



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN**

Diplomarbeit

Analyse und Optimierungsmaßnahmen des Wertstroms und Materialflusses

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines

Diplom-Ingenieurs

unter der Leitung von

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

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

Univ.Ass. Dipl.-Ing. Tanja Nemeth

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

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

von

Konrad Rosenberger

1027857 (066 482)

Breitenbergerstraße 22

D- 94051 Hauzenberg

Hauzenberg, im November 2016

A handwritten signature in blue ink that reads 'Konrad Rosenberger'.

Konrad Rosenberger



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

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

Diplomarbeit

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

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

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

Hauzenberg, im November 2016

A handwritten signature in blue ink, reading 'Konrad Rosenberger', written over a horizontal line.

Konrad Rosenberger

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die zum Gelingen meiner Diplomarbeit beigetragen haben.

Ein besonderer Dank gilt hierbei Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Tanja Nemeth und Univ.Prof. Dipl. WirtschIng. Dr.-Ing. Wilfried Sihm für die fachliche Betreuung. Sie waren maßgeblich für das Gelingen der Arbeit mitverantwortlich.

Desweiteren ein großes Dankeschön der Firma Edscha Automotive GmbH Hauzenberg für die Möglichkeit den Praxisteil in einem dynamischen wirtschaftlichen Umfeld verfassen zu können. Besonders möchte ich mich hierbei bei Edgar Scherer bedanken, der stets ein offenes Ohr für mich hatte und mich mit seinem fachlichen Wissen unterstützt hat.

Außerdem nicht zu vergessen, meine Freunde und Studienkollegen, welche mich während und abseits meines Studiums begleitet haben. Danke für die unvergesslichen Jahre.

Ein besonderer Dank gilt meiner Familie und meiner Freundin Edith für die Unterstützung sowie Rückhalt und Zuspruch während des gesamten Studiums.

Kurzfassung

Durch den Wandel des Marktes vom Verkäufer- zum Käufermarkt, und dem damit einhergehenden Paradigmenwechsel von der funktionsorientierten zur prozessorientierten Organisationsgestaltung, befinden sich die Unternehmen im internationalen Konkurrenzdruck zueinander. Deshalb ist es von großer Bedeutung, aus dem jeweiligen Input den maximalen Output generieren zu können. Ziel dieser Arbeit ist es, den Weg zu einer verschwendungsarmen Produktion mittels Wertstromanalyse zu beschreiben. Als Praxisbeispiel dient die Türfeststellerproduktion der Firma Edscha Automotive Hauenberg GmbH.

Neben der detaillierten Beschreibung der Ist-Materialflüsse, werden auch die Ist- Informationsflüsse erfasst. Aus Kennzahlen und erkannten Problematiken werden entsprechende Soll-Zustände definiert. Hierbei kommen bekannte Methoden wie das Spaghetti-Diagramm, ABC-Analyse und KVP zum Einsatz.

Durch die Wertstromanalyse können Personaleinsätze, Produktionsabläufe und das Produktionslayout im besonderen Spannungsfeld der Kunststofffertigung optimiert werden. Gleichzeitig werden die Raumnutzung und der Ressourceneinsatz verbessert, sowie Arbeitserleichterungen und reduziertes Unfallpotential ermöglicht.

Abstract

By the change of the market from sellers' to buyers' market, and as a consequence thereof the paradigm changes from the function-oriented to the process-oriented organizational design. This is one of the reasons why the companies are located in international competitive pressure to each other. Therefore, it is very important to generate from the respective input the maximum output. The aim of this thesis is, to describe the way to a low waste production due to flow analysis. As a case example acts the door check production of the company Edscha Automotive Hauzenberg GmbH.

Besides the detailed description of the actual material flow, the actual flows of information are recorded, too. By the use of key figures and recognized problems appropriated target states are defined. Therefore, known methods like spaghetti-diagram, ABC analysis and CIP are deployed.

By means of the flow analysis, the optimization of employment of staff, production flow and the production layout, in the specific field of the plastic production, is possible. Simultaneously space utilization and the using of resources are improved, as well as work simplification and reduced accident potential are enabled.

Inhaltsverzeichnis

1. Problemumfeld – Was ist Lean Production?	1
1.1. Vor Lean Production – Verkäufermarkt	2
1.2. Paradigmenwechsel und Lean Production	3
1.3. Im Zeichen des Konkurrenzdrucks	5
1.4. Das logische Zielquadrat	8
2. Wertstromanalyse	10
2.1. Informationsflüsse als Teil der Wertstromanalyse	11
2.2. Ziele in der Wertstromanalyse	13
2.3. Ablauf der Wertstromanalyse	14
2.4. Kennzahlen im Wertstrom	17
2.5. Wertstromdarstellung - Symbole	20
3. Wertstromdesign - Ausgewählte Methoden	22
3.1. Fertigungsstruktur - Flussprinzip	22
3.2. Steuerungsmethode Push - Pull	25
3.3. Materialflussanalyse - Spaghetti-Diagramm	27
3.4. ABC-Analyse (Pareto-Analyse)	28
3.5. KVP und Kaizen	28
4. Materialfluss- und Wertstromanalyse von Türfeststellern.....	31
4.1. Firmenporträt.....	31
4.2. Ausgewählte Produktschiene: Türfeststeller.....	32
4.3. Materialflussanalyse	34
4.3.1. Vorgehensweise	34
4.3.2. Produktionsablauf	34
4.3.3. Ist-Materialfluss.....	37
4.3.4. Erkannte Problematiken.....	44
4.3.5. Beeinflussbarkeit und Priorisierung der Problematiken.....	56

4.4. Wertstromanalyse.....	58
4.4.1. Vorgehensweise	58
4.4.2. Berechnung von Liegezeiten.....	58
4.4.3. OEE-Berechnung.....	59
4.4.4. Berechnung Maschinen- und Personalzeiten.....	59
4.4.5. Staplerrufsystem	59
4.4.6. Materialzuordnungs- und Kanban-System.....	61
4.4.7. Ist-Wertströme	62
4.4.8. Erkannte Problematiken.....	71
4.5. Bereits durchgesetzte Verbesserungspotentiale	75
4.5.1. Umbau des Regals für Haltestangenkerne	75
4.5.2. Messstäbe für Konditionierbecken	77
4.5.3. Einführung von Übergabeplätzen in Kostenstelle 5162	77
4.5.4. Übergabeplatz Konditionierbereich	81
4.5.5. Neuorganisation des Bahnhofs	82
4.6. Soll-Zustand 2016	84
4.6.1. Personaleinsatz waagrechte Spritzgussmaschinen	85
4.6.2. Trocknungsanlage Konditionierbereich.....	86
4.6.3. Neues Layout Montage.....	88
4.7. Soll-Zustand 2017	89
4.7.1. Soll-Wertstrom im klassischen Ansatz	89
4.7.2. Soll-Wertstrom in Kunststofffertigung.....	92
4.7.3. Neues Layout Spritzerei.....	98
4.8. Soll-Zustand 2018	99
4.9. Fazit Wertstrom – und Materialflussanalyse	100
5. Verzeichnisse.....	102
5.1. Literaturverzeichnis	102
5.2. Onlinequellen	104

5.3. Abbildungsverzeichnis.....	104
5.4. Tabellenverzeichnis.....	106
5.5. Abkürzungsverzeichnis.....	106

1. Problemumfeld – Was ist Lean Production?

Lean Production – die schlanke Produktion – ist verglichen mit der Massenproduktion schlank, weil es von allem weniger verbraucht. Sie steht für das Vermeiden von jeglicher Verschwendung während des gesamten Produktionsprozesses. Dem Unternehmen Toyota wird die Erfindung dieses Produktionssystems zugeschrieben mit Taiichi Ohno als treibende Figur dahinter.¹ Als Basis diente dabei der von Deming verbreitete PDCA-Verbesserungszyklus.²

Es gibt im Großen und Ganzen sieben Verschwendungsarten, diese sind:

- Unnötige Bewegungen
- Nicht-wertschöpfender Transport
- Wartezeiten
- Überbearbeitung
- Überproduktion
- Vermeidbare Fehler
- Zu hohe Kapazität³

Im Produktionsprozess sollen diese Verschwendungsarten vermieden werden, um wertschöpfende Prozesse zu generieren. Neben der Vermeidung von Verschwendung sind die Kernpunkte der Lean Production gegeben durch:

- Arbeitsorganisation auf Teambasis
- Aktives Shopfloor Management
- Schlanke Produktionsprozesse durch niedrige Bestände, Qualitätsmanagement mit vorbeugenden Maßnahmen, kleine Lose und Just-in-time-Produktion
- Human-Ressource-Politik die den Sinn für das Erreichen gemeinsamer Ziele weckt
- Enge Lieferantenbindung und Zusammenarbeit
- Bereichsübergreifende Entwicklung

¹ vgl. (Egglestone 1994) S.35 f.

