



Rupert Stocker

Effizienzsteigerung der Produktionsprozesse von Schmiedeteilen durch Optimierung des Fabriklayouts

Diplomarbeit zur Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieur

Studienrichtung

Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau

F 747

Technische Universität Graz

Institut für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Ramsauer

Graz, Juli 2012

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, am

.....

(Unterschrift)

Danksagung

Diese Arbeit wurde in Zusammenarbeit mit der Unternehmung Böhler Schmiedetechnik GmbH & Co KG und unter wissenschaftlicher Betreuung des Institutes für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung unter der Leitung von Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Ramsauer erstellt.

Ich möchte mich bei meinem Betreuer seitens der Universität, Herrn Dipl.-Ing. Hans Peter Schnöll, recht herzlich bedanken, für die wissenschaftliche Betreuung und die damit verbundene fachliche Hilfestellung.

Einen großen Dank darf ich auch Herrn Dipl.-Ing. Dr. mont. Johann Tockner aussprechen, da dieser es überhaupt erst ermöglicht hat, ein so interessantes Thema in einem internationalen Unternehmen zu behandeln.

Ich möchte meinen Dank gegenüber meinem Betreuer seitens der Unternehmung Herrn Dipl.-Ing. Markus Geier aussprechen, der mir mit seiner beruflichen Erfahrung und seinem Wissen jeder Zeit zur Seite gestanden ist und immer richtungsweisende Überlegungen eingebracht hat.

Ich danke weiters dem Industrial Engineering Team und besonders Herrn Ing. Johann Takatsch, der mir bei all meinen Fragen, immer tatkräftig zur Seite stand.

Weiters möchte ich mich bei allen Angestellten und Arbeitern des Werkes Deuchendorf recht herzlich bedanken, da diese mit ihrem fachspezifischen Wissen vor Ort eine meiner wichtigsten Informationsquellen waren.

Zuletzt möchte ich allen danken, die mich auf meinem Weg durch mein Studium begleitet und unterstützt haben. Einen besonderen Dank möchte ich meiner gesamten Familie aussprechen, die immer an mich geglaubt hat und mich in meinen Entscheidungen immer bestärkt hat.

DANKE!

Kurzfassung

Diese Arbeit wurde in Kooperation mit der Böhler Schmiedetechnik GmbH & Co KG und mit wissenschaftlicher Unterstützung des Institutes für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung der Technischen Universität Graz erstellt. Die Böhler Schmiedetechnik GmbH & Co KG mit Sitz in Kapfenberg, Österreich, ist weltweit einer der führenden Produzenten von hochqualitativen Schmiedeteilen für die Luftfahrt- und Energietechnik, sowie weiteren hochbeanspruchten Schmiedeteilen. Innerhalb ihres Standortes teilt sie sich in zwei Produktionsstätten auf, wobei sich eine direkt in Kapfenberg befindet und die zweite im etwas außerhalb der Ortsgrenze liegenden, ungefähr 5 Kilometer entfernten Deuchendorf. Diese Arbeit bezieht sich auf das Werk Deuchendorf.

Die Arbeitsplatzanordnung und mit ihr die Produktionsabläufe sind im Laufe der Jahre im Werk Deuchendorf historisch gewachsen, was zu einem suboptimalen Materialfluss geführt hat. Zudem haben sich auch innerhalb der Produktfamilien deren Absatzzahlen der Größe und prozentualen Verteilung nach verändert, da der Bedarf an Turbinenschaufeln gesunken und die Nachfrage an Formpressteilen für die Luftfahrt erheblich gestiegen ist.

Zusätzlich finden mehrere Produktionsschritte in der Hammerschmiede Kapfenberg statt, wodurch es während eines Produktionszyklus zu zahlreichen Transporten zwischen den beiden Werken kommen kann. Dadurch entstehen lange Durchlaufzeiten und zusätzliche Kosten. Es ist daher unerlässlich für die Unternehmung, neben der Optimierung des Materialflusses innerhalb des Werkes Deuchendorf, auch eine Entflechtung der beiden Produktionsstätten zu realisieren.

Ziel dieser Arbeit ist es, entsprechende Lösungsansätze zu entwickeln und zu bewerten, wobei auch die vorab von der Unternehmung angestellten Überlegungen mit einbezogen werden.

In einem ersten Schritt wurde eine Analyse der Ist-Situation durchgeführt. Auf Basis der daraus erhaltenen Daten wurde in der Folge die Arbeitsplatzanordnung im Werk Deuchendorf überarbeitet und die daraus entwickelten Layoutvarianten bewertet.

Es zeigte sich, dass ein Rationalisierungspotential vorhanden ist, welches sich durch eine Neugestaltung der Arbeitsplatzanordnung, sowie der Errichtung einer Beizerei und einer Vorformpresse realisieren lässt und es somit zur gewünschten Entflechtung der Produktionsstätten und Verkürzung der Durchlaufzeiten kommt.

Abstract

The thesis was developed in cooperation with Böhler Schmiedetechnik GmbH & Co KG, located in Kapfenberg, Austria, and with support from the Institute of Industrial Management and Innovation Research of the Technical University Graz. The Böhler Schmiedetechnik GmbH & Co KG is one of the leading manufacturers of high quality forging parts for aerospace applications, power generation and other high tech industries throughout the world. The company has two locations, one directly in Kapfenberg and one in Deuchendorf. The distance between these locations is about 5 kilometers. The following thesis is based on the production line of Deuchendorf.

Due to the fact that the job placement and the production processes evolved during the years, the material flow became a suboptimal nature in the press shop. The sales figures of the four product families have changed over the past few years. For example the production of aerospace forging parts has increased and on the other hand the sales numbers of the parts for the power generation sector have decreased.

Additionally some of the production steps of the press shop production process take place in the hammer shop of Kapfenberg. Due to this fact there is a high number of transportations between both locations. This results in a long lead-time of some products in the production process. Therefore, in addition to the optimization, an unbundling should be realized between the press shop of Deuchendorf and the hammer shop of Kapfenberg. This is a very important fact for the company. According to these topics the company generated some ideas, which should be evaluated and optimized.

To achieve an optimization, the first step was to analyze the current situation of the material flow. With this database it was possible to create a new job placement to realize an optimized material flow. After the generation of the possible plant layouts the options with the most economizing effect have been selected. Out of that three options were subjected to an evaluation.

It was found that there is potential for rationalization, which could be carried out by a redesign of the job placement and the establishment of a pickling plant and performing press. Due to this fact, it would be possible to reduce the lead-time.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Böhler Schmiedetechnik GmbH & Co KG	1
1.1.1	Werk Deuchendorf	2
1.1.2	Produkte der Pressenfertigung.....	3
1.2	Aufgabenstellung und Zielsetzung	6
1.3	Vorgehensweise.....	7
2	Produktionsmanagement.....	9
2.1	Strategisches Produktionsmanagement.....	12
2.2	Taktisches Produktionsmanagement	14
2.3	Operatives Produktionsmanagement	16
3	Logistikmanagement	17
3.1	Definition und Aufgaben der Logistik.....	17
3.2	Ebenen der Logistik in einer Unternehmung	18
3.3	Unternehmenslogistik.....	20
3.3.1	Beschaffungslogistik	20
3.3.2	Produktionslogistik	21
3.3.3	Distributionslogistik	23
3.4	Materialflussgestaltung.....	25
3.4.1	Materialflussanalyse.....	26
3.4.2	Materialfluss- und Layoutplanung	38
4	Nutzwertanalyse.....	50
5	Praxisbetrachtung	56
5.1	Produktions- und Materialflussanalyse.....	56
5.1.1	Betrachtungsbereich	56
5.1.2	Betrachtete Produktfamilien	61
5.1.3	Identifikation der relevanten Datenquellen und Produkte.....	61
5.1.4	Produktionsabläufe der Produkte	67
5.1.5	Ermittlung der Transportbeziehungen	70

5.1.6	Ergebnisse der Materialflussanalyse.....	80
5.2	Layoutplanung.....	82
5.2.1	Betriebsmittelanordnung – Ideallayout.....	82
5.2.2	Konzeptplanung.....	88
5.2.3	Flächendimensionierung.....	94
5.2.4	Layoutvarianten – Reallayouts.....	98
5.2.5	Ermittlung der Transportleistungszahlen.....	101
5.2.6	Layoutvarianten im Detail.....	106
5.3	Bewertung der Layoutvarianten - Nutzwertanalyse.....	116
5.3.1	Technische Kriterien.....	116
5.3.2	Wirtschaftliche Kriterien.....	118
5.3.3	Soziotechnische Kriterien.....	118
5.3.4	Kriteriengewichtung.....	119
5.3.5	Zielwertmatrix.....	120
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	123
7	Literaturverzeichnis.....	126
8	Internetquellen-Verzeichnis.....	130
9	Abbildungsverzeichnis.....	131
10	Tabellenverzeichnis.....	133
11	Abkürzungsverzeichnis.....	134
12	Formelverzeichnis.....	136
Anhang A: Datengrundlage für ABC-Analyse.....		
Anhang B: Gesenknummern der Triebwerksscheiben.....		
Anhang C: Rechentabelle für Dreiecksverfahren nach Schmigalla.....		
Anhang D: Durchlaufzeitverkürzung der repräsentativen Gesenknummern.....		
Anhang E: Grobe Reallayouts.....		

1 Einleitung

In diesem Kapitel sollen die Unternehmung und im Speziellen der Standort Deuchendorf vorgestellt werden. Zusätzlich wird auf die Aufgabenstellung, Zielsetzung und Vorgehensweise dieser Arbeit eingegangen.

1.1 Böhler Schmiedetechnik GmbH & Co KG

Die Böhler Schmiedetechnik GmbH & Co KG hat ihren Sitz in Kapfenberg, Österreich. Schon im Jahr 1446 wurde an diesem Ort der erste Schmiedehammer mittels Wasserkraft betrieben. 1870 gründeten die Brüder Albert und Emil Böhler die Unternehmung „Gebrüder Böhler & Co“ in Wien, welche 1894 das Stahlwerk Kapfenberg übernahm. 1991 wurde die Unternehmung mit der schwedischen Uddeholm-Gruppe zusammengeführt und es entstand daraus die Böhler-Uddeholm-Gruppe, welche 1995 an der Börse notierte. Im Jahr 2008 wurde sie von der Voestalpine AG übernommen und gehört seitdem zur Division Edelstahl. Die Produktionsgesellschaften der Division Edelstahl sind in Österreich, Deutschland, Schweden, USA und Brasilien angesiedelt. Die Böhler Schmiedetechnik mit ihren zwei Produktionsstätten in Kapfenberg und in Deuchendorf, welche fünf Kilometer voneinander entfernt liegen, gehört heute zu den wichtigsten Erzeugern von hochqualitativen Schmiedeteilen für die Flugzeug- und Energietechnik, sowie von Sonderschmiedeteilen.¹

In Kapfenberg befinden sich die Hammerschmiede, das Bürohauptgebäude und die Geschäftsführung, welche sich in die technische Geschäftsführung und in die Vertriebsgeschäftsführung unterteilt. Diesen sind wiederum die Forschung und Innovation sowie die Organisationsentwicklung und das IT-Management direkt unterstellt.

Die Pressenfertigung, auf die sich diese Diplomarbeit bezieht, gehört zum Bereich der technischen Produktion und befindet sich in Deuchendorf.

¹ <http://www.boehler-forging.com/>, Zugriffsdatum 20.07.2012

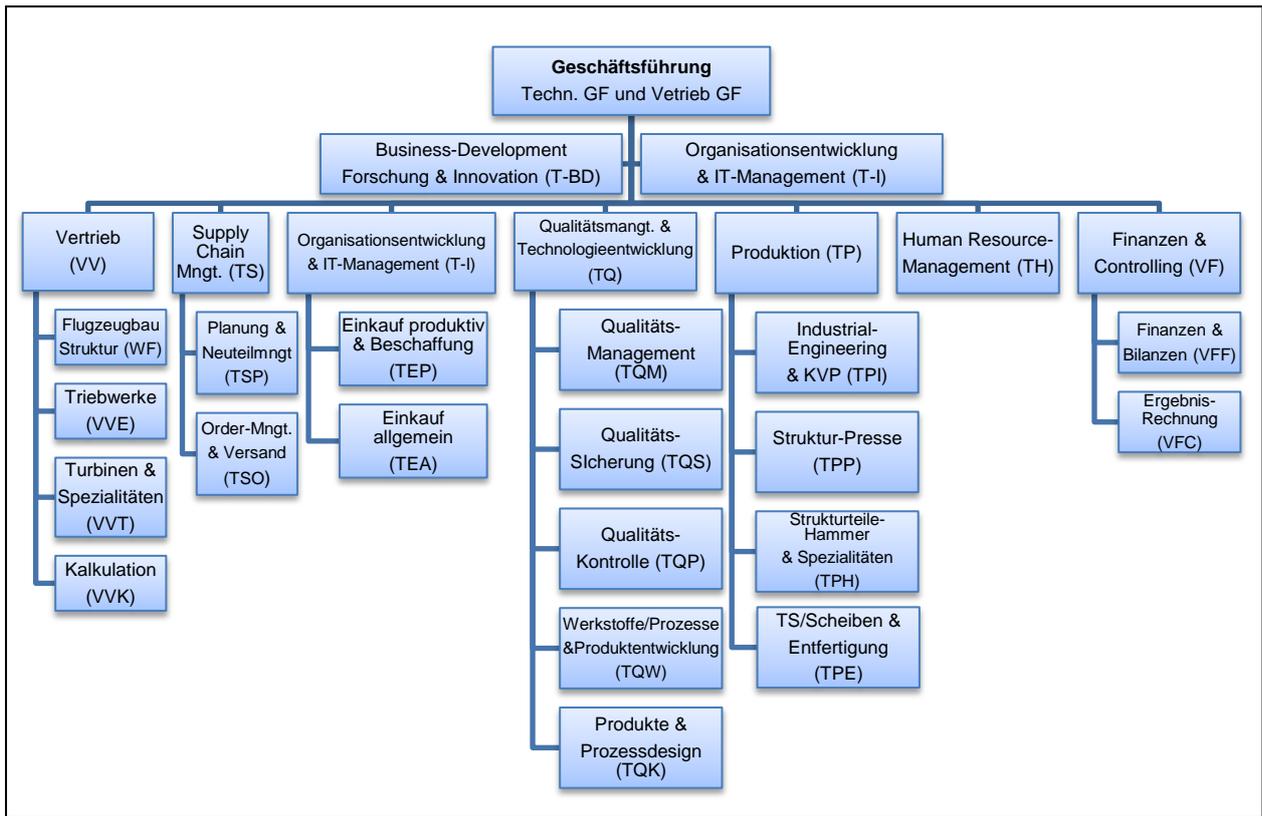


Abbildung 1: Organigramm der Böhler Schmiedetechnik GmbH & Co KG²

1.1.1 Werk Deuchendorf

Die Produktionsstätte Deuchendorf ist spezialisiert auf die Fertigung von Pressenteilen, welche heute auf den zwei Spindelpressen produziert werden, von denen die erste im Jahr 1981 errichtet wurde und damals die weltgrößte Presse dieser Art war. 2007 löste diesen Rang die damals installierte, zweite Spindelpresse ab, welche eine maximale Pressenkraft von 31.500 Tonnen hat. Im Werk Deuchendorf befinden sich zudem sieben Bandsägen, eine Langschmiedemaschine, drei Wärmebehandlungsöfen, zwei Sandstrahler, drei Gradsägen, 12 Adjustagekabinen und zwei Schleifmaschinen, sowie die zu den Spindelpressen gehörige Peripherie und die dazugehörigen Drehherdöfen. 2011 entstand in einem Zubau zudem eine Gesenkreparatur. Derartige Reparaturen wurden zuvor in Kapfenberg durchgeführt.

Die Produktionsstätte in Deuchendorf wird in den folgenden Ausführungen „Werk Deuchendorf“ genannt oder kurz TPP. Dieses Akronym steht für „Technik Produktion Presse“.

² In Anlehnung an Dokumentensystem der Böhler Schmiedetechnik (Intranet), eigene Darstellung, Zugriffsdatum: 16.07.2012

1.1.2 Produkte der Pressenfertigung

Grundsätzlich können die Produkte der Pressenfertigung in vier Produktfamilien unterteilt werden:

- Formpressteile
- Triebwerksscheiben
- Turbinenschaufeln
- Spezialschmiedeteile

Formpressteile und Triebwerksscheiben werden für die Luftfahrttechnik produziert, Turbinenschaufeln für die Energietechnik. Spezialschmiedeteile werden in verschiedensten Branchen eingesetzt.

In Abbildung 2 sind die Anteile der einzelnen Produktfamilien bezogen auf den Gesamtumsatz für das Geschäftsjahr 2012 abgebildet.

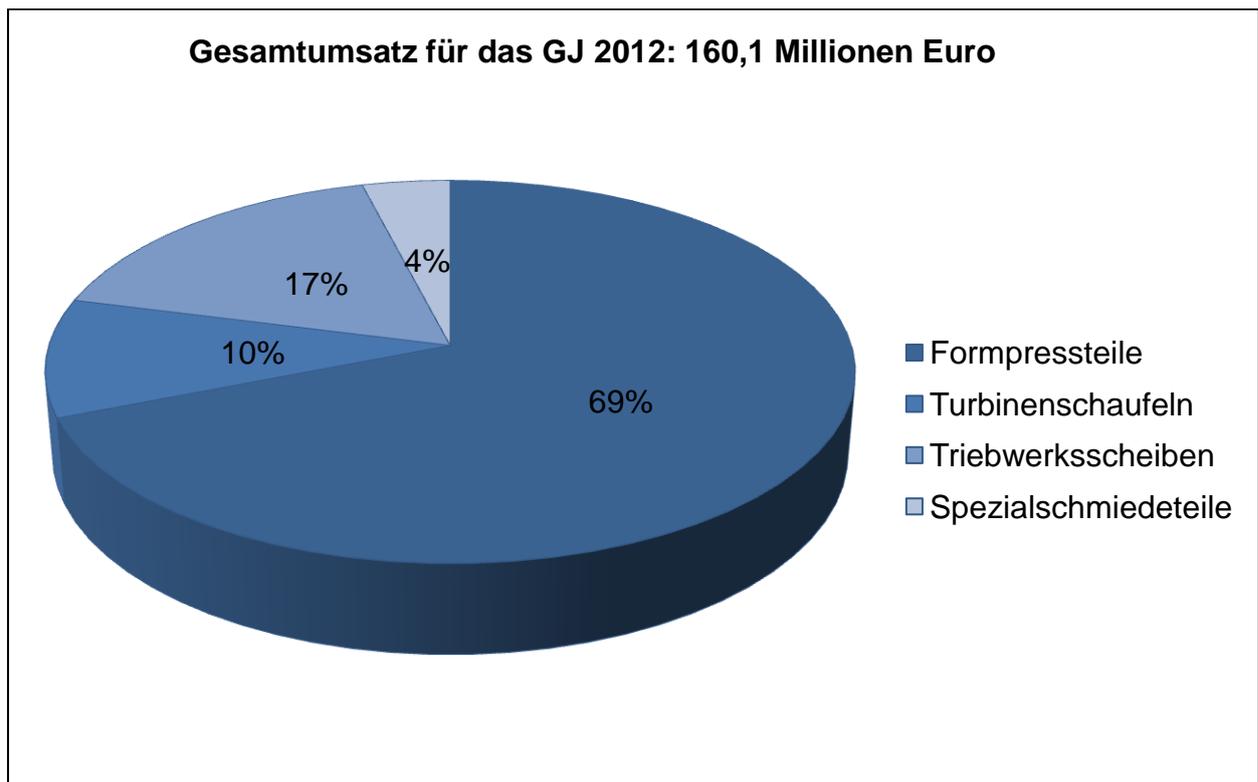


Abbildung 2: Verteilung des Umsatzes des Geschäftsjahres 2012 auf die vier Produktfamilien³

³ Jährlicher Controlling Bericht der Böhler Schmiedetechnik – Umsatzauswertung 2012, S.1, eigene Darstellung

a) **Formpressteile**

Es gibt eine Fülle an unterschiedlichen Produkten im Bereich Strukturteile für die Luftfahrt. Diese Schmiedeteile werden in Flugzeugen der kommerziellen Luftfahrt eingesetzt, wie zum Beispiel in kleineren Business Jets und großen Passagierflugzeugen von Boeing und Airbus. Zudem werden auch Produkte für Militärhelikopter produziert. Strukturteile für die kommerzielle Luftfahrt werden vor allem bei Landefahrwerken, Triebwerksaufhängungen, Tragflächen und Türrahmen eingesetzt. Im Bereich der Strukturteile für Helikopter werden Teile für Hauptrotor, Heckrotor und Fahrwerk produziert.⁴



Abbildung 3: Strukturteil für Landefahrwerk⁵

b) **Triebwerksscheiben**

Die Triebwerksscheiben werden im Gegensatz zu den anderen Produktfamilien erst seit wenigen Jahren produziert. Auch wenn die geometrische Struktur gegenüber anderen Schmiedeteilen einfach erscheint, ist die Fertigung solcher Teile sehr anspruchsvoll. Vor allem bei diesen Produkten werden Computersimulationen sehr intensiv genutzt, um eine hohe Qualität zu sichern und den Erfolg des Massivumformens zu garantieren. Triebwerksscheiben gibt es in unterschiedlichen Größen, beginnend mit kleinen Scheiben für Helikoptertriebwerke, bis hin zu großen Scheiben, die in Flugzeugtriebwerken eingesetzt werden.⁶



Abbildung 4: Triebwerksscheibe⁷

⁴ <http://www.bohler-forging.com/>, Zugriffsdatum 20.07.2012

⁵ ibidem

⁶ ibidem

⁷ Business Presentation 2012, Böhler Schmiedetechnik, Zugriffsdatum: 16.07.2012

c) **Turbinenschaufeln**

Beim Schmieden von Turbinenschaufeln für die Energietechnik kann die Böhler Schmiedetechnik auf eine langjährige Erfahrung zurückgreifen. Dieser Umstand macht sie zum Technologieführer in diesem Bereich. So können Stahlturbinenschaufeln bis zu einer Größe von knapp 2 Metern und Schaufeln aus Titan bis zu einer Länge von knapp über 1,5 Meter gefertigt werden. Diese Turbinenschaufeln werden zudem unterteilt in Dampfturbinenschaufeln und Gasturbinenschaufeln.⁸



Abbildung 5: Turbinenschaufel⁹

d) **Spezialschmiedeteile**

Ein hoch spezialisiertes Anwendungsgebiet des Gesenk- und Freiformschmiedens ist die Fertigung von Spezialschmiedeteilen. Es können qualitativ hochwertige Schmiedeteile bis zu einem Stückgewicht von 1500 Kilogramm geschmiedet werden. Die Produkte werden in Industriesektoren wie der Energiegewinnung, dem Maschinenbau, dem Schiffsbau und in der Offshore-Industrie.¹⁰



Abbildung 6: Ventilspindel für Schiffsdieselmotoren¹¹

⁸ <http://www.bohler-forging.com/>, Zugriffsdatum 20.07.2012

⁹ Business Presentation 2012, Böhler Schmiedetechnik, Zugriffsdatum: 16.07.2012

¹⁰ <http://www.bohler-forging.com/>, Zugriffsdatum 20.07.2012

¹¹ ibidem

1.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Aufgabe dieser Arbeit ist die Erstellung eines Layouts mit einer neugestalteten Arbeitsplatzanordnung für das Werk Deuchendorf, wobei auch die vorab von der Unternehmung angestellten Überlegungen mit einbezogen werden. Dadurch soll der Materialfluss unter Betrachtung der unterschiedlichen Herstellprozesse optimiert und eine möglichst kurze Durchlaufzeit erreicht werden.

Zu diesem Zweck soll auch eine Entflechtung der Produktionsstätten in Kapfenberg und Deuchendorf realisiert werden, wobei zu analysieren ist, warum es häufig zu Transporten zwischen den beiden Werken kommt und welche Maßnahmen nötig sind, um diese in Zukunft zu vermeiden.

Die ursprüngliche Arbeitsplatzanordnung im Werk Deuchendorf wurde über die Jahre erweitert. Dadurch änderte sich auch der Materialfluss, was zu langen, sich kreuzenden Wegen innerhalb dieser Produktionsstätte führte. Um den Herstellungsprozess effizienter zu gestalten, ist eine Neuordnung der Arbeitsplätze nötig.

Weiters änderte sich in den vergangenen Jahren die Produktionshäufigkeit bestimmter Produkte aufgrund der Auftragslage und das Produktportfolio wurde erweitert.

In Abbildung 7 werden die Umsätze aus den Geschäftsjahren 2000 und 2012 gegenübergestellt.

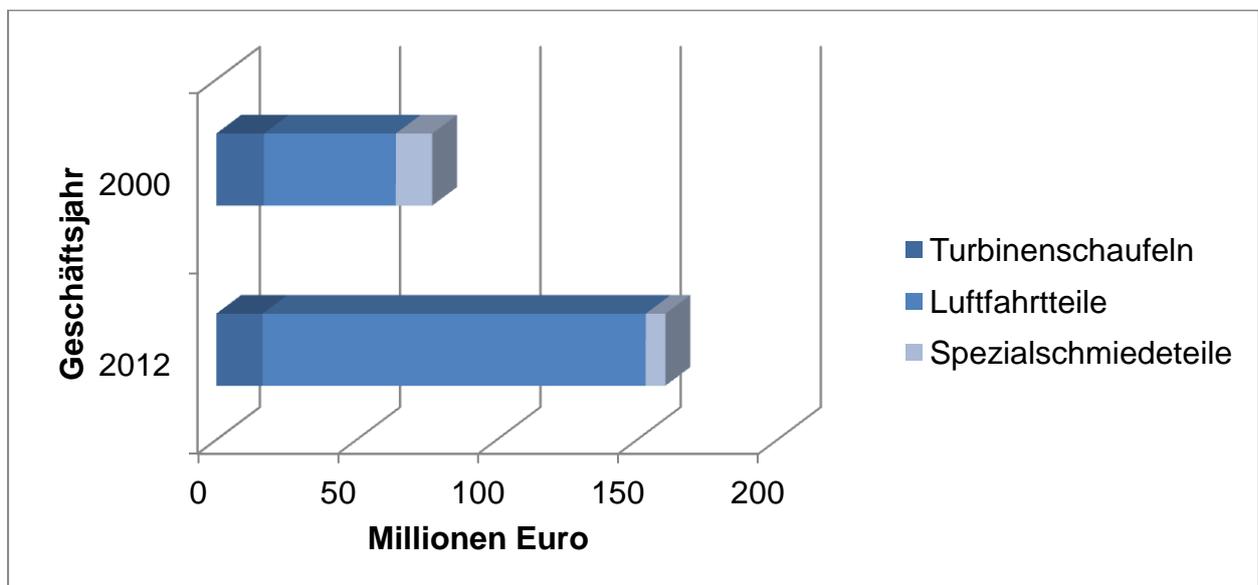


Abbildung 7: Umsatzentwicklung von 2000 auf 2012¹²

¹² Jährlicher Controlling Bericht der Böhler Schmiedetechnik – Umsatzauswertung 2012, S.1

Im Geschäftsjahr 2000 hatte die Produktion der Turbinenschaufeln am Gesamtumsatz von 77 Millionen Euro mit 17 Millionen Euro einen Anteil von 22%. Daneben betrug der Anteil der Luftfahrtteile 61% am Gesamtumsatz, in Zahlen 47 Millionen Euro. Die restlichen 17% des Umsatzes entfielen auf die Spezialschmiedeteile, welche der Unternehmung 13 Millionen Euro einbrachten.¹³

Im Geschäftsjahr 2012 hingegen sank der Anteil der Turbinenschaufeln am Gesamtumsatz von 160,1 Millionen Euro von 22% auf 10% und betrug nur mehr 16,5 Millionen Euro. Im Gegensatz dazu kam es zu einem starken Anstieg der Nachfrage bei den Luftfahrtteilen, die nun 85% des Gesamtumsatzes ausmachten und 136,6 Millionen Euro erwirtschafteten. Der Anteil der Spezialschmiedeteile am Gesamtumsatz sank von 17% auf 4% und schlug in diesem Geschäftsjahr nur mehr mit 7 Millionen Euro zu Buche.¹⁴

Dem Unternehmen ist bekannt, dass aufgrund der genannten Veränderungen momentan ein suboptimaler Materialfluss im Werk Deuchendorf vorliegt. Dieser soll nun mittels Materialflussanalyse untersucht und ein gut strukturierter Lösungsvorschlag erarbeitet werden. Die Vorgehensweise wird im Folgenden genauer dargestellt.

1.3 Vorgehensweise

Ein Hauptanliegen bei der Aufarbeitung der Problemstellung war es, die relevanten Daten systematisch zu ermitteln, zu protokollieren, zu interpretieren und zu verwerten. Aus diesem Grund wurde die Vorgehensweise in drei Phasen unterteilt, welche in Abbildung 8 dargestellt werden.

¹³ Gespräch mit Dr. Tockner, Leiter der Abteilung Technische Produktion, Böhler Schmiedetechnik, am 27.06.2012

¹⁴ Jährlicher Controlling Bericht der Böhler Schmiedetechnik – Umsatzauswertung 2012, S.1

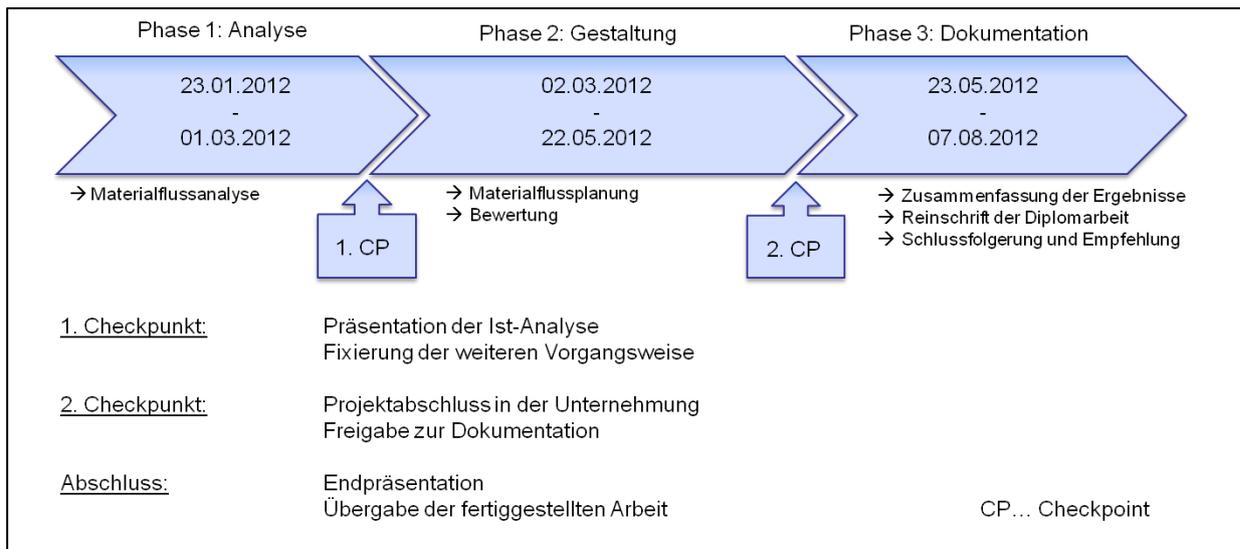


Abbildung 8: Zeitlicher Ablauf der Diplomarbeit¹⁵

Zur Entwicklung einer neuen Arbeitsplatzanordnung und zum Erstellen eines optimierten Layouts wird in der ersten Phase der Materialfluss analysiert. Dazu ist die Sammlung aller relevanten Daten nötig, die zur Bestimmung der zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen bestehenden Beziehungen erforderlich sind. Zudem muss auch deren Umfeld betrachtet werden, um einen Überblick über die Ist-Situation zu erlangen. Diese Analyse wird vor Ort in der Unternehmung vorgenommen. Dabei sollen Daten im Rahmen von Primärerhebungen durch Mitarbeiterbefragungen und persönliche Beobachtung gewonnen, sowie mittels Sekundärerhebungen den internen Unterlagen entnommen werden.

In der zweiten Phase wird, basierend auf den Ergebnissen der Materialflussanalyse, an der Gestaltung eines optimierten Layouts vor Ort gearbeitet. Ziel ist es, eine Empfehlung für die weitere Vorgehensweise in der Unternehmung zu erarbeiten. Dabei ist es wichtig, ständig in Kontakt mit den Mitarbeitern zu bleiben, um die eigenen Erkenntnisse mit deren Erfahrungen abzugleichen.

Die dritte und letzte Phase ist die Dokumentation und Zusammenfassung der erhaltenen Erkenntnisse in Form der Reinschrift der Diplomarbeit. Dabei wird strukturiert die bisherige Vorgehensweise erläutert und die gewonnenen Ergebnisse übersichtlich dargestellt.

¹⁵ Vgl. IBL/PSM Wissensbilanz 2010, S. 18

2 Produktionsmanagement

„Dem Produktionsmanagement obliegen die Willensbildung und –durchsetzung im Bereich der Leistungserstellung eines Unternehmens, d.h. es hat die Systemzustände für jenen betrieblichen Funktionsbereich zu regeln, der dazu dient, Sachgüter und Dienstleistungen zu erstellen, um menschliche Bedürfnisse zu befriedigen.“¹⁶

In prozessualer Sicht ist damit, neben der Funktion der Personalführung, die zielorientierte Planung und Steuerung der Produktion gemeint.

Die Faktoren, die zur Leistungserstellung nötig sind, werden als Produktionsfaktoren bzw. Elementarfaktoren bezeichnet und sind nach Gutenberg unterteilt in:¹⁷

- Werkstoffe
- Betriebsmittel
- Arbeit

Diese können wiederum in Potential- und Repetierfaktoren unterteilt werden. Zu den Potentialfaktoren werden Grundstücke, Gebäude, Einrichtungen, Maschinen, menschliche Arbeitsleistung sowie Patente und Lizenzen gezählt. Zu den Repetierfaktoren gehören Rohstoffe, Vorprodukte (z.B. Halbfabrikate und Fremtteile), Hilfsstoffe, Treibstoffe und Energie. Diese zwei Faktoren unterscheiden sich durch die Dauer des Leistungsvermögens. Potentialfaktoren stellen ihr Leistungsvermögen langfristig zur Verfügung, Repetierfaktoren werden hingegen sofort verbraucht.¹⁸

Eine Unternehmung lässt sich in die drei Funktionsbereiche Beschaffung, Produktion und Absatz unterteilen (siehe Abbildung 9). Im Mittelpunkt steht der Funktionsbereich Produktion, in dem Produktionsfaktoren miteinander kombiniert werden um Güter zu erzeugen und Dienstleistungen zu erbringen.¹⁹

¹⁶ Zäpfel (2000b), S. 1

¹⁷ Vgl. Gutenberg (1983), S. 5; Vgl. Weber/Kabst (2006), S. 86; Vgl. Zäpfel (2000a), S. 2

¹⁸ Vgl. Neumann (2002), S. 2

¹⁹ Vgl. Kiener et al. (2009), S. 4

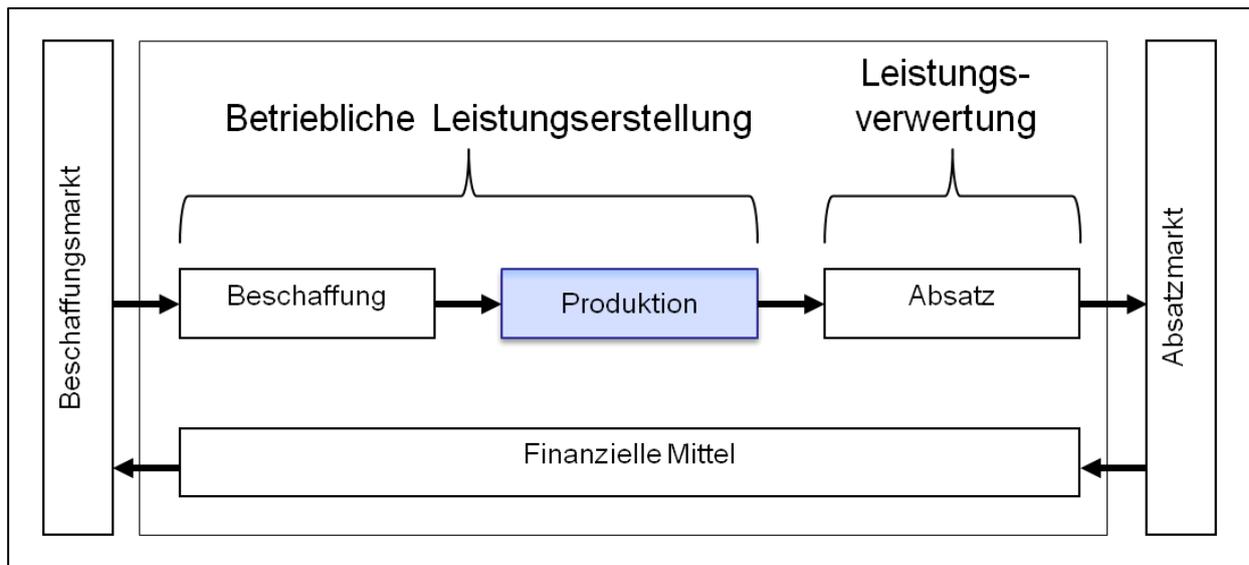


Abbildung 9: Leistungsbereiche einer Unternehmung²⁰

„Unter Produktion im weitesten Sinne versteht man den zielgerichteten Einsatz von Sachgütern und Dienstleistungen (Input) zur Transformation in andere (wertsteigende) Sachgüter und Dienstleistungen (Output).“²¹

Neben dem Begriff „Produktion“ wird oft der Begriff „Fertigung“ herangezogen und als Synonym verwendet. Möchte man diese zwei Begriffe voneinander trennen, so bezieht sich die Produktion auf den Prozess der Leistungserstellung. Dabei stehen die betrieblichen Entscheidungstatbestände im Vordergrund, wie beispielsweise die Festlegung des Produktionsprogrammes, welches die zu produzierenden Produkte bestimmt, sowie die Festlegung der Produktionsmenge und die Festlegung der Fertigungsverfahren. Der Begriff Fertigung hingegen umfasst die eigentliche Be- bzw. Verarbeitung von Rohstoffen zu Halb- und Fertigfabrikaten.²²

Das Produktionsmanagement kann wie ein Regelkreis gesehen werden, mit dem die betriebliche Leistungserstellung gesteuert wird (siehe Abbildung 10)²³. Durch die Produktionsfaktoren (Input) und die Informationen des Reglers wird das Fertigungsgeschehen im Produktionssystem ausgelöst. Nach Durchlauf des Produktionssystems erhält man einen Output, der durch die Produkte, die am Markt

²⁰ In Anlehnung an Kiener et al. (2009) S. 4, eigene Darstellung

²¹ Neumann (1996), S. 1

²² Vgl. Neuman (1996), S. 1; Vgl. Weber/Kabst (2006), S. 85

²³ Vgl. Kiener et al. (2009) S. 8

abgesetzt werden können, sowie durch Kuppelprodukte gekennzeichnet und vom Regler kontrolliert wird.²⁴

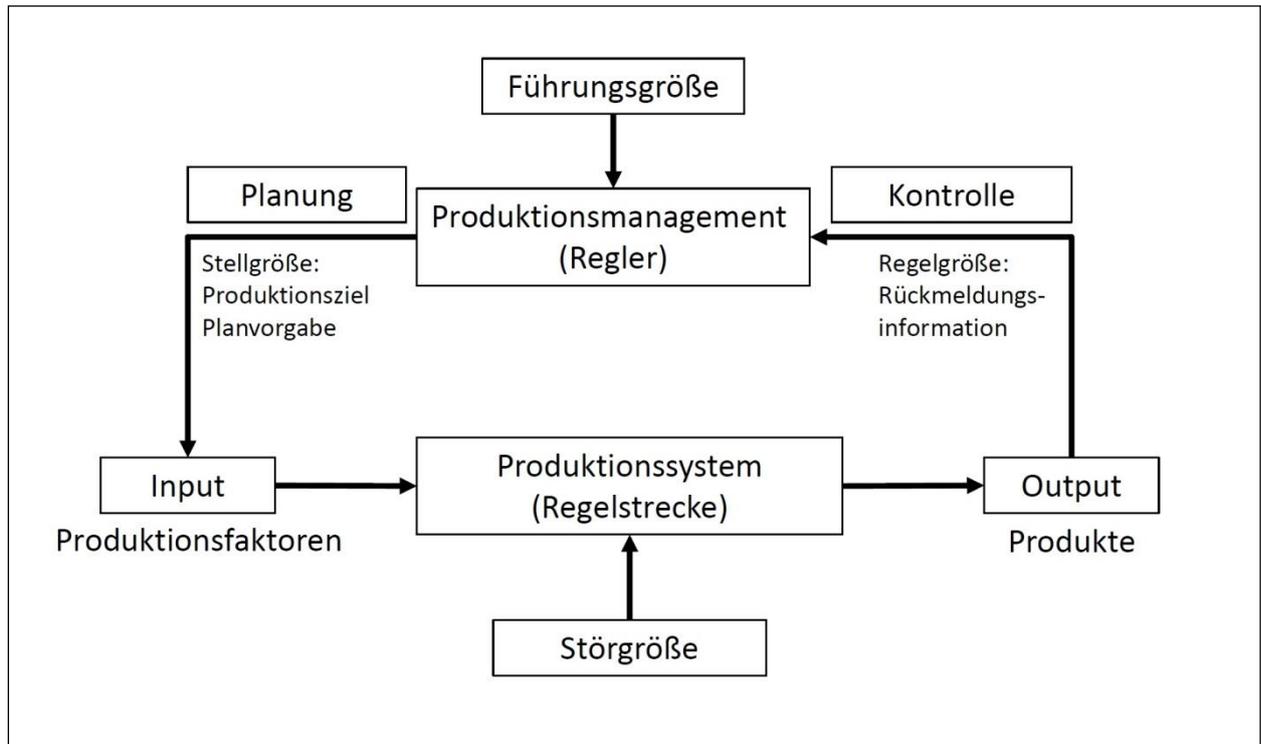


Abbildung 10: Produktionsmanagement als Regelkreis²⁵

Gegenstände des Produktionsmanagements sind zum Einen die Festlegung der Art und Weise, wie mit Hilfe der Produktionsfaktoren Produkte gefertigt werden sollen und zum Anderen die Erarbeitung von Handlungsvorschlägen im Produktionsbereich.²⁶

Dabei umfasst das Tätigkeitsfeld:²⁷

- Die systematische Analyse von Handlungsalternativen, bezogen auf die Produktion und die zielorientierte Auswahl bestmöglicher Alternativen im Sinne von Planentscheidungen (Planung).
- Die Umsetzung der Planentscheidung durch Anwendung auf das reale Produktionsgeschehen (Steuerung).
- Die Überwachung der Produktion hinsichtlich einer Vielzahl von Störgrößen (Kontrolle).

²⁴ Vgl. Zäpfel (2000a), S. 2

²⁵ In Anlehnung an Kiener et al. (2009) S. 8, eigene Darstellung

²⁶ Vgl. Kiener et al. (2009) S. 8

²⁷ ibidem

Die Aufgaben des Produktionsmanagements können in die drei Teilbereiche Produktionsplanung, Produktionssteuerung und Produktionskontrolle unterteilt werden.²⁸

Der in Abbildung 10 dargestellte Regelkreis erlaubt nur eine globale Beschreibung der Lenkungsarbeiten des Produktionsmanagements. Es muss aber beachtet werden, dass dem Regler weitere Lenkungsarbeiten zukommen, die von unterschiedlicher Tragweite für die Unternehmung sind. Diese lassen sich in das strategische, das taktische und das operative Produktionsmanagement unterteilen. Die Aufgaben des strategischen Produktionsmanagements liegen in der Ziel- und Strategiefindung für das Leistungserstellungssystem, um eine wettbewerbsfähige Produktion zu gewährleisten. Beim taktischen Produktionsmanagement geht es in weiterer Folge um die Konkretisierung und Umsetzung dieser Strategien. Das operative Produktionsmanagement hat, gestützt auf die Entscheidungen des strategischen und taktischen Produktionsmanagements, die Aufgabe, ein wirtschaftliches Zusammenwirken der Produktionsfaktoren zur planmäßigen Durchführung der Produktion sicherzustellen.²⁹

Man kann daher erkennen, dass es sich hier um eine hierarchische Struktur handelt. Vorgaben des strategischen Produktionsmanagement, werden an das taktische und von dort an das operative Management weitergegeben. Damit dieser Kreis geschlossen ist, erhält das strategische Produktionsmanagement eine Rückmeldung vom operativen Management, welche über das taktische Produktionsmanagement weitergegeben wird. Die einzelnen Ebenen sind dabei nicht isoliert, sondern als Koordinationsprozess, bestehend aus einer kombinierten retrograden und progressiven Planung, zu betrachten.³⁰

Im Weiteren wird auf die drei Ebenen des Produktionsmanagements eingegangen.

2.1 Strategisches Produktionsmanagement

Im Laufe der Zeit steht jedes Unternehmen vor der Herausforderung, sich an geänderte Umweltfaktoren anpassen zu müssen. Solche Umweltänderungen ergeben sich aus dem soziokulturellen, wirtschaftlichen, politischen und technologischen Wandel der Rahmenbedingungen, sowie aus Veränderungen der Ressourcenbasis. Ohne Zweifel haben diese Veränderungen sowohl, positive als auch negative Auswirkungen auf die

²⁸ Vgl. Kiener et al. (2009) S. 8; Vgl. Neumann (1996), S. 3

²⁹ Vgl. Zäpfel (2000a), S. 2f.

³⁰ Vgl. Gronau/Lindeman (2010), S. 39

Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmung. Deshalb ist eine kontinuierliche Evaluierung der sich ändernden Rahmenbedingungen unerlässlich für die Unternehmung. Diese dient dazu, die Flexibilität zu wahren, das Produktionssystem an die Veränderungen anzupassen und so gegenüber den Mitbewerbern wettbewerbsfähig zu bleiben.³¹ Aufgrund seines langfristigen Charakters ist das strategische Produktionsmanagement eine Aufgabe, die in der Regel die Unternehmensführung wahrzunehmen hat.³²

Mögliche Umwelteinflüsse, die das Produktionssystem beeinflussen, sind in Abbildung 11 dargestellt.

