bestellnummer, einen Fertigstellungstermin, einen Preis. Für die Konstruktion und Fertigung hingegen sind diese Aufträge als Projekt zu sehen: es gibt aufeinander aufbauende Teilprojekte (Teilbaugruppen), erhöhten Abstimmungsbedarf mit dem Kunden, sowohl konstruktiv als auch terminlich und aufgrund komplizierterer Zukaufteile stärkere Abhängigkeiten von Zulieferern. Entsprechend sollten diese Aufträge den Status ‚P‘ für Projekt bekommen und für die Terminsteuerung wäre zu überlegen, Gantt-Diagramme oder die Netzplantechnik zu nutzen.

4.8 Waren annehmen und lagern

Der übersichtlichen Gestaltung von Bereitstellungsflächen kommt eine große Bedeutung zu. „Bei großen oder unübersichtlichen Bereitstellungsflächen ist es sinnvoll, den Stellplatz auf der Auftragsbegleitkarte zu vermerken. So kann der Mitarbeiter am Arbeitssystem direkt den Standort des Auftrags erkennen, ohne Zeit für die Materialsuche zu verlieren.“ [Löd16]

Ein Stocken der Prozesse in der Werkstatt geschieht oft – erwartungsgemäß - an den Schnittstellen: nicht ausreichendes oder nicht auffindbares Material, verbummelte Zeichnungen, nicht hergestellte oder nicht auffindbare Halbfabrikate. Deshalb wurden konsequent Übergaberegale festgelegt und mit Bezeichnungen versehen. Bei allen Nicht-Standard-Materialien wurden die Mitarbeiter CAD angewiesen, auf die Zeichnung zu schreiben, in welchem Regal und welchem Regalfach sich das Material befindet bzw. wann und von wem es geliefert wird.

Für die Zukaufteile wurde ein Bereitstellungstisch definiert und mit großen stapelbaren Boxen, die dann mit der jeweiligen Zeichnungsnummer beschriftet werden, belegt.

Im Prozess *UBW1 Ware annehmen* wurde festgelegt, dass

- derjenige, der die Ware annimmt, die Ware nach Augenschein auf Vollständigkeit und eventuelle Schäden kontrolliert und
- danach sofort den Besteller informiert.

Sofern nicht bekannt ist, wer der Besteller ist, wird im Büro nachgefragt.

Der Besteller oder sein Delegierter

- kontrolliert jede Position genau und hakt ab
- schreibt den Auftrag bzw. „Lager“ oder den Verwendungszweck dazu (sofern das nicht schon durch den Lieferanten geschehen ist)
- vermerkt auf dem Lieferschein seinen Namen bzw. sein Namenskürzel
- sortiert kleineren Zukauf in die Boxen auf dem Bereitstellungstisch
- entscheidet bei Blech und Stangenmaterial in Absprache mit dem Meister, ob das Material eingeräumt oder sofort verarbeitet wird.

Ergänzend wird vorgeschlagen, dass jedes Regal eine andere Farbe bekommt und dadurch leichter Material und Teile gefunden werden können.

4.9 Auftrag auswerten

Die Möglichkeit, auf Knopfdruck Aufträge auszuwerten, gab es bereits, aber sie wurde bisher noch nicht lückenlos genutzt. Nun wurde zwingend vorgeschrieben, in den Prozess *UB1 Ausgangsrechnung schreiben* den Prozess *UB7 Auftrag auswerten* einzubinden. Da für jeden Auftrag eine Rechnung geschrieben werden muss, ist damit sichergestellt, dass auch jeder Auftrag ausgewertet wird. Die Verantwortung dafür liegt bei der Buchhaltung. Diese muss dann auch alle Auffälligkeiten – zu guter Stundensatz, zu schlechter Stundensatz, Material oder Stunden fehlen offensichtlich - mit dem Bearbeiter des Auftrags besprechen.