² vgl. (Kostka und Kostka 2008) S.11

³ vgl. (Brenner 2015) S.2

- Enge Käuferbindung mit Make-to-Order-Strategie⁴

1.1. Vor Lean Production – Verkäufermarkt

Die intensive Auseinandersetzung mit dem Thema Produktions- und Effizienzsteigerung begann nicht erst durch die Einführung von Lean Production. Adam Smith (1720-1790) gilt als Begründer der Ökonomie moderner Wissenschaften. Sein vielzitiertes Beispiel der Stecknadelmanufaktur mit einer Leistungssteigerung um das 240fache, ist der Ursprung der Arbeitsteilung und Spezialisierung. Daraus entwickelte sich aber ein Spannungsfeld in der industriellen Produktion. Auf der einen Seite das Unternehmen mit dem Ziel des höheren Profits und der höheren Produktivität, auf der anderen Seite die Arbeiter, die nicht durch steigende Löhne am Erfolg beteiligt wurden und deshalb kein eigenes Interesse an höherer Arbeitsteilung und schnellerem Arbeitstakt zeigten.

Diese Diskrepanz beseitigte erst Frederic Windsor Taylor (1856-1915) mit der Beteiligung des Arbeiters am Produktivitätsfortschritt durch höhere Löhne. Mit seinem Hauptwerk „Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung“ und den darin enthaltenen Bewegungs- und Zeitstudien legte er den Grundstein der modernen Arbeitswissenschaft. Außerdem trennte er die Arbeitsinhalte nach geistiger und körperlicher Arbeit – zwischen Weiß- und Blaukittel. Er optimierte jedoch nur den einzelnen Arbeitsplatz und ließ dabei das Gesamtoptimum des Prozesses außer Acht.

Durch den Ansatz des standardisierten Produkts verband Henry Ford (1863-1947) Modernisierung, Automatisierung und eine höhere Ressourceneffizienz. Durch das radikale Umdenken, nicht mehr das Produkt, sondern die Produktionsmethode zu ändern, war er der Begründer einer neuen Strategie. Diese Produktionsweise eines standardisierten Produkts führt allerdings nur bei einem ungesättigten Markt zum Erfolg. In gesättigten Märkten, den Käufermärkten, gilt es den Kundenwunsch zu erfüllen, auch wenn dabei Effizienzdefizite im Produktionsprozess auftreten.⁵

⁴ vgl. (Egglesstone 1994) S.35

⁵ vgl. (Binner 2010) S.185f.

1.2. Paradigmenwechsel und Lean Production

Durch den Wandel vom Verkäufer- zum Käufermarkt⁶ kam es auch zu einem Paradigmenwechsel von der funktionsorientierten zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. Die Unternehmenssteuerung war nicht weiter inputorientiert, sondern nahm eine outputorientierte Sichtweise ein.⁷ Nicht mehr die effiziente Ausführung von Einzelfunktionen ist ausreichend um am Markt erfolgreich zu sein, es bedarf einer nach Prozessen ausgerichteten Unternehmensgestaltung. Dadurch werden auch betriebsinterne Kommunikation und Auswirkungen von Schnittstellen in die Betrachtung mit einbezogen. In den 30er-Jahren wies Nordsieck bereits auf die Notwendigkeit hin, die Unternehmensgestaltung nach Prozessen auszurichten. Er vergleicht dabei den Betrieb mit einer ununterbrochenen Leistungskette.⁸

Trotz der frühen Erwähnung der Prozessorientierung dauerte es bis in die 80er Jahre, bis sie in der Unternehmenspraxis verstärkt Einzug fand. Porter unterteilte die Wertkette in primäre und unterstützende Aktivitäten – in wertschöpfende und nicht wertschöpfende Tätigkeiten.⁹

Ausgelöst wurde die Diskussion um die schlanke Produktion - in der die wertschöpfenden Prozesse fokussiert werden - endgültig von der Studie „The Machine that changed the World“ von Jim Womack; Daniel Jones und Daniel Ross. Sie verdeutlichte, dass nicht höhere Lohn- und Gemeinkosten sowie höhere Steuersätze zu Wettbewerbsnachteilen führen, sondern das große Problem in fehlender Motivation, schlechter Qualität, zu hohem Ressourceneinsatz und mangelnder interdisziplinärer Zusammenarbeit besteht. In einer Umfrage von 1994 gaben 82% der befragten australischen Unternehmen an, dass sie mittlerweile Lean Production-Konzepte verwenden.¹⁰ In Abbildung 1 wird die Verwendung von Lean-Konzepten in Abhängigkeit von der Unternehmensgröße dargestellt.

⁶ In der gesamten Diplomarbeit gilt: sämtliche Zuschreibungen für „Käufermarkt“, „Mitarbeiter“ etc. sind immer geschlechtsneutral zu verstehen. Die Setzung der jeweils maskulinen Form dient der besseren Lesbarkeit.

⁷ vgl. ebenda S.186

⁸ vgl. (Nordsieck 1932) S.77

⁹ vgl. (Becker, Kugeler und Rosemann, Prozessmanagement, 6. Auflage 2008) S.5ff.

¹⁰ vgl. (Egglesstone 1994) S. 38

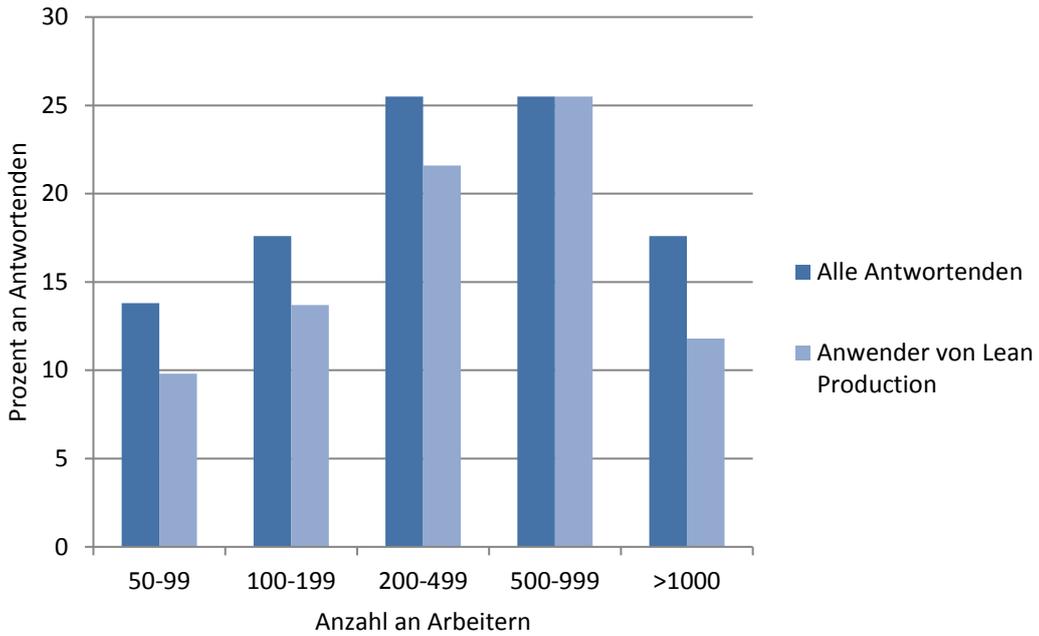


Abbildung 1: Prozentsatz der Antwortenden und Anwender von Lean Production¹¹

Das Feld der befragten Personen setzte sich wie in Abbildung 2 ersichtlich aus den verschiedensten Geschäftsfeldern zusammen. Es wird deutlich, dass Lean Production in allen Wirtschaftszweigen angekommen ist.