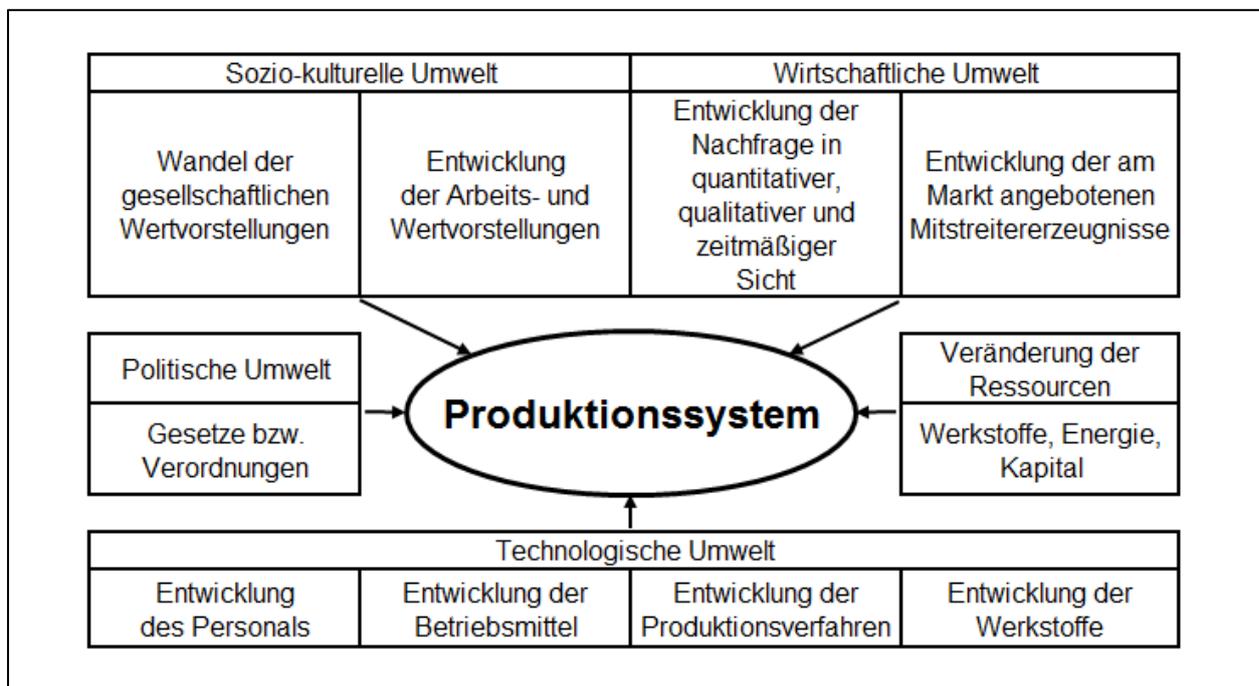


Abbildung 11: Mögliche Umwelteinflüsse auf das Produktionssystem³³

„Wesentliche Aufgabe des strategischen Produktionsmanagements ist es daher, Entwicklungen von Umweltfaktoren in ihrem Einfluss auf die eigene Leistungserstellung zu erkennen und durch den Aufbau von Produktionspotentialen einen Beitrag zur betrieblichen Wettbewerbsfähigkeit zu leisten.“³⁴

Aufgabenbereiche die dem strategischen Produktionsmanagement unterliegen sind beispielsweise die Auseinandersetzung und Identifizierung von Produktfeldern, die Kapazitätsdimensionierung, die Festlegung der technologischen Kernkompetenzen, der

³¹ Vgl. Zäpfel (2000a), S. 7

³² Vgl. Hachtel/Holzbaier (2010), S. 68

³³ In Anlehnung an Zäpfel (2000a), S. 8, eigene Darstellung

³⁴ Zäpfel (2000a), S. 7

Grundsätze der Anordnungs- und Organisationskonzepte (Produktionssystem) sowie die Standortwahl.³⁵ Die Standortwahl kann sich in betriebliche und innerbetriebliche Standortplanung unterscheiden. Für diese Arbeit ist die Betrachtung der innerbetrieblichen Standortplanung bzw. Layoutplanung wesentlich, welche sich mit der Planung der räumlichen Anordnung von „Betriebsmitteln“ beschäftigt. Damit gemeint sind beispielsweise Fertigungs-, Lager- oder Verwaltungsbereiche, sowie Werkstätten und die Maschinen, die sich in diesem Bereich befinden.³⁶

Die notwendigen Prozesse zur Herstellung von absetzbaren Gütern werden durch die zu produzierenden Produkte selbst bestimmt. Obwohl sich das Produktportfolio häufig - je nach Nachfrage- ändern kann, ist der diesbezügliche Gestaltungsspielraum gering, da die langlebigen Betriebsmittel den Änderungen bei Produkten mit ihrer kurz- und mittelfristigen Lebensdauer im Betrieb nicht in der gleichen Geschwindigkeit angepasst werden können.³⁷

2.2 Taktisches Produktionsmanagement

Vom taktischen Produktionsmanagement werden ganz allgemein die Vorgaben der strategischen Planung konkretisiert. Dabei wird darauf geachtet, dass jene auch umgesetzt werden.³⁸

Daher liegen die Aufgaben des Produktionsmanagement in der konkreten Implementierung der Strategien der Unternehmensführung im Betrieb durch Anpassung, Änderung und Neustrukturierung des Produkt- bzw. Produktionssystems der Unternehmung. Diese Abstimmung der Systeme hängt sehr davon ab, welchen Strategietyp die Unternehmung verfolgt. Die Aufgaben des taktischen Produktionsmanagements können, je nach gewählter Strategie, sehr unterschiedlich ausgestaltet sein. Man unterscheidet hierbei zwischen der Differenzierungsstrategie, der Strategie der Preis- bzw. Kostenführerschaft und der Rückzugsstrategie, wobei für die ersten beiden ein offensiver Charakter kennzeichnend ist, für letztere hingegen ein defensiver.³⁹

In Tabelle 1 ist ersichtlich, welche Produktionsstrategiemeasures sich aufgrund des von der Unternehmensführung gewählten Strategietyps ergeben können.

³⁵ Vgl. Hachtel/Holzbaur (2010), S. 68, Vgl. Schneider (2000), S. 14

³⁶ Vgl. Neumann (1996), S. 228

³⁷ Vgl. Hachtel/Holzbaur (2010), S. 68

³⁸ Vgl. Hachtel/Holzbaur (2010), S. 69

³⁹ Vgl. Zäpfel (2000b), S. 7ff

		Strategietypen		
		Offensivstrategie		Defensivstrategie
		Differenzierungsstrategie	Strategie der Preis- bzw. Kostenführerschaft	Rückzugsstrategie
Produktionsstrategien	Adaptionen des Produktsystems	Beispielhafte Maßnahmen: - Produktinnovation - Schaffen von Produktflexibilität und daher eine Anpassung an differenzierte Kundenwünsche durch schnelle Entwicklung von neuen Produkten (Entwurfsflexibilität) oder durch Variantenvielfalt (Variantenflexibilität) Primärziel: Erhöhung der Differenzierung bei angemessenen Kosten	Beispielhafte Maßnahmen: - Produktvariation - Vereinheitlichung von Produkten und Produktkomponenten - Produktgestaltung nach dem Baukastenprinzip Primärziel: Kostenminimierung bei angemessener Qualität	Beispielhafte Maßnahmen: - Produktelimination Primärziel: Die Kosten zu senken
	Adaptionen des Produktionssystems	Verbesserungsmaßnahmen: - Produktionspotential - außer- und innerbetrieblicher Waren- und Materialfluss (Produkt- und Materiallogistik) - Produktionsorganisation Primärziel: Erhöhung der Differenzierung bei angemessenen Kosten	Verbesserungsmaßnahmen: - Produktionspotential - außer- und innerbetrieblicher Waren- und Materialfluss (Produkt- und Materiallogistik) - Produktionsorganisation Primärziel: Kostenminimierung bei angemessener Leistung	Anpassungsmaßnahmen: - Kapazitätsstilllegung Primärziel: Die Kosten zu senken

Tabelle 1: Abgeleitete Produktionsstrategien aufgrund Strategietypen⁴⁰

⁴⁰ In Anlehnung an Zäpfel (2000b), S. 9

2.3 Operatives Produktionsmanagement

„Aufgabe des operativen Produktionsmanagements ist die, im Sinne der Unternehmensziele, effiziente Nutzung der vom taktischen Produktionsmanagement entwickelten Infrastrukturen oder auch des Produktionssystems.“⁴¹

Die Vorgaben des strategischen Produktionsmanagements werden durch Planung und Steuerung von Entwicklungs- oder Produktionsaufträgen umgesetzt.⁴²

Die Aufgabenbereiche des operativen Managements lassen sich zum einen in die Materialwirtschaft und zum anderen in die Fertigungswirtschaft unterteilen.⁴³

Der Materialwirtschaft unterliegen die Versorgungsaufgaben, die den Einkauf und die Lagerhaltung umfassen, sowie die Steuerung des gesamten Materialflusses vom Lieferanten bis hin zum Kunden. Dabei kommt es zu keiner materiellen Zustandsänderung, sondern nur zu Zeit- und Ortsveränderungen.⁴⁴

Es ergeben sich hierfür folgende Aufgaben:⁴⁵

- Bedarfsermittlung
- Bestandsführung
- Beschaffung
- Verteilung

Die Fertigungswirtschaft umfasst den wirtschaftlichen Einsatz und die optimale Kombination der Produktionsfaktoren zur Erzeugung von Produkten, die in weiterer Folge abgesetzt werden können. Im Gegensatz zur Materialwirtschaft kommt es in diesem Fall zu einer materiellen Zustandsänderung.⁴⁶

Die Aufgaben in diesem Bereich sind zum Beispiel:⁴⁷

- Produktionsplanung
- Produktplanung
- Fertigungsplanung
- Fabrikplanung
- Fertigungssteuerung
- Qualitätssicherung
- Instandhaltung

⁴¹ Hachtel/Holzbaier (2010), S. 69

⁴² Vgl. Gienke/Kämpf (2007), S. 7

⁴³ ibidem

⁴⁴ Vgl. Gienke/Kämpf (2007), S. 8

⁴⁵ ibidem

⁴⁶ ibidem

⁴⁷ ibidem

3 Logistikmanagement

In diesem Kapitel wird auf das Logistikmanagement und im Detail auf jene Aspekte eingegangen, die für diese Arbeit relevant sind, nämlich zum Einen auf die Materialflussanalyse und zum Anderen auf die Materialfluss- und Layoutgestaltung.

3.1 Definition und Aufgaben der Logistik

Unter Logistik versteht man eine ganzheitliche, unternehmungsfunktionsübergreifende Betrachtungsweise, die die Optimierung des Material- und Erzeugnisflusses unter Miteinbeziehung des Informationsflusses zum Ziel hat.⁴⁸

Die Problemstellungen der Logistik sind eng mit jenen der Produktion verbunden. Die Gesamtfunktion der Logistik kann, wie bei der Produktion, in verschiedene Teilfunktionen gegliedert werden.⁴⁹

Typische Aufgaben der Logistik sind:⁵⁰

- Anlieferung von Fertigungsmaterial an ein Beschaffungslager bzw. an ein Arbeitssystem (physische Materialbeschaffung, Beschaffungslogistik).
- Weitertransport von Werkstücken zwischen Produktionsabteilungen (innerbetriebliche Logistik, Intralogistik, Produktionslogistik).
- Auslieferung an Kunden (physische Distribution, Marketinglogistik).

Die Logistik durchdringt somit die Funktionen der Beschaffung und der Produktion sowie den Absatz. Aufgrund der funktionsübergreifenden Querschnittsfunktion sind die Aufgaben der Logistik und der Produktion, besonders im Bereich der Produktionslogistik und auch zum Teil der Beschaffungslogistik, eng miteinander verbunden.⁵¹

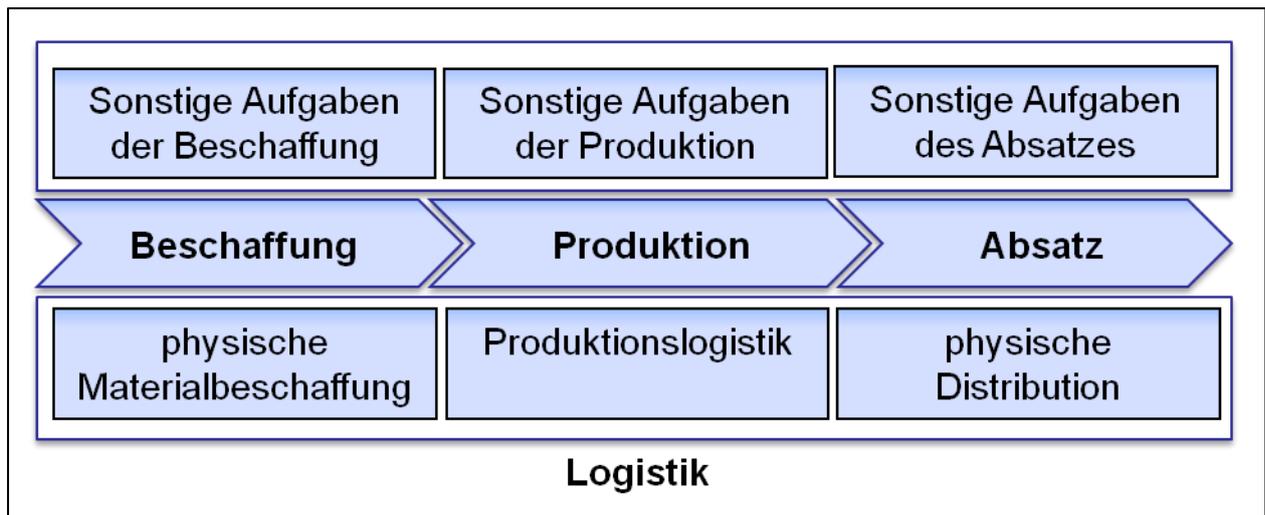
Die Eingliederung der für diese Arbeit bedeutsamen Produktionslogistik (siehe Kapitel 3.3.2) in die Leistungsbereiche einer Unternehmung ist in Abbildung 12 graphisch dargestellt.

⁴⁸ Vgl. Günther/Tempelmeier (2012), S. 9

⁴⁹ Vgl. Pfohl (2010), S. 16f.

⁵⁰ Vgl. Günther/Tempelmeier (2012), S. 9

⁵¹ Vgl. Günther/Tempelmeier (2012), S. 9, Vgl. Pfohl (2004), S. 5

Abbildung 12: Zusammenhang Produktion und Logistik⁵²

Das generelle Ziel der Logistik ist die Bereitstellung von dem richtigen Objekt, zum richtigen Zeitpunkt, im richtigen Zustand (Qualität und Quantität), am richtigen Ort, in wirtschaftlicher Art und Weise.⁵³

3.2 Ebenen der Logistik in einer Unternehmung

Die Logistikziele und –aufgaben durchdringen alle Ebenen und Bereiche einer Unternehmung, in denen die Unternehmensstrategien, Handlungsweisen, Maßnahmen und Aktivitäten in einem koordinierten Rahmen geschaffen und durchgesetzt werden. Die Ebenen lassen sich unterteilen in die strategische Ebene (Unternehmensprozessebene), taktische Ebene (Hauptprozessebene), dispositive Ebene (Teilprozessebene) und operative Ebene (Arbeitsprozessebene).⁵⁴

⁵² In Anlehnung an Günther/Tempelmeier (2012), S. 9, eigene Darstellung

⁵³ Vgl. Pawellek (2007), S. 15; Vgl. Pfohl (2004), S. 4

⁵⁴ Vgl. Binner (2002), S. 14

Im Folgenden sind diese vier Ebenen, die miteinander hierarchisch vernetzt sind, dargestellt:

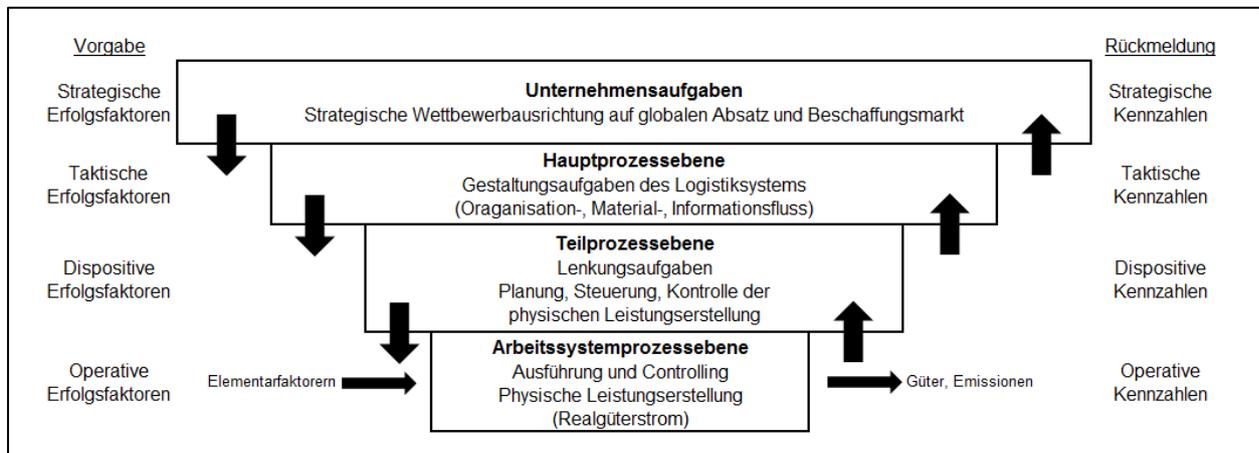


Abbildung 13: Aufbau und Zusammenwirkung der Unternehmensebenen⁵⁵

Die erste Ebene wird als das Topmanagement bezeichnet, durch das die Unternehmensprozesse gesteuert werden. Die zweite Ebene bezieht sich auf die Sparte, die Branche, das Geschäftsfeld, die Hauptabteilungen oder die Leistungszentren. Hier werden die Hauptprozesse zugeordnet. Diese können in Teilprozesse unterteilt werden und sind innerhalb der Ebene drei in Abteilungen oder Subsysteme gegliedert. In Ebene vier erfolgt die operative Arbeitsausführung. In dieser Ebene sind zum Beispiel bereits die Mitarbeiter, Meister oder Vorarbeiter an der Leistungserstellung beteiligt.⁵⁶ Die Strategieumsetzung innerhalb der Unternehmung erfolgt von oben nach unten (Top-down). Dies bedeutet für die Betrachtungsweise einer Strategie bzw. Zielvorgabe eine ständige Steigerung des Detaillierungsgrades, also vom Groben ins Detail. Im gegenläufigen Ansatz (Bottom-up) kann mit zunehmender Verdichtung der Ist- bzw. Ausführungsdaten ein funktionierender Regelkreis aufgebaut werden.⁵⁷

⁵⁵ In Anlehnung an Binner (2002), S. 16, eigene Darstellung

⁵⁶ Vgl. Binner (2002), S. 15

⁵⁷ ibidem

3.3 Unternehmenslogistik

Die Unternehmenslogistik unterteilt sich in Vertriebs-, Entwicklungs-, Beschaffungs-, Produktions-, Distributions- und Entsorgungslogistik.⁵⁸

In dieser Arbeit wird im Weiteren nur auf Kernbereiche eingegangen.⁵⁹

- Beschaffungslogistik
- Produktionslogistik
- Distributionslogistik

3.3.1 Beschaffungslogistik

Die Beschaffungslogistik spielt eine sehr wichtige Rolle bei der Versorgung einer Unternehmung und steht am Anfang der Logistikkette (siehe Abbildung 12). Sie kann neben der Produktion und dem Absatz als eine der Grundfunktionen in einer Unternehmung gesehen werden.⁶⁰

Die Beschaffungslogistik beschäftigt sich mit allen Aktivitäten, die erforderlich sind für die Beschaffung von Materialien am Beschaffungsmarkt und deren Einlagerung oder direkten Bereitstellung für die Produktion.⁶¹

Die damit entstehenden Material- und Informationsflüsse gehen über die Grenzen der eigenen Unternehmung hinaus. Die Beschaffung ist somit auch eine Schnittstelle zur Umwelt (Lieferanten). Sie ist außerdem ein unternehmensübergreifender Bestandteil der Wertschöpfungskette und befasst sich mit der Analyse dieser internen Material- und Informationsflüsse, um Bedürfnisse zu erkennen und abzustimmen, damit zu jeder Zeit der Bedarf gedeckt ist. Dadurch entstehen Aktivitäten, die im Rahmen der Beschaffungslogistik durchgeführt werden müssen.⁶²

⁵⁸ Vgl. Binner (2002), S. 22f.

⁵⁹ Vgl. Binner (2002), S. 22

⁶⁰ Vgl. Mathar/Scheuring, S. 48

⁶¹ Vgl. Binner (2002), S. 23

⁶² Vgl. Mathar/Scheuring, S. 48

Aktivitäten der Beschaffungslogistik.⁶³

- Bestimmung der Bedarfsmenge anhand des Produktionsprozesses
- Bestimmung des Bedarfszeitpunktes der Bedarfsmenge
- Make or Buy Entscheidung
- Analyse der Erfahrungswerte und Bestimmung der Parameter für die Bedarfsplanung
- Finden von externen Lieferanten
- Ermittlung und Analyse der Bestände
- Anfertigung von Stücklisten für die Materialbeschaffung
- Besorgung der erforderlichen Produktionsmittel

Die Beschaffungslogistik erfüllt eine Vielzahl wichtiger Anforderungen. Sie trägt dafür Sorge, dass eine optimale Versorgung mit allen benötigten Materialien zur passenden Zeit gegeben ist. Zudem fördert sie Arbeitsprozesse, die mit den Ressourcen sparsam umgehen. Sie garantiert, dass geringe Lagerbestände vorherrschen und daher eine Senkung der Lagerkosten entlang der Wertschöpfungskette möglich ist. Unter anderem sorgt sie auch für eine optimale Auslastung der Kapazität. Hinsichtlich der Kunden hat die Beschaffungslogistik darauf zu achten, dass eine schnelle Reaktion auf Änderungen der Kundenwünsche möglich ist.⁶⁴

3.3.2 Produktionslogistik

Die Produktionslogistik befasst sich mit der Planung, Steuerung und Überwachung des Materialflusses vom Wareneingang über den gesamten Produktionsprozess bis hin zum Warenausgang. Hierzu beschäftigt sie sich mit dem innerbetrieblichen Transport und der Zwischenlagerung des Fertigungsmaterials, sowie mit dem damit verbundenen Informationsfluss.⁶⁵

Aufgaben und Ziele der Produktionslogistik

Die Hauptaufgaben der Produktionslogistik lassen sich in Programmplanung, Materialplanung, Terminplanung, Kapazitätenplanung und Logistikcontrolling unterteilen. Im Rahmen der Programmplanung werden aus dem gegebenen Produktsortiment die monatlich bzw. jährlich benötigten Mengen zusammengestellt. Im

⁶³ Vgl. Mathar/Scheuring, S. 48

⁶⁴ Mathar/Scheuring, S. 50

⁶⁵ Vgl. Böge (2009), S. T1; Vgl. Pawellek (2007), S. 14

Zuge der Materialplanung werden die Lagerung und die Bereitstellung der benötigten Materialien sichergestellt. In der Terminplanung werden die Liefertermine, sowie die Fertigungstermine ermittelt. Bei der Kapazitätsplanung stehen die Verwaltung und die Abstimmung der Kapazitätsbelegung der Betriebsmittel im Vordergrund. Das Logistikcontrolling befasst sich mit der Planung und den Produktionsabläufen, um die gesetzten Optimierungsziele zu erreichen.⁶⁶

Die Ziele der Produktionslogistik sind in Tabelle 2 dargestellt.

Ziele der Produktionslogistik		
Zeit	Menge	Finanzen
Durchlaufzeit minimieren	Bestände reduzieren	Kapitalrendite erhöhen
Termineinhaltung gewährleisten	Servicegrad erhöhen	Deckungsbeitrag erhöhen
Nutzungszeit vergrößern	Ausbringung steigern	Fertigungskosten senken
		Lagerkosten senken
		Liquidität verbessern

Tabelle 2: Ziele Produktionslogistik⁶⁷

Planung der Produktionslogistik

Aufgrund einer Vielzahl auf die Produktion einwirkender Störfaktoren ist es nötig die Produktionslogistik laufend zu verbessern. Diese störenden Einflüsse können sich negativ auf die Durchlaufzeit bzw. auf die Lieferzeiten, auf die Bestände und auf die Flexibilität der Auftragsabwicklung auswirken. Sie können sich zum Beispiel durch Erweiterungen sowie Änderungen im Teilespektrum oder Veränderungen der Fertigungsstruktur ergeben, was im Weiteren einen Einfluss auf den Materialfluss hat. Auch eine Veränderung des Produktionsstandortes kann Anlass für eine Logistikplanung sein. In einem volatilen Marktumfeld, in dem Produkte ständig neu definiert und dem bestehenden Sortiment hinzugefügt werden, ist es nötig, die betrieblichen Kapazitäten und Produktionsstrukturen ständig anzupassen. Dieser Anforderung kommen viele Unternehmungen jedoch nicht in ausreichendem Maße nach, obwohl die nötigen Adaptionen großen Einfluss auf ihre Produktivität und Flexibilität haben. Die sich aus der unzureichenden Anpassung ergebenden Schwierigkeiten wirken sich oft spürbar auf das Arbeitsklima und die Leistung der

⁶⁶ Vgl. Böge (2009), S. T1

⁶⁷ Böge (2009), S. T2, eigene Darstellung

Unternehmung aus. Eine regelmäßige und frühzeitige Evaluierung der nötigen Anpassungen und deren rechtzeitige Durchführung sind demnach unerlässlich, um ein optimales Produktionsergebnis zu erreichen.⁶⁸

„Marktveränderungen und gewachsene Strukturen erfordern demnach permanent Maßnahmen der Reorganisation, der Produktionsplanung und Logistik.“⁶⁹

Folgende Grundsätze sind zu beachten, um den geforderten Servicegrad des Marktes zu erfüllen:⁷⁰

- Bekenntnis des Managements zur Logistik
- Planungsphasen müssen in der Unternehmung nach dem top down Prinzip bestimmt werden
- Kundenservice als vorrangiges Ziel des Logistikkonzepts
- Einbeziehung von Mitarbeitern und Führungskräften schon in frühen Projektphasen
- Einbeziehung externer Berater, deren Erfahrungen zu schnelleren Lösungen und besserer Qualität der Arbeit beitragen
- Implementierung eines guten Zeitmanagements

3.3.3 Distributionslogistik

Die Distributionslogistik ist anschließend an die Produktionslogistik das Bindeglied zur Beschaffungslogistik des Kunden (siehe Abbildung 12). Sie wird unterteilt in die Lagerlogistik, Versandlogistik und Transportlogistik.⁷¹

Die Distributionslogistik beinhaltet alle logistischen Aktivitäten die sich auf das Lagern, das Kommissionieren und das Verpacken der Produkte beziehen, sowie den Transport zu den Kunden. Daher ist sie geprägt von starker Kundenähe. Die Pflege von Liefertreue, Lieferfähigkeit und Lieferservice ist daher sehr wichtig, da dadurch dem Kunden am wirkungsvollsten verdeutlicht wird, dass die Logistikleistungen einer Unternehmung seinen Anforderungen und Erwartungen entsprechen.⁷²

⁶⁸ Vgl. Pawellek (2007), S. 143

⁶⁹ Pawellek (2007), S. 143

⁷⁰ Vgl. Pawellek (2007), S. 143

⁷¹ Vgl. Binner (2002), S. 22f.

⁷² Vgl. Binner (2002), S. 99

Wie schon die vorhergehenden Logistikbereichen, durchdringt auch die Distributionslogistik alle Hierarchieebenen. Im Nachfolgenden sind Beispiele für logistische Ziele genannt.⁷³

Das Topmanagement beispielsweise verfolgt Ziele wie das Erstellen optimaler Liefer- und Transportstrategien zur Erfüllung der Kundenanforderungen, sowie das Feststellen einer optimalen Beziehung zwischen Bestandshöhe und Lieferservice. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit werden demnach kostengünstige Distributionsdienstleister (z.B. Spediteure) mit an Bord geholt. Das taktische Management hingegen konzentriert sich beispielsweise auf die optimale Lager- und Transporttechnikauswahl. In der operativen Managementebene wird schließlich darauf geachtet, dass eine optimale Kundenauftragsabwicklung mit einer termintreuen Lieferung gesichert ist.⁷⁴

⁷³ Vgl. Binner (2002), S. 99

⁷⁴ ibidem

3.4 Materialflussgestaltung

In diesem Kapitel stehen die Planung des Materialflusses und die Layoutgestaltung im Vordergrund. Es werden alle theoretischen Ansätze bzw. Tools, die im Zuge dieser Arbeit angewendet wurden, erläutert.

Die Planung von Materialflusssystemen findet im Rahmen der Hauptprozessebene (siehe Abbildung 13) statt und wird von der Unternehmensleitung in Gang gesetzt, welcher vorab die Erarbeitung der strategischen Hintergründe obliegt.⁷⁵ Das Zusammenwirken dieser beiden Planungsschritte kann wie folgt beschrieben werden:

„Materialfluss ist ein sichtbares Ergebnis von Produktions- und Vertriebsaktivitäten. Die Planung des Materialflusses hat somit einen unmittelbaren Bezug zu den strategischen Zielen des Unternehmens. Auf diese Weise ist die Materialflussplanung mit der strategischen Planung verknüpft.“⁷⁶

Meistens stehen gesetzten Zielen wie der Maximierung der Ressourcennutzung, der Minimierung der Aufwände, der Verkürzung der Durchlaufzeiten und anderen jenen zahlreiche Einflüsse gegenüber, die im Vorfeld der Planung nicht abschätzbar sind. Ein systematisches Vorgehen hinsichtlich der Materialflussplanung ist daher essenziell.⁷⁷

Grundsätzlich kann die Gestaltung des Materialflusses in zwei Teilgebiete unterteilt werden. Der erste Teil befasst sich mit der Analyse der Ist-Situation und wird als Materialflussanalyse bezeichnet. Aufbauend auf den Erkenntnissen daraus, wird in einem zweiten Schritt die Materialflussplanung durchgeführt. Im Zuge einer Neu- bzw. Änderungsplanung von einem Materialflusssystem wird die Kenntnis der vorhandenen oder angestrebten Durchsätze vorausgesetzt. Weiters sollten in frühen Planungsphasen mehrere Alternativen erarbeitet und der beste Lösungsansatz auf Grund einer technischen und wirtschaftlichen Bewertung bestimmt werden.⁷⁸

⁷⁵ Vgl. Arnold/Furmans (2009), S. 233

⁷⁶ Arnold/Furmans (2009), S. 233

⁷⁷ Vgl. Arnold/Furmans (2009), S. 233f.

⁷⁸ ibidem

3.4.1 Materialflussanalyse

Die Materialflussanalyse bildet die Grundlage der Materialfluss- und Layoutplanung. Sie ist die systematische Durchleuchtung eines Betriebes hinsichtlich der bewegten Güter und Materialien aus technischer und betriebswirtschaftlicher Sicht. Die Materialflussanalyse dient nicht nur der Gestaltung und Planung von neuen Anlagen, sondern auch der Rationalisierung, Modernisierung und Erweiterung von bestehenden Betrieben. Sie soll eine Hilfestellung für die weiteren Planungsschritte darstellen.⁷⁹

Diese Analyse verfolgt eine duale Zielsetzung. Zum einen sollen jene Daten und Angaben ermittelt werden, die erforderlich sind, um eine Planung bzw. Umgestaltung des Betriebes zu realisieren. Zum anderen werden auch Ansatzpunkte für technische und betriebliche Optimierungen sowie für Kostensenkungspotentiale und Maßnahmen zur Rationalisierung erarbeitet.⁸⁰

Untersuchungsbereiche

Bevor mit der Materialflussanalyse begonnen wird, muss der zu betrachtende Untersuchungsbereich bestimmt werden. Es ist sehr wichtig, dass schon in der Anfangsphase der Analyse die Grenzen des Betrachtungsbereiches sehr genau absteckt sind, auf den man sich in weiterer Folge konzentrieren will. Objekt einer Untersuchung können mehrere Gesamtbereiche, Teilbereiche oder auch einzelne Bereiche sein.⁸¹

Mögliche Untersuchungsbereiche sind:⁸²

- Externe Anbindung des Werksstandortes
- Materialflüsse und Lage der Werkseinheiten innerhalb des gesamten Werkes
- Materialfluss innerhalb einer Werkseinheit
- Materialfluss am Arbeitsplatz

Wenn von „externer Anbindung“ gesprochen wird, wird darunter das außerbetriebliche Transportwesen verstanden. Hier werden bei einer Untersuchung die Materialflüsse von und zum Betriebsgelände betrachtet. Im Zuge der Analyse der Materialbewegungen innerhalb des Werkes werden die Flüsse zwischen den Gebäuden eines Betriebsareales einer Betrachtung unterzogen. Um die Beziehungen zwischen Abteilungen innerhalb eines Gebäudes zu analysieren, bezieht sich die

⁷⁹ Vgl. Aggteleky (1982), S. 27

⁸⁰ ibidem

⁸¹ Vgl. Lutz/Galenza (2004), S. 132

⁸² Vgl. Lutz/Galenza (2004), S. 132f.

Betrachtungsweise auf den Materialfluss innerhalb einer Werkseinheit. In der letzten Detaillierungsstufe wird der Materialfluss des Arbeitsplatzes betrachtet.⁸³

Datenquellen

Für die Einleitung einer Ist-Situationsanalyse muss das dafür erforderliche Datenmaterial zusammengetragen werden. Die für die Planung relevanten internen Unterlagen sind:⁸⁴

- Organisationspläne
- Lage- und Bebauungspläne
- Bauzeichnungen
- Einrichtungszeichnungen
- Produktionsprogramm
- Stücklisten
- Arbeits- und Fertigungspläne
- Terminpläne/Kapazitätspläne
- Materialbezugs- und Lieferscheine
- Lagerkarten
- Inventurbestandslisten
- Lohnbelege
- Instandhaltungskartei
- Betriebsabrechnungsbögen

Zusätzlich zu den davor aufgezählten Datenquellen gibt es eine Vielzahl an Anbietern von Business-Softwarelösungen, wie zum Beispiel die Unternehmung SAP AG. In solchen ERP-Systemen (Enterprise Resource Planning) wird in der Praxis ein Großteil der Daten abgelegt und verarbeitet. So können sie jederzeit abgerufen werden. Hierfür gibt es zahlreiche individuelle Lösungen, angepasst an die Bedürfnisse der Anwender.⁸⁵

⁸³ Vgl. Lutz/Galenza (2004), S. 132f.

⁸⁴ Arnold/Furmans (2009), S. 238

⁸⁵ Vgl. Pawellek (2007), S. 103

Methoden der Datenerfassung

Die Datenerfassung zur Materialflussuntersuchung kann in drei Gruppen unterteilt werden. Erfassung der Daten mittels betrieblicher Unterlagen, mittels Befragung und mittels Beobachtung.

a) Materialflussuntersuchung mittels betrieblicher Unterlagen

Die meisten Unterlagen, die sich in den Abteilungen des laufenden Betriebes befinden - wie zum Beispiel Arbeitspläne und Materialbezugscheine-, sind sehr nützlich für die Ist-Situationserfassung. Sie können wichtige Informationen wie Mengen, Arbeitsabfolgen, Materialeigenschaften und anderes enthalten. Weitere mögliche Datenquellen wurden schon in dem Kapitel 3.4.1 „Datenquellen“ aufgelistet. Zu beachten sind die Unterschiede hinsichtlich der Aussage und deren Umfang. Hier wird unterschieden zwischen Sollzahlen (z.B.: Arbeitsplan-, Lieferplan-, Transportplandaten) und Istzahlen (z.B.: Lieferbelege-, Materialbezugsdaten).⁸⁶

b) Materialflussuntersuchung mittels Befragung

Oft reicht eine Datenerfassung rein durch betriebliche Unterlagen nicht aus. Durch eine Befragung können zusätzlich wichtige Informationen erhalten werden. Zudem bringt diese Art der Untersuchung weitere zahlreiche Vorteile mit sich. Es können durch die Befragung mehrerer Personen zum selben Thema unterschiedliche Daten gewonnen werden. Die Erkenntnisse daraus sind vergleichbar und können die Auswertungen von Problemstellungen erleichtern. Weiters kann diese Art der Datengewinnung in kurzer Zeit durchgeführt werden. Zusätzlich kann die Qualität der Informationen aus betrieblichen Unterlagen, durch die Mitarbeitererfahrung gesteigert werden. Wobei man die Gefahr des unbewussten oder bewussten Verschweigens bzw. der Manipulation durch falsche Aussagen nicht außer Acht lassen darf. Eine weitere Möglichkeit, Informationen zu erlangen, ist die Ausgabe von Vordrucken, Formularen und Diagrammen für die Selbstaufschreibung. Dabei sollen die Mitarbeiter die geforderten Daten selbst notieren. Als Unterlage für eine Selbstaufschreibung kann ein selbst entworfenes Formular dienen, wie zum Beispiel eine einfache Excel Tabelle, in welcher beispielsweise Daten wie Uhrzeit, Tätigkeit, Mengenangaben und Bearbeitungsdauer über eine Zeitperiode niedergeschrieben werden. Geeignet ist die Selbstaufschreibung für Auslastungsuntersuchungen bei größeren, sich nicht ständig ändernden Materialflüssen. Man muss aber beachten, dass es hier zu Problemen kommen kann,

⁸⁶ Vgl. Nestler (1974), S. 82ff.

wie etwa dem Verlust von Unterlagen oder der psychischen Belastung der Mitarbeiter auf Grund eines Überwachungsgefühls, welches sich aus den nötigen Kontrollgängen ergibt.⁸⁷

c) ***Materialflussuntersuchung basierend auf Beobachtung***

Einflussgrößen können auch basierend auf Beobachtungen über einen längeren Zeitraum erfasst und ausgewertet werden. Auf diese Weise können repräsentative Durchschnittswerte ermittelt werden. Bei einer Vollaufnahme ist es möglich, dass die Erhebung und die anschließende Auswertung von komplexen Abläufen sehr zeit- und arbeitsintensiv werden. Daher beschränkt man sich hier oft auf eine Kurzzeitbeobachtung. Die gebräuchlichste Methode in diesem Zusammenhang ist die Multimomentaufnahme.⁸⁸

Mit der Methode der Multimomentaufnahme können zeitlich nicht konstante Abläufe untersucht werden. Eine Voraussetzung hierfür ist, dass die stichprobenartigen Beobachtungen genügend oft durchgeführt werden, damit man realistische Durchschnittswerte erhält.⁸⁹

Identifikation der relevanten Daten und Datenauswertung

Die vorhandenen Datenquellen enthalten in der Regel eine große Menge an Informationen, welche teilweise so wie sie vorliegen nicht zur Lösung der gegebenen Problemstellung verwendet werden können. Es ist daher darauf zu achten, dass die vorhandenen Daten für die Zukunft repräsentativ sind und zweckmäßig -im Sinne der Aufgabenstellung- interpretiert werden.⁹⁰

Bei der Ermittlung des Datenmaterials sollte sich der Planer auf folgende Faktoren konzentrieren:⁹¹

- typische Zeitperioden
- repräsentative Produkte
- dominierende Betriebsbereiche

⁸⁷ Vgl. Nestler (1974), S. 87ff.

⁸⁸ Vgl. Nestler (1974), S. 93ff.

⁸⁹ Vgl. Aggteleky (1982), S. 256

⁹⁰ ibidem

⁹¹ Vgl. Aggteleky (1982), S. 255

Da die zahlreichen, ausgewählten Daten oft unterschiedliche Charakteristiken und Bedeutungen haben, müssen diese weiter verarbeitet, analysiert und interpretiert werden, damit man Merkmale, Zusammenhänge und Abhängigkeiten für die weitere Planung ableiten kann. Für diese Aufgabe stehen verschiedene Analysetools zur Verfügung, wobei in dieser Arbeit im Detail die ABC-Analyse angewendet und erläutert wird.⁹²

Neben der ABC-Analyse gibt es jedoch auch noch weitere Methoden zur Aufarbeitung von Daten, wie beispielsweise die RSU-Analyse (Regelmäßig, Saisonal, Unregelmäßig), die eine Erweiterung der ABC-Analyse darstellen kann. Sie bezieht die Verbrauchsschwankungen der betrachteten Objekte mit ein und wird in der Literatur auch als „XYZ-Analyse“ bezeichnet.⁹³ Daneben gibt es die PQ-Analyse (Produkt Quantum), mit welcher die dominierenden Merkmale einzelner Produkte oder Produktgruppen ermittelt und quantifiziert werden. Weiters gibt es auch noch die Möglichkeit der Gruppierung von Materialien, die Materialdisposition und die Losgrößenanalyse. Die genannten Methoden werden in der Praxis am häufigsten eingesetzt.⁹⁴

ABC-Analyse

Mit Hilfe dieser Analyse werden Mengen-Wert-Verhältnisse einzelner Untersuchungsobjekte (z.B. produzierte Produkte einer Unternehmung) ermittelt. Dabei kommt es darauf an, dass jene Untersuchungsobjekte genauer betrachtet werden, die einen hohen Anteil am Wert haben.⁹⁵ Eine oft zitierte Faustregel ist in diesem Fall die „80-20-Regel“. Diese besagt, dass 80% des Gesamtwertes mit 20% der Untersuchungsobjekte abgedeckt werden kann.⁹⁶

Das Verfahren der ABC-Analyse lässt sich zum Beispiel hinsichtlich der Gegenüberstellung bestimmter Produkte und des mit ihnen erreichbaren Umsatzes heranziehen, oder um die beschafften Mengen dem Einkaufswert gegenüber zu stellen, sowie um die Relevanz von Produkten und Lieferanten zu unterscheiden.⁹⁷

Die ABC-Analyse ist demnach ein wichtiges Hilfsmittel für die Materialflussanalyse hinsichtlich der Ermittlung von repräsentativen Mehrheiten.⁹⁸

⁹² Vgl. Aggteleky (1982), S. 255

⁹³ Vgl. REFA (1991c), S. 101

⁹⁴ Vgl. REFA (1991c), S. 92ff.; Vgl. Aggteleky (1982), S. 31f.

⁹⁵ Vgl. REFA (1991c), S. 92

⁹⁶ Vgl. Pfohl (2003), S. 119; Vgl. Magee/Copacino/Rosenfield (1985), S. 61

⁹⁷ Vgl. Vahrenkamp (2008), S. 116

⁹⁸ Vgl. Aggteleky (1982), S. 260f.

Typischerweise können die Bewertungsobjekte in A-, B- oder C-Teile unterteilt werden. Daraus können sich folgende beispielhafte Formulierungen ergeben:⁹⁹

- A-Teile
 - haben einen sehr hohen Verbrauchswert (verbrauchte Menge eines Artikels über eine Zeitperiode multipliziert mit dem jeweiligen Wert)
 - sind sehr umsatzstark
 - haben einen hohen Einkaufswert
- B-Teile
 - haben einen mittleren Verbrauchswert
 - sind weniger umsatzstark
 - haben einen mittleren Einkaufswert
- C-Teile
 - haben einen niedrigen Verbrauchswert
 - sind gering am Umsatz beteiligt
 - haben einen niedrigen Einkaufswert

In der folgender Grafik werden in einer so genannten Lorenzkurve bzw. Konzentrationskurve die davor genannten Zusammenhänge graphisch dargestellt.¹⁰⁰

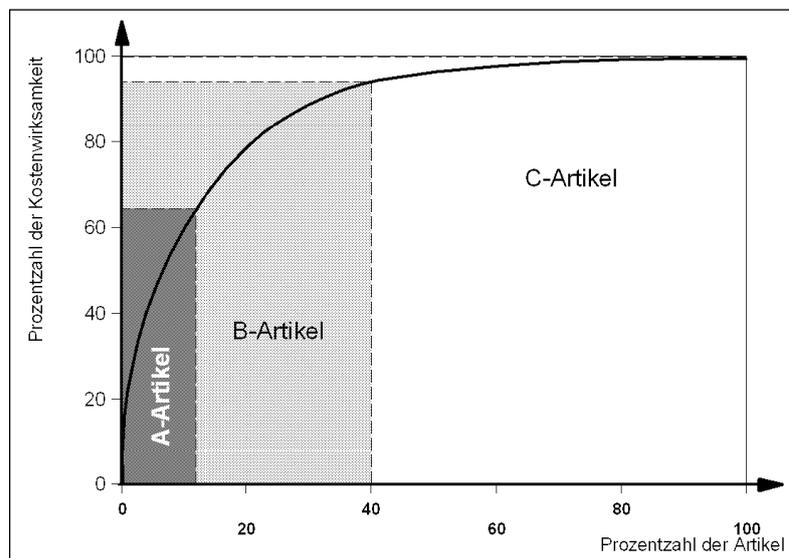


Abbildung 14: Mögliche Darstellung einer Lorenzkurve¹⁰¹

⁹⁹ Vgl. Pawellek (2007), S. 54; Pfohl (2003), S. 123

¹⁰⁰ Vgl. Vahrenkamp (2008), S. 116

¹⁰¹ <http://www.logistikmethoden.de>, Zugriffsdatum: 13.06.2012

Darstellungsmöglichkeiten eines Materialflusses

In diesem Abschnitt wird auf die Darstellungsmöglichkeiten von Materialflüssen und Materialflussbeziehungen zwischen Arbeitsplätzen eingegangen.

Eine wichtige planerische Vorarbeit zur Layoutplanung ist das Ermitteln und Quantifizieren der Transportbeziehungen und deren graphische Darstellung. Eine besondere Bedeutung haben diese beiden Punkte in Bezug auf die Stückgutfertigung, bei der eine Optimierung des innerbetrieblichen Transportes angestrebt wird. Man muss sich aber nicht nur auf die innerbetrieblichen Bereiche beschränken, es können auch zwischenbetriebliche und externe Transportbeziehungen betrachtet werden. Die Differenzierung der Betrachtungsbereiche wird am Beginn des Kapitels 3.4.1 behandelt.¹⁰²

Bedeutungen der Transportbeziehungen für die Layoutplanung:¹⁰³

- Es ist wichtig, Transportbeziehungen von Arbeitsbereichen zu erkennen, bei denen hohe Transportintensitäten vorliegen. Solche Bereiche sollten möglichst nah beieinander angeordnet werden.
- Die Einordnung der Transportbeziehungen in Umsetzen, Kurztransport und Langtransport ist ebenso bedeutsam.
- Weitere wichtige Faktoren, die in eine Betrachtung mit einbezogen werden sollen, sind die Handhabung der zu produzierenden Produkte und die Minimierung der Anzahl an umständlichen und komplizierten Handgriffen.
- Betrachtet werden sollen die Transportintensität und die Möglichkeit der Automatisierung der Fertigung, um die Wirtschaftlichkeit zu verbessern.

Es wurde zuvor schon erwähnt, dass die Auswahl von Daten zukunftsgerichtet sein soll. Im nachfolgenden Absatz wird darauf eingegangen, welche Unterscheidungen man zur Ermittlung von zukunftsgerichteten Daten, welche für die Ermittlung der Transportbeziehungen nötig sind, treffen kann.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Transportbeziehungen zu ermitteln, sowie eine Kombination, sofern es die Komplexität des Materialflusses erfordert. Diese können unterteilt werden in „analytisches Vorgehen“, „Erhebung und Hochrechnung“ und einer Kombination aus beiden.¹⁰⁴

¹⁰² Vgl. Aggteleky (1982), S. 542

¹⁰³ ibidem

¹⁰⁴ Vgl. Aggteleky (1982), S. 544f.

Bei dem analytischen Vorgehen zur Bestimmung der Transportbeziehungen wird von den Mengenangaben des Sollzustandes ausgegangen. Hier werden die Mengenströme in der Regel auf eine Zeitperiode (z.B.: ein Tag, ein Monat oder ein Quartal) bezogen und gemessen an Stück, am Gewicht oder am Volumen. So erhält man zum Beispiel als Einheit Stück pro Tag. Eine weitere Ermittlung von Transportbeziehungen ist mittels „Erhebung und Hochrechnung“ möglich. Diese Variante ist nur dann zweckmäßig, wenn es sich um eine Neu- oder Umgestaltung eines bestehenden Betriebes handelt, wobei sich die Produktionsstruktur, sowie das Produktionsprogramm nicht sonderlich ändern. Bei dieser Ermittlungsvariante, die darauf abzielt, Solldaten zu erhalten, werden im Vorfeld die Ist-Daten erhoben und dann auf einen bestimmten Zeitpunkt hochgerechnet. Diese Form zur Bestimmung von zukunftsgerichteten Daten macht nur Sinn, wenn der Soll-Zustand gleiche oder zumindest ähnliche Transporteinheiten und Transportsysteme aufweist wie die Gegenwart. Die Kombination der beiden Verfahren kommt zur Anwendung, wenn der Fall eintritt, dass die Anwendung des analytischen Verfahrens auf Schwierigkeiten stößt und die Ist-Daten nur eingeschränkt hochgerechnet werden können.¹⁰⁵

Die Transportbeziehungen können in tabellarischer Form (Matrix) dargestellt werden. Diese Darstellungsweise wird in der Literatur oft unterschiedlich bezeichnet, beispielsweise als „Von-Nach-Diagramm“, „Materialflussmatrix“, „Transportintensitätsmatrix“ oder nur „Transportmatrix“. Bei dieser Darstellung, wie zum Beispiel in Tabelle 3, werden die zu betrachtenden Arbeitsplätze in einer Spalte (senkrecht) und in einer Zeile (waagrecht) gegenübergestellt (siehe Tabelle 3, blaue Felder). Die Tabelle wird durch eine Diagonale von links oben nach rechts unten in zwei Bereiche getrennt. So kann man erkennen, dass eine Beziehung zwischen denselben Arbeitsplätzen nicht möglich ist. Das würde auch für die Betrachtung keinen Sinn ergeben, da es keine Transporte von beispielhaft genannter „Eingangskontrolle“ zu „Eingangskontrolle“ geben wird. Weiters können durch die Diagonale die beiden Transportrichtungen getrennt erfasst werden. Bei der Erfassung der Transportbeziehungen können nun alle möglichen Beziehungen über eine bestimmte Zeitperiode zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen in dieser Matrix abgebildet werden. Zum Beispiel ist es möglich, die zu fertigenden Produkte pro Tag, die den betrachteten Fertigungsbereich durchlaufen, zu bestimmen. Zusätzlich zu den Beziehungen zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen können auch die Gesamtmengen, die von einem Bereich ab- bzw. zufließen, ermittelt werden (siehe Tabelle 3, grüne Felder). Mit Hilfe des Von-Nach-Diagrammes können auch andere Beziehungen, wie zum Beispiel der Informationsfluss bei einer Büro- und Verwaltungsplanung dargestellt werden.

¹⁰⁵ Vgl. Aggteleky (1982), S. 543ff.