Ergänzend wurde die betriebliche Datenbank erweitert um die Möglichkeit, mehrere Aufträge eines Kunden gemeinsam auswerten lassen. Dies ist notwendig, wenn aus verschiedenen Gründen Arbeitsstunden nicht genau einem Auftrag zugeordnet werden können, wohl aber der übergeordneten Bestellung, zu der dieser Auftrag gehört.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Ausgehend von dem Ziel, die wichtigen Prozesse des Unternehmens zu erfassen, zu dokumentieren und zu verbessern, wurde zuerst eine Prozesslandkarte erstellt und dabei die Nomenklatur für die Bezeichnung der Prozesse festgelegt. Danach wurden die einzelnen Prozesse beschrieben. Dazu wurde ein Prozessblatt entwickelt, welches sich auch für die Fertigungsverfahren in der Werkstatt als geeignet erwies. Aus der Dokumentation und Analyse der Prozesse ergaben sich sowohl standardisierte IST-Prozesse als auch Vorschläge zur Einführung von neuen SOLL-Prozessen. Diese neuen Prozesse müssen nun diskutiert und getestet werden.

Jeder Mitarbeiter hat über das Unternehmensnetzwerk digitalen Zugriff auf die Blätter des damit entstandenen „kontinuierlich fortzuschreibenden Unternehmenshandbuchs“, die Anweisungen für seinen Arbeitsbereich enthalten. Natürlich können auch Seiten ausgedruckt werden. Damit keine veralteten Anweisungen Umlauf sind, müssen bei jeder Änderung die betroffenen Mitarbeiter informiert und die Ausdrücke ausgetauscht werden.

Ein Schwerpunkt dieser Arbeit sollte die Fertigungssteuerung sein. Grundlage für eine robuste Fertigungssteuerung ist die Kenntnis der verfügbaren Kapazität. Deshalb wurde besonders auf die Kapazitätsprüfung eingegangen. Aus der reifegradbasierten Werkstattsteuerung wurden sodann Vorschläge abgeleitet, die für das Unternehmen umsetzbar sind.

An dem im *Kapitel 4.8* nur kurz angerissenen Punkt der übersichtlichen Gestaltung von Bereitstellungsflächen wird weiter gearbeitet im Rahmen des Anfang 2017 begonnenen Projektes ‚Werkstatt umräumen‘.

Ein positiver Effekt der Prozessdokumentation war, dass das Denken in funktionierenden Prozessen sich etablierte. Es setzte sich mehr und mehr durch, dass bei jeder auftretenden Unklarheit oder bei Fehlern der ernstgemeinte Ruf laut wurde: „Dazu muss ein Prozess geschrieben werden.“ Durch die vorhandene Prozessblattvorlage und die Erfahrung im Aufschreiben konnte das oft auch in die Tat umgesetzt werden. Oder, wenn das nicht möglich oder nicht notwendig war, wurde der Fehler auf jeden Fall sofort analysiert und überlegt, wie er in Zukunft zu vermeiden ist.

Anhang

Prozesslandkarte der Bestehorn GmbH & Co. KG

Beispielprozesse:

LB6 Auftrag erzeugen

LB7.3 Oberflächenangaben auf Werkstattzeichnungen

LB12 Materialvorhandensein prüfen

LB17 Abholtermin vereinbaren

UBW1 Waren annehmen

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	ausgeschrieben	Erläuterung / Übersetzung
BOA	belastungsorientierte Auftragsfreigabe	Steuerungsverfahren über den Auftragsbestand an Kapazitätseinheiten
BPMN	Business Process Modelling Notation	Geschäftsprozessmodell und –notation
ConWIP	Constant Work in Progress	KANBAN-ähnliches Werkstattsteuerungsverfahren
D	Desintegrationsgrad	
DBF	dezentrale bestandsorientierte Fertigungsregelung	
EPK	ereignisgesteuerte Prozesskette	Prozessmodellierungssprache, verwendet in SAP
ERP	Enterprise-Resource-Planning	Softwarelösung zur Ressourcenplanung eines Unternehmens
FCFS	First Come – First Serve	Wer zuerst kommt, mahlt zuerst.
FIFO	First In - First Out	wie FIFO
FRZ	Fertigungsrestzeitregel	
KE	Kapazitätseinheit	Arbeitssystem oder Gruppe von Arbeitssystemen mit ähnlichen Fertigungsmöglichkeiten, die als Grundelement für die Berechnung der Fertigungskapazität eines Unternehmens herangezogen wird
KOZ	kürzeste Operationszeit	
LIFO	First In – Last Out	Zuerst wird bearbeitet, was als letztes abgelegt wurde.
PPS	Produktionsplanungs- und Steuerungssystem	Softwaresystem zur Unterstützung der Fertigungsplanung
RsPr	rückstandsorientierte Produktionsregelung	
RZopt	rüstzeitoptimierende Reihenfolgebildung	
SAP	Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung	Softwarehersteller, auch Bezeichnung für dessen Software zur Abwicklung sämtlicher Geschäftsprozesse eines Unternehmens
TKS	terminorientierte Kapazitätssteuerung	

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Blick in die Produktionshalle der Bestehorn GmbH & Co. KG	2
Abbildung 2: Darstellung eines Prozesses	4
Abbildung 3: Prozesslandkarte eines Fertigungsunternehmens	6
Abbildung 4: Auszug aus DIN66001 von 1966	7
Abbildung 5: Einlinienorganisation mit einer Stabsstelle	10
Abbildung 6: Matrixorganisation	10
Abbildung 7: idealtypische Charakterisierung des Auftragsfertigers, Quelle [Sch12]	11
Abbildung 8: Auftragsstypen von Produktionsunternehmen, Quelle [Wie11]	12
Abbildung 9: Ermittlung von Anfangs- und Endtermin eines Projektes sowie kritischem Pfad mittels Netzplan.....	15
Abbildung 10: Vergleich von Werkstattsteuerungsverfahren in Bezug auf Materialflusskomplexität und Reifegrad, Quelle [Bor09]	16
Abbildung 11: Identifikation von Prozessen mittels Road-Map-Verfahren	18
Abbildung 12: Ausschnitt links oben aus der Prozesslandkarte	19
Abbildung 13: Ausschnitt Mitte aus der Prozesslandkarte	20
Abbildung 14: Organigramm des Unternehmens	20
Abbildung 15: Checkliste für den Prozess ‚Anfrage prüfen‘	23
Abbildung 16: Beispiel-Prozessblatt ‚Auftrag erzeugen‘	24
Abbildung 17: Ausschnitt aus dem Prozess ‚Arbeitsvorbereitung‘ als Beispiel für die Verwendung des Verzweigungssymbols.....	25
Abbildung 18: Ausschnitt aus dem Prozess ‚Auftragspapier drucken‘.....	25
Abbildung 19: Fertigungsverfahren des Unternehmens.....	25
Abbildung 20: Ausschnitt aus dem Prozessblatt ‚Scherschneiden‘	26
Abbildung 21: Mitarbeiter-Qualifikationsmatrix (Ausschnitt)	29
Abbildung 22: Maschinenverzeichnis (Ausschnitt)	29
Abbildung 23: Ausschnitt aus dem Unterprozess ‚Blechabwicklungen‘	32
Abbildung 24: Ausschnitt aus Prozess ‚Eingangsrechnung buchen‘	34
Abbildung 25: Materialfluss im Unternehmen	34
Abbildung 26: Berechnung der Materialflusskomplexität im Unternehmen	35
Abbildung 27: morphologischer Kasten zur Beurteilung der Materialflusskomplexität.....	35
Abbildung 28: Ausschnitt aus Wochenplan, Legende: blau=Krankheit, rot=Urlaub, gelb=Schule	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wichtige Symbole der BPMN	8
Tabelle 2: Prioritätsregeln für die Reihenfolgebildung von Fertigungsaufträgen.....	15
Tabelle 3: Werkstattsteuerungsverfahren.....	16
Tabelle 4: Rollen im Unternehmen.....	21
Tabelle 5: Auswahl der Grunddaten für die Prozesse des Unternehmens.....	23
Tabelle 6: Excel-Tabelle für Schritte des Prozesses 'Angebot erstellen'	24
Tabelle 7: Gegenüberstellung von Standard- und Individualsoftware	27
Tabelle 8: Kurzzeichen für den Auftragsstatus	31
Tabelle 9: Unterkonten für das Buchen von Eingangsrechnungen.....	33
Tabelle 10: Umlaufbestand im Unternehmen	37