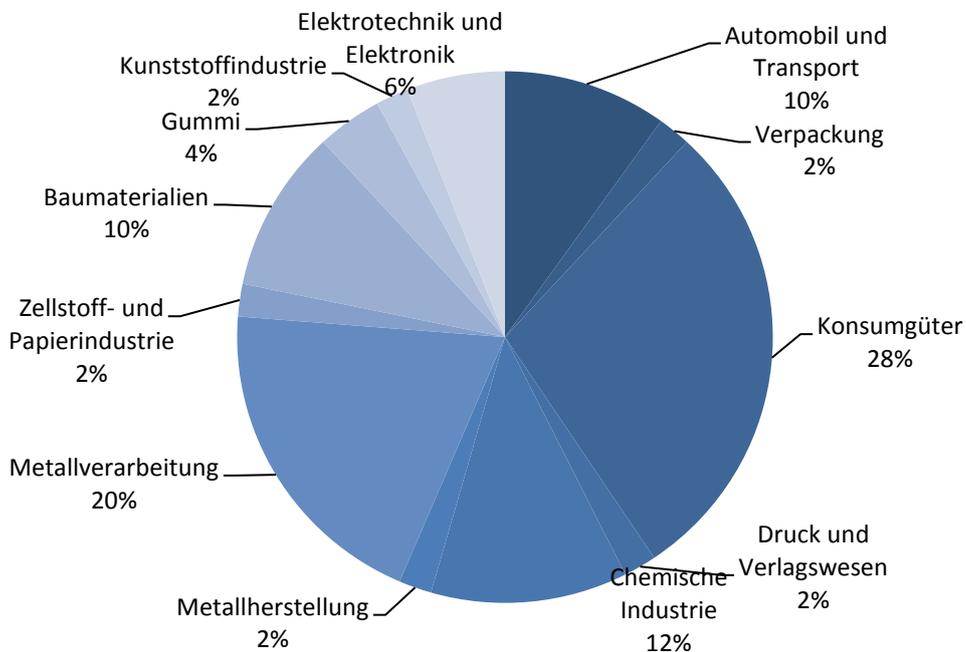


Abbildung 2: Zusammensetzung der Studienteilnehmer¹²

¹¹ (Egglestone 1994) S.39

¹² (Egglestone 1994) S.38

Außerdem wurden die Probanden befragt welchen Nutzen sie aus Lean Production in ihrem Unternehmen ziehen können. Die Ergebnisse sind in Abbildung 3 zusammengefasst.

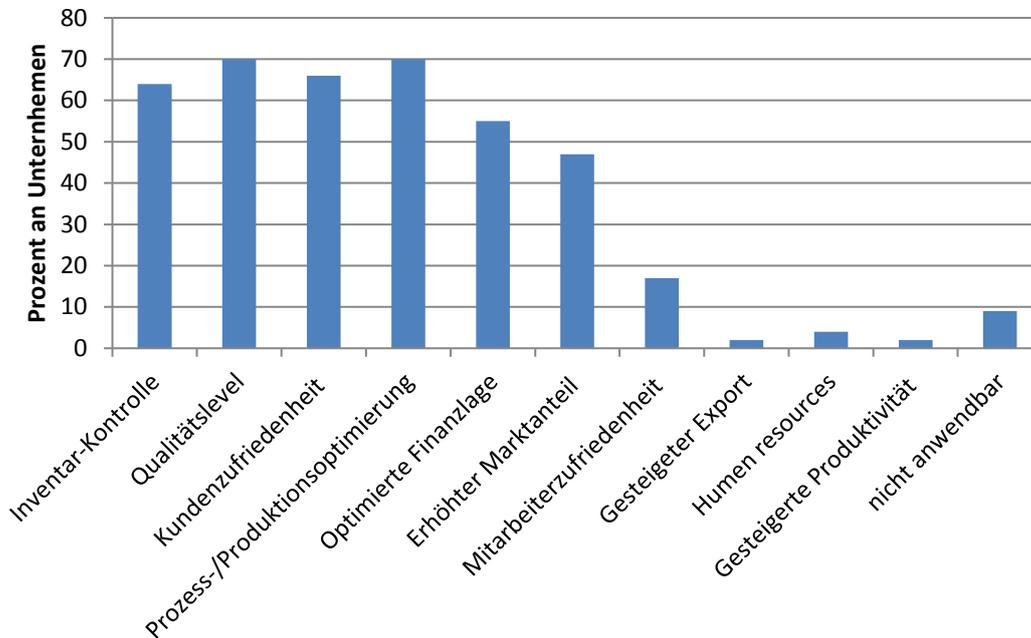


Abbildung 3: Nutzen aus Lean Production aus Sicht der Teilnehmer¹³

Es zeigt sich, dass vor allem hohe Qualitätslevel, hohe Kundenzufriedenheit und Prozessverbesserungen als Nutzen gesehen werden.

Im Laufe der Jahre entwickelten sich ausgehend vom Grundgedanken der schlanken Produktion verschiedenste weiterführende Theorien von Business Process Management bis hin zum fraktalen Unternehmen. Ihnen allen gemein ist der Denkansatz, weg vom Abteilungs- und Bereichsdenken, hin zu prozessorientierten Ansätzen.¹⁴

1.3. Im Zeichen des Konkurrenzdrucks

Prozessmanagement muss sich heute aufgrund vom internationalen Konkurrenzdruck ständig den verändernden Umweltbedingungen anpassen.¹⁵ Die Automobilindustrie beispielsweise ist einem dauernden Wandel ausgesetzt. Zudem drängen vor allem japanische und in letzter Zeit auch koreanische OEM mit sowohl qualitativ

¹³ (Egglestone 1994) S.48

¹⁴ vgl. (Binner 2010) S.11

¹⁵ vgl. ebenda S.10

hochwertigen als auch preiswerten Alternativen auf den europäischen Markt.¹⁶ Sie setzen auf die Prinzipien der Synchronisation, Reduzierung der Verschwendung, Einbezug der Mitarbeiter und Standardisierung.¹⁷ Daher wird es für europäische Unternehmen zunehmend schwierig sich von der ausländischen Konkurrenz durch Kosten- und Preisführerschaft und herausragende Qualität abzuheben.¹⁸ In einer Stichprobe unter 816 Probanden zeigte sich, dass das Markeninteresse nach wie vor bei den deutschen Premiumherstellern liegt (siehe Abbildung 4).

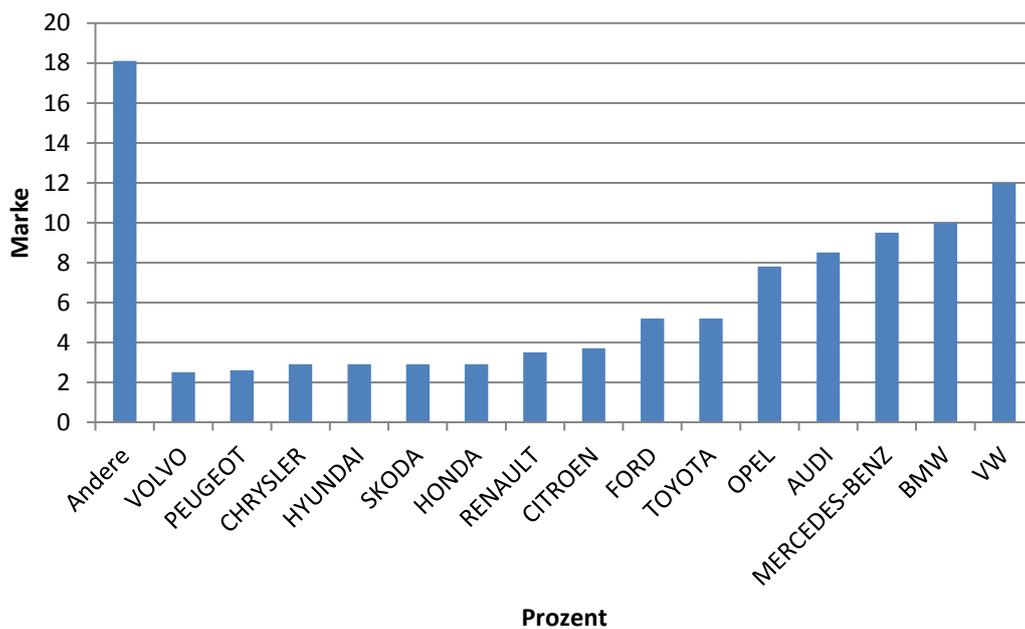


Abbildung 4: Verteilung des Markeninteresses in der Stichprobe¹⁹

Um dieses Interesse an den europäischen Produkten hoch zu halten setzen die OEM vor allem auf eine große Variantenvielfalt und hohe Änderungsflexibilität. Der Kunde will bis kurz vor Liefertermin Änderungen an seiner Bestellung vornehmen können. Diese Möglichkeiten werden vor allem im höheren Preissegment eingefordert. Dadurch reicht es nicht mehr aus, die Prozesse innerhalb eines Unternehmens zu optimieren. Die ganze Wertschöpfungskette inklusive der vor- und nachgelagerten Prozesse muss perfekt aufeinander abgestimmt sein und flexibel auf Auftragsänderungen und –schwankungen reagieren können.²⁰

¹⁶ vgl. (Becker 2005) S.11

¹⁷ vgl. (Dahm und Haindl 2009) S.55f

¹⁸ vgl. (Günther 2007) S. 63

¹⁹ ebenda S.73

²⁰ vgl. ebenda S.54

Um eine solche Flexibilität und Reaktionsfähigkeit realisieren zu können, ist eine kurze Durchlaufzeit von entscheidender Bedeutung, was zu einem Spannungsfeld verschiedener Produktionsausrichtungen führt, siehe Abbildung 5.