Ein Faktor, nämlich die Entfernung zwischen den einzelnen Bereichen, der für eine Layoutplanung relevant ist, kann ihr aber nicht entnommen werden. Diese müssen in einer getrennten Betrachtung ermittelt werden.¹⁰⁶

von \ nach		1	2	3	4	5	6	7	Summe von
		EK	FR	DR	BO	LA	MO	AK	
1	Eingangskontrolle		20	40	10				70
2	Fräserei					20	10		30
3	Dreherei		10			30			40
4	Bohrerei					10		30	40
5	Lager						60		60
6	Montage				30			40	70
7	Ausgangskontrolle								0
Summe nach		0	30	40	40	60	70	70	310

Tabelle 3: Beispiel für eine Transportmatrix¹⁰⁷

Die Transportintensitäten sollten auch graphisch dargestellt werden.¹⁰⁸ Mögliche Darstellungsvarianten sind das Dreiecksschema, das Dreiecksdiagramm, das Blockschema und das Beziehungsschema.¹⁰⁹ Im Folgenden werden nur das Kreisdiagramm und das Dreiecksschema abgebildet und erläutert:

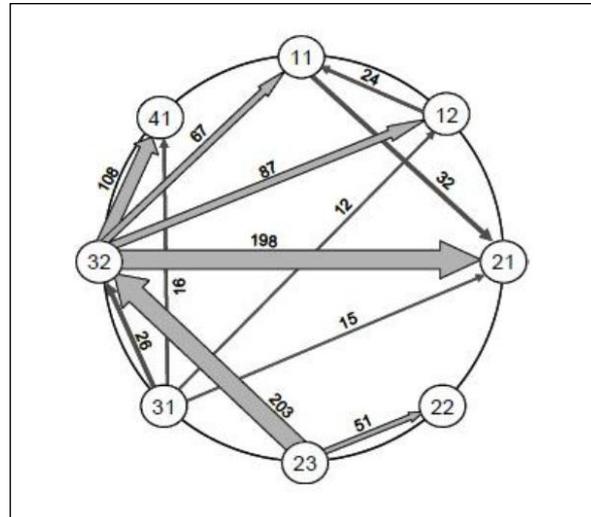


Abbildung 15: Kreisdiagramm¹¹⁰

¹⁰⁶ Vgl. Aggteleky (1982), S. 545f, Vgl. REFA (1991b), S. 255f.

¹⁰⁷ In Anlehnung an Aggteleky (1982), S. 546; Pawellek (2007), S. 161; Arnold/Furmans (2009), S. 69, eigene Darstellung

¹⁰⁸ Vgl. Pawellek (2007), S. 161; Aggteleky (1982), S. 547

¹⁰⁹ Vgl. Aggteleky (1982), S. 547ff.

¹¹⁰ Aggteleky (1982), S. 548

Beim Kreisdiagramm (siehe Abbildung 15) repräsentieren die einzelnen Punkte Betriebsbereiche bzw. Arbeitsplätze, welche zueinander kreisförmig angeordnet werden. Die Verbindungslinien mit ihren unterschiedlichen Linienstärken repräsentieren die Intensität der Transportbeziehungen zwischen den einzelnen Arbeitsbereichen bzw. Arbeitsplätzen. Zum Beispiel könnte 1mm Linienstärke für 5 transportierte Stücke pro Tag stehen.¹¹¹

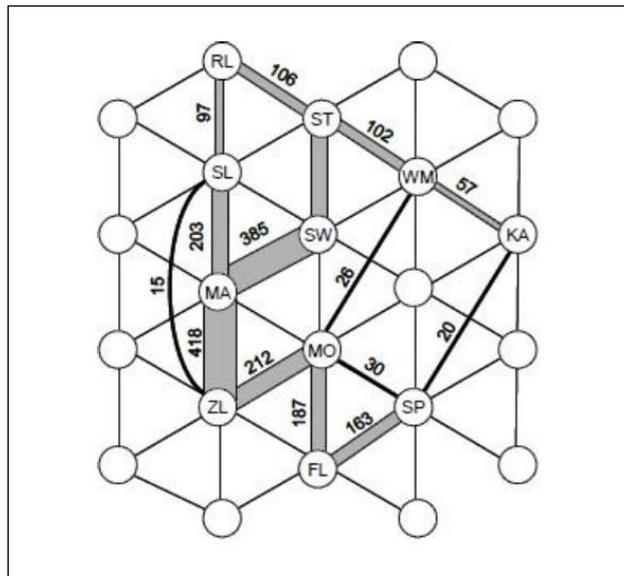


Abbildung 16: Dreiecksschema¹¹²

Bei dem Dreiecksschema (siehe Abbildung 16) repräsentieren die Knotenpunkte die einzelnen Betriebsbereiche bzw. Arbeitsplätze und -wie bei dem Kreisdiagramm- die Strichstärken wiederum die Intensitäten der Transportbeziehungen.¹¹³

Ein Vorteil, den diese Darstellung gegenüber dem Kreisdiagramm hat, ist die Möglichkeit, die räumliche Anordnung der einzelnen Bereiche mit zu betrachten. Wenn nun zusätzlich zu den Strichstärken die Entfernung der einzelnen Bereiche in die Betrachtung mit einbezogen wird, bekommt man ein Materialflussschaubild (siehe Abbildung 17). Dadurch erhält man eine realistische Darstellung des Materialflusses.¹¹⁴

¹¹¹ Vgl. Aggteleky (1982), S. 548

¹¹² Aggteleky (1982), S. 547

¹¹³ Vgl. Aggteleky (1982), S. 547

¹¹⁴ Vgl. Pawellek (2007), S. 161

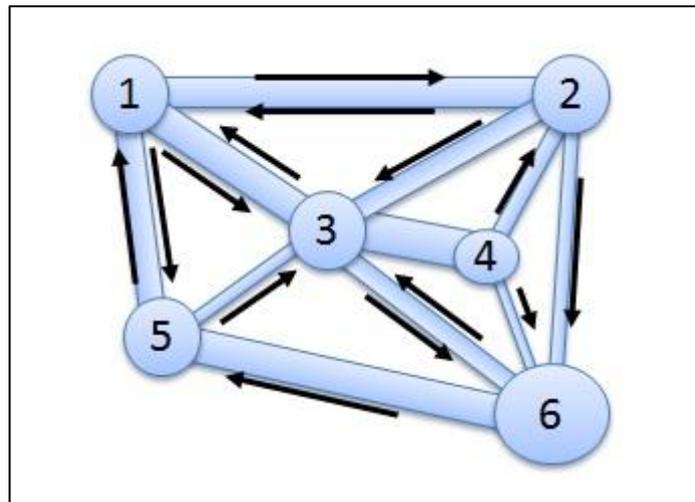


Abbildung 17: Materialflussschaubild¹¹⁵

Um die Veranschaulichung noch weiter zu verbessern, kann man die Ergebnisse des Materialflussuntersuchungsbereiches in einem Transportbeziehungsschema (siehe Abbildung 18) darstellen.¹¹⁶

In Abbildung 18 ist ein strukturbefahretes Sankeydiagramm des Materialflusses in einem Fabriklayout dargestellt. In dieser Darstellung werden die realen Grundrisse der Betriebsbereiche bzw. Arbeitsplätze herangezogen und die Intensitäten zwischen diesen Bereichen richtungsabhängig eingetragen. Hierbei gelten die gleichen Regeln, die schon bei den vorangegangenen Darstellungsvarianten ihre Gültigkeit hatten. Mit dieser Darstellung können hauptsächlich dispositive Betrachtungsweisen beurteilt und optimiert werden. Es können kreuzende Materialströme sichtbar gemacht werden, die Belastung der Transportwege aufgezeigt und eine Abstimmung der Layoutpläne mit dem Materialfluss durchgeführt werden.¹¹⁷

¹¹⁵ Pawellek (2007), S. 161

¹¹⁶ Vgl. Arnold/Furmans (2009), S. 252

¹¹⁷ ibidem

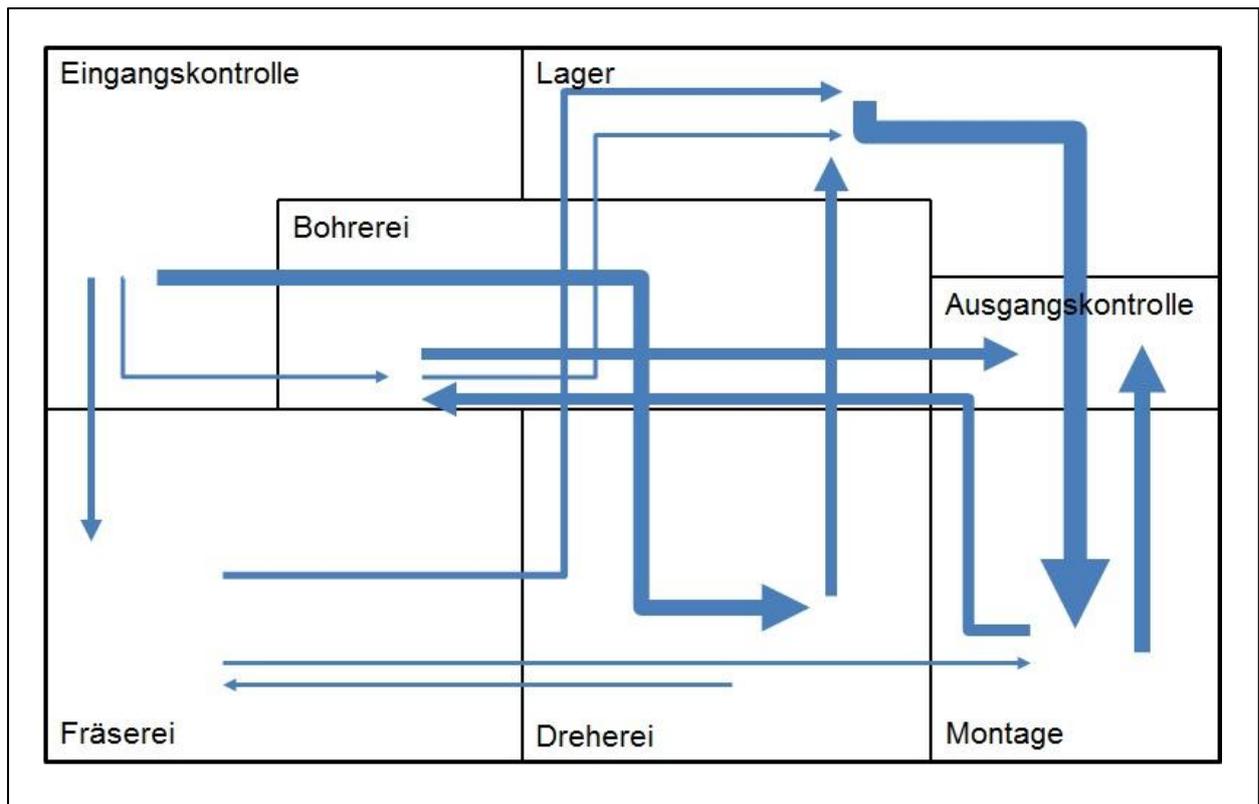


Abbildung 18: Beispiel Transportbeziehungsschema an Hand eines Grundriss-Layouts¹¹⁸

Diese Darstellungsart wurde auch in der vorliegenden Arbeit verwendet.

¹¹⁸ In Anlehnung an Aggteleky (1982), S. 102, eigene Darstellung

3.4.2 Materialfluss- und Layoutplanung

Wie in Kapitel 3.4.1 beschrieben, folgt auf die Materialflussanalyse die Materialfluss- bzw. Layoutplanung. In diesem Kapitel soll nun auf die Inhalte der einzelnen Planungsstufen zur Erreichung eines optimierten Layouts eingegangen werden.

Mittel- und langfristige Unternehmensziele sind richtungsweisend für die Materialflussplanung. Sie können in Kostenziele und betriebstechnische Ziele unterteilt werden. Kostenziele können beispielsweise die Senkung von Kapitalbindungskosten, Betriebsmittelkosten oder Personalkosten sein. Betriebstechnische Ziele können beispielsweise die Verkürzung von Transportwegen, die Steigerung der Flexibilität der Produktion, die Steigerung der Verfügbarkeit der Produktion und die Verbesserung der Materialflussanbindung sein. Aus diesen vorrangigen Zielen können materialflussspezifische Ziele abgeleitet werden. Solche Ziele können zum Beispiel die Kürzung der Wartezeiten oder der Durchlaufzeiten, die Anpassung der Pufferflächen, sowie ein schnellerer interner oder externer Informationsfluss sein. Die Planung eines Materialflusses erfolgt unter einer Vielzahl von Restriktionen. Diese können beispielsweise sein Termindruck, Kapazitätsmangel, ein einzuhaltendes Budget, sowie diverse Sozialaspekte. Daher ist es wichtig, die Planung in sinnvolle Stufen zu unterteilen, sodass bei der Durchführung der Layoutplanung der stufenweise zunehmende Zeit- und Kostenaufwand den Realisierungschancen angepasst werden kann.¹¹⁹

Für die Planung haben sich folgende Stufen bewährt:¹²⁰

- Grobplanung
- Idealplanung
- Realplanung
- Detailplanung

Ein Verschwimmen der Grenzen ist in der Praxis nicht zu vermeiden, da sich die einzelnen Planungsstufen nicht immer voneinander trennen lassen. Es gibt mehrere unterschiedliche Ablaufschemen und Definitionen, wie die Planungsschritte vorgenommen werden sollten. Wichtiger als die Wahl, welchem dieser Vorschläge man folgt, ist jedoch, dass die Schritte gewissenhaft durchgeführt werden.¹²¹

¹¹⁹ Vgl. Arnold/Furmans (2009), S. 269

¹²⁰ Arnold/Furmans (2009), S. 269

¹²¹ Vgl. Arnold/Furmans (2009), S. 269ff.

Innerhalb der Layoutarten unterscheidet man grundsätzlich zwischen Grob- und Feinlayout.¹²² Im Weiteren wird vor allem auf die Groblayoutplanung und nur zum Teil auf die Feinlayoutplanung eingegangen.

Eine detailliertere Unterscheidung der Layoutarten ist im Folgenden angeführt:¹²³

Das Werkslayout ermöglicht einen Gesamtüberblick über alle Struktureinheiten eines Fabrikgeländes in einer Makrodarstellung. Darin wird dargestellt, wie die Gebäude auf einem Betriebsgelände aufgestellt sind und wie sie miteinander durch Wege verbunden sind. Eine andere Darstellungsart ist das Groblayout. Hier liegt das Hauptaugenmerk auf den Produktionsbereichen innerhalb eines Fabrikgebäudes und dessen interner Logistik. Deshalb sind auch die Haupttransport- und Hauptmaterialflusswege im Groblayout enthalten. Mittels des Feinlayouts werden innerhalb eines Bereiches die Anordnung und die Positionen der einzelnen Arbeitsplätze, sowie die Anordnung der Gebäudetechnik und die Medienanschlüsse dargestellt. Zuletzt gibt es das Arbeitsstationslayout, aus dem die genaue Anordnung der Maschinen, der Werkzeuge und der Materialien ersichtlich ist.

Groblayoutplanung

In diesem Abschnitt wird auf eine Möglichkeit eingegangen, wie man ein ideales Layout zu einem realen Groblayout überführt und welche Bestandteile ein solches aufweisen muss.

Zweck der Grobplanung ist es, ein Materialflusskonzept als Basislösung zu erstellen und unterschiedlichste Alternativen zu erarbeiten, welche in der Folge zu bewerten sind. Zudem sind Grundsatzentscheidungsparameter für die Unternehmensleitung aufzubereiten (z.B.: Kapazitäten, Kosten, Termine)¹²⁴

In dieser Phase ist es wichtig, die Betriebsbereiche in eine funktions- und materialflusstechnisch günstige Anordnung zu bringen. Als Bewertungsgröße kann hierzu die Transportleitungszahl herangezogen werden.¹²⁵

¹²² Vgl. Wiendahl/Reichardt/Nyhuis (2009), S. 471

¹²³ ibidem

¹²⁴ Vgl. Arnold/Furmans (2009), S. 271

¹²⁵ ibidem

Transportleistungszahl

Unter Berücksichtigung der räumlichen Anordnung und den dadurch vorhandenen Wegen und Materialmengen zwischen den Arbeitsplätzen, kann die Transportleistungszahl ermittelt werden. In der nachfolgenden Formel ist der Zusammenhang mathematisch dargestellt. Hierbei steht S_{ij} für die Transportentfernung und I_{ij} für die Materialmenge zwischen zwei Arbeitsplätzen i und j .¹²⁶

$$TLZ = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m S_{ij} * I_{ij}$$

Formel 1: Transportleistungszahl¹²⁷

Die Größe der Transportleistungszahl beeinflusst die Materialflusskosten und sollte daher möglichst gering sein. Durch ihre Senkung, kann die Produktivität gesteigert werden. Dies wird erreicht durch kürzere Transportwege, geringere Durchlaufzeiten, sowie eine bessere Organisation des Materialflusses. Wenn man die Differenz der Transportleistungszahl eines aktuellen Materialflusslayouts gegenüber der eines alternativen Materialflusslayouts ermittelt, so erhält man ein Maß für die potentielle Rationalisierung, die durch eine Neuordnung der Arbeitsplätze erreicht werden kann.¹²⁸

Im Zuge der Grobplanung wird zudem auch die Kapazität der notwendigen Lager- bzw. Bereitstellungsflächen bestimmt. Es sollte jedoch in dieser Phase noch keine Entscheidung über Bauweisen und technische Ausführung getroffen werden.¹²⁹

Um für die späteren Planungsphasen eine Diskussionsbasis für die Bewertung, die Verbesserung und die weiteren Detaillierung zu schaffen, kann man die Lösungsvarianten in einem Blockdiagramm darstellen (siehe Abbildung 19).¹³⁰

¹²⁶ Vgl. Pawellek (2007), S.161f.; Arnold/Furmans (2009), S. 271f.

¹²⁷ Vgl. Pawellek (2007), S.162

¹²⁸ ibidem

¹²⁹ Vgl. Arnold/Furmans (2009), S. 273

¹³⁰ ibidem

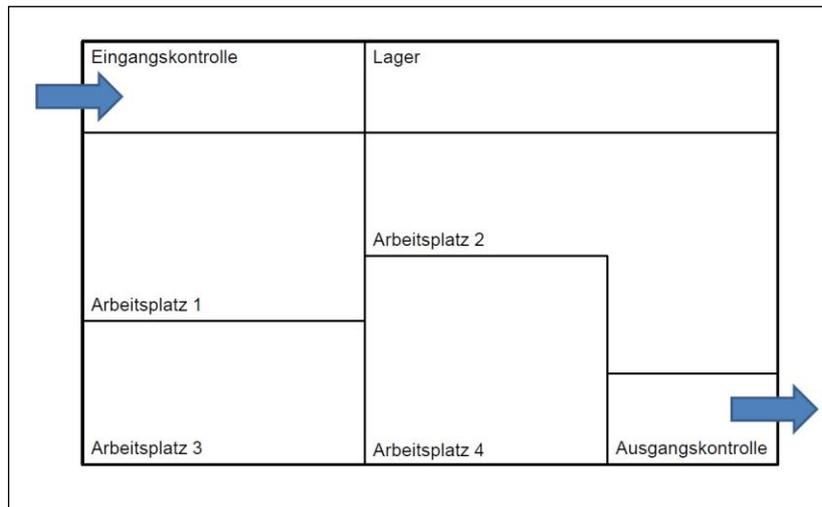


Abbildung 19: Blockdiagramm für ein Materialflusssystem¹³¹

Idealplanung

Im Zuge der Idealplanung werden die besten technischen und organisatorischen Lösungen erarbeitet und betrachtet, ohne dass wirtschaftliche, räumliche oder sonstige Restriktionen mit einbezogen werden.¹³²

Die Ermittlung einer funktionsgerechten Anordnung von Betriebsmitteln spielt eine wesentliche Rolle und ist zudem ein Kernstück der Layoutplanung geworden. Die Zuordnung von Arbeitsplätzen zum Erhalt eines Layoutes, kann durch Probieren oder durch ein empirisches Vorgehen geschehen. Diesen Verfahren liegt aber keine systematische Vorgehensweise zugrunde und sie sind zum Teil sehr unzugänglich und begrenzt in ihren Einsatzmöglichkeiten. Daher wurde eine Vielzahl an mathematischen Verfahren entwickelt. Diese lassen sich grundsätzlich in analytische und heuristische Verfahren unterteilen. Zu den analytischen Verfahren zählen zum Beispiel Methoden der linearen Programmierung, Enumerationsverfahren, die Branch- and Bound-Methode, Methoden der quadratischen Programmierung und die dynamische Programmierung. Bei diesen Verfahren kann eine optimale Lösung für ein vorgegebenes Zielkriterium durch eine exakte Berechnung ermittelt werden. Das führt aber schon bei einer geringen Anzahl von anzuordnenden Objekten zu einem hohen Rechenaufwand. Diesem Nachteil wird bei den heuristischen Verfahren durch die Verwendung einfacher Rechenvorschriften entgegengewirkt. Heuristische Verfahren

¹³¹ In Anlehnung an Arnold/Furmans (2009), S. 273, eigene Darstellung

¹³² Vgl. Arnold/Furmans (2009), S. 273

lassen sich grundsätzlich in das Aufbauverfahren, das Vertauschungsverfahren und in eine Kombination der beiden unterteilen.¹³³

Bei den Vertauschungsverfahren gibt es eine Vielzahl an unterschiedlichsten Methoden, die in der Literatur erwähnt werden. Beispielsweise das Verschiebungsverfahren, die SPV-Methode von Zorn, das Verfahren nach Ahrens und das Verfahren von Berr und Müller. Diese genannten Verfahren haben nur Gültigkeit, wenn gleich große Flächen betrachtet werden. Grundsätzlich wird jedoch auf folgende Weise vorgegangen:¹³⁴ Betriebseinheiten werden durch schrittweises Vertauschen dem geforderten Zielwert näher gebracht, um so eine Verbesserung der Anordnung zu erhalten.

Auch bei den Aufbauverfahren gibt es unzählige Methoden, um zu einer Lösung hinsichtlich der optimierten Betriebseinheitenanordnung zu gelangen. In diesem Fall sollten beispielhaft das Dreiecksverfahren, das Vierecksverfahren, das Umlaufverfahren und das Verfahren nach Jäger genannt werden. Wie zuvor bei den Austauschverfahren haben auch diese Verfahren nur Gültigkeit, wenn gleich große Flächen betrachtet werden. Das bedeutet, dass in weiterer Folge eine Flächenbetrachtung für die weitere Layoutgestaltung angestellt werden muss. Im Zuge des Aufbauverfahrens wird im ersten Schritt das Betriebseinheitenpaar mit der größten Transportintensität auf einem Raster platziert. In den darauffolgenden Schritten werden jeweils nacheinander die Betriebseinheiten ausgewählt und angeordnet, die zu den schon platzierten Einheiten die größten Transportintensitäten aufweisen.¹³⁵

In dieser Arbeit wird eine Kombination der Verfahren gewählt. So wird das Anfangslayout nicht beliebig erstellt, sondern mit dem Dreiecksverfahren nach Schmigalla. In weiterer Folge werden mehrere grobe Layoutalternativen erarbeitet und durch die unterschiedliche Anordnung der einzelnen Betriebseinheiten die möglichen Rationalisierungspotentiale aufgezeigt. Ziel ist es, eine möglichst niedrige Transportleistungszahl zu erreichen.

Auswahl eines Fertigungssystems:

Für die Layoutplanung war es nötig, zu Beginn ein passendes Fertigungssystem zu bestimmen. Die Auswahl des geeigneten Fertigungssystems stellt eine grundsätzliche Entscheidung im Rahmen der Planung dar, welche sich auf die Anordnung der Arbeitsbereiche und dadurch auf die Layoutgestaltung auswirkt. Um eine wirtschaftlich

¹³³ Vgl. Spur/Stöferle (1994), S. 119

¹³⁴ Vgl. Spur/Stöferle (1994), S. 119f.

¹³⁵ ibidem

günstige Anordnung zu erhalten, ist die grundsätzliche Entscheidung zu treffen, ob man nach dem Flussprinzip oder dem Verrichtungsprinzip vorgeht.¹³⁶

Bei der Fertigungsstruktur nach dem Flussprinzip wird die Anordnung der Arbeitsplätze und Produktionsmittel entsprechend der zu verrichtenden Operationen (Arbeitsabfolgen) vorgenommen. Bei Anwendung des Verrichtungsprinzips werden Maschinen und Arbeitsplätze gleicher Verrichtung räumlich zusammengefasst. Man spricht in diesem Fall auch von einer Werkstattfertigung bzw. Werkstattstruktur.¹³⁷

Für die Bestimmung des günstigeren Fertigungssystems, gibt es das mathematische Entscheidungsmodell nach Schmigalla.¹³⁸ Die Entscheidung ergeht basierend auf der Bestimmung des Kooperationsgrades, der wie folgt ermittelt wird:¹³⁹

$$\kappa = \frac{\sum_{i=1}^m k_i}{m}$$

κ ... Kooperationsgrad

k_i ... Anzahl der Maschinen, mit denen Maschine i unmittelbar in Verbindung steht

m ... Anzahl der Maschinen in der betrachteten Produktionseinheit

Formel 2: Kooperationsgrad¹⁴⁰

Mit Hilfe der Kenntnis des Kooperationsgrades und der Anzahl der vorhandenen Arbeitsmaschinen, kann mittels Abbildung 20 (siehe Seite 45) die Entscheidung getroffen werden, ob nach Flussprinzip oder nach Verrichtungsprinzip vorgegangen wird.¹⁴¹

*„Die Anwendung des Werkstattprinzips erweist sich als zweckmäßig, wenn der Kooperationsgrad einen Wert annimmt, über den hinaus die Arbeitsgänge nicht mehr bestimmten Maschinen fest zugeordnet und demzufolge die Maschinen auch nicht mehr entsprechend dem Teiledurchlauf angeordnet werden können“.*¹⁴²

¹³⁶ Vgl. Aggteleky (1982), S. 460ff.

¹³⁷ Vgl. Aggteleky (1982), S. 462

¹³⁸ Vgl. Schmigalla (1970), S. 19; Vgl. Aggteleky (1982), S. 474

¹³⁹ Vgl. Schmigalla (1970), S. 19

¹⁴⁰ Schmigalla (1970), S. 19

¹⁴¹ Vgl. Aggteleky (1982), S. 475

¹⁴² Schmigalla (1970), S. 41

Die Werkstattstruktur unterscheidet sich von anderen Strukturen im Wesentlichen dadurch, dass gleichartige Maschinen räumlich zu Gruppen zusammengefasst werden. Dieser Umstand muss daher etwas genauer betrachtet werden. Durch das Vorhandensein fester Arbeitsabfolgen in der Produktion ergeben sich Verbindungen zwischen Absender- und Empfängerarbeitsplätzen. Das ist bei der Werkstattstruktur nicht immer einfach feststellbar, da sich oft nicht bestimmen lässt, welche Maschine der einen Gruppe mit welcher Maschine der anderen Gruppe verbunden ist.¹⁴³

Im dem Fall, dass zwischen den Gruppen keine Verbindungen auftreten, ergibt sich der Kooperationsgrad aus folgenden Formeln:¹⁴⁴

$$\kappa = \frac{m}{G} * \kappa_G$$

Formel 3: Kooperationsgrad Werkstattstruktur¹⁴⁵

$$\kappa_G = \frac{\sum_{i=1}^G G_i}{G}$$

G... Anzahl der Maschinengruppen in der betrachteten Produktionseinheit

G_i... Anzahl der Maschinengruppen, mit denen Maschinengruppe i
unmittelbar in Verbindung steht

κ_G... Kooperationsgrad der Maschinengruppen

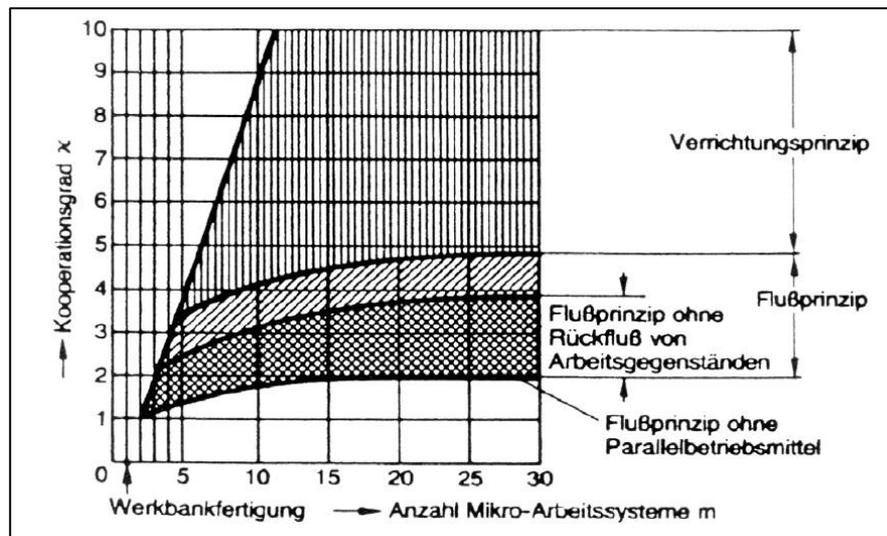
Formel 4: Kooperationsgrad Maschinengruppen¹⁴⁶

¹⁴³ Vgl. Schmigalla (1970), S. 41ff.

¹⁴⁴ Schmigalla (1970), S. 43

¹⁴⁵ ibidem

¹⁴⁶ ibidem

Abbildung 20: Kooperationsgrad¹⁴⁷

Rechentabelle für das modifizierte Dreiecksverfahren nach Schmigalla:

Im Folgenden ist die Vorgehensweise zum Erlangen einer optimierten Arbeitsplatzanordnung mit Hilfe des Dreiecksverfahrens nach Schmigalla erläutert. In Tabelle 4 ist die Rechentabelle, die dafür notwendig ist, dargestellt und in Abbildung 21 die daraus abgeleitete Strukturgrafik.

¹⁴⁷ Aggteleky (1982), S. 475

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0		0	0	0	0	0
2	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	290	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	410	55	290	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	60	62	0	0	177	0	0	0	0	0
8	88	0	0	0	0	175	0	0	0	0
9	0	55	0	0	0	55	0	0	0	0
10	0	0	0	0	2	88	175	263	0	0
2	57		0	0		0	62	0	55	0
5	0		55	290		0	177	0	0	2
Σ	57		55	290			239	0	55	2
4	290		0			0	0	0	0	0
Σ	347		55			0	239	0	55	2
1			55			0	60	88	0	0
Σ			110			0	299	88	55	2
7			0			0		0	0	175
Σ			110			0		88	55	177
10			0			88		263	0	
Σ			110			88		351	55	
8			0			175			0	
Σ			110			263			55	
6			0						55	
Σ			110						110	
3									0	
Σ									110	
9										

Tabelle 4: Beispiel einer Rechentabelle für das modifizierte Dreiecksverfahren nach Schmigalla¹⁴⁸

Das Vorgehen mittels der Rechentabelle für das modifizierte Dreiecksverfahren funktioniert wie folgt:¹⁴⁹

- Am Kopf der Rechentabelle befindet sich die Transportmatrix mit den jeweiligen Transportintensitäten der einzelnen Arbeitsplatzbeziehungen (siehe Tabelle 4).
- Begonnen wird mit derjenigen Beziehung, welche die größte Intensität aufweist. In dem in Tabelle 4 veranschaulichten Fall liegt dies zwischen Bereich 2 und 5 vor. Diese werden in der Vorspalte eingetragen (siehe Tabelle 4, grüne Felder).

¹⁴⁸ In Anlehnung an Schmigalla (1970), S. 128, eigene Darstellung

¹⁴⁹ Vgl. Schmigalla (1970), S. 127ff.

- Sämtliche Intensitäten von und zu anderen Arbeitsbereichen, die ebenso zu diesen beiden Bereichen (2 und 5) führen, werden in der Rechentabelle notiert und in weiterer Folge addiert (siehe Tabelle 4, blaue Felder).
- Nun stellt jene Spalte, die den höchsten Eintrag in der Summenzeile hat, die höchste Materialflussbeziehung zu den schon gelisteten Arbeitsplätzen dar (siehe Tabelle 4, dunkelblaues Feld). Somit wird der Bereich 4 der Vorspalte hinzugefügt (siehe Tabelle 4, orange Feld).
- Im Weiteren werden die Intensitäten von und zu diesem Arbeitsbereich 4 wiederum in die Rechentabelle übernommen und mit der vorhergehenden Summenzeile addiert (siehe Tabelle 4, violette Felder). Es ist darauf zu achten, dass nur Materialflussbeziehungen, die noch nicht in die Rechentabelle übernommen wurden, betrachtet werden. Das wiederum bedeutet, dass Materialflüsse von Arbeitsbereichen, die schon in der Vorspalte stehen, nicht mehr berücksichtigt werden.
- Dieser Vorgang wird so oft wiederholt, bis alle Transportintensitäten betrachtet wurden und die Rangreihenfolge in der Vorspalte für alle Arbeitsbereiche vollständig vorhanden ist.
- Für den Fall, dass sich zwei gleich große maximale Zwischensummen ergeben, kann der Arbeitsbereich, der als nächstes betrachtet werden soll, beliebig gewählt werden (siehe Tabelle 4, braunes Feld).
- Zuletzt können die Arbeitsplätze in der Reihenfolge, in der sie in der Vorspalte der Rechentabelle stehen, in die Strukturgrafik übernommen werden. In Abbildung 21 ist eine fertige Strukturgrafik dargestellt.

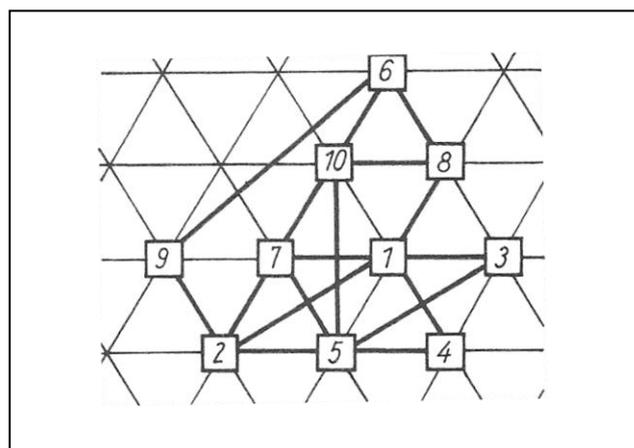


Abbildung 21: Optimierte Arbeitsplatzanordnung in Form einer Strukturgrafik¹⁵⁰

¹⁵⁰ Schmigalla (1970), S. 129

Realplanung

Die Ideallösung wird in dieser Phase unter Einbezug der betriebsspezifischen Randbedingungen und Restriktionen in ein grobes Reallayout überführt. Darunter versteht man eine realisierbare räumliche Anordnung der einzelnen Arbeitsplätze. Zudem müssen verschiedene Restriktionen in die Betrachtung mit eingebunden werden. Mögliche Restriktionen, die die Realplanung beeinflussen sind:¹⁵¹

- Grundstück (Bauliche Bestimmungen)
- Gelände (Einschränkungen aufgrund der Beschaffenheit der Umgebung)
- Fixpunkte (Anlagen die aufgrund von großen Fundamenten oder aufwändigen Umbauten nicht verändert werden sollen)
- Betriebsmittel (Einschränkungen aufgrund der Beschaffenheit von Maschinen, die nicht verändert werden können)
- Organisation (Vorgaben durch übergeordnete Stellen)
- Good Manufacturing Practice (Richtlinien der Qualitätssicherung die Einfluss nehmen auf die Produktionsabläufe)
- Monetäre Ressourcen
- Rechtliche Rahmenbedingungen (Arbeitsschutz)

Oft verlangt der Auftraggeber, dass mehrere Layoutvarianten erarbeitet werden. Dadurch hat er die Möglichkeit, diese zu vergleichen und seine eigenen Vorstellungen mit einzubringen. Das Ergebnis der Realplanung ist die Bestimmung jener Variante, die nach Bewertung der relevanten Kriterien als beste Alternative beurteilt wird. Wie so eine Bewertung aussehen kann, wird im Kapitel 4 erläutert.¹⁵²

Detailplanung

Die Detailplanung wird im Rahmen der Ausführungsplanung durchgeführt. Die Aufgaben der Ausführungsplanung, die sich wiederum in drei Stufen unterteilt, sind neben der Durchführung der für diese Arbeit relevanten Detailplanung, das Ausschreibungsverfahren, sowie die Ausführungsüberwachung. Bis zur Realisierung und Inbetriebnahme müssen demnach die ausgewählten Systemlösungen auf Gewerbeebeene detailliert werden. Danach sind die Ausschreibungen der Gewerke oder

¹⁵¹ Vgl. Arnold/Furmans (2009), S. 274; Vgl. Schenk/Wirth (2004); Vgl. Wiendahl/Reichardt/Nyhuis (2009), S. 475

¹⁵² ibidem

Gesamtsysteme durchzuführen und die Realisierung bis hin zur Inbetriebnahme zu überwachen.¹⁵³

Auf der Stufe der Detailplanung, auch Feinplanung genannt¹⁵⁴, werden ausgehend vom maßstäblichen groben Reallayout und dem Gebäuderaster, die Betriebseinrichtungen mit ihren realen Abmessungen in das Layout genau eingepasst. Zusätzlich werden weitere kleinere Objekte berücksichtigt, wie zum Beispiel Abfallbehälter, Anprallschutz an Säulen, Verteilerschränke für Medien und Elektrik.¹⁵⁵

Zudem werden weitere Vorbereitungen zur Realisierung des endgültigen Materialflusssystems getroffen. Im Folgenden sind mögliche Vorbereitungsmaßnahmen genannt:¹⁵⁶

- Prüfung und Vervollständigung der technischen Daten
- Festlegung und Prüfung von Funktionsabläufen; z.B. mit analytischen Methoden oder per Simulation
- Klärung von Fragen zu Bautechnik, Haustechnik, Steuerungstechnik und Ähnlichem
- Erstellung von Organisations- und Terminplänen
- Ausarbeitung von Ausschreibungsunterlagen für die verschiedenen Gewerbe

Wenn Genehmigungsverfahren, Finanzierung, Baustellenbedingungen und Sicherheitsfragen berücksichtigt werden müssen, verlängert sich diese Liste natürlich erheblich.

¹⁵³ Vgl. Pawellek (2008), S. 261

¹⁵⁴ Vgl. Arnold/Furmans (2009), S. 274

¹⁵⁵ Vgl. Wiendahl/Reichardt/Nyhuis (2009), S. 482

¹⁵⁶ Arnold/Furmans (2009), S. 275

4 Nutzwertanalyse

In diesem Kapitel wird auf die Entscheidungsfindung bei Vorhandensein mehrerer alternativer Varianten eingegangen. Es gibt eine Vielzahl an Bewertungsmethoden, wie beispielsweise die Nutzwertanalyse, die Kosten-Nutzen-Analyse, das Benchmarking, und die Potentialanalyse. Im Rahmen der Praxisbetrachtung dieser Arbeit wird die Nutzwertanalyse herangezogen, um eine aussagekräftige Entscheidung treffen zu können.

Im Praxisteil wird ein Rationalisierungspotential aufgrund der errechneten Transportleistungszahlen aufgezeigt. Diese Einsparungspotentiale ergeben sich aus der Gegenüberstellung der aktuellen Situation mit einigen alternativen Arbeitsplatzanordnung und des sich daraus ergebenden Materialflusses.

Da es sich bei der Gegenüberstellung der Transportleistungszahlen um eine rein quantitative Bewertung handelt, wurde die Methode der Nutzwertanalyse zur Bewertung herangezogen. Mit ihr ist es möglich, die alternativen Varianten nicht nur nach quantitativen Aspekten zu vergleichen, sondern auch nach qualitativen Gesichtspunkten. Aus diesem Grund wird auf den folgenden Seiten die Methode der Nutzwertanalyse genauer beschrieben.

Die Nutzwertanalyse dient zur Entscheidungsfindung bei Vorliegen mehrerer Alternativen und kann wie folgt definiert werden.¹⁵⁷

„Nutzwertanalyse ist die Analyse einer Menge komplexer Handlungsalternativen mit dem Zweck, die Elemente dieser Mengen entsprechend den Präferenzen des Entscheidungsträgers bezüglich eines multidimensionalen Zielsystems zu ordnen. Die Abbildung dieser Ordnung erfolgt durch die Angabe der Nutzwerte (Gesamtwert) der Alternative.“¹⁵⁸

Demnach ist das wesentliche Charakteristikum der Nutzwertanalyse die Aufteilung einer komplexen Bewertungsproblematik in Teilaspekte, die in weiterer Folge bewertet und danach wieder zu einem Nutzwert zusammengeführt werden.¹⁵⁹

¹⁵⁷ Vgl. Zangemeister (1973), S. 1

¹⁵⁸ Zangemeister (1973), S. 45

¹⁵⁹ Vgl. Bechmann (1978), S 21

Ablaufschema

Im Folgenden wird anhand der Standardversion nach Bechmann erläutert, wie eine Nutzwertanalyse durchgeführt werden kann und welche grundsätzlichen Überlegungen angestellt werden müssen, um eine korrekte Entscheidung zu erhalten.

Die Nutzwertanalyse ist nicht an eine konkrete Form gebunden. Sie kann sich beispielsweise in der Bewertung einzelner Kriterien oder hinsichtlich der Zusammenführung verschiedener Messwert-Kriterien zu einem Nutzwert unterscheiden. Die Standardversion geht davon aus, dass zu Beginn ein Zielsystem vorhanden ist, auf dessen Basis bewertet werden soll. Alternativen, die zu bewerten sind, werden bezugnehmend auf dieses Zielsystem mittels Bewertungskriterien (siehe Tabelle 5) beschrieben.¹⁶⁰

Bewertungskriterien	Technische Bewertungskriterien	Flexibilität	Anpassung an Kundenwünsche
			Personalkapazitätenveränderung
			Einschränkung des laufenden Betriebes durch Umgestaltung
			schneller Produktionsprogrammwechsel
		Leistungsverbesserung	Verbesserung der Nutzungsgrade
			schnelle Durchlaufzeit
	Funktionelle Zuordnung	kurze Transportwege	
		Zuordnung Produktion und Lager	
		optimierte Betriebsmittelanordnung	
	Wirtschaftliche Bewertungsk.	Personal und Zeitaufwand	schneller Datenfluss
			Transparenz der Terminplanung mit geringem Personaleinsatz
			Dauer der Realisierung
			Minderung des Lager- und Transportpersonals
		Stückkostensenkung	Senkung der Gemeinkosten
	Senkung der produkt-proportionalen Kosten		
Soziale Bewertungsk.	Belastungsminderung	Vermeidung körperlicher Schwerarbeit	
		keine störenden Umwelteinflüsse	
	Motivation der Mitarbeiter	Aufgabenanpassung an die Leistungsfähigkeit des Menschen	
		Arbeitsmotivation	
		Akzeptanz von Veränderungen	

Tabelle 5: Mögliche Bewertungskriterien zur Durchführung einer Nutzwertanalyse¹⁶¹

Diese Bewertungskriterien müssen wiederum auf Grund ihrer relativen Bedeutung zueinander gewichtet werden.¹⁶²

Bei einer Mehrzahl an Kriterien kann die Gewichtung mittels eines Paarweisen Vergleichs durchgeführt werden. Der Zweck dieses Vergleichs ist es, eine Rangfolge

¹⁶⁰ Vgl. Bechmann (1987), S. 26f.

¹⁶¹ In Anlehnung an Pawellek (2008), S. 49, eigene Darstellung

¹⁶² Vgl. Bechmann (1987), S. 26f.

der gegebenen Bewertungskriterien zu erhalten. Zunächst werden die zu vergleichenden Kriterien in einer Matrix gegenübergestellt (siehe Tabelle 6). Danach wird jedes Kriterium mit jedem anderen direkt verglichen. Es kann unterschieden werden zwischen „weniger wichtig“ oder „wichtiger“, wobei das „wichtigere“ Kriterium einen Punkt erhält. Wenn die Kriterien zueinander gleichwertig sind, bekommt keines der beiden einen Punkt. Wenn jedes mit jedem verglichen wurde, werden die Werte zeilenweise aufaddiert und man erhält eine Rangfolge. Zudem kann diese Punkteverteilung prozentual dargestellt werden.¹⁶³

als wichtiger	Kriterium 1	Kriterium 2	Kriterium 3	Kriterium 4	Kriterium 5	Kriterium 6	Kriterium 7	Kriterium 8	Kriterium 9	Kriterium 10	Summe	%
Kriterium 1		1	0,5	0,5	1	0,5	1	1	1	1	7,5	16,67%
Kriterium 2	0		0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	1	0,5	3,5	7,78%
Kriterium 3	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5	0	0,5	1	0,5	4,5	10,00%
Kriterium 4	0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	4	8,89%
Kriterium 5	0	0,5	0,5	0,5		0	0	0,5	0,5	1	3,5	7,78%
Kriterium 6	0,5	0,5	0,5	0,5	1		0,5	1	1	1	6,5	14,44%
Kriterium 7	0	1	1	0,5	1	0,5		1	0,5	0,5	6	13,33%
Kriterium 8	0	1	0,5	1	0,5	0	0		1	0,5	4,5	10,00%
Kriterium 9	0	0	0	0,5	0,5	0	0,5	0		0,5	2	4,44%
Kriterium 10	0	0,5	0,5	0,5	0	0	0,5	0,5	0,5		3	6,67%

Tabelle 6: Beispiel Paarweiser Vergleich¹⁶⁴

Die Zahl, die den Alternativen zugeordnet werden kann, bezeichnet man auch als Zielgewicht oder Gewichtungsfaktor. Danach muss jedes Kriterium auf Grund seiner Erfüllung bewertet werden. Nach Bechmanns Standardversion der Nutzwertanalyse geschieht das mittels der Zielerträge. Diese müssen aber in Zielerfüllungsgrade transformiert werden, da die Zielerträge in Einheiten wie Kilogramm, Meter, Euro und anderen gemessen werden. Um diese verschiedenen Einheiten zu einem Nutzwert zusammenzufassen, müssen sie zuvor eine gemeinsame Dimension aufweisen. Im diesem Fall löst man sich von den Einheiten, indem man jedem physikalischen Zielertrag einen Zielerfüllungsgrad zuordnet. Die dimensionslosen Zielerfüllungsgrade drücken jetzt nur noch aus, wie gut ein bestimmtes Ziel aus der Sicht eines Bewerter erfüllt ist. Zielerfüllungsgrade können zum Beispiel durch eine 10 Punkte Skala

¹⁶³ Vgl. Lindemann (2009), S.289

¹⁶⁴ <http://www.refa-nordwest.de>, Zugriffsdatum: 11.06.2012

bewertet werden. Hierbei kann man definieren, dass 1 Punkt bedeutet, ein gewisses Kriterium wird nicht erfüllt, und 10 Punkte bedeuten, dass die Zielerfüllung zu 100% erfolgt. Nach Bewertung der Zielerfüllungsgrade kann der Teilnutzwert der einzelnen Kriterien bestimmt werden. Dies erfolgt durch Multiplikation des Zielerfüllungsgrades mit dem dazugehörigen Gewichtungsfaktor. Der Nutzwert einer Alternative ergibt sich aus der Summe der Teilnutzwerte der jeweiligen Alternativen.¹⁶⁵

In Abbildung 22 sind die Handlungsschritte, die im Zuge einer Nutzwertanalyse durchzuführen sind, in einem Blockdiagramm abgebildet.¹⁶⁶

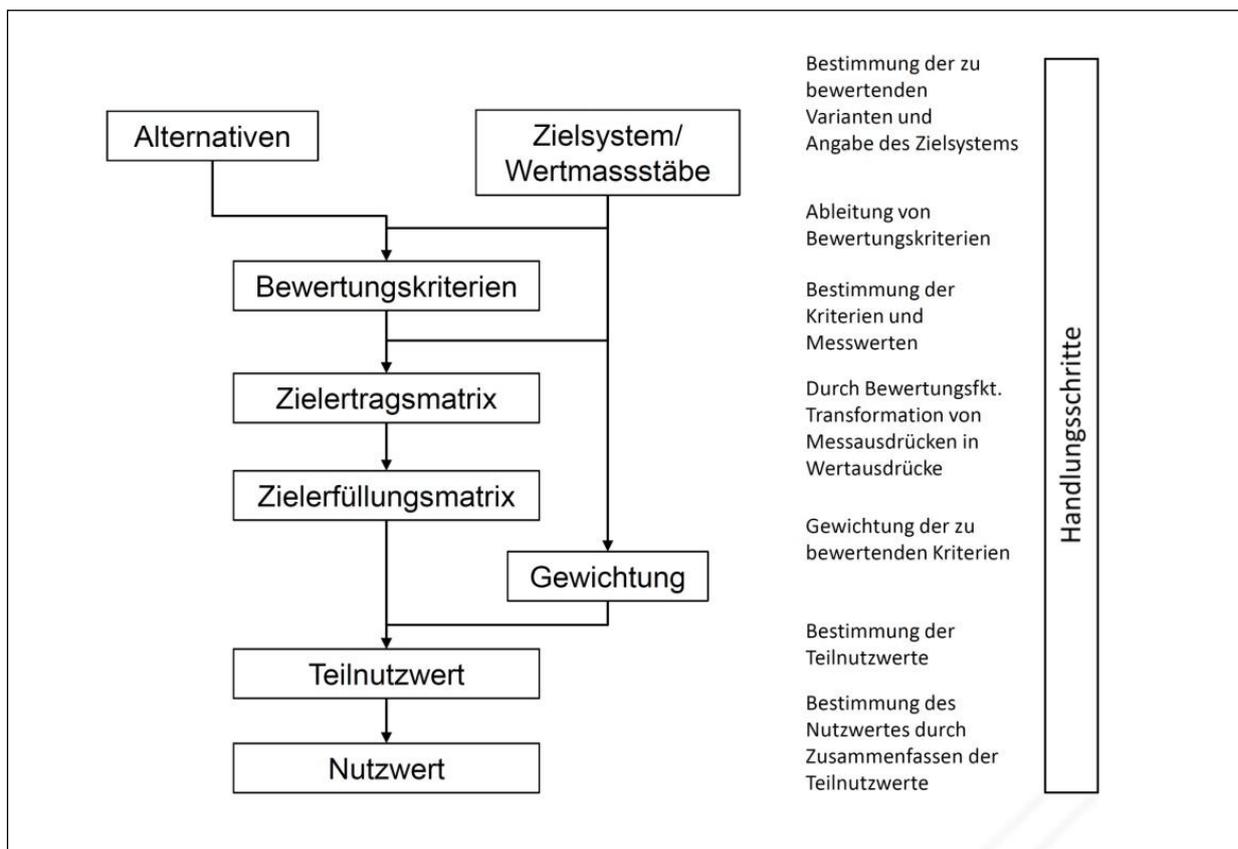


Abbildung 22: Blockdiagramm der Handlungsschritte zur Erstellung einer Nutzwertanalyse¹⁶⁷

Ein wichtiger Schritt in der Durchführung der Nutzwertanalyse ist die Erstellung der Zielwertmatrix (Zielwertmatrix), diese ist in Abbildung 23 abgebildet.¹⁶⁸

¹⁶⁵ Vgl. Bechmann (1987), S. 27ff.