Literaturverzeichnis

- [BecT08] Becker, T.
Prozesse in Produktion und supply chain optimieren
Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2008
- [Ber10] Berner, W.
Lexikon des Change Management
www.Umsetzungsberatung.de, Abfragedatum: 06.07.2017
- [Bin98] Binner, H.F.
Organisations- und Unternehmensmanagement
Carl Hanser Verlag, München Wien, 1998
- [Bor09] Bornhäuser, M.
Reifegradbasierte Werkstattsteuerung
Jost-Jetter Verlag, Heimsheim, 2009
- [Bru16] Brugger-Gebhardt, S.
Die DIN EN ISO 9001:2015 verstehen
Springer Gabler, Wiesbaden, 2016
- [BSWW09] Bullinger, H. J., Spath, D., Warnecke, H.-J., Westkämper, E. (Hrsg.)
Handbuch Unternehmensorganisation
Springerverlag, Berlin Heidelberg, 2009
- [Chr15] Christ, J.P.
Intelligentes Prozessmanagement
Springer Gabler, Wiesbaden, 2015
- [Fre16] Frei, H.
Qualität ist alles, Teil 6
unternehmermagazin, 64. Jahrgang: Heft 7/8, 2016, S. 10
- [FS12] Fritz/Schulze (Hrsg.)
Fertigungstechnik
Springer Vieweg, Berlin Heidelberg, 2012
- [GG74] Gilbreth, F. B., Gilbreth Carey, E.;
Im Dutzend billiger
Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, Hamburg, 1974
- [Knu15] Knuppertz, T.
Prozessmanagement für Dummies
Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2015
- [Lin11] Linß, G.
Qualitätsmanagement für Ingenieure
Carl-Hanser-Verlag, München, 2011

- [MK03] Masing/Ketting/König/Wessel (Hrsg.)
Qualitätsmanagement – Tradition und Zukunft
Carl Hanser Verlag München Wien 2003
- [Mat10] Mattivi, J.
Prozessdokumentation in Kleinunternehmen
VDM Verlag Dr. Müller, Saarbrücken, 2010
- [NH14] Neitz, B., Hundt, I.
Grundlagen des Rechnungswesens nach HGB und IFRS
Verlag Wissenschaft und Praxis, Sternenfels, 2014
- [Nor13] Norman, D.
The Design of Everyday Things
Perseus Books Group, New York, 2013
- [Pip02] Piper, N.
Geschichte der Wirtschaft
Beltz Verlag, Weinheim, Basel 2002
- [REFA15] REFA-Grundausbildung 2.0 Teil 1
Analyse und Gestaltung von Prozessen
REFA Bundesverband e.V., Darmstadt, 2015
- [Roc68] Rockstroh, W.
Technologische Betriebsprojektierung
VEB Verlag Technik, Berlin, 1968
- [Sch12] Schuh, G.
Produktionsplanung und –steuerung 1
Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2012
- [Tys00] Tysiak, W.
Einführung in die Fertigungswirtschaft
Carl Hanser Verlag, München Wien, 2000
- [WFMN01] Wenzel/Fischer/Metze/Nieß
Industriebetriebslehre
Fachbuchverlag Leipzig, Leipzig, 2001
- [Wie11] Wiendahl, H.-H.
Auftragsmanagement der industriellen Produktion
Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2011
- [ZKLT15] Zink, K.J., Kötter, W., Longmuß, J., Thul, M.J. (Hrsg.)
Veränderungsprozesse erfolgreich gestalten
Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2015