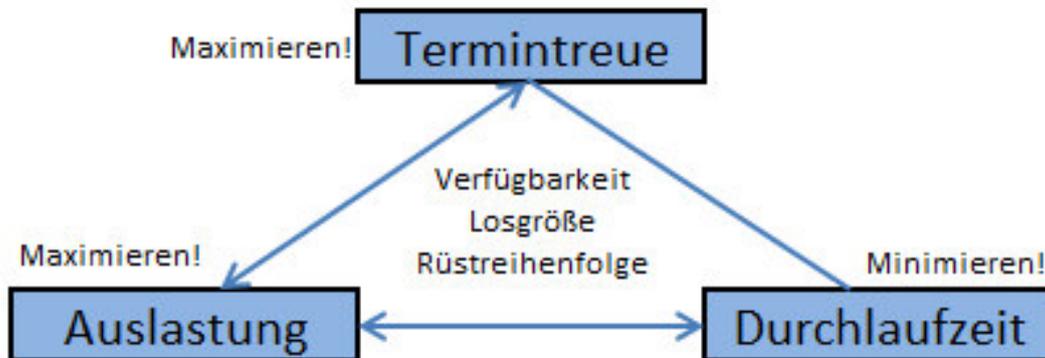


Abbildung 5: Ablaufplanungsdilemma mit Zielkonflikten und Einflussgrößen²¹

Wie bereits erwähnt muss für eine hohe Flexibilität eine kurze Durchlaufzeit realisiert werden. Andererseits sollen die bestehenden Kapazitäten von Maschinen und Personal bestmöglich ausgelastet werden und mit einer hohen Verfügbarkeit bereitgestellt werden. Dies steht aber im direkten Konflikt mit einer kurzen Durchlaufzeit, da hierfür große Losgrößen und wenig Rüstvorgänge notwendig sind. Der dritte entscheidende Gesichtspunkt ist eine große Termintreue. Sie ist ein Kennzeichen für die logistische Prozesssicherheit der Produktion. Ein stark schwankender Kundenbedarf benötigt hier hohe Kapazitätsreserven, was einer hohen Auslastung entgegenwirkt.²²

Neben dem Ablaufplanungsdilemma stellt das Dispositions-dilemma aus Abbildung 6 jedes Unternehmen vor weitere Herausforderungen.

²¹ (Erlach 2010) S.18

²² vgl. (Erlach 2010) S.17f

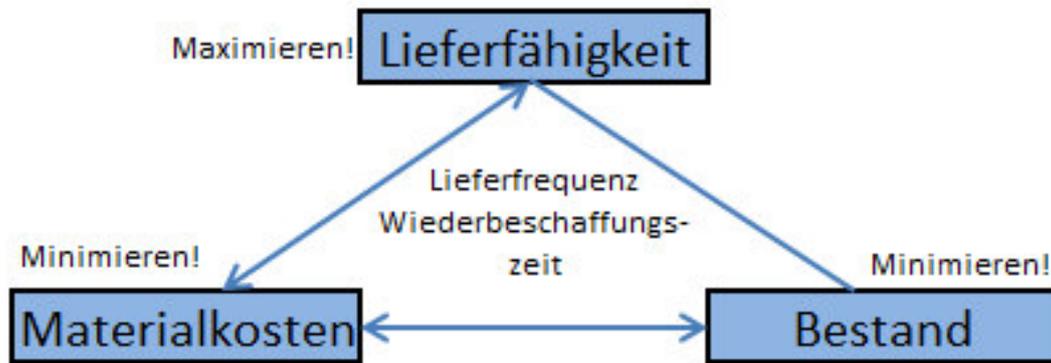


Abbildung 6: Dispositionsdilemma mit Zielkonflikten und Einflussgrößen²³

Um eine maximale Lieferfähigkeit erreichen zu können, wäre es am besten, alle Waren als Fertigprodukte vorliegend im Lager zu haben. Dieser Maximierungsgedanke widerspricht allerdings dem Ziel, die Bestände im Unternehmen so gering wie möglich zu halten. Hohe Bestände würden nicht nur zu höherer Kapitalbindung führen, sondern auch den Platzbedarf zur Lagerung deutlich erhöhen. Bestandssenkungen stehen wiederum im Gegensatz zu geringen Materialkosten. Die Materialkosten hängen direkt von der Häufigkeit der Bestellungen als auch von den Bestellmengen ab.

Zusätzlich zum Ablaufplanungs- und Dispositionsdilemma muss als zusätzliches Ziel die Variabilität der Produktion mit aufgenommen werden. Sie steht für das Marktziel der Lieferbarkeit, das heißt, dass ein Produkt zur Befriedigung des Kundenwunsches überhaupt zur Verfügung steht und dieser somit erfüllt werden kann. Es wird dadurch das angebotene Produktspektrum maßgeblich beeinflusst. Die kurzfristige Erfüllung der Kundenwünsche durch hohe Variabilität kann der entscheidende Vorsprung gegenüber der Konkurrenz sein.²⁴

1.4. Das logische Zielquadrat

Die verschiedenen Ziele aus 1.3 stehen nicht alle im gleichen Konflikt zueinander. Die Zielkonflikte können mehr oder weniger stark ausgeprägt sein. So sind manche Ziele miteinander bedingt verträglich, andere jedoch unmöglich miteinander vereinbar. Auch ist die Erreichbarkeit des Ziels ein wichtiger Faktor. Es lassen sich daraus vier verschiedene Verhältnisse der Zieldimensionen unterscheiden.

²³ (Erlach 2010) S.19

²⁴ vgl. (Erlach 2010) S.24

- Der **kontradiktorische Zielwiderspruch** steht für den größtmöglichen Widerspruch zweier Ziele. Eine Verbesserung des einen führt zwangsläufig zu einer Verschlechterung des anderen Ziels.
- Der **konträre Zielwiderspruch** ist ein abgeschwächter Widerspruch, bei dem die beiden Ziele unverträglich miteinander sind. Es lässt sich die Zielerfüllung des einen verbessern, ohne das andere Ziel gleichzeitig zu verschlechtern.
- Geringere Anforderungen bei der Umsetzung führen zu leichter zu verwirklichenden Zielen. Die sogenannte **Zielunterordnung** ist jedoch nicht in ihrer praktischen Relevanz, sondern nur im logischen Sinn zu verstehen.
- Bei der **Zielverträglichkeit** lassen sich beide Ziele unabhängig voneinander besser erfüllen.

Diese vier Zieldimension quadratisch angeordnet ergeben das logische Zielquadrat aus Abbildung 7. In insgesamt sechs Oppositionsstellungen lassen sich die vier Zielkonflikte miteinander vergleichen.²⁵

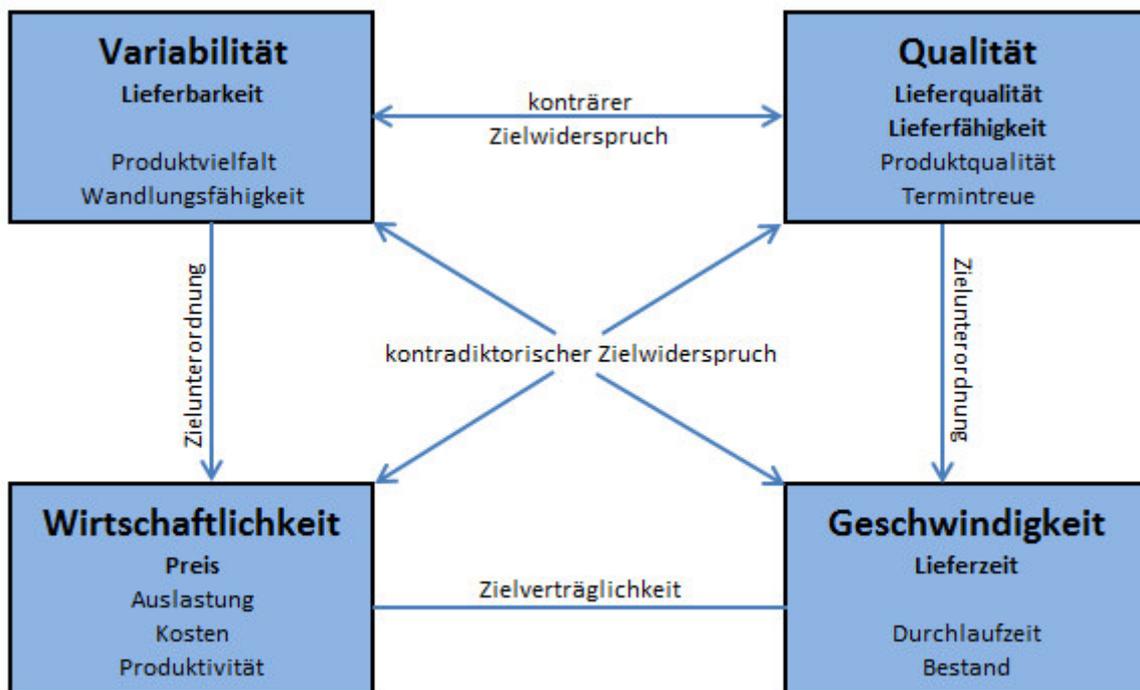


Abbildung 7: Das logische Zielquadrat der Produktion mit den sechs Konfliktlinien²⁶