¹⁶⁶ Vgl. Bechmann (1987), S. 29f.; Vgl. Zangemeister (1973), S. 73

¹⁶⁷ In Anlehnung an Bechmann (1987), S. 29, eigene Darstellung

¹⁶⁸ Vgl. Bechmann (1987), S. 30

Kriterien	Alternativen	A1			A2			
	Gewichtung	Zielertrag	Zielerfüllungs-grad	Teilnutzwert	Zielertrag	Zielerfüllungs-grad	Teilnutzwert	
K1	g1	k11	e11	$N11=g1*e11$	k21	e21	$N21=g1*e21$	
K2	g2	k12	e12	$N12=g2*e12$	k22	e22	$N22=g2*e22$	
K3	g3	k13	e13	$N13=g3*e13$	k23	e23	$N23=g3*e23$	
Summe der Gewichtungsfaktoren	$\sum g$	Nutzwert von A1		$\sum N1$	Nutzwert von A2		$\sum N2$	

$K1, K2, \dots, Kn$ n Kriterien, nach denen die einzelnen Alternativen bewertet werden können

$A1, A2, \dots, An$ n Alternativen, die bewertet werden können

$g1, g2, \dots, gn$ Gewichtungen der einzelnen Kriterien

kij Zielertrag der i-ten Alternative bezüglich des j-ten Kriteriums ($i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m$)

eij Zielerfüllungsgrad der i-ten Alternative bezüglich des j-ten Kriteriums ($i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m$)

Nij Teilnutzwert der i-ten Alternative bezüglich des j-ten Kriteriums ($i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m$)

$N1, N2, \dots, Nn$ Gesamtnutzwert

Abbildung 23: Beispiel Standardversion Nutzwertanalyse¹⁶⁹

Die Nutzwertanalyse ist im Großen und Ganzen einfach zu handhaben, hat eine formale Struktur und kann allgemein eingesetzt werden. Es können folgende positive Merkmale der Nutzwertanalyse aufgelistet werden:¹⁷⁰

- Durch die Zergliederung des Bewertungsprozesses in Teilaspekte bekommt man eine bessere Übersicht über das zu bewertende Problem.
- Sie ist sehr individuell anwendbar. Der Umfang der Nutzwertanalyse ist abhängig von der Person, die sie beeinflusst.
- Durch die Schematisierung wird der gesamte Bewertungsprozess einfacher.
- Der Bewertungsvorgang wird transparenter und überschaubarer.
- Es herrscht eine formale Transparenz der Verfahrensschritte vor.

¹⁶⁹ In Anlehnung an Bechmann (1987), S. 30, eigene Darstellung

¹⁷⁰ Vgl. Bechmann (1987), S. 34f.

- Bei Vorhandensein mehrerer bewertender Personen, lassen sich Abweichungen in der Bewertung und daraus folgend mögliche Konflikte aufspüren.
- Durch die Nutzwertanalyse erhält man eine Auflistung und eine Auswertung von Informationen über die Objekte, die bewertet werden.

Da das Ergebnis der Nutzwertanalyse sehr von der subjektiven Gewichtung der Kriterien und der Bewertung, wie gut ein bestimmtes Kriterium für die jeweiligen Alternativen aus der Sicht eines Bewerter erfüllt ist, abhängt, sollte die Nutzwertanalyse nicht durch eine Person durchgeführt werden, sondern in einem Team.¹⁷¹

Auch wenn die Nutzwertanalyse Vorteile mit sich bringt, birgt sie auch Nachteile. Ein großer Nachteil ergibt sich daraus, dass sie als Täuschungsinstrument dienen kann. Das kommt zum einen daher, dass es nicht in jedem Fall sicher ist, dass eine Zerlegung in Teilaspekte zu besseren, klareren und anderen Resultaten führen muss, wie eine Gemeinschätzung. Zum anderem ist es nicht möglich, sinnvolle Ergebnisse zu bekommen, wenn Kriterien-Auswahl, Gewichtungen, Kriterien-Bewertungen und Art der verwendeten Skala nicht ausreichend inhaltlich begründet werden können. In diesem Fall würden auch die Formalität der Nutzwertanalyse und das Heranziehen von verschiedenen Bewertungspersonen nicht zu einem richtigen Ergebnis führen. Es würde nämlich die äußere Form der Nutzwertanalyse über die inhaltlichen Mängel hinwegtäuschen.¹⁷²

Grundsätzlich liegt die Problematik also unter anderem im Zusammenspiel von Form und Inhalt. Daher sollten die Bewertungsschritte immer inhaltlich, bezogen auf die zu bewertenden Objekte und Wertsystem des Bewerter, begründbar sein. Zudem hat die Begründung zwei weitere Funktionen. Sie dient der Person, die die Bewertung durchführt, dazu, dass sie sich bei jedem Bewertungsschritt intensiver damit beschäftigt, ob der betreffende Schritt in der angestrebten Form zweckmäßig ist (z.B. Lassen sich die Varianten mit einem bestimmten Kriterium unterschiedlich bewerten?). Weiters wird sichergestellt, dass auch externe Personen, die die Nutzwertanalyse das erste Mal sehen, den Bewertungsvorgang nicht nur formell, sondern auch inhaltlich nachvollziehen können.¹⁷³

¹⁷¹ Vgl. Bullinger/Scheer (2006), S. 437

¹⁷² Vgl. Bechmann (1987), S. 31

¹⁷³ ibidem

5 Praxisbetrachtung

Im folgenden Kapitel wird auf die Gestaltung der Layouts der optimierten Arbeitsplatzanordnung im Werk Deuchendorf eingegangen, die basierend auf den Ergebnissen der Produktions- und Materialflussanalyse erstellt werden. Drei dieser Varianten werden im Detail ausgearbeitet und mittels einer Nutzwertanalyse bewertet.

5.1 Produktions- und Materialflussanalyse

Zuerst war es wichtig den zu betrachtenden Bereich festzulegen, wofür ein Teilbereich des Werkes Deuchendorf herangezogen wurde.

In einem zweiten Schritt wurden die relevanten Produktfamilien einer genaueren Betrachtung unterzogen. Wichtig war es in diesem Zusammenhang auch, den Betrieb und die Produktionsabläufe kennen zu lernen. Dazu eigneten sich insbesondere Gespräche mit den Mitarbeitern sowie eigene Beobachtungen und Recherchen vor Ort.

Schließlich wurden die relevanten Datenquellen bestimmt und repräsentative Produkte aus den umsatzstärksten Produktfamilien ermittelt, welche in der Folge stellvertretend für alle Produkte betrachtet wurden. Anhand dieser Vorgehensweise konnte eine aussagekräftige Darstellung der Ist-Situation sichergestellt werden.

5.1.1 Betrachtungsbereich

Der Betrachtungsbereich beinhaltet die Pressenfertigung des Werkes Deuchendorf und den dort vorliegenden Materialfluss zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen. Zudem wurden jene Materialflüsse, aufgrund welcher Transporte nach Kapfenberg nötig sind, in die Untersuchung mit einbezogen. In Abbildung 24 ist der Grundriss des Werkes Deuchendorf dargestellt.

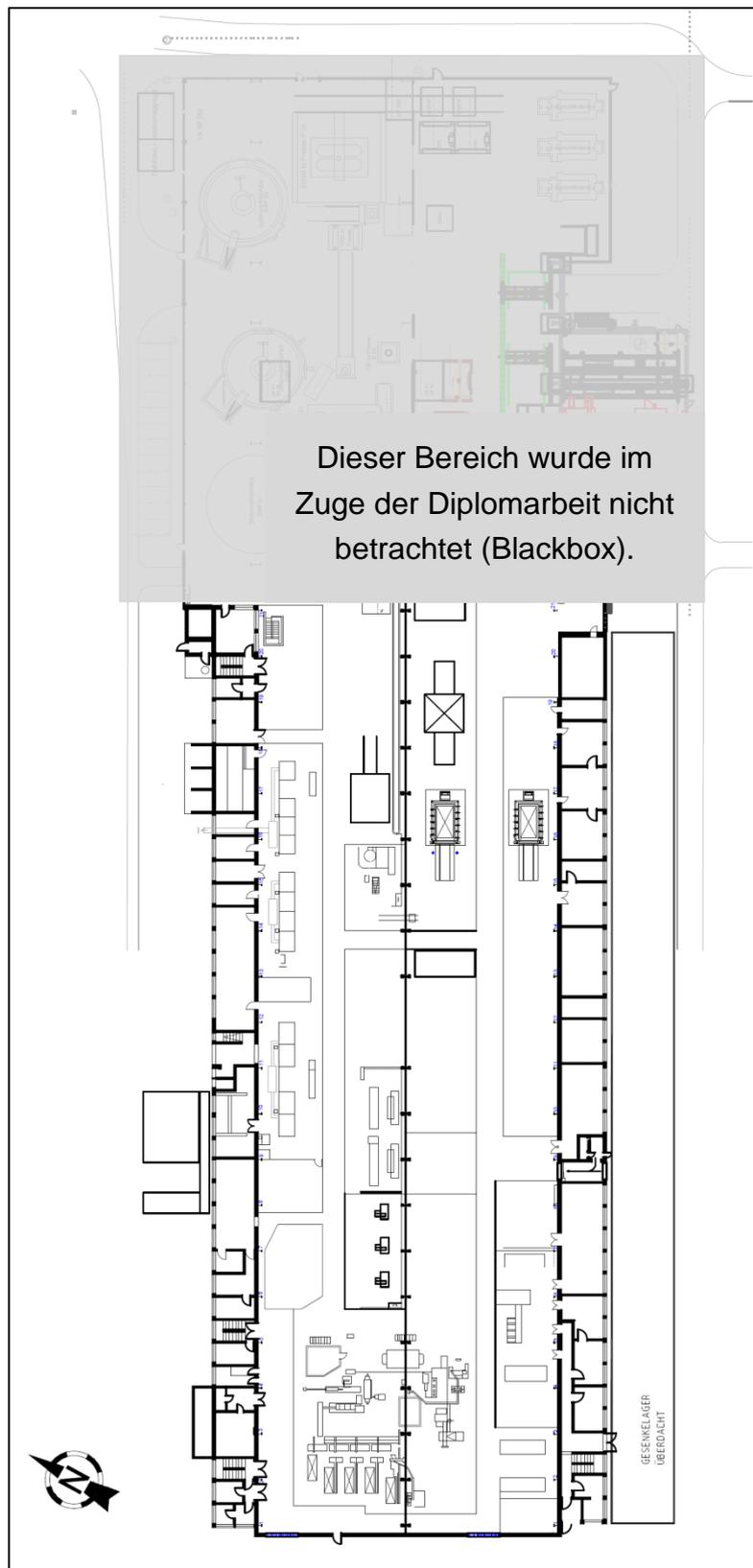


Abbildung 24: Grundriss des Werkes Deuchendorf¹⁷⁴

¹⁷⁴ Dokumentensystem der Böhler Schmiedetechnik (Intranet), Zugriffsdatum: 03.02.2012

Der in Abbildung 24 grau hinterlegte Bereich (Blackbox), wurde in dieser Arbeit nicht betrachtet, da er sich zum Einen gerade in der Endphase einer Umgestaltung befindet, zum Anderen wäre eine Neuordnung der sich dort befindenden Aggregate im Vergleich zu Änderungen bei anderen Arbeitsplätzen mit einem enormen Aufwand verbunden. Dieser Bereich umfasst die Hauptaggregate der Pressenfertigung, die Spindelpressen SP 355 und SP 315 mit dazu gehöriger Peripherie wie Manipulatoren, um die zu produzierenden Teile zu handhaben, und Drehherdöfen, um die Pressenteile auf Schmiedetemperatur zu bringen. Weiters befinden sich in diesem Bereich Öfen, um die formgebundenen Werkzeuge -die Gesenke- auf Arbeitstemperatur zu bringen. Unter anderem wurde in einem Zubau 2011 auch eine eigene Reparatur für die Gesenke der Spindelpressen errichtet.

Ein Gesenk ist ein formgebundenes Werkzeug und besteht aus einem Ober- und Untergesenk. Es werden viele, sich in ihrer geometrischen Form unterscheidende Schmiedeteile, mittels dieser formgebundenen Werkzeuge auf den Spindelpressen gefertigt.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, kommt es zu unzähligen Transporten zwischen dem Werk in Kapfenberg und dem Werk in Deuchendorf. Diese liegen ca. 5 Kilometer voneinander entfernt, wodurch es zu einer Durchlaufzeitverlängerung von bis zu 24 Stunden kommen kann. Diese Verlängerung konnte den Plandaten der Unternehmung entnommen werden. Hier ist auf den ersten Blick ersichtlich, dass ein hohes Rationalisierungspotential durch eine Entflechtung dieser beiden Produktionsstätten realisiert werden könnte.

Die wichtigsten Arbeitsschritte mit ihren dazugehörigen Kostenstellen, die einen Transport verursachen, sind:

- Aggregate zum Vorformen der Pressenteile in Kapfenberg TPH (Hammerschmiede Kapfenberg) (4933, 4934, 4934-01, 4935, 4964, 4965, 4965-01)
- Beizen TPH (4974-00, 4974-01, 4974-02, 4974-05)
- Chemisch Fräßen TPH (4974)
- Adjustage TPH (4972)
- Jet-Cutter TPE (Pressenteile Kapfenberg Endfertigung) (4881-04)
- Maßkontrolle, Richten TPE (4879-01)
- Warmrichten TPE (4879-07)

Betrachtete Arbeitsplätze des Werkes Deuchendorf

In Abbildung 25 sind die Positionen der relevanten Arbeitsplätze im aktuellen Layout abgebildet und wie unten angeführt nummeriert. Diese Abbildung ist ein Ausschnitt aus dem in Abbildung 24 zu sehenden Layout. Zusätzlich zu den Arbeitsplatzbezeichnungen sind im Folgenden in Klammer auch die Kostenstellen der einzelnen Arbeitsplätze angegeben, welche in dieser Arbeit in Abbildungen teilweise allein angeführt werden:

- 1) Eingangsprüfung (4809)
- 2) 5 x Sägen für Formpressteile und Turbinenschaufeln (4870)
- 3) Schleifmaschine zum Stöckel- bzw. Vormaterialschleifen (4878)
- 4) Langschmiedemaschine (4830)
- 5) 2 x Sägen für Triebwerksscheiben (4870-01)
- 6) 2 x Drehmaschinen (4870-03)
- 7) 3 x Gratsägen (4874)
- 8) 2 x Schleifmaschinen (4877)
- 9) 12 x Adjustage Kabinen (4878)
- 10) Wärmebehandlungsöfen WP 6 (4828)
- 11) Wärmebehandlungsöfen WP 5 (4828)
- 12) Wärmebehandlungsöfen WP 4 (4828)
- 13) Sandstrahlanlage Groß (4876, 4876-00, 4876-01)
- 14) Sandstrahlanlage Klein (4876, 4876-00, 4876-01)
- 15) Bereitstellungsfläche für Spindelpressen (4835, 4835WBH, 4840)
- 16) Lasermessmaschine (4878-00)
- 17) Ausgangskontrolle (4878-05)

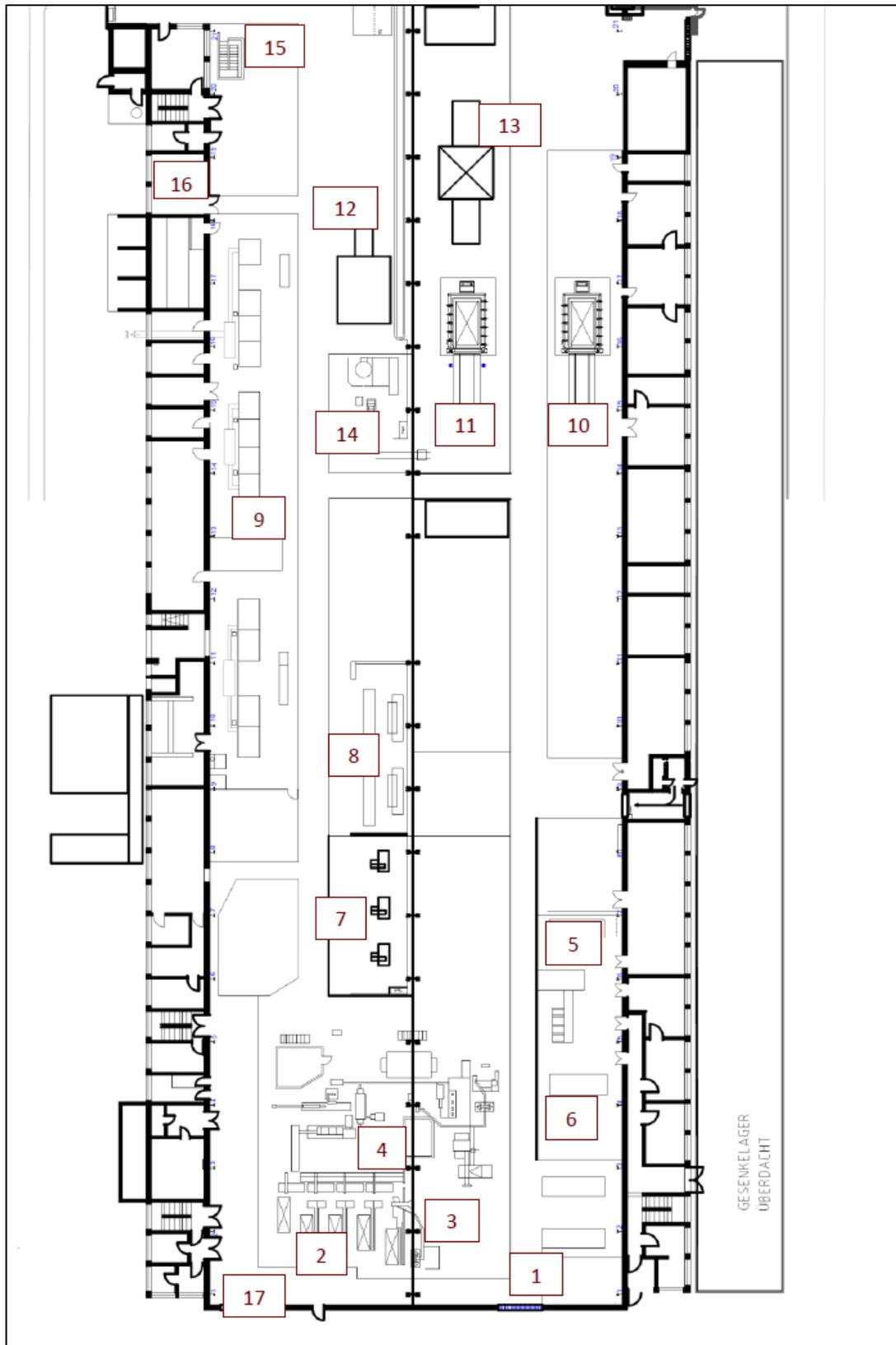


Abbildung 25: Aktuelle Arbeitsplatzanordnung des Werkes Deuchendorf¹⁷⁵

¹⁷⁵ Dokumentensystem der Böhler Schmiedetechnik (Intranet), Zugriffsdatum: 03.02.2012

5.1.2 Betrachtete Produktfamilien

Zur Analyse des aktuellen Materialflusses wurden Produkte der drei folgenden Produktfamilien herangezogen, da diese den größten Anteil am Umsatz haben (siehe Abbildung 2):

- Formpressteile (FPT)
- Turbinenschaufeln (TS)
- Triebwerksscheiben (TWS)

Hierbei wurde das Hauptaugenmerk auf die Fertigung der Formpressteile gelegt, welche 69% des Gesamtumsatzes erwirtschaften. Im Gegensatz dazu sind die Produktfamilien „Turbinenschaufeln“ nur mit 17% und „Triebwerksscheiben“ nur mit 10% beteiligt. Die Spezialschmiedeteile, die nur einen Anteil von 4% am Gesamtumsatz haben, wurden nicht für die Ist-Situationsanalyse herangezogen.

5.1.3 Identifikation der relevanten Datenquellen und Produkte

In diesem Abschnitt wird erläutert, welche Datenquellen zur Analyse des aktuellen Materialflusses herangezogen wurden und unter welchen Gesichtspunkten die repräsentativen Produkte aus den drei Produktfamilien ausgewählt wurden.

Datenquellen

Die wichtigsten Informationsquellen neben den Mitarbeitergesprächen waren das SAP, das Intranet der Böhler Schmiedetechnik und die vor Ort vorgenommenen Beobachtungen des Produktionsprozesses.

Um eine aussagekräftige Materialflussbeziehung zwischen den Arbeitsplätzen zu erhalten, wurden die Grundarbeitspläne von repräsentativen Produkten herangezogen.

In Abbildung 26 ist der Ausschnitt eines Grundarbeitsplanes dargestellt. Daraus ablesbar sind wichtige Informationen, die für die Materialflussanalyse benötigt wurden:

1. *Position*: In dieser Spalte wird jedem Arbeitsschritt eine fortlaufende Nummer zugeordnet. Die Betrachtung dieser Spalte war für die Materialflussanalyse nicht unbedingt nötig, jedoch erleichterte sie die Orientierung bei der Zuweisung der einzelnen Arbeitsschritte in der Transportmatrix.
2. *Arbeitsplätze*: Hier ist die Abfolge der einzelnen Arbeitsschritte aufgelistet. Die Arbeitsplätze werden mit ihren Kostenstellen angegeben. Sie wurden für die Erstellung der Transportmatrix herangezogen.
3. *Beschreibung*: In dieser Spalte werden die Arbeitsplätze beschrieben. Sie diente als Quelle für Detailinformationen.
4. *Gesenknummer*: Dieser Position kann die Gesenknummer entnommen werden, die zu den jeweiligen Gesenken gehört.

Pos.	Arbeits...	W...	St...	Vorlage...	Beschreibung	F...	B...	V...	U...	Ba...	V...	Rüstzeit (tr)	El...	Leist...	Stückzeit (te)	El...	Leist...	El...	Leist...
0010	4908	20	ZF03	4908-02	<H>Eingangsprüfung</>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ST		MIN			MIN			
0020	4970	20	PF01	4970-02	Sägen auf Stöckelgew.:210,0 - 212,0 kg	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ST		MIN M20			MIN M20			
0030	4935	20	ZZP1	4900-05	Stauchen (Vorformen)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ST		MIN RR1			MIN SH1			
0040	4965	20	ZZP1	4965-01	Schaft ausschmieden LH 12 (Vorformen)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ST		MIN S14			MIN S14			
0050	4935	20	ZZP1	4900-05	Anzeichnen im Halbgesenk	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ST		MIN RR1			MIN SH1			
0055	4972-55	20	ZZP1	LIEF	Lieferung Betrieb	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ST		MIN			MIN L21			
0060	4840	20	ZZP1	4835-01	Vorpressen, Abgraten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ST		MIN R40			MIN A40	0,00		MIN
0070	4876-00	20	ZZP1	4876-96	Sandstrahlen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ST		KG T12						
0080	4878	20	ZZP1	4878-32	Zwischenadjustage	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ST		MIN L11			MIN L11			
0090	4840	20	ZZP1	4835-02	Fertigpressen, Abgraten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ST		MIN R40			MIN A40	0,00		MIN
0100	4876-00	20	ZZP1	4876-96	Sandstrahlen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ST		KG T12						
0110	4840	20	ZZP1	4835-03	Lösungsglühen mit Kalbrierschlag	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ST		MIN R40			MIN A40	0,00		MIN
0115	4878-55	20	ZZP1	LIEF	Lieferung Betrieb	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ST		MIN L11			MIN L11			
0120	4974-00	20	ZZP1	4974-04	Beizen A N200 T200	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ST		KG T23						

Abbildung 26: Ausschnitt eines Grundarbeitsplanes¹⁷⁶

Die Stückzahlen zu den einzelnen Kostenstellen konnten der Software SAP entnommen werden. Diese Daten werden in Form eines Exceldokumentes bereitgestellt. Es war zu beachten, dass diese Dokumente für die gesamte Produktion der Böhler-Schmiedetechnik Gültigkeit haben und in ihnen keine Unterscheidung zwischen Hammerteilen und Pressenteilen getroffen wird. Aus diesem Grund musste in weiterer Folge zwischen den Gesenknummern der Pressenfertigung und der Hammerfertigung unterschieden werden. Wie in Kapitel 5.1.2 erläutert wurde, kann anhand der Anfangsziffern der Gesenknummern eine Unterscheidung getroffen werden.

¹⁷⁶ Interne Daten Böhler Schmiedetechnik (SAP), Zugriffsdatum: 13.02.2012

Weitere wichtige Informationsquellen waren Teamgespräche bzw. Einzelgespräche mit den Mitarbeitern, sowie das Intranet Dokumentensystem der Böhler Schmiedetechnik, aus welchem aktuelle Grundpläne, Arbeitsplatzanordnungen, Lage- und Bebauungspläne entnommen werden konnten.

Auswahl der repräsentativen Produkte

Jedem Produkt, welches abhängig von der Auftragslage in unterschiedlichen Losgrößen gefertigt wird, ist die Gesenknnummer des zur Fertigung benötigten Gesenkes zugeteilt, welche durch sechs Ziffern und zum Teil mit dem Buchstaben „z“ gekennzeichnet wird (z.B. 1234-01 oder z2345-02) Der beigefügte Buchstabe kennzeichnet, dass eine Gesenknnummer für zwei unterschiedliche Produkte verwendet wird. Er ist aber für die weiteren Untersuchungen nicht von Bedeutung. Zu jeder Gesenknnummer gibt es einen dazugehörigen Grundarbeitsplan, welcher für die Materialflussanalyse wesentlich ist. Zudem sind diese Nummern wichtig, da mit diesen alle für die Analyse der repräsentativen Pressenteile relevanten Informationen dem SAP entnommen werden können.

Gesenknummern können mit einer Anfangsziffer von 0 bis 6 und 8 beginnen. Wobei die Ziffern 0 bis 4 den Hammerteilen zugeordnet werden können. Alle Gesenknnummern die mit einer 5, 6 oder 8 beginnen, gehören zu den Pressenteilen, welche unter anderem auf einer der zwei Spindelpressen in Deuchendorf gefertigt werden. Diese drei Zahlen können wiederum den Produktfamilien wie folgt zugeordnet werden:

- Bis auf wenige Ausnahmen sind alle mit einer 8 beginnenden Gesenknnummern den Formpressteilen zugeordnet.
- Gesenknnummern die eine 6 oder 8 als erste Ziffer haben, gehören zu den Triebwerksscheiben. Wobei die Ausnahmen, die mit einer 8 beginnen und Triebwerksscheiben sind, dem Anhang unter B1 entnommen werden können.
- Jene Gesenknnummern die mit einer 5 beginnen können den Turbinenschaufeln zugeteilt werden.

Die Auswahl der repräsentativen Produkte der einzelnen Produktfamilien wird unter unterschiedlichen Gesichtspunkten vorgenommen, welche im Folgenden erläutert werden.

a) **Repräsentative Formpressteile**

Da die Produktionsschritte der Formpressteile sehr unterschiedlich sind, wurde mittels einer ABC-Analyse die repräsentative Mehrheit der zu betrachtenden Gesencknummern ermittelt. Dabei wurde festgestellt, dass bei Betrachtung eines Drittels dieser Gesencknummern 75% der Gesamtmenge der zu produzierenden Produkte erfasst werden kann.

Aus den Kostenstellen wurden die Absatzmengen der einzelnen Produkte für das Geschäftsjahr 2013 (1.4.2012 bis 31.3.2013) bestimmt. Dadurch konnte festgestellt werden, welche Gesencknummern und dazugehörigen Grundarbeitspläne im Detail zu betrachten sind, um eine aussagekräftige Beziehung zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen zu erhalten.

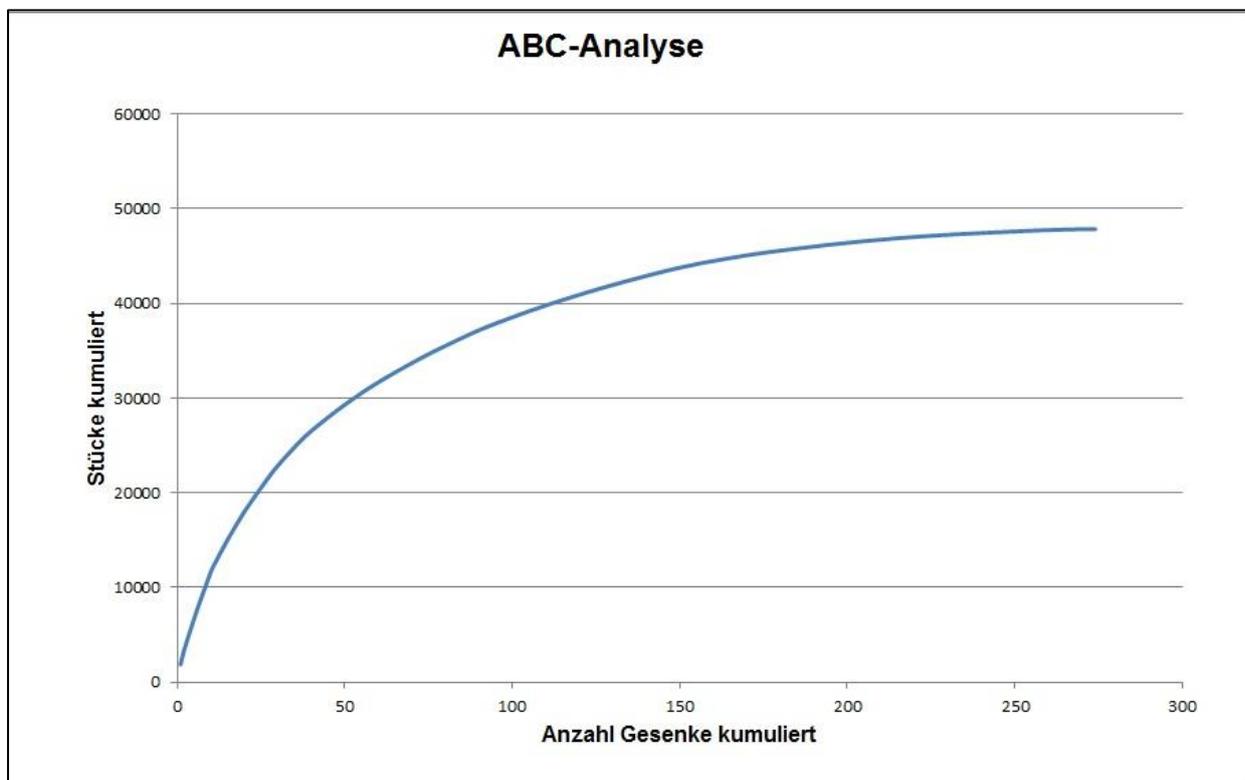


Abbildung 27: ABC-Analyse (Lorenzkurve für repräsentative Formpressteile)¹⁷⁷

Im Folgenden wird erläutert, wie die Lorenzkurve in Abbildung 27 entstand. In einem ersten Schritt wurden die zu produzierenden Stücke pro Gesencknummer für das Geschäftsjahr 2013 ermittelt. Diese Stückzahlen konnten aus dem SAP entnommen werden. Zudem wurden die Gesencknummern anhand ihrer geplanten Gesamtstückzahl für das Geschäftsjahr 2013 absteigend gereiht. Danach konnte die Anzahl der

¹⁷⁷ Eigene Darstellung

Gesenknummern und die Anzahl der Stücke je Gesenknummer kumuliert werden. Die gesamte Tabelle kann dem Anhang unter A1 bis A7 entnommen werden.

Es ergaben sich zu Beginn 102 Gesenknummern, die zur Betrachtung herangezogen werden mussten, um die 75% der zu produzierenden Formpressteile abzudecken. Einige konnten aufgrund ihrer ähnlich bzw. gleich ablaufenden Produktionsprozesse zusammengezogen werden (z.B.: z8041-00 und z8040-00). So war es am Schluss nur noch notwendig, rund 50% der zu betrachtenden Gesenknummern für die Materialflussanalyse der Formpressteile in die Transportmatrix zu übernehmen. Nachfolgend sind alle Gesenknummern der betrachteten Grundarbeitspläne für Formpressteile zusammengefasst:

Z8207-00	8184-00	8339-01	8343-00
4260-03	8292-00	8259-00	8242-00
8050-00	4261-02	8246-00	8596-00
Z8146-00	8447-00	8028-00	8213-00
8265-01	8126-00	8345-00	8256-00
8556-00	8400-00	z8560-xx	8183-00
8603-00	8280-00	z8041-00	8336-00
8278-01	z8084-00	z8064-01	8194-00
8589-00	z8075-00	8443-00	z8249-00
8080-00	8251-00	z8185-xx	8133-00
8522-02	8506-00	8315-00	8217-00
8209-00	z8308-xx	8389-00	8469-01
8076-00	8337-01	8601-00	8256-00
8211-00	z8334-xx	8356-00	

Tabelle 7: Gesenknummern der betrachteten Formpressteile

b) Repräsentative Turbinenschaufeln

Im Gegensatz zu den Formpressteilen unterscheiden sich die Produktionsabläufe der Produkte aus der Produktfamilie Turbinenschaufeln untereinander nicht im selben Ausmaß. Hier können die zu betrachtenden Gesencknummern und die dazugehörigen Grundarbeitspläne in erster Linie danach unterteilt werden, ob die zu fertigenden Schmiedeteile über eine Vorformpresse (VF) laufen oder über die Langschmiedemaschine (LSM) (ein Überblick über die möglichen Fertigungswege wird in Kapitel 5.1.4 gegeben).

Weiters kann unterschieden werden, ob normalgeschmiedete Turbinenschaufeln (NTS) oder präzisionsgeschmiedete Turbinenschaufeln (PTS) Schmiedeteile gefertigt werden. Diese zwei Unterscheidungen haben einen zusätzlichen Einfluss auf die Produktionsabfolge. NTS werden im Vergleich zu den PTS mit einem größeren Aufmaß geschmiedet. In weiterer Folge müssen diese Produkte jedoch einer Schleif- oder Fräzbearbeitung unterzogen werden.

Bei den PTS wird das Schaufelblatt mit einem geringeren Aufmaß geschmiedet. Der Aufwand der mechanischen Bearbeitung ist im Vergleich zu einer NTS viel niedriger, was jedoch einen höheren Schmiedeaufwand zur Folge hat.

Diese Unterscheidungen würden vier unterschiedliche Kombinationen ergeben. Da aber bei „Produkt geht über eine Vorformpresse (siehe Kapitel 5.1.4)“ nur sehr wenige bis keine PTS Schmiedeteile geschmiedet werden, sollen -nach Absprache im Team- nur noch drei unterschiedliche Materialflussmöglichkeiten einer genaueren Betrachtung unterzogen werden. Schließlich wurden mit Hilfe der Erfahrungswerte der Meister, sowie anhand der Stückzahlen der einzelnen Gesencknummern die Gesencknummern für die repräsentativen Turbinenschaufeln bestimmt.

Die zur Untersuchung herangezogenen Gesencknummern sind:

- 5333-01 (über LSM und NTS gefertigt)
- 5173-00 (über LSM und PTS gefertigt)
- 5377-01 (über VF und NTS gefertigt)

c) Repräsentative Triebwerksscheiben

Bei den Triebwerksscheiben sind die Arbeitsabfolgen für jedes einzelne Schmiedeteil sehr ähnlich. Hier wird nur unterschieden, ob ein Schmiedeteil über eine Vorformpresse läuft, oder, je nach Grundarbeitsplan, zur Weiterverarbeitung direkt auf eine der Spindelpressen kommt (die möglichen Fertigungswege werden im Kapitel 5.1.4

erläutert). Es wurden anhand der Stückzahl der einzelnen Gesenksnummern und nach Absprache mit den Meistern die zu betrachtenden Gesenksnummern bestimmt.

Die zur Untersuchung herangezogenen Gesenksnummern sind:

- 6016-00 (über kein Vorformaggregat)
- 8360-01 (über Vorformpresse)

5.1.4 Produktionsabläufe der Produkte

In diesem Kapitel wird auf die Produktionsabläufe der einzelnen Produktfamilien der Pressenfertigung eingegangen.

Das breitgefächerte Produktionsprogramm beinhaltet Produkte mit unterschiedlichsten Herstellprozessen. Speziell bei den Formpressteilen gibt es eine Vielzahl an unterschiedlichen Produktionsabläufen, weshalb auch in diesem Bereich mittels einer ABC-Analyse die zu betrachtenden Gesenksnummern bestimmt wurden.

In Abbildung 28 sind die grundsätzlich möglichen Materialflusswege dargestellt, in denen ein Schmiedestöckel (zugeschnittenes Langgut) vorgeformt wird.

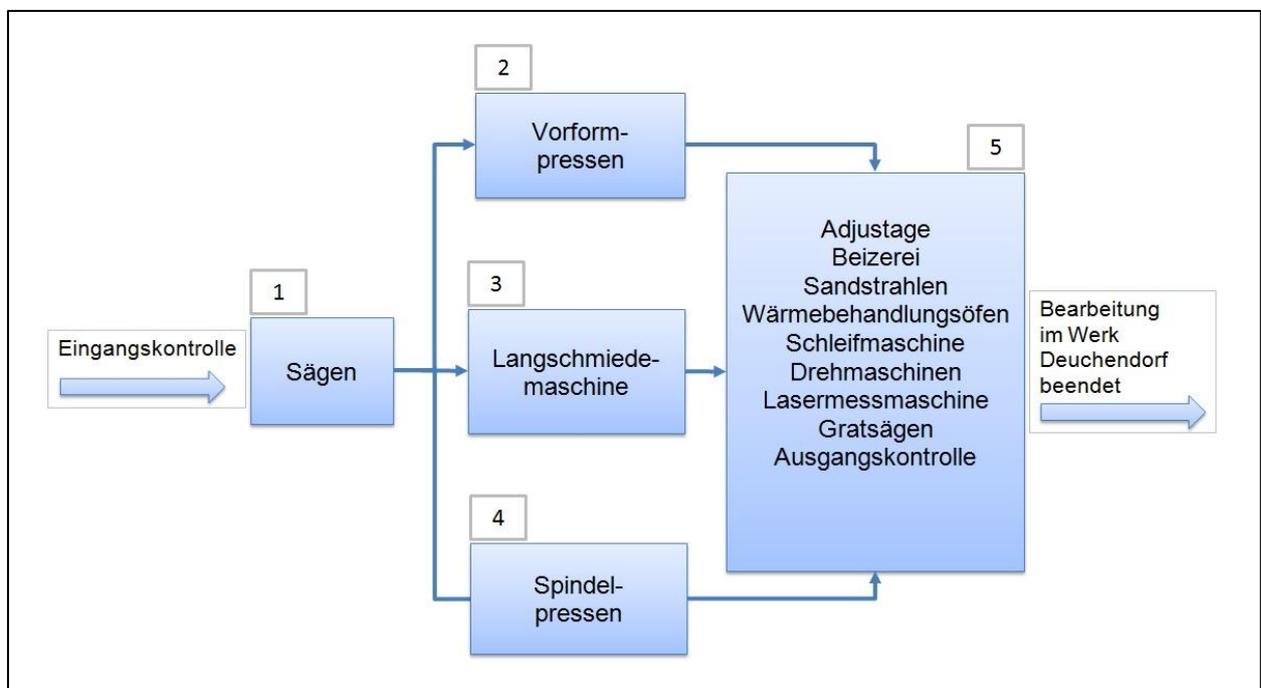


Abbildung 28: Übersicht über die Produktionsabläufe¹⁷⁸

¹⁷⁸ Eigene Darstellung

Zu Beginn wird das Vormaterial (Langgut) einer Eingangskontrolle unterzogen, bevor es auf einer Bandsäge (Pos. 1) auf das jeweilige Stöckelgewicht zugeschnitten wird. Danach wird der Grat, der sich durch das Schneiden ergibt, durch eine Schleif- oder Drehbearbeitung entfernt. Nach dem Schleifen bzw. Drehen gibt es drei Möglichkeiten, wie die Stöckel weiterverarbeitet werden kann:

1. Der Stöckel kann mit einer der Vorformpressen (Pos. 2), welche sich im Werk Kapfenberg befinden, bearbeitet werden.
2. Der Stöckel kann auf der Langschmiedemaschine (Pos. 3) vorgeschmiedet werden.
3. Der Stöckel kann direkt auf einer der beiden Spindelpressen (Pos. 4) bearbeitet werden.

Die Position 5 enthält alle weiteren Arbeitsplätze, die schon in Abbildung 25 beschrieben wurden. Diese werden in unterschiedlichsten Abfolgen beschickt und sind in der Übersicht nicht im Detail dargestellt. Zudem besteht auch die Möglichkeit, dass Produkte einen Arbeitsplatz öfters durchlaufen.

Die Eingangskontrolle, das Sägen und das Schleifen bzw. Drehen bilden generell die ersten Arbeitsschritte im Grundarbeitsplan.

Produktionsabläufe Formpressteile

Es gibt grundsätzlich drei Möglichkeiten, auf welchen Arbeitsplatz ein Formpressteil nach der Eingangskontrolle, dem Sägen und dem Schleifen kommen kann:

1. Das Schmiedeteil kommt zum Vorformen auf eine der Vorformpressen die sich in Kapfenberg befinden.
2. Das Schmiedeteil geht auf die Langschmiedemaschine zum Vorschmieden.
3. Das Schmiedeteil wird auf eine der zwei Spindelpressen vorgepresst.

Nach einer dieser drei Operationen durchläuft das zu fertigende Schmiedeteil in unterschiedlichsten Abfolgen die weiteren Arbeitsplätze, welche in Abbildung 28 unter Position 5 aufgelistet sind. Die genauen Abfolgen der weiteren Arbeitsschritte werden aber im Detail nicht behandelt.

Produktionsabläufe Turbinenschaufeln

Grundsätzlich werden Turbinenschaufeln nach der Eingangskontrolle, dem Sägen und dem Schleifen auf einer der zwei folgenden Aggregate weiter bearbeitet:

1. Das Schmiedeteil wird auf eine der Vorformpressen in Kapfenberg vorgeschmiedet.
2. Das Schmiedeteil kommt auf die Langschmiedemaschine zum Vorschmieden.

Nach diesen zwei Operationen werden wiederum die weiteren Arbeitsplätze, die in Abbildung 28 unter Position 5 aufgelistet sind, in unterschiedlicher Reihenfolge durchlaufen. Auf die genauen Abfolgen der weiteren Arbeitsschritte wird nicht im Detail eingegangen.

Produktionsabläufe Triebwerksscheiben

Ähnlich wie bei den Turbinenschaufeln gibt es zwei Möglichkeiten, auf welchen Arbeitsplatz eine Triebwerksscheibe nach der Eingangskontrolle, dem Sägen und dem Drehen kommen kann:

1. Das Schmiedeteil kommt zum Vorformen auf eine der Vorformpressen, die sich in Kapfenberg befinden.
2. Das Schmiedeteil wird auf einer der zwei Spindelpressen vorgepresst.

Nach einer dieser zwei Operationen durchläuft das zu fertigende Schmiedeteil weitere Arbeitsschritte. Die Produktionsabläufe der einzelnen Triebwerksscheiben sind jedoch sehr ähnlich. Die genauen Abfolgen der weiteren Arbeitsschritte werden im Detail nicht behandelt, sie sind aber in Abbildung 28 unter Position 5 aufgelistet.

5.1.5 Ermittlung der Transportbeziehungen

Um die aktuelle Materialflusssituation aufzeigen zu können und daraus Optimierungsvorschläge zu erarbeiten, wird in diesem Kapitel auf die Ermittlung der Transportbeziehungen zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen eingegangen.

Die Beziehungen wurden mit Hilfe einer Transportmatrix (siehe Kapitel 3.4.1) ermittelt und sind in weiterer Folge in einem Transportbeziehungsschema dargestellt. Aus dem Ergebnis dieser Untersuchung konnten bereits erste Schwachstellen und mögliche Optimierungspotentiale identifiziert werden.

Transportmatrix

Alle Arbeitsschritte der einzelnen Gesencknummern (siehe Kapitel 5.1.3) wurden den Grundarbeitsplänen entnommen und mit den aus den Kostenstellen ermittelten Transportintensitäten (Stück pro Tag) in die Transportmatrix eingetragen, wobei als Betrachtungszeitraum ein Tag festgelegt wurde. Die Tagesdurchschnittsmengen für jede Gesencknummer wurden für das Geschäftsjahr 2013 bestimmt. Um eine Tagesdurchschnittsmenge zu berechnen, musste zuerst festgestellt werden, wie viele Tage im Jahr die Pressenfertigung in Betrieb ist und in der Folge die Gesamtmenge durch die Anzahl der Tage dividiert werden. Es wurden 220 Tage festgelegt. Dieser durchschnittliche Wert wird auch in der Unternehmung im Planungsbereich herangezogen und kommt nach Abzug von Wochenenden, Feiertagen, Maschinenrevisionen und Stillständen über den Jahreswechsel zustande.¹⁷⁹ Aus diesen Berechnungen ergab sich die durchschnittliche Flussmenge der an einem Tag in der Pressenfertigung zu produzierenden Schmiedeteile. Im Folgenden werden diese Berechnungen im Detail für die einzelnen Produktfamilien beschrieben. Die Ergebnisse sind in Abbildung 29 zusammengefasst.