Variabilität und Geschwindigkeit als auch Qualität und Wirtschaftlichkeit stehen im größtmöglichen Widerspruch zueinander. Der konträre Zielwiderspruch zwischen

²⁵ vgl. (Erlach 2010) S.24f

²⁶ ebenda S.26

Variabilität und Qualität bedeutet, dass eine höhere Variabilität die Erreichung von Qualitätszielen erschwert, umgekehrt höhere Qualitätsansprüche die Variabilität behindern. Es handelt sich allerdings nur um einen konträren Zielwiderspruch, da sich ein Ziel langsam verbessern lässt, obwohl das andere durch gewisse Anstrengungen auf gleichem Niveau gehalten werden kann. Die Zielunterordnung zwischen Variabilität und Wirtschaftlichkeit bedeutet, dass es einfacher ist, eine bestehende Produktion wirtschaftlicher zu gestalten, als das Produktspektrum zu erweitern. Auf der rechten Seite ist eine Zielunterordnung zwischen Qualität und Geschwindigkeit gegeben. Sie weist daraufhin, dass die Geschwindigkeit in der Produktion in der Regel leichter zu erhöhen ist als die Qualität. Die letzte Verbindung zwischen zwei Zielen ist die Zielverträglichkeit zwischen Wirtschaftlichkeit und Geschwindigkeit. Es ist also möglich, beiden Zielen gleichzeitig näher zu kommen.²⁷

Jedes Unternehmen muss also die Entscheidung treffen auf welche Ziele ein Hauptaugenmerk zu legen ist, um auf dem jeweiligen Markt bestehen zu können. Um diese Ziele auch erreichen zu können, bedarf es gewisser Gestaltungsrichtlinien und Konzepte. Eines dieser Konzepte ist die Wertstromanalyse, die im nächsten Kapitel ausführlich behandelt wird.

2. Wertstromanalyse

Wie im vorherigen Kapitel erläutert, ist es die Aufgabe eines Unternehmens die Kundenwünsche bestmöglich zu befriedigen. Diese Kernaufgabe wird oft aus den Augen verloren und es sammeln sich um den eigentlichen Kernprozess vermeidbare Tätigkeiten an, die keinen Beitrag zur Wertschöpfung leisten.

Die Wertstromanalyse ist ein Instrument in der die Kundensicht eingenommen wird und der gesamte Produktionsprozess, von zumeist einer Produktschiene analysiert wird. Hierbei werden Schwachstellen im Wertstrom erkannt und daraus dann ein Soll-Zustand erarbeitet und umgesetzt.

Die besonderen Merkmale der Wertstromanalyse sind:

- Die ganzheitliche Betrachtung des Wertstroms
- Anschauliche und visuelle Darstellung

²⁷ Vgl. (Erlach 2010) S.25 ff

- Darstellung von Informations- und Materialflüssen
- Bereichsübergreifende Zusammenarbeit
- Zielorientierte Vorgehensweise²⁸

Entwickelt hat sich die Wertstromanalyse aus dem Toyota-Produktionssystem in den 1990iger Jahren. Es bietet in kompakter Weise einen Überblick über die Material- und Informationsflüsse im Unternehmen und führt zu einer ganzheitlichen und transparenten Abbildung der Prozesse.²⁹ Die einheitliche Verwendung von Symbolen ermöglicht eine schnelle Orientierung und schnelle Informationsbereitstellung. Außerdem ist sie, anders als bei klassischen Kaizen- oder Lean-Ansätzen, nicht auf punktuelle Verbesserungen innerhalb von Produktionsschritten oder Abteilungen ausgerichtet, sondern auf die Optimierung des ganzen Produktionsablaufs. Für das Bestehen gegenüber dem Wettbewerb ist es nämlich nicht nur entscheidend, technologische Kernkompetenzen zu vermarkten. Es bedarf eines perfekten Zusammenspiels der einzelnen Produktionsschritte, damit einzelne Verbesserungen nicht verpuffen.³⁰

Dies führte dazu, dass das „Diagramm über den Material- und Informationsfluss“ in vielen Branchen zur Prozessverbesserung verwendet wird.³¹ Heute wird die Wertstromanalyse zunehmend in Zusammenhang mit den Methoden und Zielen der Lean Production zur Visualisierung eingesetzt.³²

2.1. Informationsflüsse als Teil der Wertstromanalyse

Bei einer Wertstromanalyse denkt man hauptsächlich an die Materialflüsse im Unternehmen. Neben den Materialien gilt es aber einen weiteren wichtigen Fluss in die Betrachtung miteinzubeziehen- den Informationsfluss.

In traditionell hierarchisch organisierten Unternehmen laufen die Informationsflüsse meist in vertikaler Richtung, also im Grunde senkrecht zu den Materialflüssen, siehe Abbildung 8.

²⁸ vgl. (VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung 2011) S.94

²⁹ vgl. (Spanagel, Hofer und Geldmann 2004) S.11

³⁰ vgl. (Erlach 2010) S.31

³¹ vgl. (Koch 2015) S.137

³² vgl. (Dickmann 2009) S.276

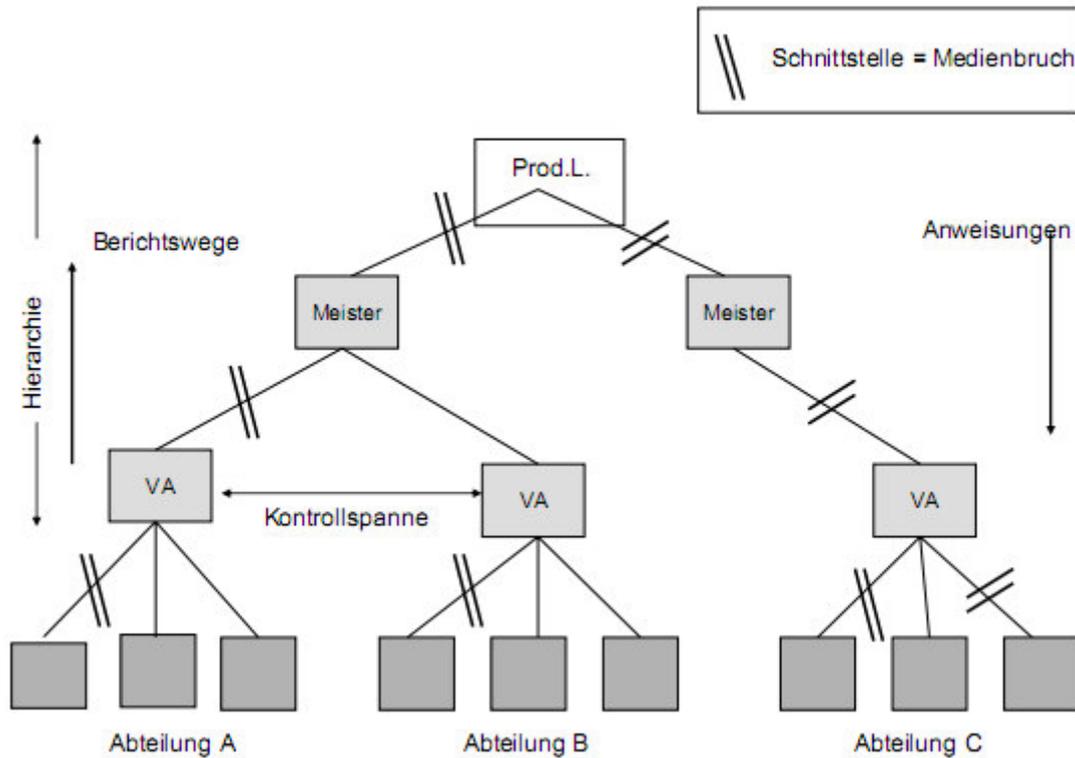


Abbildung 8: Das Organigramm als traditionelles Kommunikationsmodell³³

Die Berichtswege laufen von unten nach oben in der Hierarchie. Die Anweisungen gehen genau den anderen Weg, von der Produktionsleitung über die Meister und Bereichsverantwortlichen in die Abteilungen. Die Flüsse orientieren sich also eher am Organigramm als an der eigentlich notwendigen Richtung in der des Materialflusses. Hierbei spiegelt jeder Übergang von einem Kästchen in das Nächste eine Schnittstelle wieder. Im schlimmsten Fall ist diese Schnittstelle auch noch mit einem Medienbruch kombiniert. Doch was bedeutet das für den Ablauf und den Fluss von Informationen?

An jeder Schnittstelle wird Papier produziert. In großen Unternehmen belaufen sich die Druckkosten auf fünf Prozent des Umsatzes. Jedes Papierstück muss irgendwo erstellt, dann zum Punkt des Informationsbedarfs gebracht und verteilt, dort möglicherweise auch noch bearbeitet und geprüft werden. Danach ins Büro zurückgebracht, dort in ein EDV-System eingegeben und ausgewertet werden. Außerdem müssen für jeden Beleg die Zuständigkeiten geklärt und das dazu benötigte Wissen bereitgestellt werden.³⁴

Es ist daher unbedingt nötig, neben dem Materialfluss auch den Informationsfluss zu analysieren, zu vereinfachen, ungenutzte Potentiale aufzuzeigen und einen Nutzen für

³³ (Kletti 2006) S.58

³⁴ vgl. (Kletti 2006) S.57

das Unternehmen daraus zu ziehen. Diese ungenutzten Potentiale liegen oft in der fehlenden Aktualität und Detaillierung der Daten, die nur durch ein entsprechendes EDV-System realisiert werden können. Dadurch können die Transparenz und die Reaktionsfähigkeit wesentlich gesteigert werden.³⁵

2.2. Ziele in der Wertstromanalyse

An das effektive Werkzeug Wertstromanalyse können vielfältige Erwartungen geknüpft werden. Diese können sowohl nach innen als auch nach außen gerichtet sein.

Interne Erwartungen können sein:³⁶

- Erlössteigerung
- Kostenreduzierung
- Verbesserung und Verkürzung der Arbeitsabläufe
- Reduzierung der Planungszeiten
- Verkürzung der Prozesszeiten
- Schnellere Verfügbarkeit von Informationen und Daten
- Abbau von Schnittstellen
- Bestandsminimierung

Nach außen gerichtete Erwartungen sind beispielsweise:³⁷

- Höhere Prozess- und Produktqualität
- Bessere Kundennähe und Kundenbindung
- Schneller Kommunikation mit Partnern
- Höhere Prozesstransparenz für Kunden
- Hohe Reaktionsfähigkeit auf Marktveränderungen, dadurch Sicherung und Ausbau von Marktanteilen

Die Ziele für die Materialflussoptimierung können aber auch nach einer Richtlinie des VDI in wirtschaftliche, transporttechnische oder auch qualitative Ziele unterschieden werden, siehe Abbildung 9.

³⁵ vgl. (Kletti und Schumacher) S.5

³⁶ vgl. (Becker und Kugeler 2005) S.185

³⁷ vgl. (Becker und Kugeler 2005) S.185

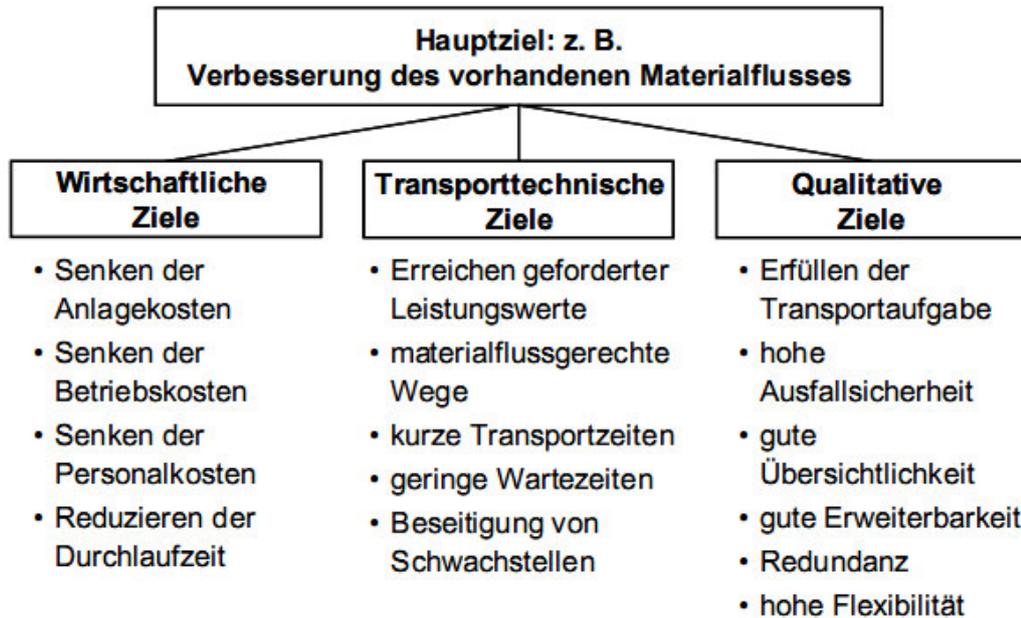


Abbildung 9: Ziele der Materialflussoptimierung³⁸

Es gibt also vielfältige Gründe für eine Wertstromanalyse. Anschließend soll nun genauer auf den Ablauf dieses Analyseverfahrens eingegangen werden.

2.3. Ablauf der Wertstromanalyse

Die zentrale Grundidee der Wertstromanalyse ist die Kundensicht. Der Kunde bestimmt die Anforderungen an die Produktion und das Produkt selbst. Deshalb wird auch bei der Wertstromanalyse stets die Kundensicht eingenommen und der komplette Produktionsprozess vom Versand flussaufwärts bis zur Anlieferung der Rohmaterialien betrachtet. Dieses gefühlsmäßig umgekehrte Vorgehen hat zahlreiche Vorteile:

- Durch die veränderte Perspektive wird routinierten Arbeitsvorgängen erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt.³⁹
- Die Produktion dient ausschließlich der Erfüllung des Kundenwunsches. Durch die Betrachtung flussaufwärts können Kundenanforderungen am besten in die Produktion übertragen werden.
- Auch innerhalb des Produktionsprozesses gilt es, die Kundensicht einzunehmen. So ist jeder Prozess der Kunde eines vorangegangenen Prozesses. Dadurch fällt das Hauptaugenmerk auf die ideale Bedienung des

³⁸ (VDI, Vorgehen bei einer Materialflussplanung, Grundlagen, VDI 2498 Blatt 1 2011) S.5

³⁹ vgl. (Töpfer 2009) S.146

Prozesses durch den Lieferprozess. Somit werden die jeweiligen Kundenerwartungen Schritt für Schritt durch die Produktion getragen.

- Der Startpunkt für die Prozessanalyse ist im Versand eindeutiger zu wählen als am Start der Produktion, da die meisten Produkte nicht nur aus einem Bauteil bestehen und sich dadurch die Produktion flussaufwärts verzweigt. Dadurch wären mehrere verschiedene Startpunkte möglich. Beim Vorgehen flussaufwärts können die verschiedenen Verzweigen unterschiedlich priorisiert und dementsprechend abgehandelt werden.
- Für Außenstehende ist das Verfolgen der Produktion wesentlich einfacher in flussaufwärtiger Sicht. So entfällt bei Betrachtung eines Produktionsschrittes die Frage nach dem Wozu, da das Ergebnis bereits bekannt ist. Es ist also nur noch die technische Frage nach dem Wie entscheidend. Diese wird automatisch mit dem nächsten vorgelagerten Produktionsschritt geklärt.

Mit diesem Gedanken der Kundensicht wird jetzt der Ablauf der Wertstromanalyse beschrieben, um den Weg aufzuzeigen, wie die Ziele aus 2.2 zu erreichen sind.

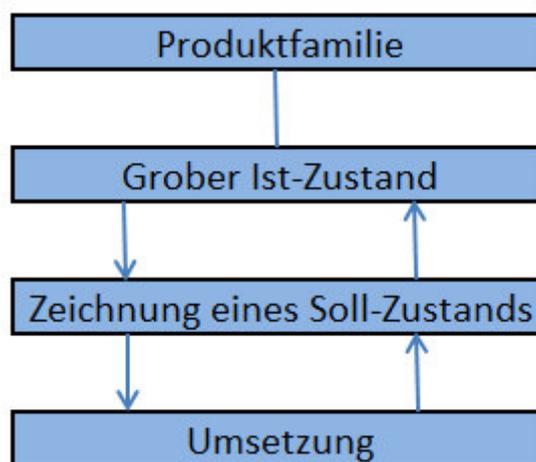


Abbildung 10: Ablaufdiagramm der Wertstromanalyse und des Wertstromdesigns⁴⁰

Zu Beginn einer Wertstromanalyse steht als wichtigster Schritt die Auswahl einer Produktfamilie aus dem gesamten Produktspektrum des Unternehmens. Hierfür muss allerdings zuerst abgeklärt werden wie eine Produktfamilie in der jeweiligen Produktion abzugrenzen ist. Die Gruppe aus Produkten mit ähnlichen Verarbeitungsschritten und Maschinenausrüstungen in der Herstellung erleichtert diese Abgrenzung. Bei einem sehr komplexen Produktmix kann es notwendig sein, alle hergestellten Produkte in

⁴⁰ (Rother und Shook 2006) S.9

einer Matrix zu erfassen und nach den Fertigungsschritten und den jeweiligen Produkten aufzugliedern. Daraus ist eine Abgrenzung leichter ersichtlich. Die Auswahl der Produktfamilie ist notwendig, da das Erfassen aller Produktflüsse in einer Analyse zu komplex ist und die Darstellung dadurch unübersichtlich wird.⁴¹

Neben der Auswahl der Produktfamilie ist es entscheidend einen Wertstrom-Verantwortlichen auszuwählen. Die meisten Unternehmen sind in Abteilungen und Funktionen gegliedert. Diese Einteilung entspricht allerdings nicht den wertschöpfenden Schritten des Materialflusses, da jede Abteilung auf einen abgegrenzten Bereich spezialisiert ist. Die Aufgabe des Wertstrom-Verantwortlichen ist es schließlich, außerhalb dieses Abteilungsdenkens den Wertstrom zu analysieren und zu verbessern.⁴² Durch diese, außerhalb der Abteilungen stehende Person ist es möglich, Potentiale über Abteilungsgrenzen hinweg zu erkennen und diese auch ausnutzen zu können.