¹⁷⁹ Gespräch mit Hr. Takatsch, Leiter Industrial Engineering, am 02.02.2012

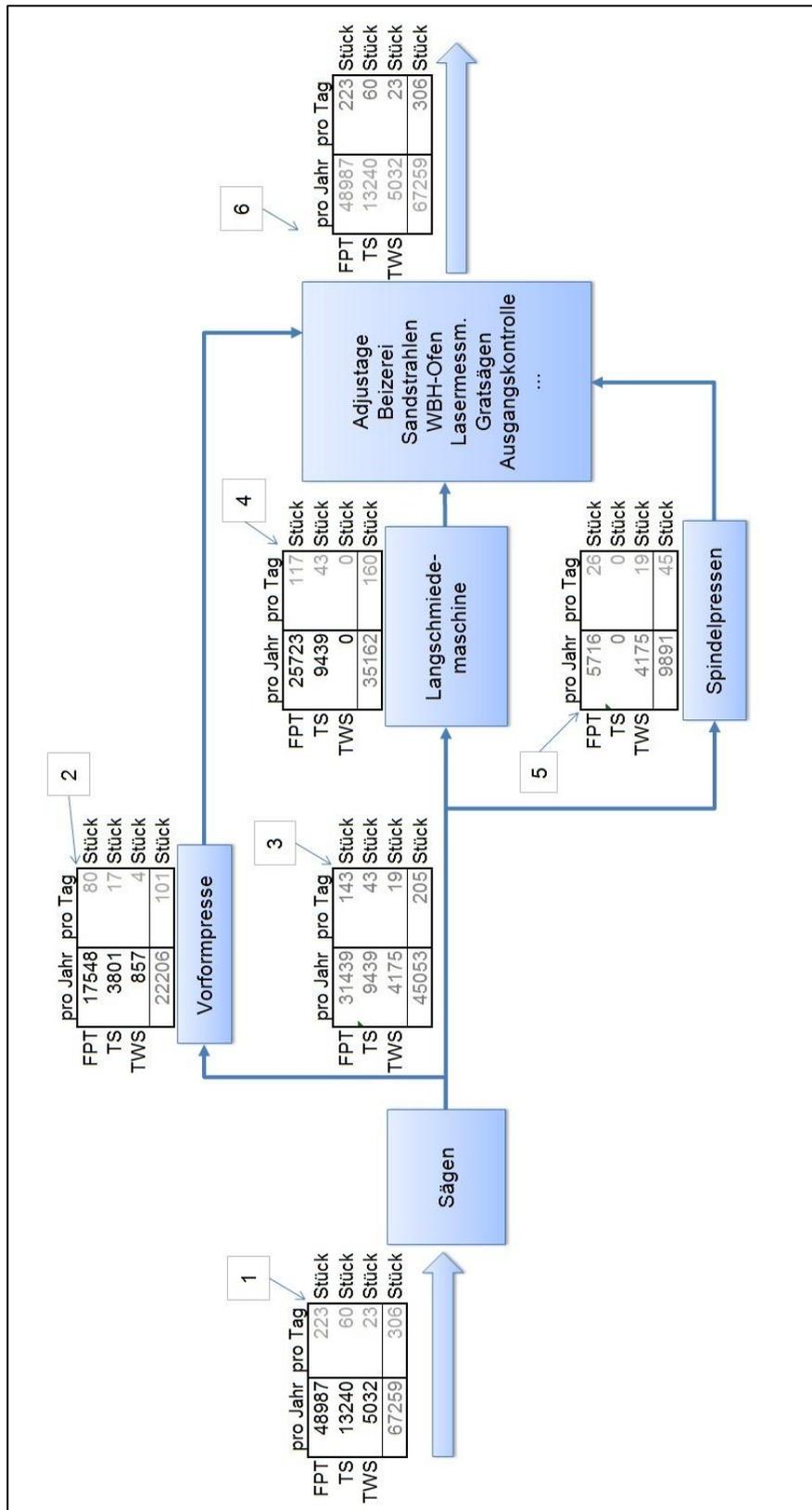


Abbildung 29: Mengenübersicht (Stück pro Jahr und Stück pro Tag)¹⁸⁰

¹⁸⁰ Eigene Darstellung

Für die Ermittlung der Mengen aller Produktfamilien mussten zu Beginn die nötigen Kostenstellen bestimmt werden.

Betrachtete Kostenstellen:

- Kostenstellen „Sägen“ (siehe Abbildung 29, Pos. 1): 4870, 4870-01, 4870-02, 4970
- Kostenstellen „Vorformpresse“ (siehe Abbildung 29, Pos. 2): 4933, 4934, 4934-01, 4935, 4964, 4965, 4965-01
- Kostenstellen „Langschmiedemaschine“ (siehe Abbildung 29, Pos. 3): 4830, 4830-01, 4830-02

Da jedes zu produzierende Schmiedeteil zuerst gesägt werden muss, konnte für das Geschäftsjahr 2013 die Gesamtmenge (Solldaten) von 67.259 Stück pro Jahr über die einzelnen Kostenstellen „Sägen“ ermittelt werden. Diese Daten wurden dem SAP entnommen. Es musste darauf geachtet werden, dass nur die Pressenteile für die Betrachtung herangezogen werden, da die aus dem SAP gewonnenen Daten die Mengen der gesamten Produktion der Schmiedetechnik beinhalten. Mit Hilfe der Gesenknummern konnte die Gesamtmenge den jeweiligen Produktfamilien zugeordnet werden (siehe Kapitel 5.1.2). Die Ergebnisse dieser Aufteilung sind in Abbildung 29 unter Position 1 ersichtlich.

Über die Kostenstelle „Vorformpresse“ konnten die Jahresstückzahlen jener Schmiedeteile festgestellt werden, die vorgeformt werden müssen (siehe Abbildung 29, Pos. 2) und daher einen Transport nach Kapfenberg notwendig machen. Bei der ersten Betrachtung dieser Zahlen wird ersichtlich, dass rund ein Drittel der Pressenteile auf einer Vorformpresse vorgeformt werden müssen. Gleich wie bei den Kostenstellen „Sägen“ war es auch bei den Kostenstellen „Vorformpresse“ nötig, anhand der Gesenknummern die Pressenteile von den Hammerteilen zu trennen. Danach konnte die Gesamtmenge der Kostenstellen „Vorformpresse“ mit Hilfe der Gesenknummern (siehe Kapitel 5.1.2) den jeweiligen Produktfamilien zugeordnet werden. Die Ergebnisse dieser Aufteilung sind in Abbildung 29 unter Position 2 ersichtlich.

Zusätzlich zu den Kostenstellen „Vorformpresse“ und „Sägen“, war noch die Kostenstelle „Langschmiedemaschine“ nötig, um die durchschnittlichen Tagesmengen für die weitere Materialflussanalyse aufzubereiten. Dieser Kostenstelle konnte die Gesamtmenge der Produkte, die in weiterer Folge mit der Langschmiedemaschine bearbeitet werden, entnommen werden (siehe Abbildung 29, Pos. 4). Wiederum konnte mit Hilfe der Gesenknummern eine Zuteilung auf die einzelnen Produktfamilien durchgeführt werden. Die Ergebnisse dieser Aufteilung sind ebenfalls in Abbildung 29 unter Position 4 ersichtlich.

Da die über die Kostenstellen „Vorformpresse“, „Langschmiedemaschine“ und „Sägen“ laufenden Mengen nun bekannt waren, konnten auch die restlichen, direkt über die Spindelpresse fließenden Mengen, der einzelnen Produktfamilien aus der Gesamtmenge der Produktion ermittelt werden.

In Tabelle 8 sind die Ergebnisse der durchschnittlichen Tagesmengen zusammengefasst und für das weitere Vorgehen mit den jeweils zugehörigen Mengen in die drei Produktfamilien „Formpressteile“, „Turbinenschaufeln“ und „Triebwerksscheiben“ unterteilt und den wichtigsten Aggregaten zur Weiterverarbeitung zugeteilt.

Produktfamilien	Stück pro Tag	Unterteilung der möglichen Materialflüsse	Stück pro Tag
Formpressteile	223	über eine Vorformpresse	80
		über die Langschmiedemaschine	117
		über kein Vorformaggregat	26
Turbinenschaufel	60	über eine Vorformpresse	17
		über die Langschmiedemaschine	43
Triebwerksscheiben	23	über eine Vorformpresse	4
		über kein Vorformaggregat	19
Summe	306		306

Tabelle 8: Mengen (Stück pro Tag) bezogen auf Produktfamilien

Die so bestimmten durchschnittlichen Tagesmengen wurden nun den jeweiligen Grundarbeitsplänen zugeordnet. Daher mussten die Mengen der möglichen Materialflüsse der Produktfamilien prozentual den in Kapitel 5.1.3 angeführten Gesenknummern zugeteilt werden. Die Tagesmengen wurden so für jede betrachtete Gesenknnummer ermittelt und für ein besseres Verständnis in Abbildung 30 schematisch für jede Produktfamilie dargestellt.

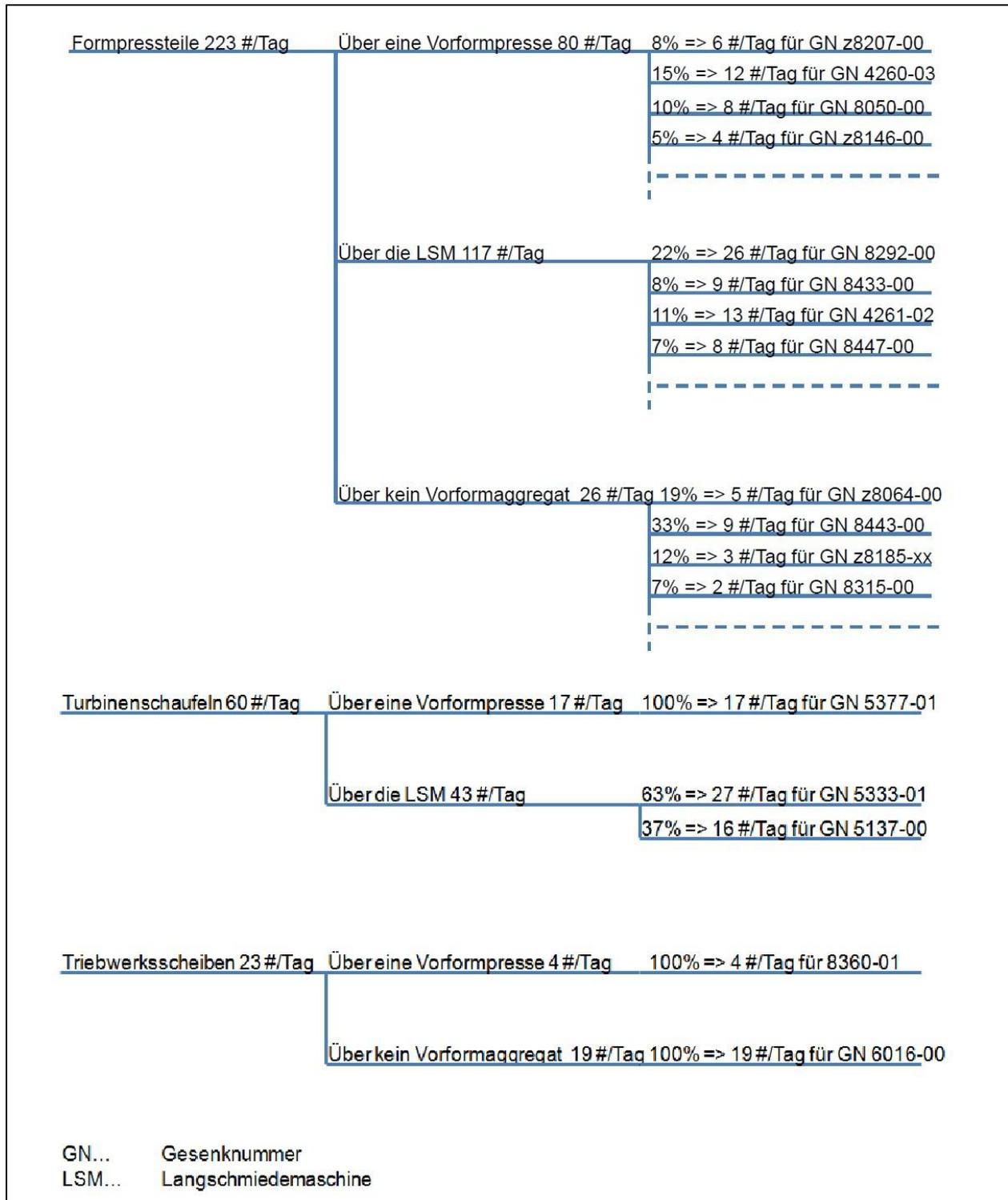


Abbildung 30: Prozentuale Verteilung der Mengen auf repräsentative Gesenknummern (schematische Darstellung)¹⁸¹

¹⁸¹ Eigene Darstellung

a) **Prozentuale Verteilung der Gesamtmenge-Formpressteile auf die repräsentativen Formpressteile**

Da nicht alle Grundarbeitspläne der Gesenknummern betrachtet wurden, sondern nur jene, die mit Hilfe der ABC-Analyse ermittelt wurden, musste die Gesamtmenge der zu produzierenden Formpressteile für die weitere Betrachtung auf die repräsentativen Gesenknummern aufgeteilt werden. Dies war nötig um die durchschnittlichen Mengenkapazitäten der einzelnen Arbeitsplätze zu veranschaulichen.

Wie in Kapitel 5.1.3 beschrieben, kann mit einem Drittel der Gesenknummern der Formpressteile 75% der Gesamtmenge-Formpressteile abgedeckt werden. Für jede dieser Gesenknummern musste die Menge ermittelt werden, die im Geschäftsjahr 2013 produziert wird. Daraus wurden die Prozentanteile der einzelnen repräsentativen Gesenknummern bezogen auf die „Gesamtmenge-Formpressteile 75%“ errechnet (siehe Formel 5).

$$GN_{Anteil}[\%] = \frac{100\%}{Gesamtmenge_FPT_75\%} * Menge_GN_75\%$$

$GN_{Anteil} \dots$

Prozentualer Anteil der einzelnen Gesenknnummer-Mengen, die für die Betrachtung herangezogen wurden, bezogen auf die Gesamtmenge der repräsentativen Gesenknummern.

$Gesamtmenge_FPT_75\% \dots$

Gesamtmenge der repräsentativen Gesenknummern der Formpressteile für das Geschäftsjahr 2013.

$Menge_GN_75\% \dots$

Menge der einzelnen Gesenknummern für das Geschäftsjahr 2013

Formel 5: Prozentuale Aufteilung der Gesenknummernmengen

Schließlich konnte so die Gesamtmenge-Formpressteile prozentual auf die einzelnen repräsentativen Gesenknummern verteilt werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 dargestellt.

b) ***Prozentuale Verteilung der Gesamtmenge-Turbinenschaufeln auf die repräsentativen Turbinenschaufeln***

Wie schon in Kapitel 5.1.3 beschrieben, kann die Betrachtung der Produktionsabläufe in dieser Produktfamilie auf drei repräsentative Gesencknummern und deren Grundarbeitspläne eingeschränkt werden.

Die durchschnittlich produzierten Tagesmengen, die über eine Vorformpresse gehen, konnten mit 17 Stück bestimmt werden (siehe Tabelle 8). Da es in diesem Fall nur normalgeschmiedete Turbinenschaufeln gibt, können diese 17 Stück zu 100% der Gesencknummer 5377-01 zugewiesen werden.

Im Hinblick auf die Teile, die über die Langschmiedemaschine gehen, musste sehr wohl eine Unterscheidung zwischen NTS und PTS Schmiedeteilen getroffen werden. Mit Hilfe Windows Excel konnte ein Filter gesetzt und so ermittelt werden, wie viele Gesencknummern der Turbinenschaufeln NTS bzw. PTS geschmiedet werden.¹⁸² Diese Ermittlung ergab, dass 63% der 43 Stück pro Tag NTS Schmiedeteile sind und 37% der 43 Stück pro Tag PTS Schmiedeteile sind. So konnten der Gesencknummer 5333-01 durchschnittlich 27 Stück pro Tag und der Gesencknummer 5173-00 durchschnittlich 16 Stück pro Tag zugeordnet werden.

Die Ergebnisse der jeweiligen Gesencknummern sind ebenfalls in Tabelle 9 dargestellt.

c) ***Prozentuale Verteilung der Gesamtmenge-Triebwerksscheiben auf die repräsentativen Triebwerksscheiben***

Bei der Betrachtung der Triebwerksscheiben konnte grundsätzlich unterschieden werden, ob die zu produzierenden Schmiedeteile auf einer Vorformpresse vorgeformt werden oder direkt mit einer der Spindelpressen bearbeitet werden. Die Mengen konnten über die Kostenstellen (siehe Kapitel 5.1.5) ermittelt und zu 100% den beiden repräsentativen Gesencknummern 6016-00 und 8360-01 zugewiesen werden.

Die Ergebnisse der jeweiligen Gesencknummern sind in Tabelle 9 dargestellt.

¹⁸² Interne Daten Böhler Schmiedetechnik (SAP)

Produktfamilien	Über Vorformpresse		Über Langschmiedemaschine		Über kein Vorformaggregat	
	Repräsentative Gesenckummer	Durchschnittliche Tagesmenge	Repräsentative Gesenckummer	Durchschnittliche Tagesmenge	Repräsentative Gesenckummer	Durchschnittliche Tagesmenge
Formpressteile	z8207-00	6	8292-00	26	z8064-01	5
	4260-03	12	8433-00	9	8443-00	9
	8050-00	8	4261-02	13	z8185-xx	3
	z8146-00	4	8447-00	8	8315-00	2
	8265-01	12	8126-00	5	8389-00	1
	8556-00	2	8400-00	4	8601-00	1
	8603-00	2	8280-00	4	8356-00	1
	8278-01	2	z8084-00	4	8217-00	1
	8589-00	8	z8075-00	4	8194-00	2
	8080-00	2	8251-00	2	8256-00	2
	8522-02	2	8506-00	5		
	8209-00	2	z8308-xx	4		
	8076-00	2	8337-01	1		
	8211-00	2	z8334-xx	5		
	8256-00	2	8469-01	1		
	8133-00	3	z8249-00	1		
	8336-00	5	8183-00	1		
	8213-00	1	8596-00	1		
	8343-00	2	8242-00	1		
	8184-00	1	8339-01	1		
			8259-00	2		
			8246-00	1		
			8028-00	4		
			8345-00	4		
			z8560-xx	4		
			z8041-00	5		
	Turbinenscheiben	5377-01	17	5333-01	27	
			5173-00	16		
Triebwerksscheiben	8360-01	4			6016-00	19

Tabelle 9: Durchschnittliche Tagesmengen der repräsentativen Gesenckummern

Ausführung der Transportmatrix:

In Tabelle 10 werden die aktuellen Materialflussbeziehungen der betrachteten Arbeitsplätze dargestellt und in Abbildung 31 mit Hilfe eines Transportbeziehungsschemas veranschaulicht.

von	nach	4809	4870	4870-01	4878(2)	4933	4935	4965	4929	4972	4973	4974	4828	4830	4835	4840	4835WBH	4878(1)	4878(3)	4876	4876-00	4876-01	4881-04	4877	4874	4878-00	4879-07	4878-05	SUMME (von)
	Eingangsprüfung (TPP)	281	23	206																									306
	Ablängen auf Stöckelgew.					14	6							66															340
	Ablängen auf Stöckelgew. (Drehz.)				4											19													23
	Stöckel bzw. Vormaterial schleifen					20	10	12				8		126	4	7	10	9											206
	Vorschlagen, Abgraten					8	17			44																			69
	Vorformen, Biegen					26				22								4											72
	Schaft ausschmieden LH 12 (Vor.f.)					20	25			18												2							62
	Lösungsglühen									8			3																13
	Maßkontrolle, Richten TPH												62				2					15							80
	Strahlen TPH									13		112																	132
	BEIZEN Allgemein	24		10						29						4	6	28	200	17	3								544
	WBH-Ofen WP4/WP5 (850°C)								2	6	17							2	42	7	4	147			16				282
	Freiformschmieden LSM	35				8									7	34		22	43	45									193
	Pressen, Abgraten (P. klein, SP 315)								2	29			90				88	31	8	18	16	91		27					414
	Pressen, Abgraten (P. groß, SP 355)								1	1	13	12	52				33	47				36	136						331
	Drehherdofen									9			30		264	1													304
	Adjustage			19					9	9	9	9			117	214	116	4	4	16	3			16		44			574
	Maßkontrolle					4			8	8	10	10						17			34								83
	Strahlen Ni Basis Leg.								3								10												26
	Strahlen Stahl									40						12		80	2					16					155
	Strahlen Titan											312			2	4	11	89	10										437
	Jet-Cutten																	4											4
	Zwischenschleifen (Metabo)														16														32
	Gratsägen																	43											43
	Maßliche Ausgangskontrolle (Laser)										17																27		44
	Warmrichten, Maßkontrolle (TS)												44																44
	TPP Ausgang																												0
	SUMME (nach)	0	340	23	206	69	72	62	13	80	132	544	282	193	414	331	304	574	83	26	155	437	4	32	43	44	44	44	306

Legende:
 Deuchendorf (TPP)
 Pressenteile Kapfenberg (TPE)
 Hammerschmiede (TPH)

Tabelle 10: Transportmatrix Ist-Situation¹⁸³

¹⁸³ Eigene Darstellung

5.1.6 Ergebnisse der Materialflussanalyse

In diesem Abschnitt wird auf die Ergebnisse der Materialflussanalyse eingegangen und darauf, welche Anforderungen und Restriktionen von der Unternehmung für die Layoutplanung vorgegeben wurden.

Aus der Materialflussanalyse ging hervor, dass sich im Werk Deuchendorf der Materialeingang und der Materialausgang im gleichen Bereich befinden, nämlich im Bereich „West Tore“ (siehe Abbildung 24). Die Materialanlieferung ist im Hinblick auf den Materialfluss passend platziert, die Materialauslieferung jedoch nicht optimal, da die abschließenden Arbeitsschritte am anderen Ende der Halle durchgeführt werden und so ein Transport durch die gesamte Halle nötig ist. Zum Einen konnte man der Materialflussanalyse entnehmen, dass weite bzw. suboptimale Wege zwischen den Arbeitsplätzen vorliegen, zum Anderen, dass überwiegend kreuzende Materialflüsse bestehen (siehe Abbildung 31).

Durch eigene Beobachtung und in Gesprächen mit Mitarbeitern wurde zudem festgestellt, dass der für die Bereitstellungsflächen benötigte Platz vor den Arbeitsplätzen nicht ausreichend oder falsch dimensioniert ist.

Schließlich wurde durch die Ist-Situationserfassung nochmals deutlich erkennbar, dass eine enorme Transportintensität zwischen dem Werk Kapfenberg und Deuchendorf besteht. Diese Transporte werden hauptsächlich durch Vorformaktivitäten auf einer der Vorformpressen in der Kapfenberger Hammerschmiede oder aufgrund der dort stattfindenden Beizvorgänge verursacht. Man kann der Transportmatrix (siehe Tabelle 10) entnehmen, dass von den durchschnittlichen 306 Stück pro Tag der Pressenfertigung, täglich rund 68 Stück auf eine der Vorformpressen und 82 Stück zu der Beizerei nach Kapfenberg zur weiteren Bearbeitung überstellt werden.

Bevor mit der Layoutplanung begonnen werden konnte, mussten die Vorgaben seitens der Unternehmung erfasst und vorgemerkt werden.

Die Lage der Langschmiedemaschine durfte im Rahmen der Erarbeitung einer optimierten Betriebsmittelanordnung nicht verändert werden, da der Aufwand für eine Umstellung im Vergleich zu den anderen Arbeitsplätzen zu groß wäre. Weiters wurde der Wunsch geäußert, dass ein zentrales Sägezentrums errichtet werden soll. Unter anderem sollte auch die Instandhaltung zentral zusammengezogen werden, da deren Reparaturbereiche bzw. die Lagereinheiten derzeit an mehreren Stellen der Fertigungshalle zu finden sind.

Der derzeit nicht optimal platzierte Materialausgang sollte ebenfalls versetzt werden, wofür von der Unternehmung ein spezieller Bereich vorgesehen war. Zusätzlich zum

Materialausgang mit der dazugehörigen Ausgangskontrolle sollte auch die Maßkontrolle mit der Lasermessmaschine -die einen geschlossenen Raum erfordert- in diesem Bereich errichtet werden.

Die Eckpunkte für die weitere Betrachtung sind in Abbildung 32 nochmals zur besseren Veranschaulichung dargestellt. Zusätzlich wurde im Vorhinein von der Unternehmung beschlossen, dass der Arbeitsplätze „Metabo“ Schleifmaschinen (4877), sowie „Gratsägen“ (bis auf eine Maschine) nach Kapfenberg überstellt werden. Dies wurde im Zuge einer hervorgehenden Analyse, durch die Unternehmung festgelegt.

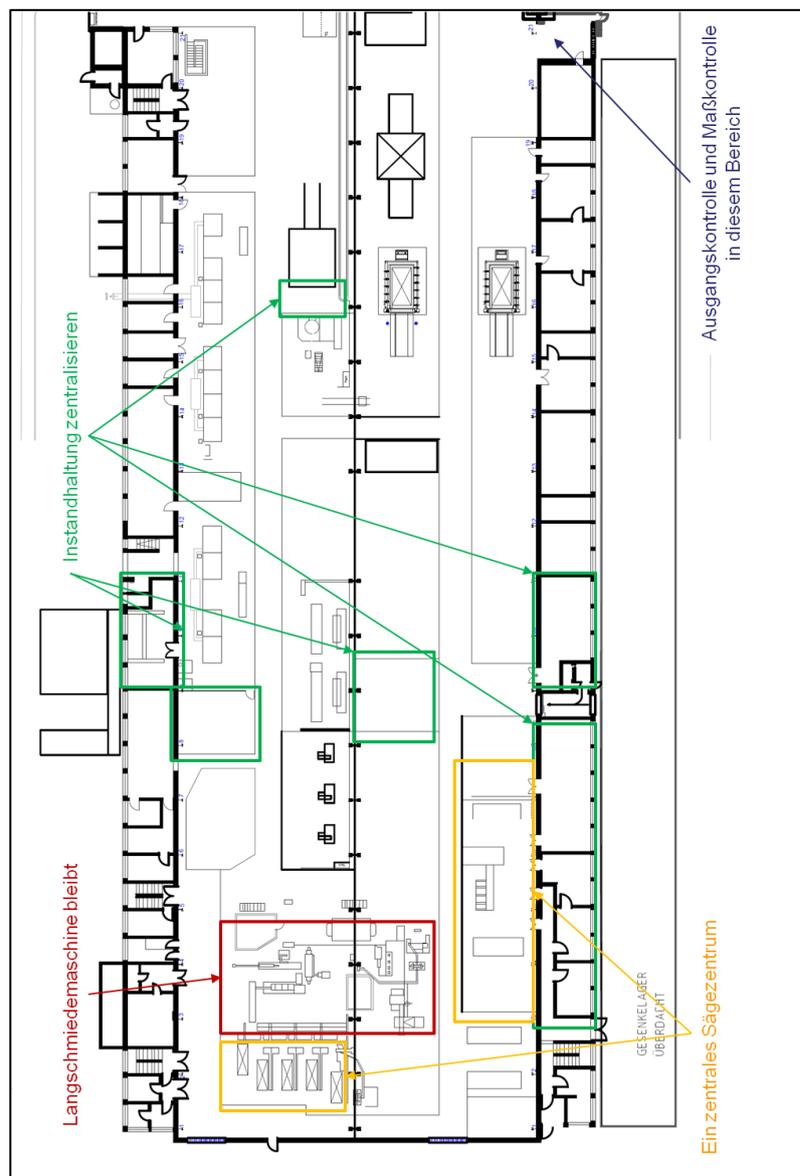


Abbildung 32: Fixpunkte für weitere Layoutplanung¹⁸⁵

¹⁸⁵ Dokumentensystem der Böhler Schmiedetechnik (Intranet), Zugriffsdatum: 22.02.2012, mit eigener Ergänzung

5.2 Layoutplanung

In diesem Kapitel wird auf die Gestaltung eines optimierten Layouts eingegangen. Um die Betriebsmittelanordnung zu optimieren, wurde in einem ersten Schritt das Dreiecksverfahren nach Schmigalla herangezogen und in Folge mit den daraus gewonnenen Erkenntnissen und nach Anpassung der Bereitstellungflächen mögliche Layoutvarianten erarbeitet. Diese wurden unter Heranziehung der Transportleistungszahl bewertet und einer Nutzwertanalyse unterzogen, sodass schließlich jene Layoutvariante ermittelt werden konnte, die das größte Optimierungspotential aufweist.

5.2.1 Betriebsmittelanordnung – Ideallayout

Um das Dreiecksverfahren nach Schmigalla durchführen zu können, war es nötig, jene Arbeitsplätze zu bestimmen, die für die Layoutgestaltung relevant sind. Wie sich aus Kapitel 5.1.6 ergibt, müssten die Arbeitsplätze „Vorformen“ und „Beizen“ errichtet werden, damit es zu einer sinnvollen Entflechtung der Werke Deuchendorf und Kapfenberg kommen kann. Daher wurden auch diese beiden Arbeitsplätze in die Betrachtungen mit einbezogen. Materialflüsse, die sich innerhalb des Werkes Kapfenberg befinden, hatten keine Relevanz für das Dreiecksverfahren, da diese die Materialflussbeziehung innerhalb des Werkes Deuchendorf nicht beeinflussen.

Das modifizierte Dreiecksverfahren sollte als Hilfsmittel dienen, an dessen Ergebnisse man sich bei dem weiteren Vorgehen hinsichtlich der Layoutgestaltung orientieren kann.

Strukturtyp

In einem ersten Schritt, musste die Struktur des räumlichen Aufbaus der Fertigung bestimmt werden.¹⁸⁶ Im Zuge dieser Arbeit wurde berechnet, dass alle zusammengehörigen Arbeitsplätze zentral zusammengezogen werden sollten (Werkstattstruktur). Die Theorie zu dieser Thematik wurde in Kapitel 3.4.2 behandelt. Vor allem betroffen sind in diesem Zusammenhang die Arbeitsplätze „Wärmebehandlungsöfen“, „Sandstrahler“ und „Sägen“. Dass eine Anordnung der Arbeitsplätze nach der Werkstattstruktur zielführend ist, spiegelte sich auch im Kooperationsgrad wieder.

¹⁸⁶ Vgl. Schmigalla (1970), S. 16

Zur Berechnung des Kooperationsgrades mussten folgende Faktoren bestimmt werden:

- Anzahl der Maschinengruppen des Betrachtungsbereiches
- Anzahl der Maschinengruppen, mit denen die Maschinengruppen i unmittelbar in Verbindung steht
- Anzahl der Maschinen des Betrachtungsbereiches

Diese Informationen konnten aus Tabelle 10 (Seite Tabelle 10) abgeleitet werden. Daraus ergaben sich folgende Werte: $\sum G_i = 77$; $G = 13$; $m = 28$

$$\kappa = \frac{m}{G} * \frac{\sum_{i=1}^G G_i}{G} = \frac{28}{13^2} * 77 = 12,8$$

m ... Anzahl der Maschinen in der betrachteten Produktionseinheit

G ... Anzahl der Maschinengruppen in der betrachteten Produktionseinheit

G_i ... Anzahl der Maschinengruppen, mit denen Maschinengruppe i unmittelbar in Verbindung steht

κ ... Kooperationsgrad

Formel 6: Kooperationsgrad der Praxisbetrachtung¹⁸⁷

Zieht man Abbildung 20 (Seite 45) vergleichend heran, ist dieser zu entnehmen, dass sich bei $m = 28$ und $\kappa = 12,8$ der Schnittpunkt deutlich im Bereich Verrichtungsprinzip bzw. Werkstattstruktur befindet.

¹⁸⁷ Schmigalla (1970), S. 43

Im Zuge des Dreiecksverfahrens wurden in einem zweiten Schritt die Mengen unterhalb der Hauptdiagonale der in Kapitel 5.1.5 erarbeiteten Transportmatrix gespiegelt (siehe Abbildung 33).

nach	4809	4870	4870-01	4878(2)	4933	4935	4965	4929	4972	4973	4974	4828	4830	4835	4840	835WBH	4878(1)	4878(3)	4876	4876-00	4876-01	4881-04	4877	4874	4878-00	4879-07	4878-01	
Eingangsprüfung (TPP)	4809	281	23			2																						
Ablängen auf Stöckelgew.	4870			206	14	6				24		101		22			26											
Ablängen auf Stöckelgew. (Drehz.)	4870-01				4									19														
Stöckel bzw. Vormaterial schleifen	4878(2)				20	10	12			8		126	4	7	10	9												
Vorschlagen, Abgraten	4933				8	37			44	10						19												
Vorformen, Biegen	4935					51			22			8		12	5	4	4					4						
Schaft ausschmieden LH 12 (Vor.f.)	4965								18																			
Lösungslöhen	4929								8			5	2	1			8		2									
Maßkontrolle, Richten TPH	4972								13		68	29	1	11	9	8	3		15									
Stuhlen TPH	4973									141				13														8
BEIZEN Allgemein	4974										17	4	18	28	209	27	8	43	312							17	17	207
WBH-Ofen WP4/WP5 (850°C)	4828											90	52	30	2	42	7	4	147					16		44	37	
Freiformschmieden LSM	4830												7	34				22										
Pressen, Abgraten (P. klein, SP 315)	4835														352	148	8	18	16	93		16		27				13
Pressen, Abgraten (P. groß, SP 355)	4840														34	261			48	142								
Drehherdofen	4835WBH															116		10			11							
Adjustage	4878(1)																	21		96	92	4	16	43	44		5	
Maßkontrolle	4878(3)																			36	10							2
Strahlen Ni Basis Leg.	4876																											4
Strahlen Stahl	4876-00																											4
Strahlen Titan	4876-01																											9
Jet-Cutten	4881-04																											
Zwischenschleifen (Metabo)	4877																											16
Gratsägen	4874																											
Maßliche Ausgangskontrolle (Laser)	4878-00																											
Wärmrichten, Maßkontrolle (TS)	4879-07																											
TPP Ausgang	4878-01																											

Abbildung 33: Gespiegelte Transportmatrix¹⁸⁸

Weiters mussten jene Materialflussbeziehungen, die für die Gestaltung einer neuen Arbeitsplatzanordnung relevant sind, identifiziert werden. Die grau hinterlegten Mengen sind jene, welche auch in Zukunft im Werk Kapfenberg bearbeitet werden bzw. jene Mengenflüsse, die von Kapfenberg nach Deuchendorf fließen. Die weiß hinterlegten Felder entsprechen den zukünftigen Mengenflüssen im Werk Deuchendorf und die grün markierten stehen für jene Mengenflüsse, die zusätzlich im Werk Deuchendorf zustande kommen würden, wenn eine Vorformpresse und eine Beizanlage installiert werden.

Aus der gespiegelten Transportmatrix wurden anhand der Abbildung 33 zu entnehmenden und im vorangegangenen Absatz genauer beschriebenen Einteilungen die für die weitere Betrachtung relevanten Arbeitsplätze abgeleitet.

¹⁸⁸ Eigene Darstellung

Die relevanten Arbeitsplätze sind:

- 1) 4809 Eingangsprüfung
- 2) 4870 Ablängen auf Stöckelgewicht
- 3) 4878(2) Stöckel- bzw. Vormaterialschleifen
- 4) 4965 Vorformpresse
- 5) 4830 Langschmiedemaschine
- 6) 4840 Bereitstellungsflächen Spindelpressen
- 7) 4974 Beizerei
- 8) 4828 Wärmebehandlung
- 9) 4878 Adjustage
- 10)4876 Sandstrahler
- 11)4874 Gratsägen
- 12)4878-00 Maßkontrolle (Laser)
- 13)4878-01 Werk Deuchendorf (TPP) Ausgang

In der Folge wurde für einen Arbeitsplatz, für den mehrere Kostenstellen vorhanden sind, nur noch eine herangezogen. Dies sollte der besseren Übersicht dienen und die weiteren Ausführungen etwas erleichtern. Für die Bereitstellungsflächen mit den Kostenstellen 4835, 4835WBH und 4840 wurde die Kostenstelle 4840 herangezogen. Für die Arbeitsplätze „Sandstrahlen“ mit den Kostenstellen 4876-00, 4876-01 und 4876 wurde 4876 verwendet. Da dem Arbeitsplatz „Stöckel- bzw. Vormaterialschleifen“ die gleiche Kostenstelle wie der „Adjustage“ zugeordnet ist, wurde diese mit (2) gekennzeichnet, damit es zu keiner Verwechslung kommt.

Strukturgrafik

Um eine Strukturgrafik zu entwerfen, musste zu Beginn die Rechentabelle nach dem modifizierte Dreiecksverfahren nach Schmigalla erstellt werden, welche dem Anhang unter C1 entnommen werden kann. In Abbildung 34 ist das Ergebnis dieses mathematischen Zuordnungsverfahrens dargestellt.

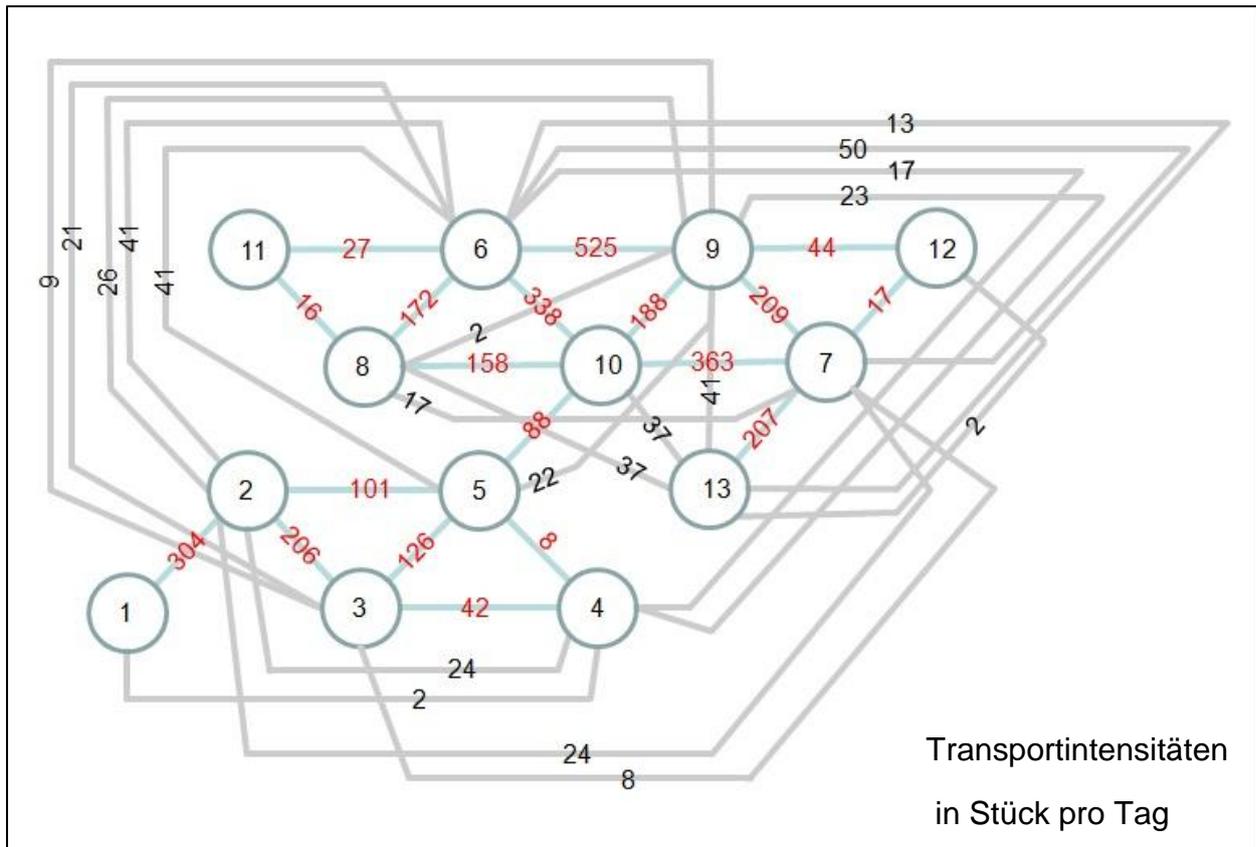


Abbildung 34: Anordnungsoptimierung der Arbeitsplätze (Grüne Wiese)¹⁸⁹

Die einzelnen Arbeitsplätze sind mit den Nummern versehen, die in Kapitel 5.2.1 auf Seite 59 verwendet werden. Die blauen Verbindungslinien stellen die Hauptverbindungen dar, was bei Betrachtung der rot geschriebenen Transportintensitäten (durchschnittliche Stück pro Tag) anhand deren Größe zu erkennen ist. Die grauen Verbindungslinien stellen die Beziehungen mit geringeren Transportintensitäten dar.

Mit Hilfe der bisherigen Ergebnisse konnten erste Gestaltungsmaßnahmen und Bereichseinteilungen hinsichtlich der Arbeitsplätze vorgenommen werden. Diese Abgrenzungen sind in Abbildung 35 dargestellt.

¹⁸⁹ Eigene Darstellung

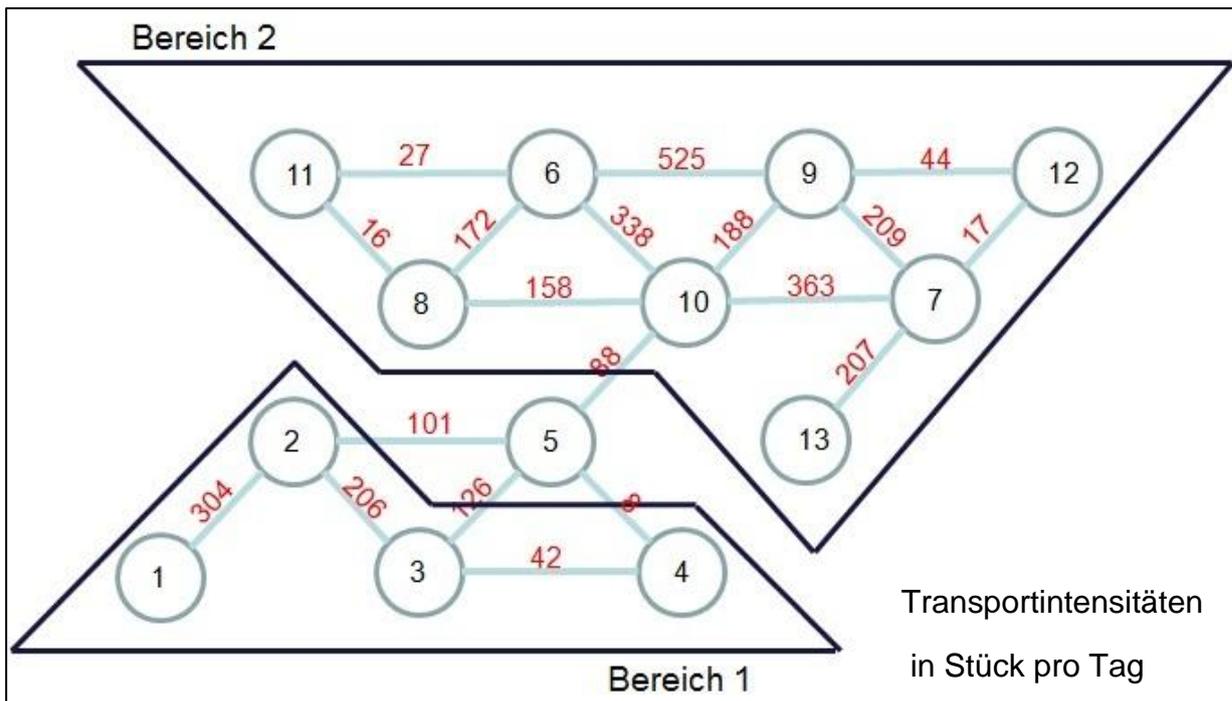


Abbildung 35: Anordnungsoptimierung Arbeitsplätze (Grüne Wiese) – Bereichsabgrenzung¹⁹⁰

Zwei Bereiche konnten eingegrenzt werden, unter Einhaltung der Vorgabe, dass die Langschmiedemaschine (siehe Arbeitsplatz 5) aus den in Kapitel 5.1.6 genannten Gründen ihre Lage beibehalten sollte. Zum einen Bereich 1, welcher die Arbeitsplätze Eingangsprüfung, Ablängen auf Stöckelgewicht, Stöckel bzw. Vormaterial schleifen und Vorformpresse beinhaltet. Zum anderen Bereich 2, welcher die Arbeitsplätze Bereitstellungflächen Spindelpressen, Beizerei, Wärmebehandlung, Adjustage, Sandstrahler, Gratsägen, Maßkontrolle (Laser) und Werk Deuchendorf (TPP) Ausgang umfasst.

¹⁹⁰ Eigene Darstellung

5.2.2 Konzeptplanung

Auf Basis des „Grüne Wiese Konzeptes“ konnten zwei Konzepte für eine grobe Zuteilung der Arbeitsplätze zu den in Abbildung 35 eingegrenzten Bereichen erstellt werden, welche beträchtliche bauliche Maßnahmen mit sich bringen würden. In beiden Fällen ist es nötig, einen Laufkran mit einer Tragfähigkeit von 80 Tonnen, einer Kranbahnhöhe von 12 Metern und einer Spannweite von 22 Meter zu errichten.

Zudem ist für beide Varianten zu berücksichtigen, dass genügend Platz für Sozial- und Infrastrukturräume, Trafo- und Brandmeldeanlagen eingeplant werden muss.¹⁹¹

Für Alternative 1 sind Umbauarbeiten an der bestehenden Halle notwendig und für die zweite Alternative wäre ein Zubau im Bereich des jetzigen Vormateriallagers nötig.

Variante I – Umbau der bestehenden Halle

Für die Errichtung einer Vorformpresse ist es nötig, umfangreiche konstruktive Maßnahmen in der bestehenden Halle vorzunehmen. Die bestehende Hallenkonstruktion muss um ca. 6 Meter und die Kranbahnträger um 4 bis 5 Meter erhöht werden. Die höheren Lasten und die höhere Knicklänge, die mit einem Umbau verbunden sind, machen Verstärkungsmaßnahmen an der bestehenden Stahlmittelstütze erforderlich. Im Zuge der Stützenverlängerung muss auch die Mittelstütze des südlichen Hallenbereiches erneuert werden. Über die jetzigen Fundamente liegen derzeit keine Details vor, aber es sind höchstwahrscheinlich auch in diesem Bereich Verstärkungsmaßnahmen nötig. Weiters müssen, aufgrund des Höhensprunges entlang der Mittelachse, Maßnahmen gegen eine Schneesackbildung auf dem südlich angrenzenden Hallendach getroffen werden. Es müssen deshalb Verstärkungsmaßnahmen vorgenommen werden, um den höheren Schnee- und Windlasten stand zu halten. Das bestehende Dachtragwerk entspricht zudem nicht mehr den Anforderungen der aktuellen Regelwerke.¹⁹²

Zusätzlich zu diesen statischen Problemen, sind zahlreiche weitere Faktoren zu beachten. Bei einem Umbau müssen die aktuellen Brandschutznormen adaptiert und Rauch- und Wärmeabzugsanlagen in der ganzen Halle installiert werden. Auch das Errichten eines Fundaments für die Vorformpresse und den Hydraulikkeller ist nur sehr schwer und unter kostenintensiven Bedingungen möglich. Zudem ist beim Umbau eines Hallenbereiches sicherzustellen, dass die Versorgung des übrigen Fertigungsbereiches

¹⁹¹ Vgl. Machbarkeitsuntersuchung – Böhler Schmiedetechnik Umbau bzw. Erweiterung Halle 7 (2011), Spirk & Partner Ziviltechnikergesellschaft, S. 3

¹⁹² Ibidem

aufrecht bleibt, sofern das Abtragen der Medienleitungen erforderlich ist. Das macht wiederum weitere Umbaumaßnahmen hinsichtlich der Medienversorgung erforderlich.

193

Ein wichtiger Punkt ist auch die Arbeitssicherheit. Die Umbauarbeiten erfordern zusätzliche Sicherungsmaßnahmen und Maßnahmen für den Gesundheitsschutz, welche sich negativ auf die Bauzeit auswirken und zusätzlich den laufenden Betrieb beeinträchtigen. Für die Unterbringung der Sozial- und Infrastrukturräume, Trafo- und Brandmeldeanlagen muss zudem Platz im Bürobereich der bestehenden Hallenbauten eingeplant werden. In Abbildung 36 ist ein Blockdiagramm mit einer möglichen, jedoch nur grob dargestellten Arbeitsplatzzuordnung zu finden.¹⁹⁴

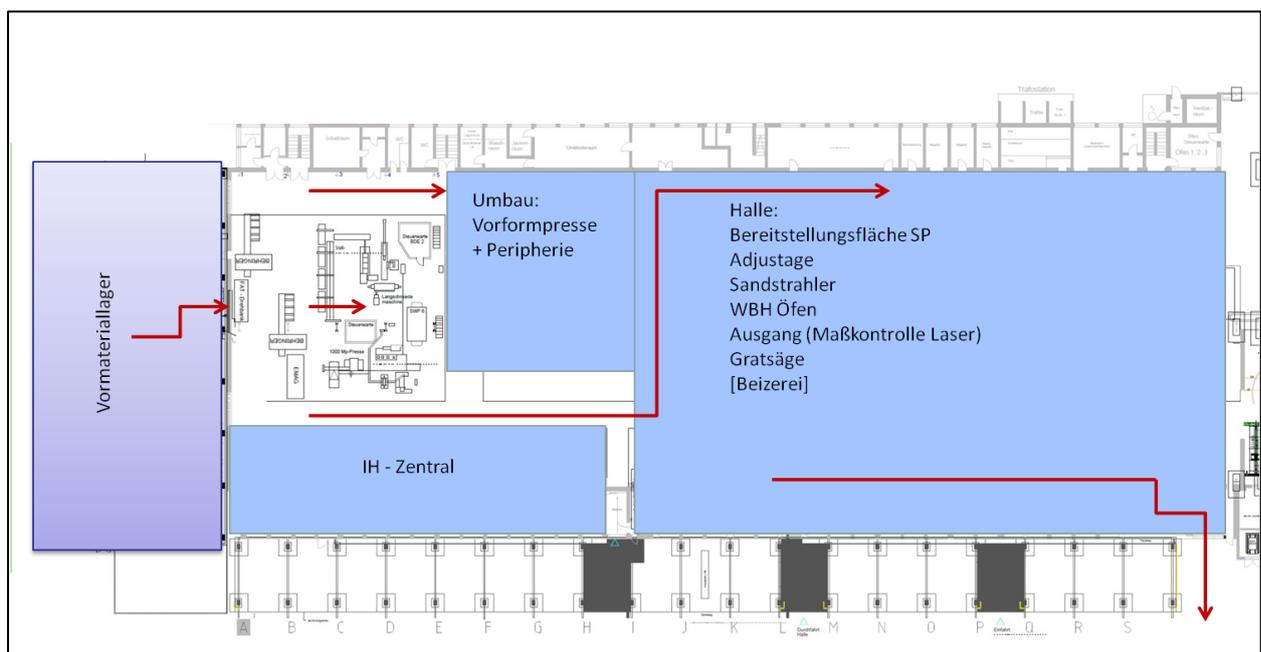


Abbildung 36: Blockdiagramm Umbau¹⁹⁵

¹⁹³ Vgl. Machbarkeitsuntersuchung – Böhler Schmiedetechnik Umbau bzw. Erweiterung Halle 7 (2011), Spirk & Partner Ziviltechnikergesellschaft, S. 4

¹⁹⁴ Vgl. Machbarkeitsuntersuchung – Böhler Schmiedetechnik Umbau bzw. Erweiterung Halle 7 (2011), Spirk & Partner Ziviltechnikergesellschaft, S. 3f

¹⁹⁵ Eigene Darstellung

Variante II – Errichtung eines Zubaus

Der Zubau wird im Westen der bestehenden Halle bis hin zur Grundgrenze realisiert. Aufgrund gesetzlicher Mindestabstände zu Nachbargebäuden und Grundgrenzen ist es nicht möglich, ihn direkt bis zur Grenze zu bauen. Aus diesem Grund wurde entlang der südwestlichen Grundgrenze ein zweigeschossiges Nebengebäude (Zubau) angedacht. Im diesem Bereich können auch die Sozial- und Infrastrukturräume, Trafo- und Brandmeldeanlagen untergebracht werden.¹⁹⁶

Bei der Variante Zubau kommt es zu einer sehr geringen Beeinträchtigung des laufenden Betriebes, da der Zubau an einer nahezu un bebauten Fläche geplant ist. Es muss aber das Vormateriallager, das sich zurzeit in diesem Bereich befindet, ausgelagert werden. An der Giebelfassade der bestehenden Halle müssen Unterfangungs- und Abbrucharbeiten durchgeführt werden, welche eine kurze Behinderung des laufenden Betriebes während den Bauarbeiten verursachen.

In Abbildung 37 ist ein Blockdiagramm mit einer möglichen, jedoch nur grob dargestellten Arbeitsplatzzuordnung zu finden.¹⁹⁷

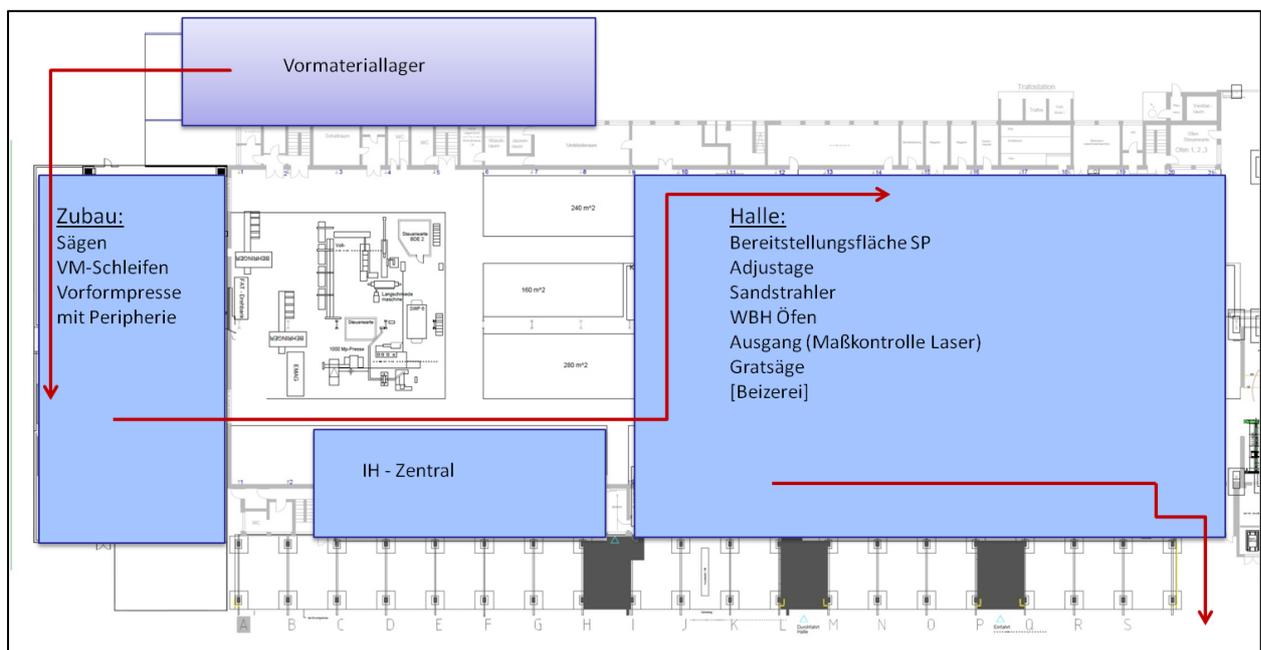


Abbildung 37: Blockdiagramm Zubau¹⁹⁸

¹⁹⁶ Vgl. Machbarkeitsuntersuchung – Böhler Schmiedetechnik Umbau bzw. Erweiterung Halle 7 (2011), Spirk & Partner Ziviltechnikergesellschaft, S. 3

¹⁹⁷ Vgl. Machbarkeitsuntersuchung – Böhler Schmiedetechnik GmbH & Co KG Umbau bzw. Erweiterung Halle 7 (2011), Spirk & Partner Ziviltechnikergesellschaft, S. 6

¹⁹⁸ Eigene Darstellung

Gegenüberstellung der Varianten

Im Folgenden werden die Vorteile und Nachteile der beiden Varianten aufgezeigt.

	Variante I - Umbau der bestehenden Halle	Variante II - Errichtung eines Zubaus
Vorteile	Kein zusätzlicher Platzbedarf an Grundstück, für Hallenumbau.	Geringe, zeitlich begrenzte Behinderung des laufenden Betriebes. Kürzere Bauzeit und daher schnellerer Produktionsstart. Die Hallenkonstruktion und die Medien, die zur Versorgung der Arbeitsplätze nötig sind, sind am neuesten Stand der Technik. Im Gegensatz zu Variante I kann eine genauere Kostenprognose abgegeben werden. Die Sozial- und Infrastrukturräume können funktionell angeordnet werden.
Nachteile	Einschränkung des laufenden Betriebes. Auslegung der bestehenden Bauteile auf die neue Normung (Schnee- und Windlasten). Erforderliche Verstärkung der Fundamente. Umfangreiche Abbrucharbeiten am Hallenboden. Kontrolle der Statik des verbleibenden Hallenbereiches. Aufwendige Baugrubensicherungen bzw. Unterfangen an den Bestandsfundamenten. Da der laufende Betrieb behindert wird, sind die zusätzlichen Kostenanteile schwer ab zu schätzen.	Zusätzlicher Grundstückbedarf für Hallenzubau

Tabelle 11: Gegenüberstellung der Varianten Zubau und Umbau¹⁹⁹

¹⁹⁹ Vgl. Machbarkeitsuntersuchung – Böhler Schmiedetechnik GmbH & Co KG Umbau bzw. Erweiterung Halle 7 (2011), Spirk & Partner Ziviltechnikergesellschaft, S. 5

Weitere Untersuchungen der Variante „Umbau“ haben ergeben, dass eine Optimierung der Bereitstellungsflächen aufgrund Platzmangels nicht möglich ist bzw. die Optimierung des Materialflusses sich aufgrund der in Absatz 5.1.6 erläuterten Restriktionen schwierig gestaltet. Zudem konnte man erkennen, dass bei einer Erweiterung durch eine Vorformpresse und Beizerei, nicht genügend Platz für alle Arbeitsplätze vorhanden ist, ohne dass weitere Zubau- bzw. Umbaumaßnahmen nötig wären.

Beim direkten Vergleich der beiden Varianten sieht man, dass die „Variante II – Errichtung eines Zubaus“ zielführend ist. Auch wenn die Kostenkalkulation im Fall der Variante II im Vorfeld genauer bestimmbar ist, kann davon ausgegangen werden dass der Umbau der Halle ungefähr gleich viel kostet, wie der Hallenzubau.²⁰⁰ Unter dieser Betrachtung, würde Variante I auch keinen Kostenvorteil mit sich bringen.

Aus den vorher genannten Gründen wurde in weiterer Folge die „Variant II – Errichtung eines Zubaus“ im Detail betrachtet.

Vormateriallager

Da sich der derzeitige Vormateriallagerplatz im Bereich des Zubaus befindet, muss er ausgelagert werden. Zu beachten ist, dass das Werk Deuchendorf in seinem Platzangebot schon sehr eingeschränkt ist. Zudem sollte sich das neue Vormateriallager direkt im Bereich der Materialeingangsprüfung befinden. Daher kommt nur noch die freie Fläche im Bereich Transformator und 2-Rad Stellplatz in Frage (siehe Abbildung 37). Dieser Bereich ist noch komplett unbebaut und würde sich auch in der Nähe des neuen Halleneingangs befinden, wo die Eingangsprüfungen durchgeführt werden könnten, bevor das Vormaterial auf einer der Sägen für die weitere Bearbeitung zugeschnitten wird. Wichtig in dieser Betrachtung ist, dass sich das Lagerkonzept an den Sicherheitsbestimmungen hinsichtlich des Trafogebäudes orientiert.

Ein weiterer Untersuchungspunkt ist der benötigte Platzbedarf. Hierzu wurde der Flächenbedarf des aktuellen Vormateriallagers mit Stand Februar 2012 ermittelt. Da es leichte Schwankungen hinsichtlich des Materialbedarfs gibt, wurde dem ermittelten Wert eine Sicherheit von 10% aufgeschlagen.

Derzeit benötigte Fläche (Stand Februar 2012):	668 m ²
+ 10% Sicherheit:	66,8 m ²
Benötigte Fläche	734,8 m ²
Verfügbare Fläche Vormateriallagerplatz NEU:	600 m ²

²⁰⁰ Gespräch mit Hr. Geier, Betriebsleiter Pressenfertigung, am 06.03.2012

Aus dieser Rechnung kann man erkennen, dass der Vormateriallagerplatz NEU für den derzeitigen Platzbedarf um rund 135 m^2 zu klein ist.

Es wurden nun im Folgenden erste Überlegungen zur Lösung dieses Problems angestellt.

Eine Möglichkeit wäre, das Vormaterial auf der freien Fläche aufzulegen und mit einem Brückenkran zu transportieren. In diesem Fall könnte es zum Teil übereinander gestapelt und somit dem Platzproblem entgegen gewirkt werden.

Eine weitere Möglichkeit wäre die Realisierung eines Hochregallagers. Hier müsste aber die Lagerorganisation geändert werden. Zur Zeit pflegt man in Deuchendorf eine dynamische Lagerhaltung. Das bedeutet, dass das Vormaterial abgelegt wird, wo Platz zur Verfügung steht und von dort auch wieder entnommen wird. Es wird lediglich unterschieden, ob es in den Bereich „gesperrtes Material“, „Konsignationslager“ oder „freies Material“ kommt.

Da es aber sehr viele unterschiedliche Materialqualitäten gibt und das Material zum Teil länger liegt, kann es dazu kommen, dass es gesucht und mit einem Gabelstapler umständlich aus seiner Lage geholt werden muss.

Bei einem Hochregallager müsste eine strukturiertere Lagerorganisation eingehalten werden, bei der es eine genaue Platzzuordnung für die unterschiedlichen Materialqualitäten gibt.

Es wurden aber in weiterer Folge keine weiteren Recherchen zu diesem Thema angestellt, da die Gestaltung eines neuen Lagerkonzeptes bzw. das Aufzeigen von Möglichkeiten zur Senkung des Lagerbestandes nicht Teil dieser Arbeit sind.

In Abbildung 38 ist ein Ausschnitt aus einem Layoutkonzept dargestellt, in dem der Vormateriallagerplatz NEU rot eingezeichnet ist.

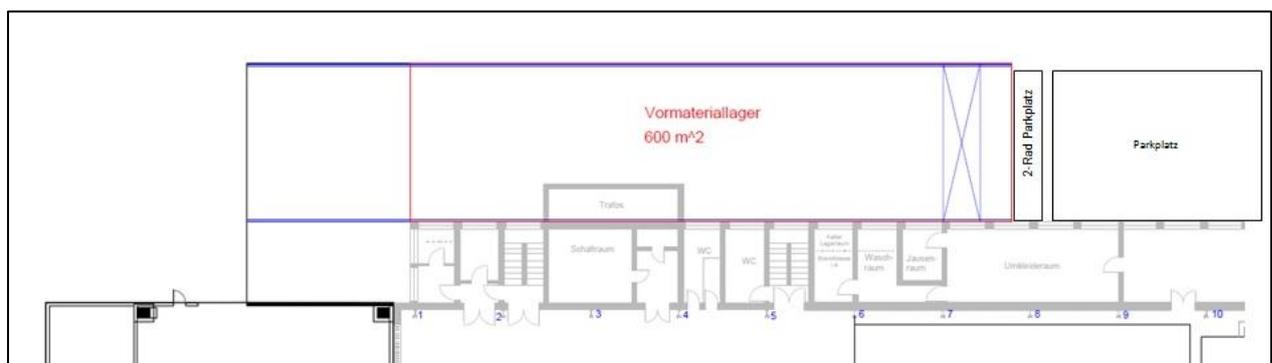


Abbildung 38: Vormateriallager²⁰¹

²⁰¹ Dokumentensystem der Böhler Schmiedetechnik (Intranet), Zugriffsdatum: 03.02.2012

5.2.3 Flächendimensionierung

Um eine Neugestaltung der Arbeitsplätze zu realisieren, mussten neben den Arbeitsplatzflächen, Transport- und Verkehrsflächen, Lager- und Wartungsflächen auch die Bereitstellflächen neu dimensioniert werden. Die Produkte werden, wenn sie auf einem Arbeitsplatz fertig sind, in ihren Losgrößen zum nächsten Arbeitsplatz gebracht und dort für die weitere Verarbeitung bereitgestellt (Bringsystem).

Grundsätzlich kann man zwischen drei Bereitstellungssystemen unterscheiden:²⁰²

1. Holsystem
2. Bringsystem
3. Kombination aus Hol- und Bringsystem

Im Werk Deuchendorf wird das Bringsystem angewandt. Voraussetzung für den Erfolg dieses Systems ist eine richtige und aktualisierte Terminierung.

Aufgrund der nicht ausreichenden oder falschen Dimensionierung der Bereitstellungsflächen war es nötig, diese im Rahmen der Teamgespräche mit Vorarbeitern und Meistern an die zukünftige Situation anzupassen. Weiters konnten durch diese Gespräche wichtige Erkenntnisse bezüglich der optimierten Lage dieser Bereitstellungsflächen gewonnen werden, welche in weiterer Folge in die Layoutplanung mit eingeflossen sind.

²⁰² Vgl. REFA (1991a), S. 384ff.

Die meisten Arbeitsplatzabmessungen des Werkes Deuchendorf konnten über die aktuellen Layouts ermittelt werden, da diese auch in Zukunft nicht verändert werden. Die Layoutpläne konnten dem Intranet Dokumentensystem der Böhler Schmiedetechnik entnommen werden. Die betrachteten Arbeitsplätze sind:

- Sägen (Forte)
- Sägen (Behringer)
- Stöckel- bzw. Vormaterialschleifen
- NC-Drehmaschinen
- Langschmiedemaschine
- Bereitstellungsfläche für Spindelpressen
- Wärmebehandlungsöfen (WP5 und WP6)
- Adjustagen
- Sandstrahler Groß
- Sandstrahler Klein
- Gratsägen
- Maßkontrolle (Laser)
- Ausgangskontrolle

Die Flächen der Arbeitsplätze und die dazugehörigen Peripherien, die neu im Werk Deuchendorf errichtet werden sollen, konnten anhand von entsprechenden Layouts des Werkes Kapfenberg ermittelt werden. Die entsprechenden Arbeitsplätze sind:

- Vorformpresse
- Öfen der Vorformpresse
- Manipulator
- Peripherie der Vorformpresse
- Beizerei
- Wärmebehandlungsofen WP7

In Tabelle 12 sind alle Flächen, die zur weiteren Layoutgestaltung nötig waren, abgebildet. Die im Werk Deuchendorf noch nicht vorhandenen Arbeitsplätze sind blau hinterlegt.

Nr.	Arbeitsplätze	Abmessungen Arbeitsplätze		Fläche Arbeitsplätze	Bereitstell- ungsflächen	Anzahl Maschinen	Leerge- binde [m ²]	Einzel- summen [m ²]
		l [mm]	b [mm]	A _B [m ²]	A _Z [m ² ****)			
1	Sägen (Forte)	5640	2820	29,1	0,0	4	0,0	116,4
2	Sägen (Behringer)	8300	5400	65,3	0,0	2	0,0	130,7
3	Stöckel- VM-Schleifen	4200	3200	25,5	10,0	1	0,0	35,5
4	NC-Drehmaschinen	6500	2400	29,2	0,0	2	0,0	58,3
5	Vorformaggregat	16000	6000	126,7	0,0	1	0,0	126,7
6	Öfen VF	6500	7800	72,9	6,7	3	0,0	238,7
7	Manipulation	8000	8000	88,3	0,0	1	0,0	88,3
8	Peripherie VF	4000	4000	29,1	0,0	1	0,0	29,1
9	LSM	16600	25350	483,2	70,0	1	16,5	569,7
10	BF Spindelpresse	*)			200,0	1	0,0	200,0
11	Beizerei	30440	10355	370,2	43,0	1	0,0	413,2
12	WBH (WP5 und WP6)	16500	7500	157,5	50,0	2	0,0	414,9
13	WBH (WP7)	20100	4600	125,9	50,0	1	0,0	175,9
14	Adjustage	3125	2400	17,0	15,0	12	0,0	384,1
15	Sandstrahler Groß	16250	6120	130,7	100,0	1	0,0	230,7
16	Sandstrahler Klein	5680	4250	39,7	20,0	1	0,0	59,7
17	Gratsägen	2050	2400	13,1	54,0	1	0,0	67,1
18	Maßkontrolle (Laser)	**)			143,0	1	0,0	146,6
19	Ausgangskontrolle	3000	1200	3,6				
	<i>Summe Betriebsmittel</i>							3485,7
20	<i>Instandhaltung (Zentral)</i>							670
21	<i>Transportwege</i>							1604
22	<i>Vormateriallager ***)</i>							600
	Summe [m²]							6359,7

*) Die Arbeitsplätze der Spindelpressen gehören nicht zum Betrachtungsbereich.

Daher werden hier nur die Bereitstellungsflächen für die weitere Layoutplanung benötigt.

***) Die Maßkontrolle findet nicht in der Fertigungshalle statt, für diesen Arbeitsplatz wurde ein geeigneter Raum im Bereich der Ausgangskontrolle festgelegt.

****) Vormateriallager siehe Kapitel 6.2.2.

*****) Bestimmung der Bereitstellungsflächen für die einzelnen Arbeitsplätze mittels Befragung.

Tabelle 12: Flächenermittlung

Flächenbedarf für eine zentrale Instandhaltung:

Die einzelnen Flächen konnten direkt vor Ort gemessen bzw. über das aktuelle Layout bestimmt werden.

Bereich	Fläche [m²]
Schlossermotorenreparatur	80
Schlossermagazin	70
Schlossereilager	237
Zusätzlicher Schlosserbereich	20
Öllager	77
Elektrikermagazin 1	43
Elektrikermagazin 2	20
Elektrikerbüro	20
Motorenlager	41
Summe	608
<i>Plus Sicherheit von 10%</i>	<i>60,8</i>
Fläche Instandhaltung (Zentral)	<u>668,8</u>

Tabelle 13: Flächenbestimmung für zentrale Instandhaltung

Flächenbedarf der Transportwege:

Nach der Arbeitsstättenverordnung müssen Verkehrswege mit Fahrzeug- und Fußgängerverkehr eine Verkehrswegbreite von maximal einem Fahrzeug bzw. der Breite der Ladung plus einem beidseitigen Aufschlag von 0,5 Meter haben.²⁰³ Diese Verordnung wurde bei der Bestimmung des Flächenbedarfes mit einbezogen. Dadurch ergab sich eine Gesamtfläche von 1604 m² für die Transportwege.

Bereich	Fläche [m²]
Transportweg 1	90
Transportweg 2	210
Transportweg 3	66
Transportweg 4	564
Transportweg 5	435
Transportweg 6	145
Transportweg 7	94
Summe	<u>1604</u>

Tabelle 14: Flächenbestimmung der Transportwege

²⁰³ Vgl. <https://www.ris.bka.gv.at> (2012), Zugriffsdatum: 25.06.2012

5.2.4 Layoutvarianten – Reallayouts

Nach der Bestimmung der idealen Arbeitsplatzanordnungen und der benötigten Flächen, wird nun in diesem Kapitel, unter Einbezug der Restriktionen aus Kapitel 5.1.6, auf die Gestaltung von grob dargestellten Reallayouts eingegangen.

Es wurden sieben mögliche Varianten generiert und in einer ersten Betrachtung mit Hilfe der Transportleistungszahl bewertet. Wie in Kapitel 5.2.2 erläutert wird, ist die Gestaltung von Reallayouts auf den Betrachtungsbereich der Variante Zubau gerichtet (siehe Abbildung 37). Weiters konnten aus dem Ideallayout zwei Bereiche mit den dazugehörigen Arbeitsplätzen für den Zubau und für die Halle identifiziert werden. Dadurch ergaben sich zwei Betrachtungsbereiche:

Bereich 1, der sich auf den neuen Zubau bezieht, und Bereich 2, der sich auf die bestehende Halle bezieht (siehe Abbildung 35).

Die grobe, reale Layoutgestaltung wurde in mehreren Besprechungen der Layouts vorgenommen, bei denen zu jedem Thema die passenden Mitarbeiter eingeladen wurden. Personen die an solchen Gesprächen teilnahmen waren Betriebsleiter, Betriebsleiterassistenten, Leiter von der Abteilung „Industrial Engineering“, Meister und Vorarbeiter der einzelnen Arbeitsplätze.

Bereich 1 – Neuer Zubau

In diesem Betrachtungsbereich sind folgende vier Arbeitsplätze in die Gestaltung eines Realplanes mit eingeflossen:

- 4809 Eingangsprüfung
- 4870 Ablängen auf Stöckelgewicht
- 4878(2) Stöckel- bzw. Vormaterialschleifen
- 4965 Vorformpresse

Bezugnehmend auf die Fixpunkte (siehe Abbildung 32) und das Idealschema (siehe Abbildung 35) konnten folgende Hauptaussagen hinsichtlich der Planung getroffen werden:

- Nach dem Transport des Langgutes vom Vormateriallager zum Bereich Eingangstor wird eine Eingangsprüfung durchgeführt.
- Von der Eingangsprüfung (siehe Abbildung 34, Pos. 1) werden die Sägen (siehe Abbildung 34, Pos. 2) direkt beschickt. Es müssen alle zu schmiedenden Teile bis auf wenige Ausnahmen, zuvor gesägt werden.

- Die fünf Bandsägen „Rüsch und Forte“ werden hauptsächlich für das Sägen von Formpressteilen und Turbinenschaufeln eingesetzt. Die zwei Bandsägen „Behringer“ für das Sägen von Triebwerkscheiben.
- Die Aufteilung, welche und wie viele Sägen im Bereich der Eingangskontrolle und wie viele sich bei der Langschmiedemaschine befinden sollten, wurde über die Gesamtstückzahlen, die in einem Tag über die Aggregate Vorformpresse, Langschmiedemaschine und Spindelpressen fließen, bestimmt. Wie in Kapitel 5.1.4 erläutert, folgen auf den Arbeitsplatz „Sägen, Vorschleifen bzw. Drehen“ diese drei Arbeitsplätze.
- Daraus folgte, dass sich die zwei „Behringer“ Sägen im Bereich Eingangskontrolle befinden sollten, da auf diesen Triebwerkscheiben geschnitten werden, welche nicht auf der Langschmiedemaschine vorgeformt werden.
- Die weiteren fünf Bandsägen wurden anhand der zu schneidenden Stücke prozentual aufgeteilt. Von der Gesamtanzahl von 283 Stück pro Tag (Formpressteile und Turbinenschaufeln), welche auf diesen Sägen geschnitten werden, gehen 160 Stück pro Tag (57%) auf die Langschmiedemaschine (siehe Abbildung 29). Dies hat zur Folge, dass drei Maschinen bei der Langschmiedemaschine aufzustellen sind und die restlichen zwei im Bereich Eingangskontrolle. Weiters ist zu beachten, dass diese 160 Stück pro Tag auch geschliffen werden müssen. Um eine genauere Zuteilung zu erhalten, müsste in weiterer Folge eine genaue Kapazitätenberechnung durchgeführt werden, da eine erste Evaluierung ergab, dass vier Bandsägen in einem 3-Schichtbetrieb ausreichen würden. Für die Betrachtung des Materialflusses war die Erkenntnis schon ausreichend, dass es keinen Vorteil bringt, die Sägen komplett zentral zusammen zu ziehen. Für die Detailplanung müssen jedoch noch genauere Untersuchungen angestellt werden.
- Nach dem Sägen kommt der größte Teil zum Vorschleifen bzw. zum Drehen (siehe Abbildung 34, Pos. 3) und ein Teil direkt auf die Langschmiedemaschine (siehe Abbildung 34, Pos 5). Da die Langschmiedemaschine sich nicht im Zubau befindet, wurde die Überlegung angestellt, den Arbeitsplatz „Sägen“ nicht komplett zentral zusammen zu ziehen, sondern aufzuteilen. Nach einer Analyse des Arbeitsplatzes „Sägen“ wurde die Anzahl der Sägen bestimmt, die sich im Bereich „Halleneingang“ und jene Anzahl die sich direkt im Bereich Langschmiedemaschine befinden sollten.

Bereich 2 – Bestehende Halle

In diesem Betrachtungsbereich sind folgende acht Arbeitsplätze in die Gestaltung eines Realplanes mit eingeflossen:

- 4840 Bereitstellungsflächen Spindelpressen
- 4878 Adjustage
- 4876 Sandstrahler
- 4828 Wärmebehandlungsöfen
- 4878-00 Maßkontrolle (Laser)
- 4974 Beizerei
- 4874 Gratsägen
- 4878-01 Werk Deuchendorf (TPP) Ausgang

Bezugnehmend auf die Fixpunkte (siehe Abbildung 32) und das Idealschema (siehe Abbildung 35) konnten folgende Hauptaussagen hinsichtlich der Planung getroffen werden:

- Es ist ersichtlich, dass die Sandstrahler (Abbildung 34, Pos. 10) eine zentrale Position einnehmen müssen, da mehrere Arbeitsplätze mit hohen Transportintensitäten mit diesen in Verbindung stehen.
- Weiters liegen hohe Transportintensitäten zwischen der Beizerei (Abbildung 34, Pos. 7) und dem Materialausgang (Abbildung 34, Pos.13) vor. Da der Materialausgang schon im Vorfeld fixiert wurde, konnte der Bereich der Beizerei vorab grob bestimmt werden. Dieser sollte sich in der Nähe des Materialausganges befinden (siehe Abbildung 32).
- Da die Beschickung der Spindelpressen ortsgebunden ist, war es naheliegend, die Bereitstellungsflächen möglichst nahe an den Spindelpressen zu platzieren. Dieser Bereich ist in Abbildung 32 unter der Position 15 ersichtlich. Im Bezug auf die Bereitstellungsflächen liegt der Fokus auf der richtigen Flächendimensionierung.
- Die größte Transportintensität liegt zwischen den Bereitstellungsflächen Presse (siehe Abbildung 34, Pos. 6) und Adjustage (siehe Abbildung 34, Pos. 9), woraus abgeleitet werden kann, dass diese Bereiche nahe bei einander liegen sollten.
- Weiters liegt zwischen Adjustage und Sandstrahlern eine sehr hohe Transportintensität vor, sowie zum Teil auch zu den Wärmebehandlungsöfen (siehe Abbildung 34, Pos. 8). Diese drei Bereiche sollten dahingehend nebeneinander platziert werden.

- Werden die Transporte von und zu der Langschmiedemaschine (Abbildung 34, Pos. 5) betrachtet, besteht die höchste Transportintensität gegenüber dem Sandstrahler.

Betrachtung des Arbeitsplatzes „Langschmiedemaschine“ (siehe Abbildung 35, Pos. 5):

- Da eine Neuordnung der Langschmiedemaschine aus wirtschaftlichen Gründen nicht erfolgen sollte, ist die Lage schon im Vorfeld als ein Fixpunkt bestimmt worden.

Die sieben Layoutvarianten die in mehreren Sitzungen erarbeitet wurden, können dem Anhang unter E1 bis E7 entnommen werden. In weiterer Folge sind diese Varianten mit Hilfe der Transportleistungszahl einer ersten Bewertung unterzogen worden.

5.2.5 Ermittlung der Transportleistungszahlen

Mit Hilfe der Transportleistungszahl werden erste Rationalisierungspotentiale der einzelnen Varianten aufgezeigt. Die Transportleistungszahl errechnet sich aus den Transportintensitäten (Menge pro Tag) multipliziert mit dem Weg zwischen den einzelnen Arbeitsplatzbeziehungen (siehe Kapitel 3.4.2). Daher war es nötig diese für die aktuelle Situation und für die sieben Layoutvarianten zu bestimmen. Die zur weiteren Analyse benötigten Transportintensitäten zwischen den betrachteten Arbeitsplätzen wurden im Zuge der Materialflussanalyse ermittelt.

Ermittlung der Weglängen

In diesem Abschnitt wird auf die Ermittlung der Wege zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen eingegangen.

Da im Zuge der Layoutplanung ersichtlich wurde, dass sich durch die Wegealternative B (siehe Abbildung 39) eine Verbesserung des Materialflusses ergeben würde, wurde diese Variante in die Betrachtung der Rationalisierungsmöglichkeit mit einbezogen. Die Realisierung des Weges B erfordert eine Verkürzung der Abkühlstrecke für Turbinenschaufeln. In weiteren Untersuchungen ergab sich jedoch, dass diese Kürzung im erforderlichen Ausmaß nicht möglich ist. Trotzdem wurde diese Alternative in die Betrachtung mit einbezogen für den Fall, dass in Zukunft eine Realisierung möglich wäre.

Im Folgenden sind in einem Ausschnitt eines der groben Reallayouts, die beiden Wegealternativen A und B dargestellt.

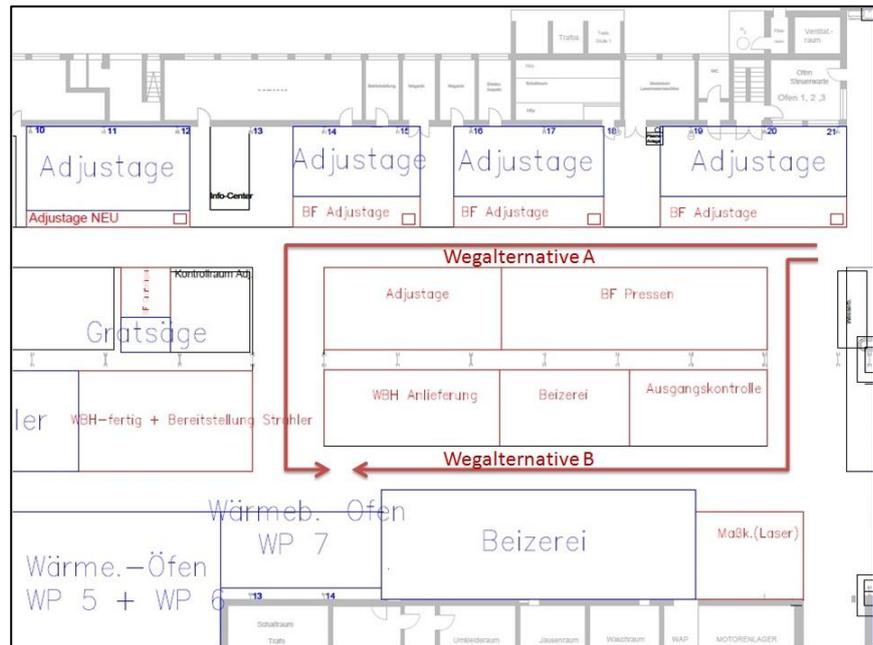


Abbildung 39: Wegalternative B²⁰⁴

Da die Betrachtung der Wegalternative B nur für den Bereich „Halle“ relevant ist und keinen Einfluss auf den Materialfluss im Bereich „Zubau“ hat, wurde nur für den erstgenannten Bereich eine weitere Unterteilung der Layoutvarianten vorgenommen (z.B.: Variante 1 A bzw. Variante 1 B).

Tabelle 15 sind die einzelnen Weglängen, sowie die durchschnittlichen Tagesmengen, die sich aus der Materialflussanalyse ergaben, zu entnehmen. Diese sind für die weitere Berechnung der Transportleistungszahl nötig. Die Entfernungen zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen konnten mit Hilfe der Software AutoCAD ermittelt werden.

²⁰⁴ Eigene Darstellung

	Menge/Tag	Wege [m] bestendes Layout		Wege [m] Variante 1		Wege [m] Variante 2		Wege [m] Variante 3		Wege [m] Variante 4		Wege [m] Variante 5		Wege [m] Variante 6		Wege [m] Variante 7			
		Mögl. 1	Mögl. 2	x	5000	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
BF Pressen	Beizerei	50	5000	x	5000	78	67	78	67	106	53	106	53	106	67	93	53	93	x
BF Pressen	WBH	172	100	26	75	100	52	100	52	75	67	75	67	75	67	70	x	70	x
BF Pressen	Adjustage	525	50	x	50	35	x	50	x										
BF Pressen	Sandstrahler	338	120	50	120	80	x	80	x	80	x	60	x	60	x	54	x	28	x
BF Pressen	Ausgang	13	160	x	160	115	34	115	34	120	24	120	24	120	24	106	24	106	x
Beizerei	WBH	17	5000	x	5000	20	x	20	x	30	x	30	x	30	x	30	x	30	x
Beizerei	Adjustage	209	5000	x	5000	60	x	60	x	50	x	50	x	50	x	40	x	40	x
Beizerei	Sandstrahler	363	5000	x	5000	48	x	85	x	63	x	75	x	60	x	70	x	60	x
Beizerei	Ausgang	207	5000	x	5000	10	x	10	x	20	x	20	x	20	x	20	x	20	x
WBH	Adjustage	2	42	38	41	38	x	45	x	45	x								
WBH	Sandstrahler	158	70	30	70	10	x	40	x	10	x	40	x	10	x	45	x	45	x
WBH	Ausgang	27	140	x	140	56	x	56	x	60	x	60	x	60	x	60	x	60	x
Adjustage	Sandstrahlen	188	64	16	64	28	x	14	x	28	x	14	x	10	x	12	x	12	x
Adjustage	Ausgang	22	100	x	100	68	x	68	x	72	x	72	x	72	x	62	x	60	x
Sandstrahlen	Ausgang	25	160	110	160	70	x	95	x	70	x	95	x	70	x	89	x	78	x
Eingang	Sägen	304	18	36	27	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Sägen	Schleifen/Dr.	206	20	1	10,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Sägen	Vorformen	24	5000	x	5000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Sägen	LSM	101	10	x	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Sägen	BF Pressen	41	140	130	135	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Sägen	Adjustage	26	100	90	95	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
Schleifen/Dr.	Vorformen	42	5000	x	5000	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Schleifen/Dr.	LSM	126	2	x	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Schleifen/Dr.	BF Pressen	21	160	130	145	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155
Schleifen/Dr.	Adjustage	9	100	85	92,5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Vorformen	LSM	8	5000	x	5000	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Vorformen	BF Pressen	17	5000	x	5000	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
Vorformen	Adjustagen	23	5000	x	5000	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120

Tabelle 15: Wegebeziehung zwischen den Arbeitsplätzen

Transportleistungszahlen

Mit Hilfe der in Tabelle 15 ermittelten Werte konnten die Transportleistungszahlen der einzelnen Varianten errechnet und in einer Tabelle gegenübergestellt werden. Zudem wird darin die Transportleistungszahldifferenz der einzelnen Layoutvarianten zum aktuellen Layout dargestellt. So erhält man ein Maß für die potentielle Rationalisierung, die durch eine Neuordnung der Arbeitsplätze erreicht werden kann. Um ein besseres Verständnis für diese Rationalisierungspotentiale zu entwickeln, werden die Einsparungspotentiale der einzelnen Varianten in Prozent angegeben.

Durch die enorme Transportwegeinsparung, die durch Errichtung einer Beizerei und Vorformpresse in Deuchendorf erreicht werden kann, ergäbe sich bei fast allen Layoutvarianten ein Einsparungspotential von rund 97%. Damit man den Unterschied zwischen Rationalisierungspotentialen aufgrund der Errichtung der beiden neuen Aggregate und jenen durch Neuordnung der bereits bestehenden Aggregate (Werk Deuchendorf) verdeutlichen kann, wurden diese einmal in die Betrachtungen mit einbezogen, das andere Mal jedoch vernachlässigt. So war es möglich besser zwischen den einzelnen Varianten zu differenzieren und eine Rangordnung zu erstellen.

In Tabelle 16 sind alle sieben Layoutvarianten mit ihren Transportleistungszahlen dargestellt. Zudem sind die Rationalisierungspotentiale jener Varianten, in welchen die Beizerei und die Vorformpresse nicht berücksichtigt wurden, dunkelblau und jene unter Miteinbeziehung der beiden Aggregate hellblau hinterlegt. Weiters sind die Arbeitsplatzbeziehungen, bei denen Transportleistungen von und zu diesen neuen Arbeitsplätzen vorgesehen sind, grün markiert.

Daraus ergeben sich folgende Einsparungspotentiale bezogen auf die Transportleistungszahl:

	Variante 1		Variante 2		Variante 3		Variante 4		Variante 5		Variante 6		Variante 7	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Betrachtungsweise ohne Beizerei und VF-Presse	17	24	20	27	20	22	23	25	28	30	25	26	26	X
Betrachtungsweise mit Beizerei und VF-Presse	97	98	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	X

Tabelle 17: Einsparungspotentiale der einzelnen Varianten in Prozent

Erkennbar ist, dass durch die Errichtung einer Beizerei und einer Vorformpresse ein hohes Rationalisierungspotential verwirklicht werden könnte.

Wird nur die Neuordnung der vorhandenen Arbeitsplätze des Werkes Deuchendorf betrachtet, so ist das Einsparungspotential deutlich niedriger. Dadurch wird verdeutlicht, dass die Varianten 5, 6 und 7 sich von den anderen abheben. Aus diesem Grund wurden für die weitere Betrachtung und zur Erstellung eines detaillierteren Layouts nur diese drei Varianten herangezogen.

5.2.6 Layoutvarianten im Detail

Im diesem Abschnitt wird auf die detaillierte Gestaltung der zuvor ausgewählten drei Layoutvarianten, unter der Betrachtung der genauen Arbeitsplatzabmessungen und der dazugehörigen Bereitstellungsflächen, eingegangen.

Unter anderem wurde auch eine Überprüfung der Machbarkeit durchgeführt, da in gewissen Bereichen ein Umbau der Halle erforderlich ist und die Maschinen der einzelnen Arbeitsplätze -falls möglich- den neuen Gegebenheiten angepasst werden müssen.

Weiters war zu beachten, dass die Möglichkeit der Medienanschlüsse ohne große Umbauarbeiten stets gewährleistet ist.

Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Betrachtung der einzelnen Varianten war, die Layouts so zu gestalten, dass, sofern eine Kapazitätserweiterung nötig wäre, auch die Möglichkeit besteht, zusätzliche Aggregate materialflussgerecht und wirtschaftlich zu errichten.

Die Layouts 5 bis 7 unterscheiden sich in der Lage der einzelnen Arbeitsplätze kaum voneinander. Der einzige Arbeitsplatz, der seine Lage grundsätzlich ändert, ist der „Sandstrahler Groß“, welcher eine zentrale Rolle spielt (siehe Kapitel 5.2.4). Die

Arbeitsplätze „Beizerei“ und „Wärmebehandlungsöfen“ sind in allen drei Layouts gleich angeordnet. Weiters ist die Instandhaltung zentral zusammengezogen worden.

Hinsichtlich der Wärmebehandlungsöfen ist ein Umbau der Halle nötig. In dem vorgesehen Bereich befinden sich derzeit das Öllager und daneben ein Sozialraum für die Mitarbeiter. Die beiden Bereiche müssen demnach ausgelagert werden. Dieser Umstand ist für alle drei Layoutvarianten relevant.

Die Arbeitsplätze im Bereich 1 (Zubau) sind in allen drei Layouts identisch.

Im Laufe der detaillierteren Layoutgestaltung kam seitens der Unternehmung die Überlegung auf, eine Vorformpresse (HP 30) von Kapfenberg nach Deuchendorf zu überstellen. Dadurch würde jedoch eine Modernisierung der Presse erforderlich werden, damit alle Vorformschmiedeoperationen, die für die Pressenfertigung nötig sind, auch durchgeführt werden können. Dieser Umstand hatte aber für die weitere Planung keine Bedeutung.

In einem parallel laufenden Projekt der Pressenfertigung, das durch den Betriebsleiterassistenten durchgeführt wurde, kam man zu dem Ergebnis, dass die Adjustagekabinen für die zukünftigen Produkte zu klein sind. Daher ist es nötig, einen Teil dieser Kabinen anzupassen. Die dadurch entstehenden neuen Grundabmessungen der Kabinen wurden in die Layoutgestaltung mit einbezogen.

Im Weiteren werden die detaillierten Layouts vorgestellt und die einzelnen Unterschiede erläutert.

a) **Layoutvariante 5**

Im folgenden Abschnitt werden die wesentlichen Unterschiede zu den Layoutvarianten 6 und 7 aufgezeigt.

Bei Variante 5 sind alle Bereitstellungsflächen zentral zusammengezogen, was eine gute Übersicht über die Produktion und die vor den Arbeitsplätzen bereitgestellten Schmiedeteile gewährleistet.

Die Adjustagenkabinen sind nahe an der Schnittstelle zu den Pressen bzw. deren Bereitstellungsflächen angeordnet, wodurch kurze Transportwege zwischen diesen beiden Arbeitsplätzen realisiert werden können.

Der „Sandstrahler Groß“ wurde so positioniert, dass eine direkte Beschickung durch die Adjustagen und die Wärmebehandlungsöfen möglich ist. Diese Lage wurde gewählt, da zwischen diesen Arbeitsplätzen beträchtliche Transportintensitäten vorherrschen. Zudem bringt diese Variante durch die direktere Handhabung der Produkte und die kürzeren Wege erhebliche Vorteile mit sich.

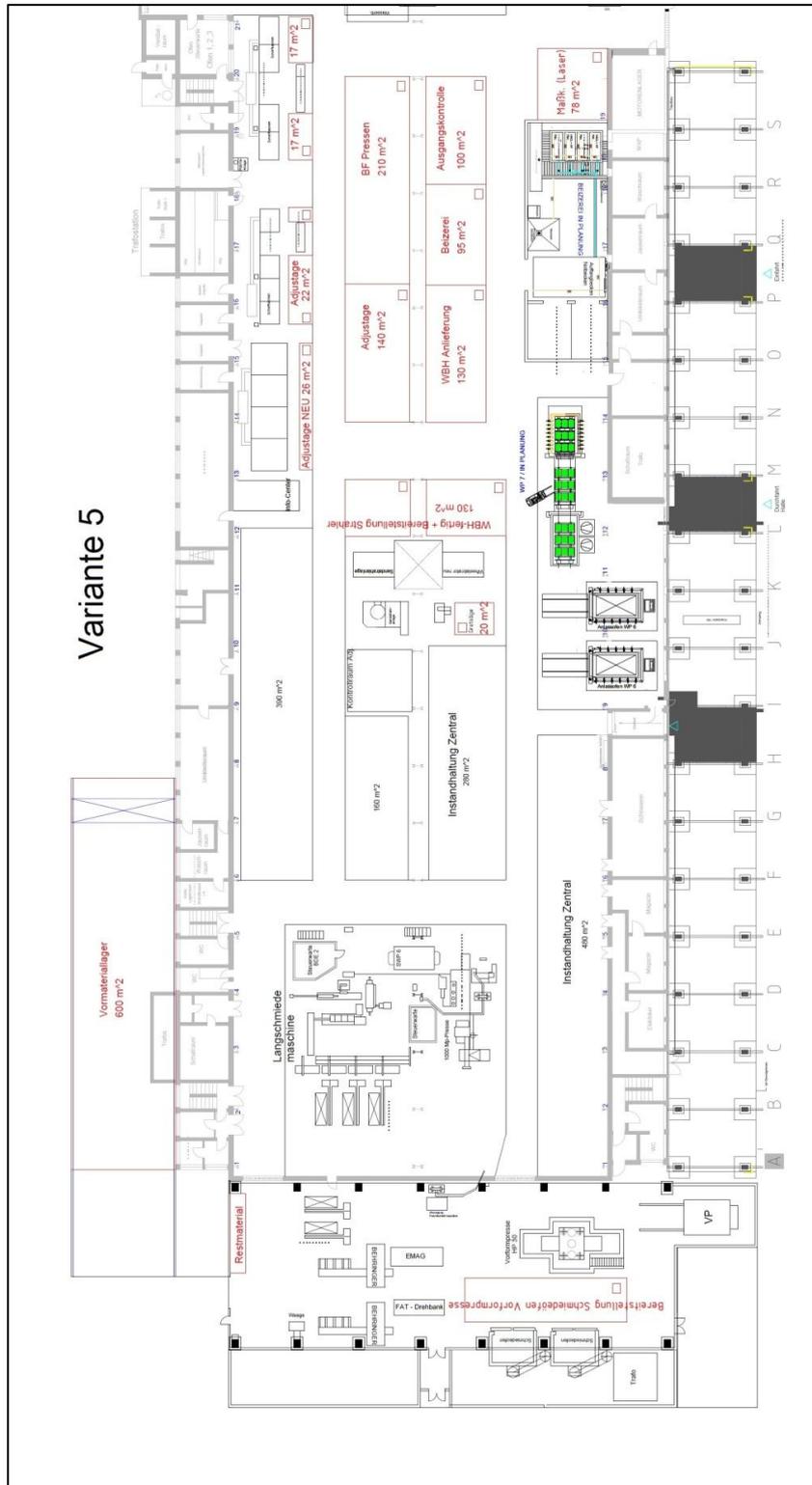


Abbildung 40: Layout 5²⁰⁵

²⁰⁵ Dokumentensystem der Böhler Schmiedetechnik (Intranet), Zugriffsdatum: 03.04.2012, eigene Darstellung

Die Aufstellung des „Sandstrahlers Groß“, wie in Abbildung 40 dargestellt, kann in dieser Form nicht erfolgen. Dies ergab sich aus folgenden Punkten:

- Aufgrund der Höhe dieses Aggregates ist es nicht möglich die Anlage so aufzustellen wie in Abbildung 40 vorgesehen. In diesem Fall müsste man entweder die Sandstrahlanlage tiefer setzen oder die Medienleitungen, die sich direkt unter der Kranbahn befinden, höher positionieren.
- Zusätzlich sind die Grundabmessungen der Anlage zu groß. Daher müsste die Anlage außermittig aufgestellt werden. Das wiederum würde bedeuten, dass sich die Anlage mit dem Bereich des Transportweges überlappen würde (siehe Abbildung 41).
- Zudem muss es dem Hallenkran möglich sein, die gesamte Anlage zu überfahren. Dies ist aufgrund der Revisionstätigkeiten erforderlich und wäre bei einer Aufstellung des Aggregates, wie in Abbildung 40 vorgesehen, aufgrund des Kranschattens nicht möglich.
- Zusätzlich wäre ein Bodenschacht für eine Förderschnecke in der Hallenmitte erforderlich, was eine Errichtung der Sandstrahlanlage an diesem Ort unmöglich machen würde.
- Ein weiteres Problem, das die Errichtung der Anlage in dieser Form erschwert, sind die Fundamente der Hallensteher und der Anlage selbst, welche strengen baulichen Bestimmungen unterliegen.