Nach der Auswahl der Produktfamilie und des Wertstrom-Verantwortlichen kann mit der Aufnahme des Ist-Zustands begonnen werden. Die Informationen dazu werden vom Wertstrom-Verantwortlichen persönlich gesammelt. Diese unverfälschten Daten und gewonnenen Eindrücke dienen dazu, einen ersten vorläufigen Soll-Zustand des Unternehmens skizzieren zu können. Die Pfeile zwischen dem Groben Ist-Zustand und dem Zeichnen des Soll-Zustands gehen in beide Richtungen. Dadurch wird verdeutlicht, dass man während des Skizzierens des ersten Soll-Zustands auf Daten stoßen wird, welche noch nicht erfasst, bzw. Sachverhalte welche noch nicht betrachtet worden sind. Andersrum ist es möglich, dass während der Aufnahme der Ist-Daten bereits Potentiale für den Soll-Zustand deutlich werden.⁴³

Der Soll-Zustand gibt jetzt den Weg für die Umsetzung der Verbesserungspotentiale vor. In diesem ersten Verbesserungsschritt sollen nur schnell erreichbare Ziele gesteckt werden. Bei einer größeren Erfahrung mit Wertstromanalysen und –design können dann größere Ziele verwirklicht werden. Ist dieser Soll-Zustand erreicht, kann der Prozess von neuem Beginnen und neu erfasste Daten des Ist-Zustands führen zu einem neuen Soll-Zustand der realisiert werden kann.

⁴¹ vgl. (Rother und Shook 2006) S.6

⁴² vgl. ebenda S.7

⁴³ vgl. ebenda S.9

2.4. Kennzahlen im Wertstrom

Für die Erstellung des Soll-Zustands müssen verschiedenste Daten und Zeiten des Ist-Zustands analysiert werden. Diese Betriebsdaten werden dann in Datenkästen unter den jeweiligen Prozessen eingezeichnet, siehe Abbildung 11.

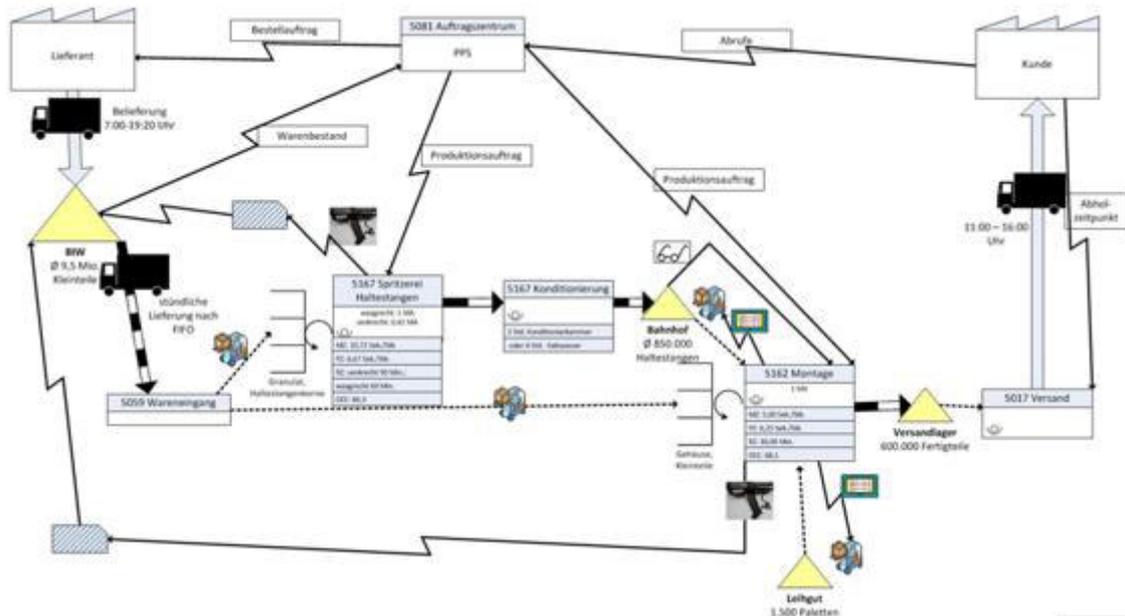


Abbildung 11: Ist-Wertstrom der Produktion von Türfeststellern

Betriebsdaten sind alle technischen, organisatorischen und personellen Daten die während des Produktionsprozesses benötigt bzw. erzeugt werden. Hierbei kann zwischen Kosten-, Zeit-, Produktivitäts-, Qualitäts-, Kapazitäts-, Verbrauchs-, Service- und Termindaten unterschieden werden. Eine Auswahl der verschiedenen Messgrößen ist unter Abbildung 12 ersichtlich.⁴⁴

⁴⁴ vgl. (Binner 2010) S.75



Abbildung 12: Messgrößen von Betriebsdatenerfassungssystemen⁴⁵

Die wichtigsten Zeiten und Kennwerte werden im Folgenden erläutert:

- **Taktzeit:** Die Taktzeit berechnet sich aus Nettoarbeitszeit/Kundenbedarf. Sie gibt an, wie viel Zeit pro Teil zur Verfügung steht, um den Kundenbedarf decken zu können.⁴⁶
- **Zykluszeit:** Die Zykluszeit gibt die tatsächliche Produktionszeit je Teil und Produktionsschritt an. Sie beinhaltet alle Tätigkeiten die standardmäßig zur Produktion erforderlich sind, z.B. auch Entladevorgänge oder Qualitätskontrollen.⁴⁷
- **Durchlaufzeit:** Die Durchlaufzeit beschreibt prinzipiell die Zeit zwischen einem Start- und einem Endpunkt. Die Produktionsdurchlaufzeit steht also für den Zeitabschnitt zwischen Freigabe des Fertigungsauftrags und der Auslieferung des Kunden. Diese Zeit besteht jedoch nicht aus reiner Bearbeitungszeit. Den größten Anteil an der Durchlaufzeit haben meist Liegezeiten vor und nach den Bearbeitungsschritten. Diese Wartezeiten sind nicht-wertschöpfende Tätigkeiten im Produktionsablauf.

⁴⁵ vgl. (Binner 2010) S.75

⁴⁶ vgl. (Brenner 2015) S.4

⁴⁷ vgl. (Brenner 2015) S.5

- **OEE:** Die Abkürzung für die englische Kennzahl Overall Equipment Effectiveness beschreibt die Gesamtanlageneffektivität und ist eine der meistgenutzten Kennzahlen. Sie gibt darüber Auskunft, wie gut ein bestimmter Zeitraum für die Produktion von Gutteilen genutzt wird. Sie besteht aus dem Produkt von Verfügbarkeit, Effizienz und Qualität.⁴⁸ Durch diese drei Faktoren wird ein Hauptaugenmerk auf die acht Hauptverlustarten gelegt. Diese setzen sich zusammen aus:
 - Ungeplante Anlagenstillstände (>10 Minuten)
 - Rüstzeiten und Justieren
 - Werkzeugwechsel
 - Anfahren
 - Kurzstillstände
 - Geschwindigkeitsverluste
 - Qualitätsdefekte
 - Shutdown (Herunterfahren)⁴⁹

Vorsicht ist allerdings beim Vergleichen von OEE-Werten unterschiedlicher Unternehmen zu nehmen, da der OEE teilweise unterschiedlich definiert und berechnet wird.