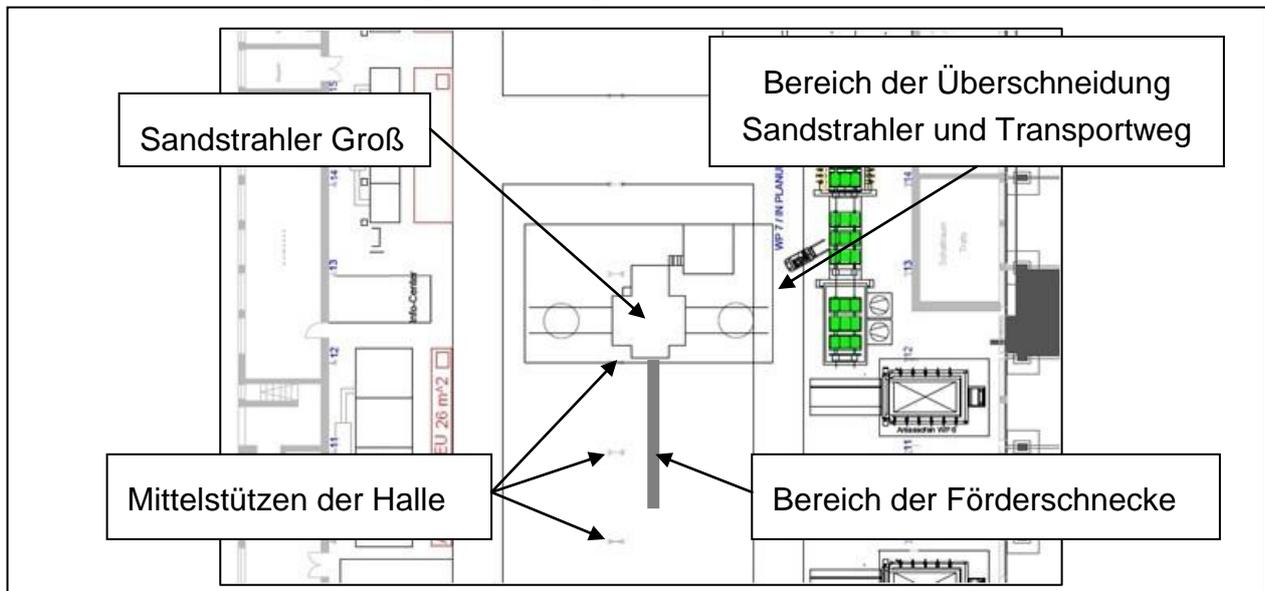


Abbildung 41: Sandstrahler Groß²⁰⁶

²⁰⁶ Eigene Darstellung

Da eine Positionierung des Sandstrahlers, wie in Layoutvariante 5 dargestellt ist, mit dem aktuellen Sandstrahler nicht möglich wäre, müsste ein Neuer errichtet werden.

Es ist bekannt, dass man in Kapfenberg in eine Sandstrahlanlage investieren möchte, also bestünde die Möglichkeit, diese Investition in Deuchendorf zu tätigen, um einen passenden Sandstrahler zu errichten. Dadurch könnte Layoutvariante 5 realisiert werden. Der „Sandstrahler Groß“, welcher sich derzeit in Deuchendorf befindet, könnte nach Kapfenberg überstellt und dort installiert werden.

b) **Layoutvariante 6**

Nun soll auf die wesentlichen Unterschiede der Variante 6 zu Variante 5 und 7 eingegangen werden.

Die Wärmebehandlungsöfen, die Beizerei sowie die Adjustagenkabinen sind gleich angeordnet wie in Variante 5.

Im Vergleich zu Variante 5 ist in der Mitte der Halle ein Arbeitsbereich für die Vorarbeiter eingerichtet (Kontrollraum), was sich wiederum negativ auf die Überschaubarkeit der Produktion auswirkt.

Der Sandstrahler wurde in der Nähe der Adjustagen positioniert, was zur Folge hat, dass weite Wege zu den Wärmebehandlungsöfen entstehen.

Einen großen Vorteil bringt hingegen die Versetzung des Verbindungsweges zwischen Adjustage und Wärmebehandlungsofen mit sich. Dieser Transportweg befindet sich nun auf Höhe der Säule 15 und nicht wie zuvor auf Höhe der Säule 14. Dieser Vorteil bezieht sich nicht konkret auf diese beiden Arbeitsplätze, besteht jedoch hinsichtlich aller Transporte, die von der Presse kommen, da die Wege kürzer werden.

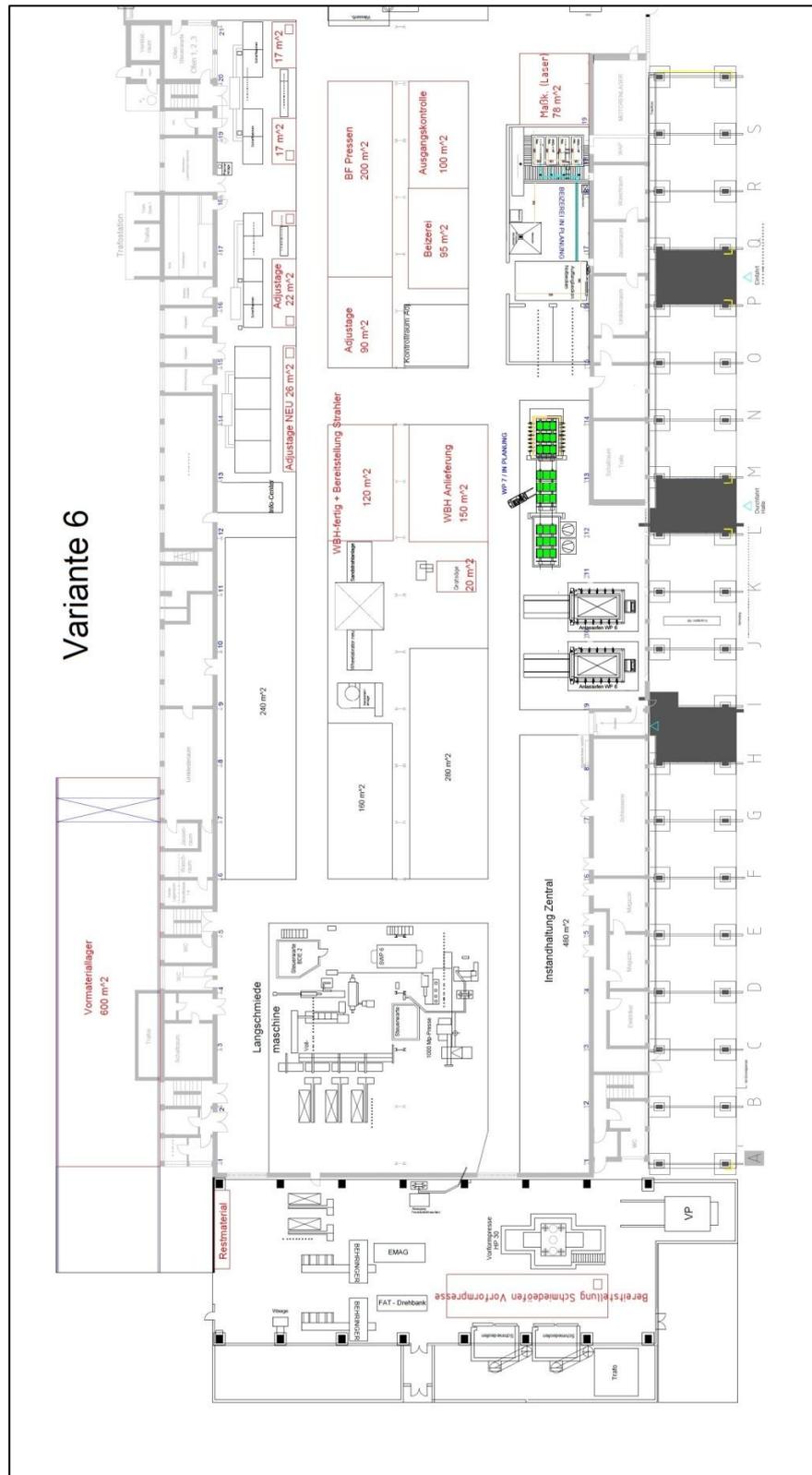


Abbildung 42: Layout 6²⁰⁷

²⁰⁷ Dokumentensystem der Böhler Schmiedetechnik (Intranet), Zugriffsdatum: 03.04.2012, eigene Darstellung

c) **Layoutvariante 7**

Variante 7 unterscheidet sich von den Varianten 5 und 6 speziell im Bereich der Adjustagen, welche nach dieser Variante nicht bis zum Bereich „Blackbox“ angeordnet werden können, da sich in diesem Bereich die Bereitstellungsflächen der Spindelpressen befinden. Aufgrund der Lage des Sandstrahlers ist zudem in diesem Bereich keine optimale Anordnung der Bereitstellungsflächen der Adjustage möglich.

Die Lage der Wärmebehandlungsöfen sowie der Beizerei sind wiederum gleich wie bei den zuvor erläuterten Layoutvarianten.

Zwei wesentliche Schwachpunkte weist diese Variante dahingehend auf, dass zum einen durch die Lage des Sandstrahlers und des Kontrollraumes die Übersicht der Produktion und der Schmiedeteile vor den Arbeitsplätzen enorm verschlechtert wird und zum Anderen, dass die mögliche Wegealternative B (siehe Kapitel 5.2.5) nicht mehr realisiert werden kann, sofern eine Kürzung der Abkühlstrecke möglich wäre.

Wie in Variant 6 ist das Versetzen des Verbindungsweges zwischen Adjustage und Wärmebehandlungsofen jedoch vorteilhaft.

Umstellungs- und Umbaukosten

Aufgrund der nötigen Umbauten an der Halle und der Maschinen, sowie durch Investitionen in neue Aggregate (Beizerei und Vorformpresse) entstehen Kosten. Die Höhe konnte bereits vorab anhand der Erfahrung der Mitarbeiter und vorhandenen, ähnlichen Angeboten ermittelt werden. Hierzu wurden regelmäßig Treffen mit einem Mitarbeiter des Projektmanagement-Teams abgehalten.

In Tabelle 18 ist eine Aufstellung der Umstellungs- bzw. Umbaukosten für die Halle und die Maschinen, die zur Realisierung der Layoutvarianten nötig wären, dargestellt. Zudem ist ihr auch eine Auflistung der Kosten jener Investitionen zu entnehmen, die für die Errichtung von Maschinen, die derzeit noch nicht im Werk Deuchendorf vorhanden sind, erforderlich wären.

Diese Tabelle enthält nur eine grobe Kostenübersicht. Die Kosten müssten in weiterer Folge noch im Detail bestimmt werden.

	Gesamtkosten Neuinstallation [€]	Kosten für Betriebsmittelumstellung [€]					Summe pro Betriebsmittel [€]
		Fundamente [€]	Überstellung [€]	Umbau Aggregat [€]	Umbau Halle [€]	Medienzuschlag [€]	
Adjustage		€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Adjustage NEU *)		€ 0	€ 0	€ 35.000	€ 0	€ 0	€ 35.000
Sandstrahler NEU		€ 120.000	€ 75.000	€ 0	€ 0	€ 20.000	€ 215.000
Sandstrahler ALT							€ 0
Ofen WP 5		€ 70.000	€ 75.000	€ 0	€ 300.000	€ 20.000	€ 465.000
Ofen WP 6		€ 70.000	€ 75.000	€ 0	€ 300.000	€ 20.000	€ 465.000
Gratsäge							€ 0
Summe							€ 1.180.000
HP 30			€ 3.500.000				€ 3.500.000
Summe							€ 4.680.000
Neue VF-Pressen	€ 12.100.000						€ 12.100.000
Beizerei	€ 1.660.000						€ 1.660.000
Ofen WP 7 **)	€ 1.100.000					€ 20.000	€ 1.120.000
							€ 19.560.000
Sandstrahler Investition							€ 900.000
Zubau							€ 2.900.000
<p>*) Bezüglich der Adjustage NEU sind nur die Umbaukosten bekannt. Da dieser Bereich bezüglich einer Umstellung keine größeren Umstände machen würde, sind die Kosten im Vergleich zu den anderen Aggregaten eher gering.</p> <p>**) Die Errichtung eines neuen Wärmebehandlungssofens stand schon, bevor mit dieser Arbeit begonnen wurde, fest. Die Kosten dieser Anlage konnten betriebsinternen Unterlagen entnommen werden.</p>							
HP 30	Hydraulische Presse 3000t						
VF	Vorformen						
WP	Wärmebehandlung Presse						

Tabelle 18: Kostenübersicht für die drei Varianten²⁰⁹

²⁰⁹ Gespräche mit Dr. Tockner, Leiter der Abteilung Technische Produktion, Böhler Schmiedetechnik und Hr. Galler, Projektmanagement, Böhler Schmiedetechnik

Die einzelnen Kostenaufstellungen der Arbeitsplätze beziehen sich immer nur auf eine Maschine.

Da die Kosten für die Errichtung einer Vorformpresse, einer Beizerei und des Wärmebehandlungsofen WP 7 in Tabelle 18 nicht genau aufgeschlüsselt werden, ist dazu Folgendes ergänzend anzuführen:

- Die Kosten der Vorformpresse HP 30 setzen sich zusammen aus der Modernisierung der Anlage, der Überstellung vom Werk Kapfenberg nach Deuchendorf, dem zu errichtenden Fundament und dem benötigten Manipulator.
- Die Kosten für die Errichtung einer neuen Vorformpresse, wurden umfassend kalkuliert, sodass alle Aspekte enthalten sind, damit diese Anlage in Betrieb genommen werden kann.
- Die Kosten der Beizerei enthalten neben den Errichtungskosten auch die Kosten, die nötig wären, um eine Abschottung zum restlichen Hallenbereich zu realisieren.

5.3 Bewertung der Layoutvarianten - Nutzwertanalyse

In diesem Kapitel wird auf die Bewertung der Layoutvarianten mittels einer Nutzwertanalyse eingegangen. Diese Methode wurde gewählt, da man mit ihr unternehmensspezifisch wichtige Faktoren in die Betrachtung der einzelnen Layoutvarianten mit einbeziehen kann. Es sollte verhindert werden, dass eine Entscheidung nur anhand der Transportleistungszahl getroffen wird.

Jedoch ist zu beachten, dass die Nutzwertanalyse auch Schwachstellen aufweist, worauf in Kapitel 4 genauer eingegangen wurde.

Es werden in einem ersten Schritt die Hauptkriterien definiert, welche sich in einen technischen, wirtschaftlichen und soziotechnischen Bereich unterteilen.

5.3.1 Technische Kriterien

Unter dem Hauptkriterium „Technische Kriterien“ wurden fünf Unterkriterien definiert:

- Flächennutzung Bereitstellungsflächen
- Möglichkeit der Schrittweise Umstellung
- Möglichkeit der Kapazitätenerweiterung
- Zentralisierung der Arbeitsplätze
- Transportleistungszahl

Flächennutzung Bereitstellungsflächen

Aus der Materialflussanalyse wurde ersichtlich, dass die Bereitstellungsflächen vor den Arbeitsplätzen für die zu produzierenden Produkte des derzeitigen Betriebes nicht ausreichend groß bzw. nicht passend dimensioniert sind, weshalb eine Anpassung dieser Flächen durchgeführt werden musste. Die Dimensionierung ist abhängig von der Anordnung der Arbeitsplätze und der Maschinen in den jeweiligen Bereichen. Daher mussten die drei Layoutvarianten dahingehend bewertet werden, welche Möglichkeiten es hinsichtlich der Gestaltung und Dimensionierung der jeweiligen Bereitstellungsflächen gibt, da diese einen großen Einfluss auf den Überblick über die zu fertigenden Produkte haben. Das wirkt sich in weiterer Folge wiederum auch auf die Durchlaufzeit aus, da durch eine passende Anordnung lange Suchzeiten verhindert werden können.

Möglichkeit der Schrittweise Umstellung

Bei Umbauten bzw. Erweiterungen von Maschinen und Gebäuden kommt es unvermeidbar zu Unterbrechungen des laufenden Betriebes. Das verursacht zusätzliche Kosten. Daher ist es sehr wichtig, die drei Varianten hinsichtlich der Möglichkeit einer schrittweisen Umstellung zu bewerten, um so transparent zu machen, welche Variante den laufenden Betrieb am längsten unterbrechen würde.

Möglichkeit der Kapazitätenerweiterung

Im Laufe der Materialflussplanung wurde festgestellt, dass es bei bestimmten Arbeitsplätzen sinnvoll wäre, alle zusammengehörigen Maschinentypen (z.B. Wärmebehandlungsöfen) zentral zusammen zu ziehen. Da durch eine unterschiedliche Anordnung der Arbeitsplätze auch deren Erweiterung durch Zukauf von neuen Aggregaten beeinflusst wird, war die Kapazitätenerweiterung ein relevantes Kriterium und musste in die Bewertung der Varianten mit einbezogen werden.

Zentralisierung der Arbeitsplätze

Bei der Layoutgestaltung gibt es mehrere Möglichkeiten die Arbeitsplätze anzuordnen. Da in Deuchendorf eine Linienfertigung nicht zielführend ist, wurden alle Maschinen nach dem Werkstattprinzip angeordnet (siehe Kapitel 5.2.1), was bedeutet, dass alle Arbeitsplätze der gleichen Verrichtung in einem Bereich zentral zusammen gezogen werden.

Transportleistungszahl

Wenn man bei der Transportleistungszahl die Differenz zwischen dem aktuellen Layout und den alternativen Layouts betrachtet, erhält man ein Maß für das Rationalisierungspotential. Ziel ist es, die Transportleistungszahl möglichst gering zu halten. Unter anderem werden die Materialflusskosten von der Transportleistungszahl beeinflusst.²¹⁰

²¹⁰ Vgl. Pawellek (2007), S.16

5.3.2 Wirtschaftliche Kriterien

Jede Veränderung bringt auch einen Aufwand für die Unternehmung mit sich. Daher wurden auch jene Kriterien zur Bewertung herangezogen, die die Kosten aufgrund dieser Veränderung bewertbar machen.

Kriterien für die wirtschaftliche Betrachtung sind die „Gesamtkosten der Umstellung“ und die „Kosten die durch den Produktionsausfall verursacht werden“.

Gesamtkosten der Umstellung

Kosten sind neben den technischen Kriterien immer ein wichtiger Faktor und sollten auch in die Betrachtung der Nutzwertanalyse mit einbezogen werden. Bei der Bewertung der Layoutgestaltungsvarianten ist es sinnvoll die Kosten für die Umstellung der Aggregate zu betrachten.

Produktionsausfall bei Umstellung

Da es bei der Umstellung von Aggregaten zu Unterbrechungen des laufenden Betriebes kommen kann und dadurch Kosten entstehen bzw. der Umsatz ausbleibt, war es naheliegend, diesen Faktor als ein relevantes Kriterium für die Nutzwertanalyse heran zu ziehen.

5.3.3 Soziotechnische Kriterien

Die Motivation der Mitarbeiter in der Produktion ist ebenso ein wichtiger Faktor für eine positive Leistungserstellung und wirkt sich auch sehr stark auf das Betriebsklima aus. Daher sollten die Akzeptanz von Veränderungen und die Mitarbeiterzufriedenheit bezogen auf ein alternatives Layout hinterfragt werden.

Akzeptanz der Veränderung

Jede Veränderung in einem bestehenden Betrieb führt bei Mitarbeitern zu Unsicherheit und wird von ihnen oft kritisch betrachtet. So war es ein großes Anliegen, die Mitarbeiter in diesen Veränderungsprozess mit einzubeziehen.

Mitarbeiterzufriedenheit

Die Mitarbeiterzufriedenheit ist ein wichtiger Faktor um langfristig ein positives Betriebsklima aufrecht zu erhalten, welches sich wiederum auf ihre Motivation und die Produktivität der Mitarbeiter auswirkt.

5.3.4 Kriteriengewichtung

Die Durchführung der Nutzwertanalyse wurde in Zusammenarbeit mit dem Betriebsleiter und dem Betriebsleiterassistent des Werkes Deuchendorf und einem Mitarbeiter, der für Projektplanung verantwortlich ist, durchgeführt.

Bei der Gewichtung und Bewertung der Hauptkriterien wurde ersichtlich, dass bei der Bewertung der soziotechnischen Unterkriterien alle drei Varianten gleich zu bewerten sind. Daher wurden diese letztlich nicht in der Nutzwertanalyse mit einbezogen.

Weiters konnte für das Kriterium „Produktionsausfall bei Umstellung“ festgestellt werden, dass alle drei Varianten mit einer gleichen Punkteanzahl zu bewerten wären. Daher wurde auch dieses Kriterium schließlich nicht in die Nutzwertanalyse mit einbezogen.

So bleiben für die Nutzwertanalyse die Hauptkriterien „Technische Kriterien“ und „Wirtschaftliche Kriterien“ außer „Produktionsausfall bei Umstellung“ relevant.

Da für die Unternehmung bei der Bewertung mittels der Nutzwertanalyse die technischen Kriterien eine höhere Relevanz haben, wurden diese mit 80% gegenüber den wirtschaftlichen Kriterien mit 20% gewichtet.

Die Gewichtung der Unterkriterien des Hauptkriteriums „Technische Kriterien“ wurde mittels Paarweisen Vergleiches durchgeführt.

Paarweiser Vergleich

Es wurde der Paarweise Vergleich herangezogen, da es mit dieser Methode möglich war, eine genaue Gewichtung der technischen Unterkriterien zu realisieren. Diese erfolgte, wie schon im Punkt „Kriteriengewichtung“ beschrieben, im Rahmen einer Teamdiskussion.

		1	2	3	4	5		
		Flächennutzung BF	Schrittweise Umstellung	Kapazitätenerweiterung möglich	Zentralisierung der Arbeitsplätze	TLZ		
1	Flächennutzung BF		2	3	4	5	1	5,26
		1	1	1	1	1		
2	Schrittweise Umstellung			3	4	5	6	31,58
		2		2	2	2		
3	Kapazitätenerweiterung möglich		2		4	5	2	10,53
		1	3		3	3		
4	Zentralisierung der Arbeitsplätze		2	3		5	3	15,79
		1	4	4		4		
5	TLZ		2	3	4		7	36,84
		1	5	5	5			

Tabelle 19: Paarweiser Vergleich der technischen Unterkriterien²¹¹

Aus dem Paarweisen Vergleich war ersichtlich, dass die Kriterien „Transportleistungszahl“ und „Schrittweise Umstellung“ den größten Einfluss auf den Gesamtnutzwert haben.

5.3.5 Zielwertmatrix

Nach Festlegung der Kriterien und deren Gewichtung wurde -abermals im Team- die Zielwertmatrix erstellt. In dieser wurden die drei alternativen Layoutvarianten gegenübergestellt und bewertet. Es wurde eine Bewertungsskala von „1-5“ gewählt, wobei „1“ für eine schlechte Bewertung und „5“ für eine gute Bewertung steht.

In Tabelle 20 ist die Zielwertmatrix dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass Variante 5 den höchsten Nutzwert aufweist.

Kriterien	Gewichtung G [%]	Variante 5			Variante 6			Variante 7		
		Punkte [N]	G * N	Nutzwert	Punkte [N]	G * N	Nutzwert	Punkte [N]	G * N	Nutzwert
Technische Kriterien	80									
Flächennutzung BF	5,26	5	26	21	5	26	21	4	21	17
Schrittweise Umstellung	31,58	5	158	126	3	95	76	2	63	51
Kapazitätenerweiterung möglich	10,53	5	53	42	5	53	42	3	32	25
Zentralisierung der Arbeitsplätze	15,79	5	79	63	5	79	63	4	63	51
TLZ	36,84	5	184	147	1	37	29	3	111	88
	100		474	400		263	232		268	232
Wirtschaftliche Kriterien	20									
Gesamtkosten	100	3	300	60	5	500	100	5	500	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	100		300	60		500	100		500	100
			Gesamtnutzwert	460			332			332

Tabelle 20: Zielwertmatrix²¹²

²¹¹ Eigene Darstellung

²¹² Eigene Darstellung

Begründung der Punktevergabe

Die Neudimensionierung der Bereitstellungsflächen hat großen Einfluss auf die Gestaltung des Layouts. Die Anordnung dieser Flächen sollte so gewählt werden, dass jeder Zeit eine gute Übersicht über die zu produzierenden Teile gegeben ist. Bei der Betrachtung von Variante 5 und 6 konnten in dieser Hinsicht keine großen Unterschiede festgestellt werden. Vergleicht man diese beiden mit Variante 7, kann man bei dieser jedoch Einschränkungen hinsichtlich der Gestaltung des Layouts feststellen. Dadurch, dass der Sandstrahler im Bereich Bereitstellungsfläche Adjustage und Bereitstellungsfläche Spindelpressen stehen würde, ist die Anordnung dieser beiden Bereitstellungsflächen bei Variante 7 gegenüber jener bei den Varianten 5 und 6 nachteiliger, weshalb diese Variante um einen Punkt schlechter bewertet wurde. Ein weiterer Aspekt, der sich bei Variante 7 verschlechtern würde, ist, dass für die nötige Erweiterung der Bereitstellungsflächen nicht genügend Platz vorhanden wäre.

Ein weiteres Bewertungskriterium war auch die Möglichkeit einer schrittweisen Umstellung von Arbeitsplätzen ohne Beeinträchtigung des Produktionsprozesses. Variante 5 ist in dieser Hinsicht am besten geeignet, da eine schrittweise Umstellung ohne größeren Aufwand möglich wäre. Bei Layoutvariante 6 müsste vorab der Arbeitsplatz für die Schleifmaschinen umgestellt werden und bei Variante 7 müsste der Wärmebehandlungsofen WP 4 entfernt werden, bevor eine Umstellung des Sandstrahlers möglich ist. Aus diesen Gründen wurden die Varianten 6 und 7 schlechter bewertet. Zusätzlich wurde Variante 7 gegenüber Variante 6 um einen Grad schlechter eingestuft, da sich die Demontage des Wärmebehandlungsofens aufwändiger gestalten würde, als die Umstellung einer Schleifmaschine.

Die aufgrund möglicher steigender Produktionsmengen nötige Erweiterung durch Zukauf neuer Maschinen ist bei Variante 5 und 6 weitestgehend unproblematisch. Betrachtet man jedoch Variante 7, so ist man hinsichtlich der Erweiterung des Sandstrahlers eingeschränkt. Zusätzlich ergeben sich auch Schwierigkeiten bei der Erweiterung der Adjustagen, da die zentrale Lage des Sandstrahlers eine solche nicht zulassen würde, ohne dass die sich in der unmittelbaren Umgebung befindenden Arbeitsplätze beeinflusst würden.

Es wurde darauf geachtet, dass die zum selben Arbeitsplatz gehörenden Maschinen, in einem Bereich zentral zusammengefasst werden. Dadurch wird nachvollziehbar, dass sich bei Betrachtung der Layouts aufgrund der Position des Sandstrahlers eine schlechtere Bewertung der Variante 7 ergibt.

Hinsichtlich der Bewertung anhand der Transportleistungszahl werden die Ergebnisse aus dem Kapitel 5.2.5 herangezogen. Daraus ist ersichtlich, dass Variante 5 das größte

Rationalisierungspotential aufweist, gefolgt von Variante 7. Das geringste Einsparungspotential weist Variante 6 auf.

Bei der Betrachtung der Gesamtkosten, die bei einer Umstellung der Arbeitsplätze entstehen würden, wird ersichtlich, dass Variante 6 und 7 den gleichen Aufwand mit sich bringen, gegenüber Variante 5 jedoch günstiger sind. Das ergibt sich daraus, dass die aufgrund der neuen Positionierung des „Sandstrahlers Groß“ in Variante 5 erforderlichen Arbeiten aufwendiger sind, als jene bei Variante 6 und 7.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Layoutvariante 5 für die weitere Betrachtungen hinsichtlich der Gestaltung eines effizienteren Produktionsprozesses der Pressenfertigung im Werk Deuchendorf heranzuziehen ist.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde der Materialfluss der Pressenfertigung in Deuchendorf analysiert, um in weiterer Folge ein Layout mit einer optimierten Arbeitsplatzanordnung zu gestalten. Zur Ermittlung der für die Analyse der Ist-Situation benötigten Daten wurden betriebliche Unterlagen herangezogen. Zudem führte man Befragungen der Mitarbeiter und Beobachtungen vor Ort durch. Für die Darstellung des Materialflusses der Ist-Situation konnten mit Hilfe einer Transportmatrix die mengenmäßigen Zusammenhänge der zu betrachtenden Arbeitsplätze ermittelt und mittels einer qualitativen Materialflussdarstellung in einem Layout abgebildet werden. Als Datenquelle für diese Betrachtung der Arbeitsplatzzusammenhänge wurden Grundarbeitspläne von repräsentativen Produkten herangezogen. Weitere benötigte Daten, wie zum Beispiel Stückzahlen für das Geschäftsjahr 2013 und Layouts des aktuellen Betriebes, konnten dem SAP bzw. dem Intranet der Böhler Schmiedetechnik entnommen werden. Mit Hilfe der daraus erhaltenen Informationen wurde eine Transportmatrix erstellt, welche die Materialflüsse der drei relevanten Produktfamilien Formpressteile, Turbinenschaufeln und Triebwerksscheiben zwischen den betrachteten Arbeitsplätzen veranschaulicht. Anschließend konnten die daraus gewonnenen Erkenntnisse in ein bereits vorhandenes Layout des Werkes Deuchendorf übertragen werden, um eine bessere Übersicht zu erhalten.

Bei der Analyse der Ist-Situation zeigten sich schon erste Schwachstellen der gegenwertigen Produktion. Vor allem kreuzende Materialflüsse im Werk Deuchendorf, suboptimale Wege zwischen den dortigen Arbeitsplätzen und häufige Transporte von und nach Kapfenberg fielen ins Auge.

Um eine Optimierung der Anordnung der Arbeitsplätze zu erreichen, wurden weitere Analysen anhand des Dreiecksverfahrens nach Schmigalla vorgenommen. Mit Hilfe dieses Verfahrens konnte eine optimierte Arbeitsplatzanordnung für die gesamte Pressenproduktion erstellt werden. Dieses Konzept konnte jedoch nicht in der nun vorliegenden Form übernommen werden, da die Layoutgestaltung nicht auf einer „grünen Wiese“ vorzunehmen war. Bereits bestehende Strukturen mussten integriert werden. Aus diesem Grund wurden zu Beginn der zweiten Bearbeitungsphase die diesbezüglichen Vorgaben der Unternehmung fixiert, wobei die vorhandene Gebäudestruktur beachtet werden musste. Trotz dieser Einschränkungen konnten wichtige Zusammenhänge zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen durch diese Methode transparent gemacht werden.

Durch eigene Beobachtungen vor Ort und Gespräche mit den zuständigen Mitarbeitern wurde zudem festgestellt, dass der geforderte Platzbedarf für die Bereitstellungsflächen

vor den Arbeitsplätzen nicht ausreichend oder falsch dimensioniert ist. Auch dieser Faktor musste in die Überlegungen mit einbezogen werden. Mit Hilfe aller erhaltenen Informationen und unter Berücksichtigung der vorgegebenen Fixpunkte, konnten in der Folge mehrere Layouts mit möglichen Arbeitsplatzanordnungen erstellt werden.

Um die Beziehungen zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen besser darzustellen, waren neben den Materialmengen auch die Entfernungen zwischen diesen zu ermitteln. Anhand dieser beiden Parameter konnte die Transportleistungszahl bestimmt werden.

Es wurden regelmäßig Layout-Besprechungen mit Betriebsleiter, Meistern und Vorarbeitern durchgeführt, um die aus der Analyse erhaltenen Daten und die daraus entwickelten Layouts mit den Erfahrungen jener Personen abzugleichen, die direkt im Betrieb arbeiten und dementsprechend deren Optimierungspotential am besten beurteilen können.

Nach Festlegung der optimierten Arbeitsplatzanordnung für das Werk Deuchendorf und der angepassten Bereitstellungsflächen, sowie mit der Kenntnis, in welche Betriebsmittel investiert werden müsste, um eine Entflechtung zwischen dem Werk in Kapfenberg und jenem in Deuchendorf zu erreichen, konnten die einzelnen Layoutvarianten entwickelt werden, welche abschließend mit Hilfe einer Nutzwertanalyse bewertet wurden. Im Zuge dieser Bewertung stellte sich heraus, dass Layoutvariante 5 den besten Nutzwert aufweist.

Feststellbar war dabei unter anderem, dass die Errichtung einer Vorformpresse und einer Beizerei im Werk Deuchendorf nötig ist, um eine optimale Verkürzung der Durchlaufzeiten zu erreichen. Durchlaufzeitverkürzungen von bis zu rund 22% wären dadurch möglich. Dem Anhang können unter D1 die Verkürzungen bei den repräsentativen Gesencknummern entnommen werden. Mit einer reinen Neuordnung der vorhandenen Aggregate des Werkes Deuchendorf kann die Durchlaufzeit nicht im selben Ausmaß verkürzt werden. Unterschiedliche Durchlaufzeiten ergeben sich auch aufgrund des breitgefächerten Produktionsprogrammes. Nichts desto trotz kann durch die Investition in die beiden oben genannten Aggregate, die Arbeitsplanung erleichtert und flexibler gemacht werden, da diese nicht mehr von langen Transportwegen abhängig wäre und man auf Änderungen in der Produktion schneller reagieren könnte.

Bis es zu einer konkreten Umsetzbarkeit dieses Layoutkonzeptes kommt, müssen noch weitere Planungsschritte durchgeführt werden. Diverse Angebote für alle Umbauten der Halle und der Maschinen müssen eingeholt und die baulichen Bestimmungen im Detail geprüft werden, welche vor allem für die Beizerei und das Öllager wichtig sind.

Hinsichtlich des Sandstrahlers NEU wurde schon eine erste Begutachtung vor Ort in der Unternehmung mit einem Mitarbeiter der Firma Schmölzer Industrietechnik

vorgenommen. In weiterer Folge muss nun geprüft werden, wie der „Sandstrahler Groß“ nach Kapfenberg überstellt und wie die Errichtung eines neuen in Deuchendorf realisiert werden kann.

Schließlich muss auch für den neuen Vormateriallagerplatz ein passendes Lagerkonzept erstellt oder eine Verringerung des Lagerbestandes angestrebt werden.

Mit dieser Arbeit konnte aufgezeigt werden, dass Rationalisierungspotentiale hinsichtlich der Produktion von Schmiedeteile des Werkes Deuchendorf vorhanden sind. Wichtig ist, dass der Produktionsprozess an die Veränderungen des Absatzmarktes angepasst wird. Dafür muss die Unternehmung einige Umstrukturierungen innerhalb des über die Jahre gewachsenen Betriebes vornehmen, wobei diese Arbeit als Basis für die zukünftigen Detailplanungen dienen soll.

7 Literaturverzeichnis

Aggteleky, B.: Fabrikplanung, Band 2, Betriebsanalyse und Feasibility Studie, München Wien 1982

Arnold, D./Furmans, K.: Materialfluss in Logistiksystemen, 6. erweiterte Auflage, Berlin Heidelberg 2009

Binner, H.F.: Unternehmensübergreifendes Logistikmanagement, München Wien 2002

Böge, A.: Handbuch Maschinenbau – Grundlagen und Anwendung der Maschinenbau-Technik, 19. überarbeitete und erweiterte Auflage, Wiesbaden 2009

Bullinger, H.J./Scheer, A.W.: Service Engineering – Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen, 2. Auflage, Berlin Heidelberg 2006

Gienke, H./Kämpf, R.: Handbuch Produktion – Innovatives Produktionsmanagement: Organisation-Konzepte-Controlling, München 2007

Gronau, N./Lindemann, M.: Einführung in das Produktionsmanagement, Berlin 2010

Gutenberg, E.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, 24. veränderte Auflage, Berlin 1983

Günther, H./Tempelmeier, H.: Produktion und Logistik, 9. aktualisierte und erweiterte Auflage, Berlin Heidelberg 2012

Hachtel, G./Holzbaur, U.: Management für Ingenieure – Technisches Management für Ingenieure in der Produktion und Logistik, Wiesbaden 2010

Institut für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung: IBL/PSM
Wissensbilanz, Graz 2010

Kiener, S. et al.: Produktions-Management – Grundlagen der Produktionsplanung und
–Steuerung, 9. Auflage, Oldenbourg 2009

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

Lutz, U./Galenza, K.: Industrielles Facility Management, Berlin Heidelberg 2004

Magge, J.F./Copacino, W.F./Rosenfield, D.B.: Modern Logistic Management -
Integrating Marketing, Manufacturing and Physical Distribution, New York 1985

Mathar, H.J./Scheuring, J.: Unternehmenslogistik – Grundlagen für die betriebliche
Praxis mit zahlreichen Beispielen–Repetitionsfragen und Antworten, Zürich 2009

Nestler, H.: Materialflussuntersuchung in Fertigungsbetrieben, Düsseldorf 1974

Neumann, K.: Produktions- und Operationsmanagement, Berlin Heidelberg 1996

Pawellek, G.: Produktionslogistik – Planung–Steuerung-Controlling, München 2007

Pawellek, G.: Ganzheitliche Fabrikplanung – Grundlagen–Vorgehensweise–EDV-
Unterstützung, Berlin Heidelberg 2008

Pfohl, H.-Chr.: Betriebswirtschaftliche Grundlagen – 7. korrigierte und aktualisierte
Auflage, Darmstadt 2003

Pfohl, H.-Chr.: Logistikmanagement – Konzeption und Funktionen, 2. überarbeitete
und erweiterte Auflage, Berlin Heidelberg New York 2004

Pfohl, H.-Chr.: Logistiksysteme - Betriebswirtschaftliche Grundlagen, 8. neu bearbeitete und aktualisierte Auflage, Berlin Heidelberg 2010

REFA: Methodenlehre der Betriebsorganisation – Planung und Steuerung Teil 3, München 1991a

REFA: Methodenlehre der Betriebsorganisation – Planung und Steuerung Teil 6, München 1991b

REFA: Methodenlehre der Betriebsorganisation – Planung und Steuerung Teil 2, München 1991c

Schenk, M./Wirth, S.: Fabrikplanung und Fabrikbetrieb – Methoden für die wandlungsfähige und vernetzte Fabrik, Berlin Heidelberg 2004

Schmigalla, H.: Methoden zur optimalen Maschinenanordnung, Berlin 1970

Schneider, H.: Produktionsmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen, Stuttgart 2000

Spur, G./Stöferle, Th.: Handbuch der Fertigungstechnik, Band 6 Fabrikbetrieb, Wien München 1994

Thom, N.: Grundlagen des betrieblichen Innovationsmanagements, 2. Auflage, Königstein/Ts. 1980

Vahrenkamp, R.: Produktionsmanagement, 6. Auflage, München 2008

Weber, W./Kabst, R.: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 6. überarbeitete Auflage, Wiesbaden 2006

Wiendahl, H.-P./Reichardt, J./Nyhuis, P.: Handbuch der Fabrikplanung – Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten, München Wien 2009

Zangemeister, C.: Nutzwertanalyse in der Systemtechnik – Eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen, München 1971

Zäpfel, G.: Strategische Produktions-Management, 2. unwesentlich veränderte Auflage, Oldenbourg 2000a

Zäpfel, G.: Taktisches Produktions-Management, 2. unwesentliche veränderte Auflage, Oldenbourg 2000b

8 Internetquellen-Verzeichnis

<http://www.bohler-forging.com/english/865.php>, Homepage der Böhler Schmiedetechnik GmbH & Co KG, Zugriffsdatum 28.05.2012

<http://www.bohler-forging.com/english/878.php>, Homepage der Böhler Schmiedetechnik GmbH & Co KG, Zugriffsdatum 14.04.2012

<http://www.logistikmethoden.de/abcprinz.gif>, Homepage: hubertbeck-online, Zugriffsdatum: 13.06.2012

<http://www.refa-nordwest.de/regionen-und-bezirke/nordrhein-westfalen/rv-ostwestfalen-lippe/akie/methodendatenbank/methoden-pqr/paarweiser-vergleich.html>, Homepage von refa-nordwest, Zugriffsdatum: 11.06.2012

<http://www.sap.com/germany/solutions/business-process/index.epx>, Homepage der SAP AG, Zugriffsdatum: 30.05.2012

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10009098/AStV%2c%20Fassung%20vom%2025.06.2012.pdf?FassungVom=2012-06-25>, Homepage: Rechtsinformationssystem, Zugriffsdatum: 25.06.2012

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Organigramm der Böhler Schmiedetechnik GmbH & Co KG	2
Abbildung 2: Verteilung des Umsatzes des Geschäftsjahres 2012 auf die vier Produktfamilien	3
Abbildung 3: Strukturteil für Landefahrwerk	4
Abbildung 4: Triebwerksscheibe	4
Abbildung 5: Turbinenschaufel.....	5
Abbildung 6: Ventilspindel für Schiffsdieselmotoren.....	5
Abbildung 7: Umsatzentwicklung von 2000 auf 2012.....	6
Abbildung 8: Zeitlicher Ablauf der Diplomarbeit	8
Abbildung 9: Leistungsbereiche einer Unternehmung.....	10
Abbildung 10: Produktionsmanagement als Regelkreis	11
Abbildung 11: Mögliche Umwelteinflüsse auf das Produktionssystem	13
Abbildung 12: Zusammenhang Produktion und Logistik	18
Abbildung 13: Aufbau und Zusammenwirkung der Unternehmensebenen	19
Abbildung 14: Mögliche Darstellung einer Lorenzkurve	31
Abbildung 15: Kreisdiagramm	34
Abbildung 16: Dreiecksschema.....	35
Abbildung 17: Materialflussschaubild	36
Abbildung 18: Beispiel Transportbeziehungsschema an Hand eines Grundriss-Layouts	37
Abbildung 19: Blockdiagramm für ein Materialflusssystem	41
Abbildung 20: Kooperationsgrad	45
Abbildung 21: Optimierte Arbeitsplatzanordnung in Form einer Strukturgrafik.....	47
Abbildung 22: Blockdiagramm der Handlungsschritte zur Erstellung einer Nutzwertanalyse.....	53
Abbildung 23: Beispiel Standardversion Nutzwertanalyse	54
Abbildung 24: Grundriss des Werkes Deuchendorf	57
Abbildung 25: Aktuelle Arbeitsplatzanordnung des Werkes Deuchendorf.....	60

Abbildung 26: Ausschnitt eines Grundarbeitsplanes	62
Abbildung 27: ABC-Analyse (Lorenzkurve für repräsentative Formpressteile).....	64
Abbildung 28: Übersicht über die Produktionsabläufe.....	67
Abbildung 29: Mengenübersicht (Stück pro Jahr und Stück pro Tag)	71
Abbildung 30: Prozentuale Verteilung der Mengen auf repräsentative Gesencknummern (schematische Darstellung)	74
Abbildung 31: Materialflussbeziehungen Ist-Situation	79
Abbildung 32: Fixpunkte für weitere Layoutplanung.....	81
Abbildung 33: Gespiegelte Transportmatrix	84
Abbildung 34: Anordnungsoptimierung der Arbeitsplätze (Grüne Wiese)	86
Abbildung 35: Anordnungsoptimierung Arbeitsplätze (Grüne Wiese) – Bereichsabgrenzung	87
Abbildung 36: Blockdiagramm Umbau	89
Abbildung 37: Blockdiagramm Zubau.....	90
Abbildung 38: Vormateriallager	93
Abbildung 39: Wegalternative B	102
Abbildung 40: Layout 5.....	108
Abbildung 41: Sandstrahler Groß	109
Abbildung 42: Layout 6.....	111
Abbildung 43: Layout 7.....	113
Abbildung 44: Variante 1 (grobtes Reallayout)	E 1
Abbildung 45: Variante 2 (grobtes Reallayout)	E 2
Abbildung 46: Variante 3 (grobtes Reallayout)	E 3
Abbildung 47: Variante 4 (grobtes Reallayout)	E 4
Abbildung 48: Variante 5 (grobtes Reallayout)	E 5
Abbildung 49: Variante 6 (grobtes Reallayout)	E 6
Abbildung 50: Variante 7 (grobtes Reallayout)	E 7

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abgeleitete Produktionsstrategien aufgrund Strategietypen.....	15
Tabelle 2: Ziele Produktionslogistik.....	22
Tabelle 3: Beispiel für eine Transportmatrix.....	34
Tabelle 4: Beispiel einer Rechentabelle für das modifizierte Dreiecksverfahren nach Schmigalla.....	46
Tabelle 5: Mögliche Bewertungskriterien zur Durchführung einer Nutzwertanalyse.....	51
Tabelle 6: Beispiel Paarweiser Vergleich.....	52
Tabelle 7: Gesencknummern der betrachteten Formpressteile.....	65
Tabelle 8: Mengen (Stück pro Tag) bezogen auf Produktfamilien.....	73
Tabelle 9: Durchschnittliche Tagesmengen der repräsentativen Gesencknummern.....	77
Tabelle 10: Transportmatrix Ist-Situation.....	78
Tabelle 11: Gegenüberstellung der Varianten Zubau und Umbau.....	91
Tabelle 12: Flächenermittlung.....	96
Tabelle 13: Flächenbestimmung für zentrale Instandhaltung.....	97
Tabelle 14: Flächenbestimmung der Transportwege.....	97
Tabelle 15: Wegebeziehung zwischen den Arbeitsplätzen.....	103
Tabelle 16: Transportleistungszahlen der einzelnen Arbeitsplatzbeziehungen.....	105
Tabelle 17: Einsparungspotentiale der einzelnen Varianten in Prozent.....	106
Tabelle 18: Kostenübersicht für die drei Varianten.....	114
Tabelle 19: Paarweiser Vergleich der technischen Unterkriterien.....	120
Tabelle 20: Zielwertmatrix.....	120
Tabelle 21: Spezielle Gesencknummern der Triebwerksscheiben.....	B 1
Tabelle 22: Rechentabelle für das modifizierte Dreiecksverfahren nach Schmigalla ..	C 1
Tabelle 23: Durchlaufzeitverkürzung der repräsentativen Gesencknummern.....	D 1

11 Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AK	Ausgangskontrolle
AP	Arbeitsplatz
BF	Bereitstellungsflächen
BO	Bohrerei
CP	Checkpoint
DR	Dreherei
EK	Eingangskontrolle
FPT	Formpressteile
FR	Fräserei
G	Anzahl der Maschinengruppen in der betrachteten Produktionseinheit
G_i	Anzahl der Maschinengruppen, mit denen Maschinengruppe i unmittelbar in Verbindung steht
GJ	Geschäftsjahr
GN	Gesenknummer
h	Stunde
HP	Hydraulische Presse
k_i	Anzahl der Maschinen, mit denen Maschine i unmittelbar in Verbindung steht
LA	Lager
LSM	Langschmiedemaschine
m	Anzahl der Maschinen in der betrachteten Produktionseinheit
MO	Montage
NTS	Normalgeschmiedete Turbinenschaufeln
PTS	Präzisionsgeschmiedete Turbinenschaufeln

PQ	Produkt Quantum
RSU	Regelmäßig, Saisonal, Unregelmäßig
SAP	System, Anwendung, Produkte (Anbieter von Business-Softwarelösungen)
SP	Spindelpresse
TLZ	Transportleistungszahl
TPE	Pressenteile Kapfenberg Endfertigung
TPH	Hammerschmiede Kapfenberg
TPP	Pressenfertigung Deuchendorf
TS	Turbinenschaufel
TWS	Triebwerksscheiben
VF	Vorformaggregat (Vorformpresse)
WBH	Wärmebehandlungsöfen
WP	Wärmebehandlung Presse
χ ...	Kooperationsgrad
χ_G ...	Kooperationsgrad der Maschinengruppen

12 Formelverzeichnis

Formel 1: Transportleistungszahl	40
Formel 2: Kooperationsgrad	43
Formel 3: Kooperationsgrad Werkstattstruktur	44
Formel 4: Kooperationsgrad Maschinengruppen	44
Formel 5: Prozentuale Aufteilung der Gesencknummernmengen.....	75
Formel 6: Kooperationsgrad der Praxisbetrachtung	83

Anhang A: Datengrundlage für ABC-Analyse

Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5
Gesenknummer	Teilebeschreibung	Sücke je GN für GJ 2013	GesNr. Kumuliert	Stücke kumuliert
8292-00	8292, V132, Main Track B777,BoeS/AscoC.	1889	1	1889
8433-00	8433,ex8286,L531,Track 1,A320,PAGAugsb,D	1445	2	3334
4261-02	4261,Opt,N701,LwrSparChordB737,Spir/Brit	1127	3	4461
8291-00	8291, V132, Main Track B777,BoeS/AscoC.	1109	4	5570
Z8207-00	8207-1,L334, Beam Support, PMW / 1	1084	5	6654
8447-00	8447,L531,Access Door B787,MHI	1078	6	7732
4262-02	4262,Opt,N701,LwrSparChordB737,Spir/Brit	984	7	8716
4260-03	4260,Opt,N701,AftUpperSparB737,Spir/Triu	978	8	9694
4259-03	4259,Opt,N701,AftUpperSparB737,Spir/Triu	977	9	10671
Z8064-01	8064,L529,Hanger Assy, Boeing,Halbfabri;	973	10	11644
8443-00	8443,V132,Track 4+5+7+11, B787, Asco	728	11	12372
8050-00	8050,L531,Hirondelle, A320,AirbusFrance	668	12	13040
8051-00	8051,L531,Hirondelle,Airbus F; A320	667	13	13707
8126-00	8126,-502,L334,Beam Aft Eng.Mt.,A320/PMW	661	14	14368
8125-00	8125,-501,L334,Beam Aft Eng.Mt.,A320/PMW	639	15	15007
Z8146-00	8146,L531,Track 1,EADS	620	16	15627
8400-00	8400,L334,Link Fales.,Tr.700,SAM/RR	598	17	16225
Z8185-XX	8185,L334,Support,SAM	594	18	16819
8028-00	8028,L531,Innenhülse,Eurocopter	589	19	17408
8280-00	8280, L334,LinkFailSafe,Trent700,RR/SAM	582	20	17990
Z8084-00	8084,L531,Hanger Fit.As.Fwd.E.M.,Boeing	515	21	18505
8265-01	8265,L533,age Outbd. Flap, B737, Asco	513	22	19018
8445-00	8445,V132,Track 8+9+10,B787,Asco	508	23	19526
Z8075-00	8075,L531,Fan Case,Boeing,Halbfabrikat,	501	24	20027
8266-01	8266, L533, CarriageOutbd., B737,Asco	494	25	20521
8268-01	8268, L533, Carriage Innbd.,B737,Asco	492	26	21013
8267-01	8267, L533,Carr. Innbd. Flap, B737, Asco	492	27	21505
Z8041-00	8041,L531,Lower Fitting,Casa	481	28	21986
Z8040-00	8040, L531, Fitting,CASA	441	29	22427
8556-00	8556,L531,Door Surround B787,Spirit	416	30	22843
8251-00	8251, L540, Lame, Eurocopter F	408	31	23251
8345-00	8345,VB,L531,Frame 4&5 Pyl.190,Emb	398	32	23649
8290-00	8290, V132, Main Track B777,BoeS/AscoC.	392	33	24041
8506-00	8506, L531,Rail,Main 2-Track Sup. EMB190	386	34	24427
8603-00	8603-00,V358,A330,Nervure12,AirbusF	384	35	24811
Z8560-XX	8560,L531,Forging,LH+RH,Alenia, IT-4Fach	380	36	25191
8315-00	8315,L533,UpperHubV22,Lord	349	37	25540
8505-00	8505, L531,Rail,Main 2-Track Sup. EMB190	348	38	25888
8336-00	8336,VB,L531,Frame 7 Pyl.,190,Emb/WMI	319	39	26207
8278-01	8278-01,L531,UppSpigot,A380,(EA),AirbusF	314	40	26521

Z8308-XX	8308,VB-001,L531,Fitt.Spar1Emb190, 2F	300	41	26821
8589-00	8589,L533,FittingStringerB777,Boe/GKN	288	42	27109
8256-00	8256,VB,L531,Front Eng.Mt. BR710,RR/SAM	286	43	27395
8389-00	8389,L531,FwdTrunnionLwr.B787-8,ShinM	280	44	27675
8133-00	8133,N701,Attache Avt.N1 ,A330, Airbus F	278	45	27953
8524-02	8524-02,L531,Fitting,G6,SpiTul	276	46	28229
8601-00	8601,L382, Shroud Mount, PW1000,VOLVO	272	47	28501
8337-01	8337,VB,L531,Fitt.Aft Link,190,Emb Dopp	268	48	28769
8592-00	8592,L533,Fitting Rear SparB777,Boe/GKN	264	49	29033
8591-00	8591,L533,Fitting Rear SparB777,Boe/GKN	256	50	29289
Z8334-XX	8334,VB-001,L531,Fitt.Link Emb190,KHI 4F	254	51	29543
8442-00	8442,V132,Track 12,B787,Asco	250	52	29793
8469-01	8469,GÄ,L531,YokeF7X,Lord/MGP	246	53	30039
8080-00	8080,L533,Rear Spar B777,BoeingA	246	54	30285
8581-00	8581,N701,UprSparChord,B787GE,Spirit	243	55	30528
8590-00	8590,L533,FittingStringerB777,Boe/GKN	242	56	30770
8522-02	8522-02, L531,Fitting,G6,SpiTul	227	57	30997
Z8249-00	8249,L531,Track Assy, Boeing	224	58	31221
8209-00	8209,L531, Ferrure N9D, Airbus F;A380	223	59	31444
8343-00	8343,VB,L531,Frame 8 Pyl.190,Emb	222	60	31666
Z8333-XX	8333,VB-001,L531,Fitt.Link Emb190, 4F	214	61	31880
8440-00	8440,V132,Track 14,B787,Asco	208	62	32088
8627-00	8627,N400,Pelton Coca Codo,Andritz Hydro	206	63	32294
8388-00	8388,L531,OutbdVertTrunn.B787-8,ShinM	202	64	32496
8076-00	8076,L533,Front Spar B777,BoeingA	202	65	32698
8134-00	8134,N701,Attache Avt. N1,A330, Airbus F	201	66	32899
8444-00	8444,V132,Track 6,B787,Asco	200	67	33099
8356-00	8356,VB,L531,Frame 12 Pyl.,190,Emb	196	68	33295
8211-00	8211,L531,PelleGauche,AirbusF; A380	196	69	33491
8081-00	8081,L533,RearSparExternal B777,BoeingA	196	70	33687
Z8309-XX	8309,VB-001,L531,Fitt.Spar2 Emb190,2F	194	71	33881
8289-00	8289, V132, Main Track B777,Boes/AscoC.	192	72	34073
8183-00	8183,L334,Bracket Trent700,RR/SAM	188	73	34261
8208-00	8208,L531, Ferrure N9D, Airbus F; A380	186	74	34447
8450-00	8450, L529,Fwd Eng.Mt. B787RR,BoeingP	182	75	34629
8184-00	8184,GET.,L334,Bracket Trent700,RR/SAM	181	76	34810
Z8310-XX	8310,VB-001,L531,Oubd.LinkEmb190, 4F	178	77	34988
8515-02	8515-02,L531,Side Brace Ftg.,G6,SpiTul	173	78	35161
8596-00	8596,L531,Wing B787,Alenia, IT	172	79	35333
8212-00	8212,L531, Pelle Droit, Airbus F; A380	172	80	35505
8446-00	8446,V132,Track 3,B787,Asco	171	81	35676
Z8311-XX	8311,VB-001,L531,Oubd.Link Emb190,4F	170	82	35846
Z8448-XX	8448,L531,Vent Scoop Door B787,MHI	168	83	36014
8398-00	8398,T552,Rear Mt. Beam BR710,SAM/RR	168	84	36182
8213-00	8213,L531,Nervure 7(RR),Airbus F; A380	166	85	36348

8210-00	8210,L531, Nervure14avant,AirbusF;A380	166	86	36514
8194-00	8194,VB,L540,RailOutbd.M.,E170	164	87	36678
8441-00	8441,V132,Track 13,B787,Asco	162	88	36840
8242-00	8242,L531,Lower Chord B747,PMW	160	89	37000
8217-00	8217,L531,Nerv.14,FailSafe,Airbus F;A380	152	90	37152
8514-02	8514-02,L531,Side Brace Ftg.,G6,SpiTul	149	91	37301
8193-00	8193,VB,L540,RailOutbd.,E170	144	92	37445
8387-00	8387,L531,OutbdVertTrunn.B787-8,ShinM	142	93	37587
8339-01	8339-01,VB,N701,HingeFanCowl,190,Emb	140	94	37727
8259-00	8259, L531,Upper Tee Fitting,F7X,CASA	140	95	37867
Z8121-00	8121,V135,Caisson,Héroux,Halbfabrikat,	134	96	38001
8246-00	8246, L531, Central 4T, Lower,A380, ICSA	134	97	38135
8258-00	8258, L531,Lower Tee Fitting, F7X,CASA	132	98	38267
8535-00	8535, L531, GulfstreamGV, Asco	130	99	38397
8420-01	8420-01,VB,N701,Spar Lwr RH,190,Emb	130	100	38527
8354-00	8354,L531,VB,Frame 10 Pyl.190,Emb	130	101	38657
8072-02	8072,L533,FittingFrontSparB777,Boe/GKN	129	102	38786
8229-00	8229, L531, Central 2T Lower, A380, ICSA	128	103	38914
8386-01	8386,GÄ,L531,MLGSideLoadFtgB787-8,ShinM	126	104	39040
8364-00	8364,L531,POST X11445,EFA Typhoon,BAE,UK	124	105	39164
8302-00	8302,VB,L540,RailOutbd.Main,EMB170	124	106	39288
8303-00	8303,VB,L540,RailOutbd.Main,EMB170	122	107	39410
8245-00	8245,L531,Central 3T Lower, A380, ICSA	122	108	39532
8516-01	8516,L531,Sponson Ftg Aft,G6,SpiTul	121	109	39653
8582-00	8582,N701,UprSparChord,B787RR,Spirit	120	110	39773
8577-00	8577,L334,FroHalf,AftBeam,SaM146,Aircell	120	111	39893
8546-00	8546,L529,Aft Eng.Mt. B747-8, BoeingP	116	112	40009
8340-01	8340-01,VB,N701,HingeFanCowl,190,Emb	115	113	40124
8355-00	8355,VB,L531,Frame 11 Pyl.190,Emb	114	114	40238
Z8559-XX	8559,L531,Forging,RH+LH,Alenia, IT-4Fach	112	115	40350
8300-00	8300,VB,L540,RailOutbd.Main,EMB170	112	116	40462
8539-00	8539, L531, GulfstreamGV, Asco	110	117	40572
8523-02	8523-02,L531,Fitting,G6,SpiTul	110	118	40682
8344-01	8344-01,VB,L531,Frame 6 Pyl.190,Emb	110	119	40792
8342-00	8342,VB,L531,Frame 9 Pyl.190,Emb	109	120	40901
8071-02	8071,L533,FittingFrontSparB777,Boe/GKN	108	121	41009
8587-00	8587,L533,FittingRearSparB777,Boe/GKN	107	122	41116
8533-00	8533, L531, GulfstreamGV, Asco	106	123	41222
8510-00	8510,L531,FwdMountB/H,B747-8,Asco	106	124	41328
8421-01	8421-01,VB,N701,Spar Lwr LH,190,Emb	106	125	41434
8073-00	8073,L533,RearSparTerminal B777,BoeingA	103	126	41537
8244-00	8244, L533, Central 4T Upper, A380, ICSA	102	127	41639
8536-00	8536, L531, GulfstreamGV, Asco	101	128	41740
8557-00	8557,L531,Eng.Mt.Fwd.G6,Gulfstr./NexTec	100	129	41840
8512-01	8512,L531,Spons.Beam Inbd,G6,SpiTul	100	130	41940

8385-01	8385,GÄ,L531,MLGSideLoadFtgB787-8,ShinM	100	131	42040
8306-00	8306,L540, MLG Cylinder,ELEB, BR	100	132	42140
8532-00	8532, L531, GulfstreamGV, Asco	96	133	42236
8517-01	8517,L531,Sponson Ftg Aft,G6,SpiTul	96	134	42332
8275-00	8275,N701,Aft.Eng.Mt G.4,Gulfstr./Thayer	96	135	42428
8105-00	8105,VB,L334,Lower Fitting B747+767,BoeP	96	136	42524
8534-00	8534, L531,GulfstreamGV, ASCO	93	137	42617
8588-00	8588,L533,FittingRearSparB777,Boe/GKN	92	138	42709
8583-00	8583,N701,UprSparChord,B787RR,Spirit	92	139	42801
8449-00	8449, L531,Fwd Eng.Mt. B787GE, BoeingP	92	140	42893
8335-00	8335, N404, Partie Basse Soudee, MBDA, F	92	141	42985
8231-00	8231,L531,Inner Front Fitting, A380,ICSA	92	142	43077
8243-00	8243,L533, Central 3T Upper, A380, ICSA	90	143	43167
8228-00	8228, L531, Central 1T Lower, A380, ICSA	90	144	43257
8135-03	8135-03,N719,CRJ,C.Box,Screwjack,Bombard	88	145	43345
8144-00	8144,L531,Eng.Mt.Fwd.G.5,Gulfstr./NexTec	87	146	43432
8520-01	8520-01,N709, Pivot Fitt. G6, Fokker, NL	84	147	43516
8392-00	8392,V132,NH90, Trailingarm,Fokker LG,NL	84	148	43600
8222-00	8222, L540, Sleeve, Eurocopter France	84	149	43684
8538-00	8538, L531, GulfstreamGV, Asco	78	150	43762
8301-00	8301,VB,L540,RailOutbd.Main EMB170	78	151	43840
8558-00	8558-00,L531,B787,Wing Spl, Alenia, IT	76	152	43916
8295-00	8295, N709, ERJ170 Bulkhead 7,Emb.	74	153	43990
Z8060-00	8060,N709,Rear Beam Pivot F.,Fokker	73	154	44063
8601-98	8601-98,L334, Shroud Mount, PW1000,VOLVO	73	155	44136
8214-00	8214,L531,Nervure 7 (EA), Airbus F; A380	73	156	44209
Z8572-XX	8572, L531, Gousset, LH,A350, Airbus F	72	157	44281
8458-00	8458,L531,PivotFtgOutbd.LH,B787-8,Moreg	63	158	44344
8457-00	8457,L531,PivotFtgInbd.RH,B787-8,Moreg	63	159	44407
8576-00	8576,L334,AftHalf,AftBeam,SaM146,Airce	62	160	44469
8461-00	8461,L531,TerminalFtg.RH,B787-8,Moreg	62	161	44531
8460-00	8460,L531,TerminalFtg.LH,B787-8,Moreg	62	162	44593
8459-00	8459,L531,PivotFtgOutbd.RH,B787-8,Moreg	62	163	44655
8274-00	8274,N701,Fwd.Eng.Mt G.4,Gulfstr./Thayer	62	164	44717
8456-00	8456,L531,PivotFtgInbd.LH,B787-8,Moreg	61	165	44778
8138-00	8138,L531,Rib Inboard,Ruag	60	166	44838
8618-00	8618,L531,HorizontalStab.B787-9,Boeing	58	167	44896
8549-00	8549,L531,Inbd Inbd RH B747-8, BoeiP/PMW	58	168	44954
8537-00	8537, L531, GulfstreamGV, Asco	58	169	45012
8287-00	8287, L531, Rib Sponson, Asco	58	170	45070
8619-00	8619,L531,HorizontalStab.B787-9,Boeing	56	171	45126
8376-00	8376, N709, EMB170 Bulkhead 9, Emb	55	172	45181
8612-00	8612,L540,Inbd Beam,Lord	50	173	45231
8547-00	8547,L531,Inbd Outbd RH B747-8, BoeP/PMW	49	174	45280
8550-00	8550,L531,Inbd Inbd LH B747-8, BoeP/PMW	48	175	45328
8227-00	8227, L531, Rear T Lower, A380, ICSA	48	176	45376

8296-00	8296, N709, ERJ170 Bulkhead 8, Emb.	47	177	45423
8247-00	8247, L531, Inner Rear Fitting, A380, ICSA	47	178	45470
8288-00	8288, L531, Rib Sponson, Asco	46	179	45516
8257-00	8257, L531, Trimm Fitting, Falcon, CASA	46	180	45562
8294-00	8294, N709, ERJ170 Bulkhead 6, Emb.	45	181	45607
8569-00	8569, L334, Center Wedge, A350, Figeac Aero, F	44	182	45651
8230-00	8230, L531, Front T Lower, A380, ICSA	44	183	45695
8155-00	8155, VB, L334, Fails Link GE90X, GE/Sam/UniSu	44	184	45739
8340-00	8340, VB, N701, Hinge Fan Cowl, 190, Emb	43	185	45782
Z8107-00	8107, L334, Upper Fitting, Boeing	42	186	45824
8602-00	8602, L531, EH101 Eng. Mt. Beam, Lord/MGP	42	187	45866
8571-01	8571, L334, Rear Mount Block, TXWB, RR, SAM	42	188	45908
8554-00	8554, L531, Outbd Inbd LH B747-8, BoeP/PMW	42	189	45950
8551-00	8551, L531, Outbd Outbd RH B747-8, BoeP/PMW	42	190	45992
8319-00	8319, N701, Chord Lwr Spar B767GE, BoeW/PreM	42	191	46034
8232-00	8232, L531, Inner Rear Fitting, A380, ICSA	42	192	46076
8573-01	8573, L531, Front Mount Block, TXWB, RR, SAM	41	193	46117
8570-00	8570, L334, Rear Wedge, A350, Figeac Aero, F	41	194	46158
8553-00	8553, L531, Outbd Inbd RH B747-8, BoeP/PMW	39	195	46197
8226-00	8226, L533, Front T Upper, A380, ICSA	39	196	46236
8225-00	8225, L533, Central 2T Upper, A380, ICSA	39	197	46275
8223-00	8223, L533, Rear T Upper, A380, ICSA	39	198	46314
Z8255-XX	8255, L531, Fitting Lower (EMB170), Emb. 4F	38	199	46352
8224-00	8224, L533, Central 1 Tear Upper, A380, ICSA	37	200	46389
8337-00	8337, VB, L531, Fitt. Aft Link, 190, Emb Dopp	36	201	46425
8607-00	8607, L334, Aft. Beam, CRJ, SAM, GR	35	202	46460
8574-01	8574, L334, RrMnt Clevis Block, TXWB, RR, SAM	35	203	46495
Z8254-XX	8254, L531, Fitting Lower (EMB170), Emb. DO	34	204	46529
8548-00	8548, L531, Inbd Outbd LH B747-8, BoeP/PMW	33	205	46562
8642-00	8642, L382, Hub Section, PW1000G, Volvo	32	206	46594
8552-00	8552, L531, Outbd Outbd LH B747-8, BoeP/PMW	32	207	46626
8621-00	8621, L531, Horizontal Stab. B787-9, Boeing	31	208	46657
8620-00	8620, L531, Horizontal Stab. B787-9, Boeing	31	209	46688
8617-00	8617, L531, Horizontal Stab. B787-9, Boeing	31	210	46719
8616-00	8616, L531, Horizontal Stab. B787-9, Boeing	31	211	46750
8615-00	8615, L531, Horizontal Stab. B787-9, Boeing	31	212	46781
8614-00	8614, L531, Horizontal Stab. B787-9, Boeing	31	213	46812
8568-00	8568, L334, Front Wedge, A350, Figeac Aero, F	30	214	46842
8139-00	8139, L531, Rib Outboard, Ruag	30	215	46872
8509-00	8509, L531, J1-E1 Frame, B787, Spirit/Tect	28	216	46900
8114-00	8114, L334, Eng. Mt. Aft, Trt500/A340, RR/SAM	28	217	46928
8318-00	8318, N701, Chord Lwr Spar B767GE, BoeW/PreM	27	218	46955
Z8252-XX	8252, L531, Fitting Lower (EMB170), Emb. 2D	26	219	46981
8378-00	8378, L531, IPC Stage 1, TP400, MTU	26	220	47007
8140-00	8140, L531, Forward Spar, Ruag Doppelstück	26	221	47033
8610-00	8610, L334, Left Mt. Link CF6, GE/AIDC	25	222	47058

8643-00	8643,L382,Tube Shroud,PW1000G, Volvo	24	223	47082
8623-00	8623,L531,OutbdVertFtgB787-9,ShinM	24	224	47106
8352-00	8352,L531,NacelleBKTH left, A400M,AirbUK	24	225	47130
Z8253-XX	8253,L531,Fitting Lower (EMB170), Emb.4f	22	226	47152
8625-00	8625,L531,FwdTrunnionB787-9,ShinM	22	227	47174
8613-00	8613,L531,HorizontalStab.B787-9,Boeing	20	228	47194
8604-00	8604,15-5PH,Front Yoke,Learjet,Aircelle	20	229	47214
8595-00	8595,L531,Lower Chord Center,B787-9,KAL	20	230	47234
8594-00	8594, L531, Lower Chord RHS, B787-9, KAL	20	231	47254
8593-00	8593, L531, Lower Chord LHS, B787-9, KAL	20	232	47274
8586-00	8586, L531, Side Fitting RH, B787-9, KAL	20	233	47294
8585-00	8585, L531, Side Fitting LH, B787-9, KAL	20	234	47314
8530-00	8530, N701, Sleeve, KAI	20	235	47334
8545-00	8545, L531, Trust Link Pylon, P30, IAI	18	236	47352
8419-00	8419, L533, Fitting, CASA, A400M	18	237	47370
8353-00	8353,L531,NacelleBKTH right,A400M,AirbUK	18	238	47388
8351-00	8351,L531,NacelleBKTH right,A400M,AirbUK	18	239	47406
8141-00	8141,L531,Aft Spar,Ruag-Doppelstück	18	240	47424
8639-00	8639,Lower Spar,A320neo,N701,AirbusF	17	241	47441
8638-00	8638,ForwardUpperSpar,A320neo,N701,AirF	17	242	47458
8606-00	8606, L334,Aft. Beam,MRJ, SAM, GR	17	243	47475
8348-00	8348,L531,NacelleBKTFleft,A400M,AirbUK	17	244	47492
Z8418-XX	8418, L533, Tee Upper RS, Casa, A400M	16	245	47508
8637-00	8637,V132,Track 14,B787-9,Asco	16	246	47524
8636-00	8636,V132,Track 13,B787-9,Asco	16	247	47540
8635-00	8635,V132,Track 12,B787-9,Asco	16	248	47556
8634-00	8634,V132,Track 11,B787-9,Asco	16	249	47572
8633-00	8633,V132,Track 9,B787-9,Asco	16	250	47588
8632-00	8632,V132,Track 7,B787-9,Asco	16	251	47604
8631-00	8631,V132,Track 6,B787-9,Asco	16	252	47620
8630-00	8630,V132,Track 5,B787-9,Asco	16	253	47636
8629-00	8629,V132,Track 4,B787-9,Asco	16	254	47652
8628-00	8628,V132,Track 3,B787-9,Asco	16	255	47668
8641-00	8641,L382,Mount+Failsafe,PW1000G, Volvo	15	256	47683
8640-00	8640,V132,Trailing Arm, AW 149,Liebherr	13	257	47696
Z8417-XX	8417, L533, Tee Lower FS, Casa, A400M	12	258	47708
8624-00	8624,L531,OutbdVertFtgB787-9,ShinM	12	259	47720
8609-00	8609,L531,Flex-T left,B787-9,FHI	11	260	47731
8608-00	8608,L531,Flex-T right,B787-9,FHI	11	261	47742
Z8416-XX	S8416, L533, Tee Upper FS, Casa, A400M	10	262	47752
8597-00	8597,L531,A350,Interm.GearBeam,Airbus,Fr	10	263	47762
8580-00	8580,V132,PistonAxleMLG,CSeries,Liebherr	10	264	47772
8516-02	8516-02,L531,Sponson Ftg Aft,G6,SpiTul	10	265	47782
8307-00	8307,L540, NLG Cylinger, ELEB, BR	10	266	47792
8598-00	8598,L531,A350,Interm.GearBeam,Airbus,Fr	8	267	47800
8350-00	8350,L531,Nacelle BKTG left,A400M,AirbUK	8	268	47808

Z8645-00	8645,VB,L531,UnderwingFtg.B737/BoeA	5	269	47813
8644-00	8644,L334,Hub MRJ,PW1000G, Volvo	5	270	47818
8403-00	8403,L531,Envelope Fitting,A400M,Airb.F	4	271	47822
8402-00	8402,L531,EnvelopeFitting,A400M,Airb.Fra	4	272	47826
8520-99	8520-99,N709, Pivot Fitt. G6, Fokker, NL	3	273	47829
8517-02	8517-02,L531,Sponson Ftg Aft,G6,SpiTul	1	274	47830

Anhang B: Gesencknummern der Triebwerksscheiben

Die Gesencknummern der Triebwerksscheiben beginnen in der Regel mit einer 6. Es gibt aber Ausnahmen, bei denen sie mit einer 8 beginnen. Das war bei der Analyse der Excel-Dokumente sehr wichtig, da diese Gesencknummern bei der Betrachtung der Formpressteile (normalerweise mit 8 beginnend) und der Triebwerksscheiben (normalerweise mit 6 beginnend) gesondert betrachtet werden mussten, um die Stückzahlen der einzelnen Produktfamilien zu bestimmen. Nachfolgend sind die Triebwerksscheiben, die mit einer 8 beginnen, aufgelistet:

8123	8067 / 7	8120 / 2	8158/2	8191 / 1	8269+8272	8380/1
8066 / 1	8067 / 8	8123 / 1	8162/1	8191 / 2	8272/1	8380/2
8066 / 10	8067 / 9	8123 / 2	8162/2	8197 / 1	8272/2	8382/1
8066 / 2	8104 / 1	8129/1	8163 / 1	8197 / 2	8316/1	8383/1
8066 / 4	8115/1	8129/2	8163 / 2	8216 / 1	8316/2	8383/2
8066 / 5	8115/2	8148 / 1	8164 / 1	8216 / 2	8316/3	8396/1
8066 / 6	8115/4	8148 / 2	8164 / 2	8248 / 1	8320/2	8396/3
8066 / 8	8117/1	8149 / 1	8164 / 3	8248 / 2	8322/1	8434/1
8066 / 9	8117/2	8149 / 2	8165 / 1	8260 / 1	8322/2	8434/2
8067 / 1	8118 / 1	8149 / 3	8165 / 3	8260 / 2	8331/1	8490/2
8067 / 10	8118 / 2	8150 / 1	8165 / 3	8260 / 3	8359/1	8493/1
8067 / 10	8118 / 3	8150 / 2	8166 / 1	8261 / 1	8359/2	8493/2
8067 / 10	8118 / 4	8150 / 3	8166 / 2	8261 / 2	8360/1	8494/1
8067 / 2	8118 / 4	8156 / 1	8167 / 1	8262 / 1	8360/2	8494/2
8067 / 4	8120 / 1	8156 / 2	8167 / 2	8262 / 3	8363/1	8497/2
8067 / 5	8120 / 1	8156 / 3	8168 / 1	8263 / 2	8363/2	8504/2
8067 / 6	8120 / 2	8158/1	8168 / 2	8264 / 1	8363/3	

Tabelle 21: Spezielle Gesencknummern der Triebwerksscheiben

Anhang C: Rechentabelle für Dreiecksverfahren nach Schmigalla

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		4809	4870	4878(2)	4965	4830	4840*	4974	4828	4878	4876**	4874	4878-00	4878-01
1	Eingangsprüfung	4809	304		2									
2	Ablängen auf Stöckelgew.	4870		206	24	101	41	24		26				
3	Stöckel bzw. Vormaterial schleifen	4878			42	126	21	8		9				
4	Vorformpresse	4965				8	17			23				
5	LSM	4830					41			22	88			
6	Pressen (BF) *) (4835, 4835WBH)	4840*						50	172	525	338	27		13
7	Beizerei	4974							17	209	363		17	207
8	WBH	4828								2	158	16		37
9	Adjustage	4878									188		44	22
10	Sandstrahler **) (4876-00, 4876-01)	4876**												25
11	Gratsägen	4874												
12	Maßkontrolle (Laser)	4878-00												2
13	TPP Ausgang	4878-01												
	4840		41	21	17	41		50	172		338	27		13
	4878		26	9	23	22		209	2		188		44	22
	∑		67	30	40	63		259	174		526	27	44	35
	4876					88		363	158					25
	∑		67	30	40	151		622	332			27	44	60
	4974		24	8					17				17	207
	∑		91	38	40	151			349			16	61	37
	∑		91	38	40	151						43	61	304
	4878-01												2	
	∑		91	38	40	151						43	63	
	4830		101	126	8									
	∑		192	164	48							43	63	
	4870	304		200	24									
	∑	304		364	72							43	63	
	4878(2)				42									
	∑	304			114							43	63	
	4809				2									
	∑				116							43	63	
	4965													
	∑											43	63	
	4878-00													
	∑											43		
	4874													

LSM Langschmiedemaschine
 TPP Werk Deuchendorf
 WBH Wärmebehandlung

Tabelle 22: Rechentabelle für das modifizierte Dreiecksverfahren nach Schmigalla

Anhang D: Durchlaufzeitverkürzung der repräsentativen Gesenknummern

Gesenknummer repräsentative Produkte	Anzahl Transporte TPP nach TPH und TPH nach TPP	Durchlaufzeitverkürzung in Stunden pro produzierte Charge	Gesenknummer repräsentative Produkte	Anzahl Transporte TPP nach TPH und TPH nach TPP	Durchlaufzeitverkürzung in Stunden pro produzierte Charge
z8207-00	2	48	z8075-00	2	48
4260-03	4	96	8251-00	2	48
8050-00	4	96	8506-00	2	48
z8146-00	4	96	z8308-xx	2	48
8265-01	4	96	8337-01	2	48
8556-00	2	48	z8334-xx	2	48
8603-00	4	96	8469-01	2	48
8278-01	4	96	z8249-00	2	48
8589-00	4	96	8596-00	2	48
8080-00	2	48	8242-00	2	48
8522-02	2	48	8259-00	2	48
8209-00	2	48	8246-00	2	48
8076-00	4	96	8345-00	2	48
8211-00	2	48	z8560-xx	4	96
8256-00	4	96	8315-00	2	48
8133-00	4	96	8389-00	2	48
8336-00	4	96	8356-00	2	48
8213-00	4	96	8217-00	2	48
8343-00	4	96	8194-00	2	48
8184-00	2	48	8256-00	2	48
8433-00	4	96	5333-01	6	144
8447-00	2	48	5377-01	8	192
8126-00	2	48	8360-01	2	48
8400-00	2	48			

Tabelle 23: Durchlaufzeitverkürzung der repräsentativen Gesenknummern

Anhang E: Grobe Reallayouts

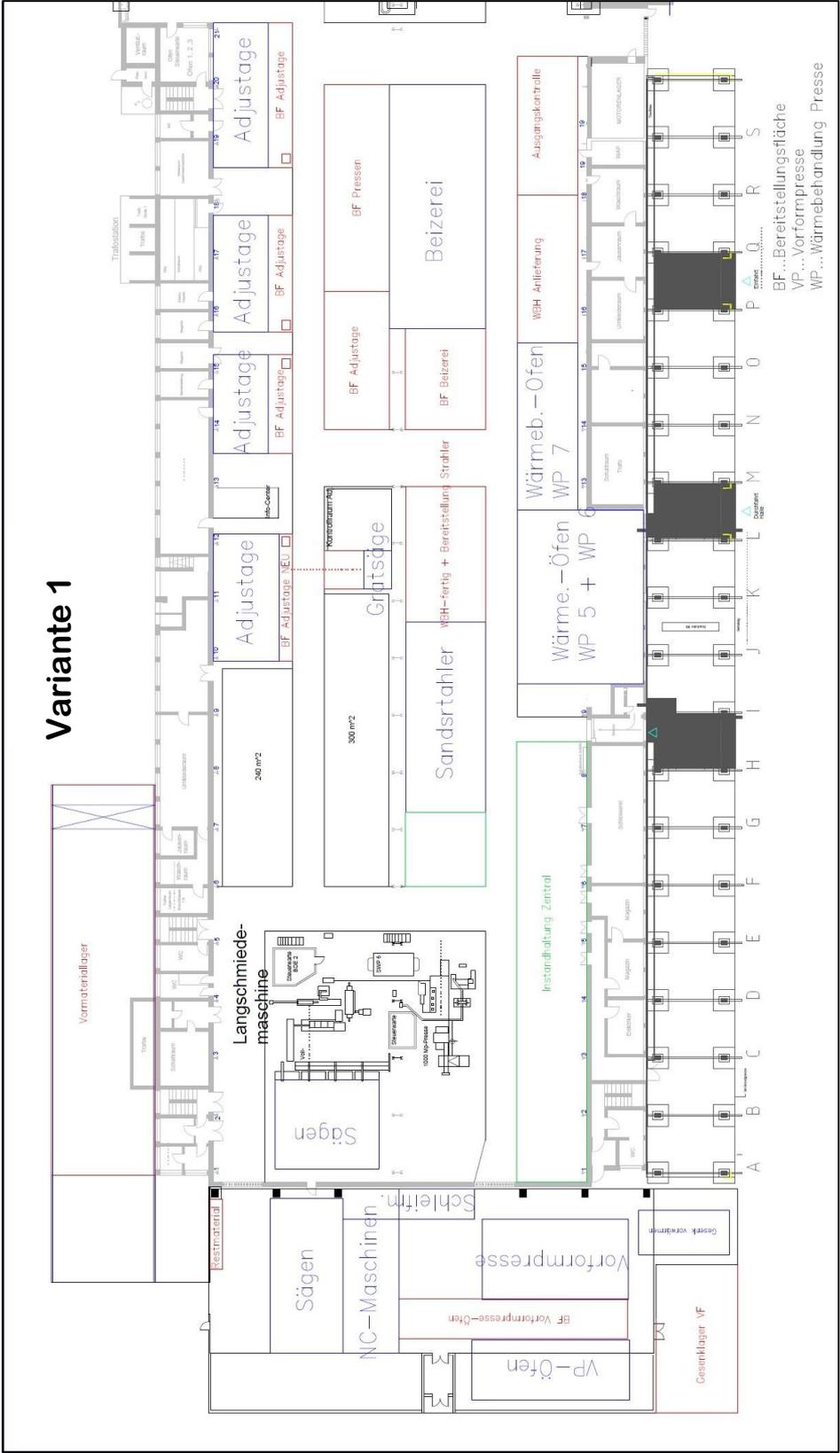
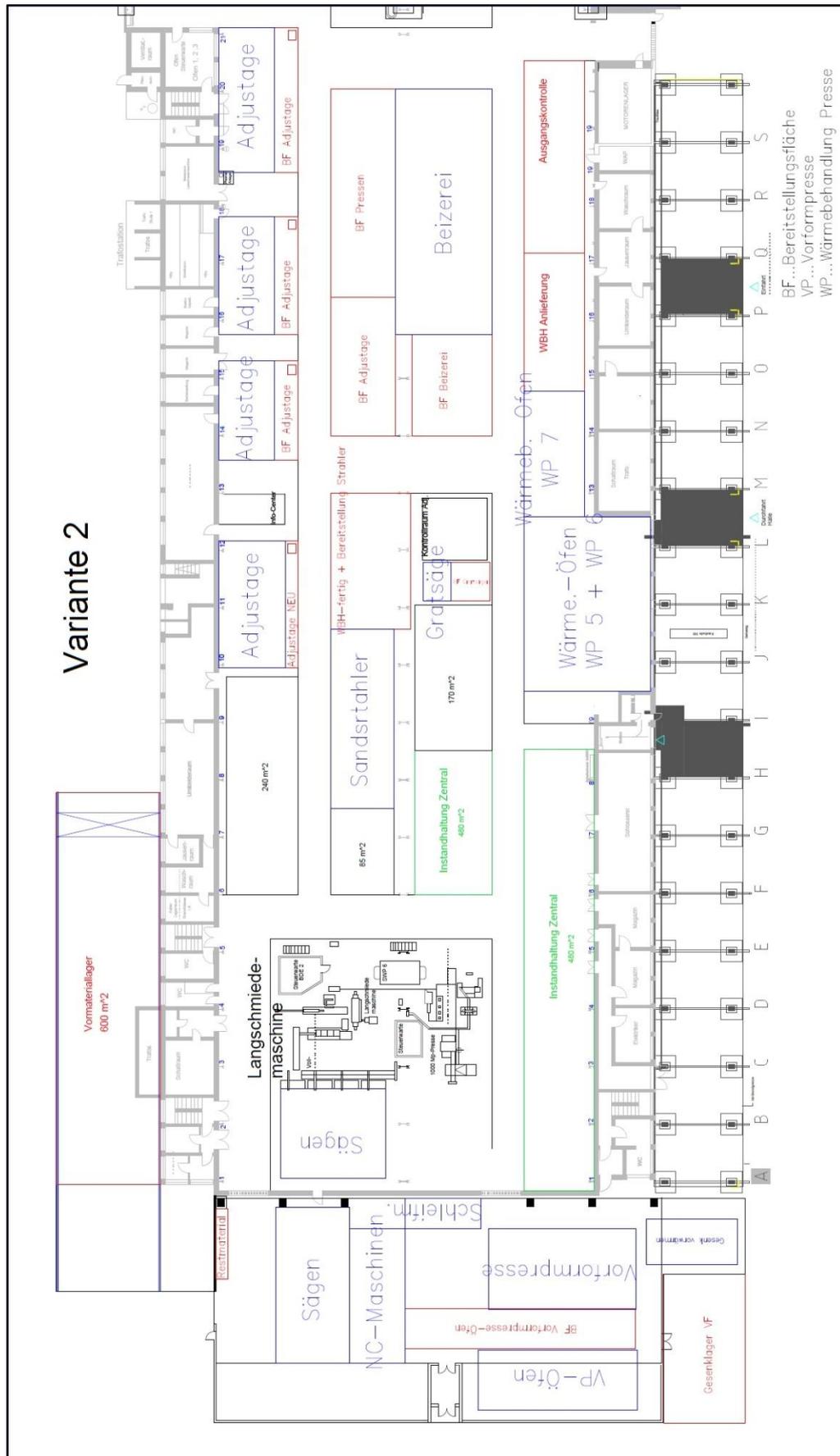


Abbildung 44: Variante 1 (grobes Reallayout)



Variante 2

Abbildung 45: Variante 2 (grobes Reallayout)

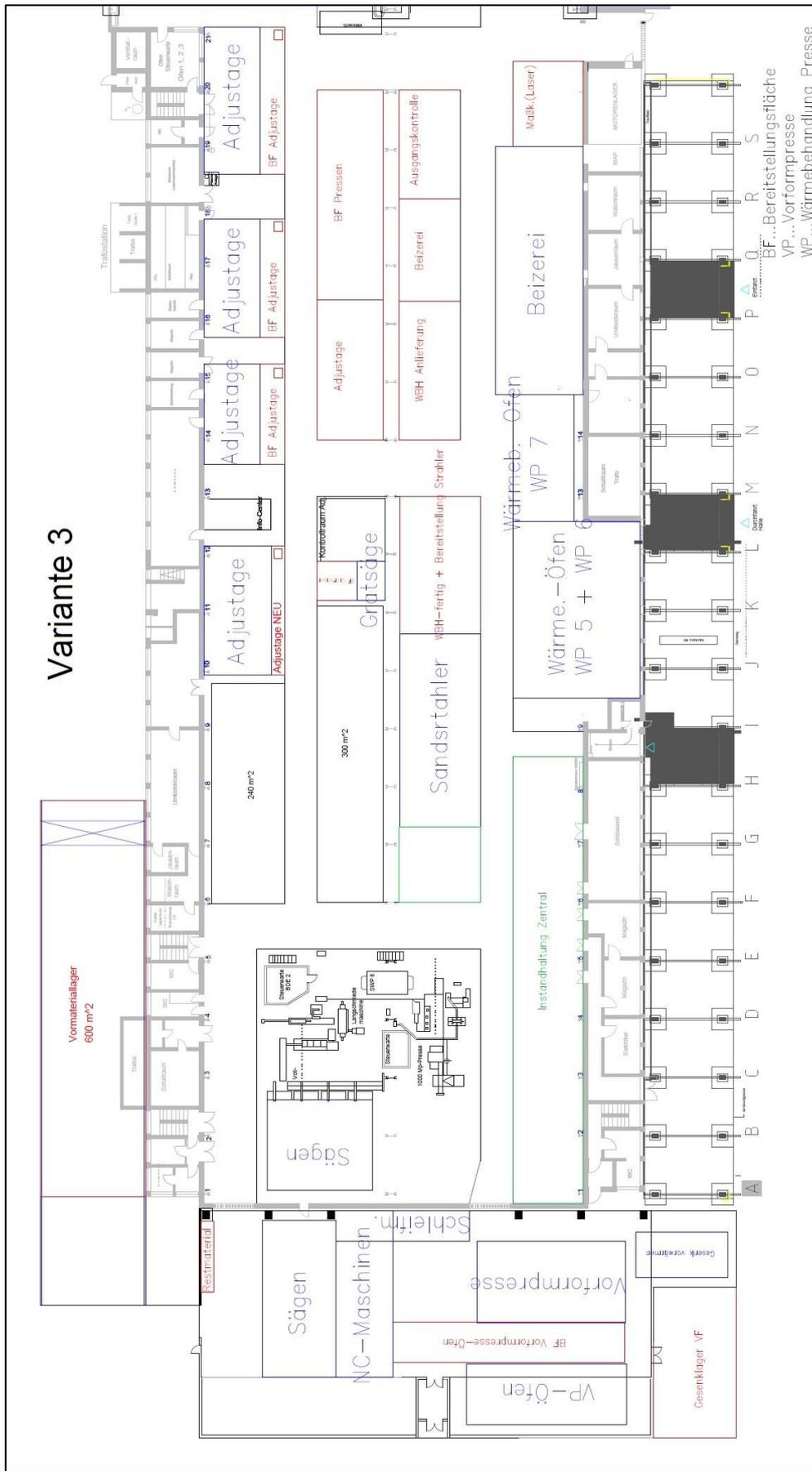


Abbildung 46: Variante 3 (grobes Reallayout)

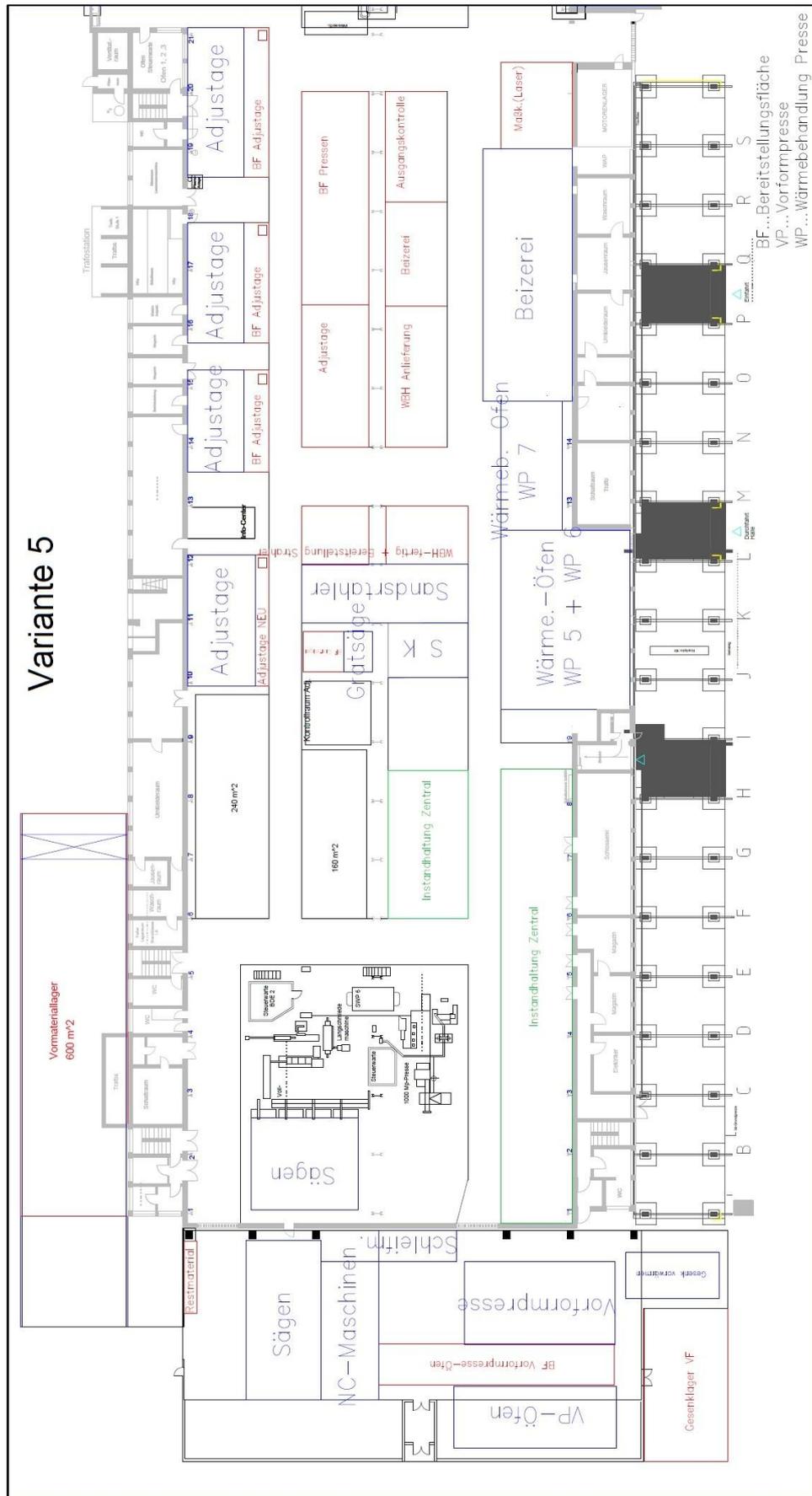


Abbildung 48: Variante 5 (grobes Reallayout)

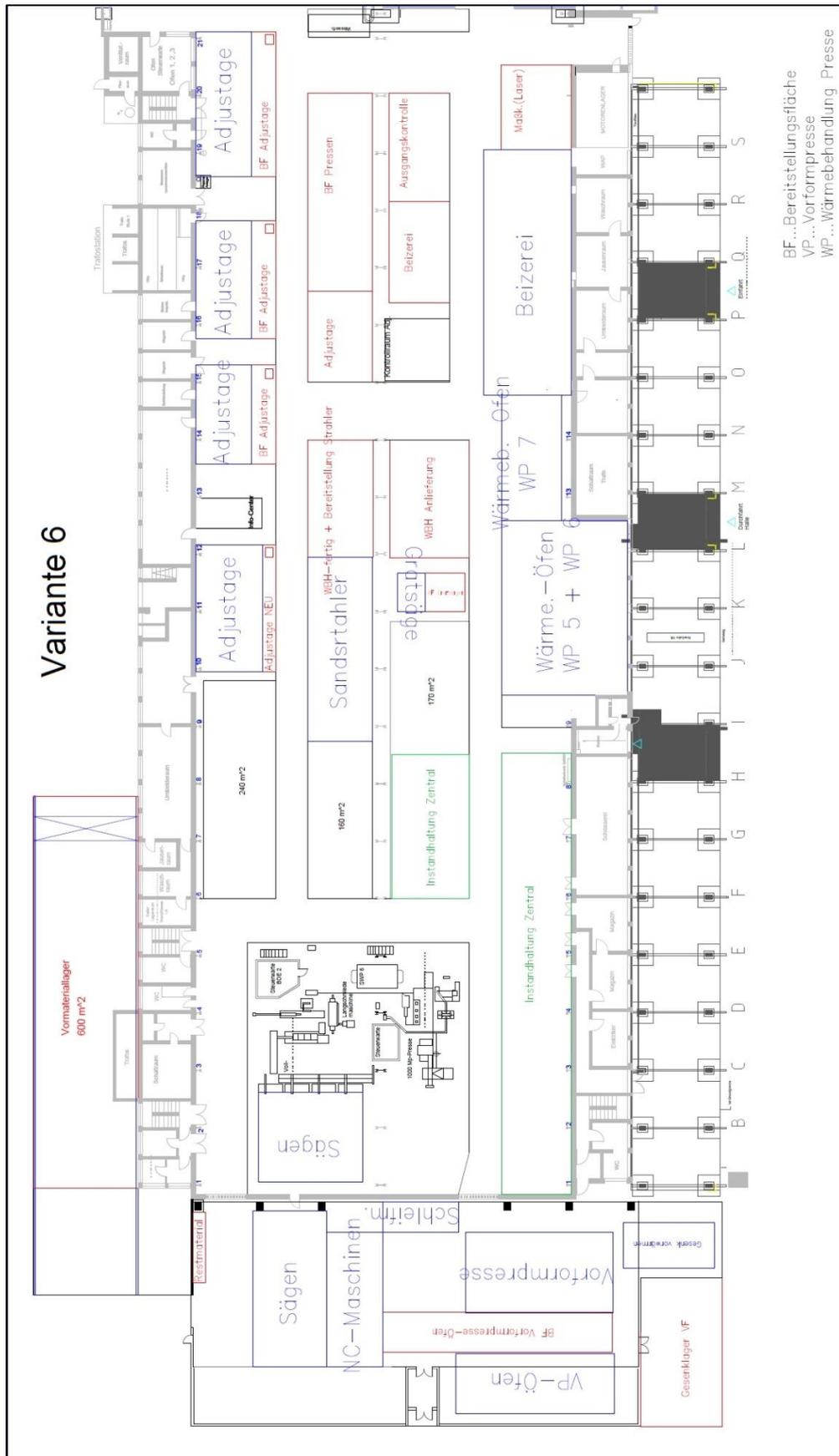


Abbildung 49: Variante 6 (grobes Reallayout)