- **Fließ – und Flussgrad:** Diese beiden Kennzahlen geben eine Relation zwischen gewollter und ungewollter Verweildauer innerhalb des Produktionsablaufs wieder. Es handelt sich hierbei um das relative Pendant zur Durchlaufzeit. Der Fließgrad errechnet sich durch den Quotienten aus Fertigungszeit und Durchlaufzeit, der Flussgrad durch den entsprechenden Reziprokwert.⁵⁰

$$\text{Fließgrad} = \frac{\text{Fertigungszeit}}{\text{Durchlaufzeit}}$$

$$\text{Flussgrad} = \frac{\text{Durchlaufzeit}}{\text{Fertigungszeit}}$$

⁴⁸ vgl. (Brenner 2015) S.35f

⁴⁹ vgl. (Erlach 2010) S.54

⁵⁰ vgl. <https://ews.tu-dortmund.de/public/lecture/logedugate/public/LFO/kennzahlen/content/46.htm>
(Gelesen am 26.06.2016)

2.5. Wertstromdarstellung - Symbole

Um die Produktion einer Fabrik neben den genannten Daten möglichst genau und übersichtlich darstellen zu können, ist ein Modell unerlässlich. Dieses Modell soll den Gegenstand vereinfacht und zweckmäßig wiedergeben. Die Wertstromdarstellung bedient sich hierfür sechs Grundelementen:

- Mit den **Produktionsprozessen** werden alle produzierenden internen als auch externen Tätigkeiten beschrieben.
- Die Aufgaben der Auftragsabwicklung mit Produktionsplanung und –steuerung werden in den **Geschäftsprozessen** dargestellt.
- Der **Materialfluss** beschreibt die Bestände und den Transport von Materialien.
- Der Daten- und Dokumententransfer zwischen den Geschäftsprozessen wird durch den **Informationsfluss** beschrieben.
- Die Kundennachfrage ist durch den **Kunden** symbolisiert.
- Der **Lieferant** ist für die Versorgung mit Teilen und Rohmaterialien zuständig.⁵¹

Die Verknüpfung der Grundelemente ist in Abbildung 13 verdeutlicht.

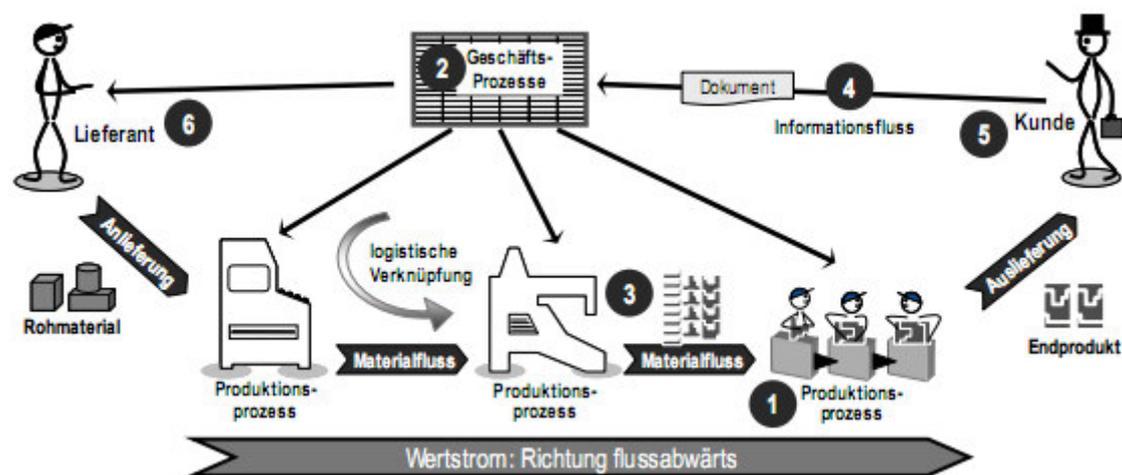


Abbildung 13: Der Wertstrom in der Fabrik⁵²

Beginnend beim Lieferanten fließt der Wertstrom flussabwärts zum Kunden. Die Auftragsabwicklung, der physische Materialfluss innerhalb der Fabrik kombiniert mit dem Informationsfluss zu den Produktionsprozessen bilden in Summe die Produktionslogistik. Durch einfache, selbsterklärende Symbole kann dann der

⁵¹ vgl. (Erlach 2010) S.32f

⁵² ebenda S.33

Wertstrom in prägnanter Weise visualisiert werden. Diese Symbole sind in Abbildung 14 aufgezeigt. Ein Großteil davon wird in Hinblick auf den folgenden Praxisteil der Diplomarbeit beschrieben.⁵³

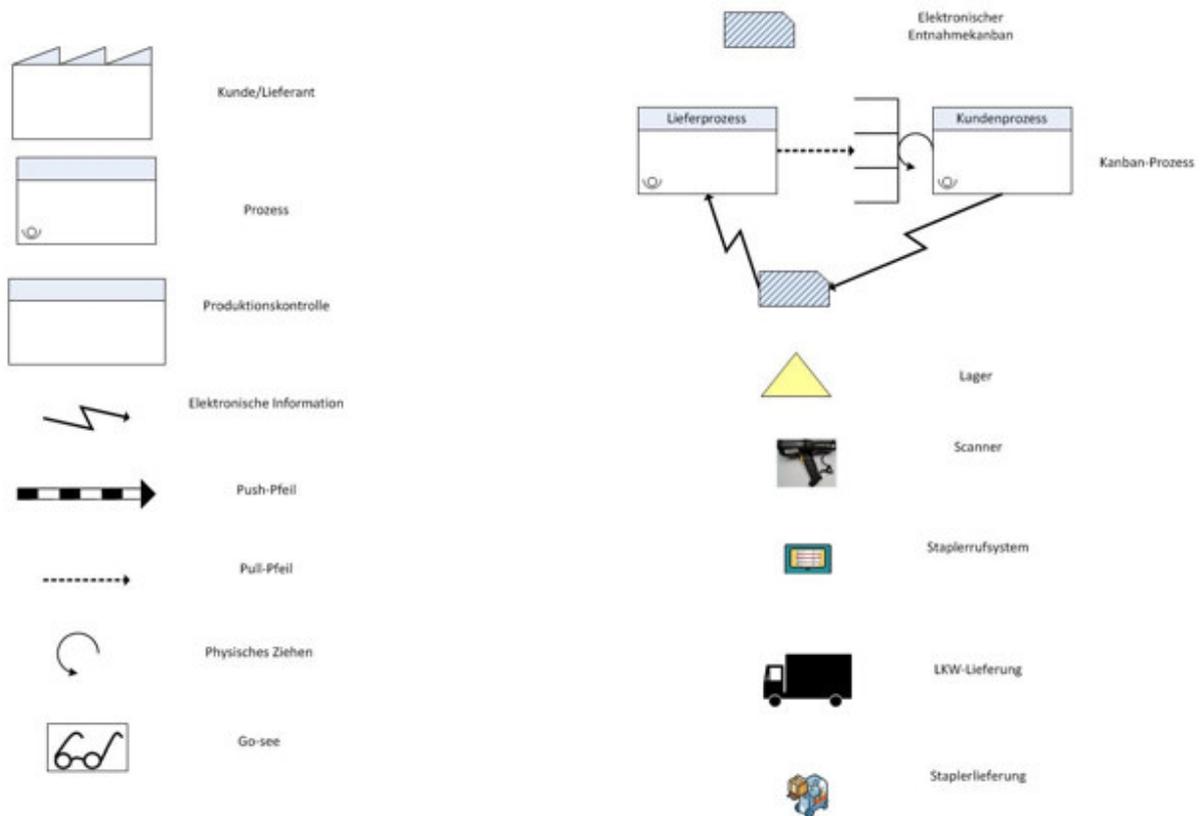


Abbildung 14: Symbole der Wertströme

Mit einem Prozessfeld werden Arbeitsabläufe genauer definiert. Hier werden Daten wie Mitarbeiteranzahlen pro Maschine mit der Abkürzung MB eingetragen. In einer Tabelle darunter werden dann Maschinenzeiten MZ und Personalzeiten PZ in Sekunden pro Stück, sowie Rüstzeiten und der OEE angegeben.

Die Produktionskontrollstellen bilden organisatorische Tätigkeiten ab. Hier finden keine Produktionsschritte statt.

Elektronische Informationspfeile stellen elektronische Informationsflüsse dar. Sie stehen für eine schnelle und papierlose Informationsversorgung. Hierfür gibt es eine Vielzahl von Übertragungsmöglichkeiten und verschiedene Softwarelösungen.

⁵³ vgl. (Erlach 2010) S.33f

Der Push-Pfeil weist auf eine Push-Fertigung hin, der Pull-Pfeil auf einen Produktionsschritt nach dem Pull-Prinzip.

Physisches Ziehen ist die Entnahme von Material aus einem vorgelagerten Supermarkt bzw. Puffer.

Muss der Mitarbeiter selber zum Informationspunkt gehen, um entsprechende Informationen zu erhalten, wird das Go-See-Symbol verwendet.

Der elektronische Entnahme-Kanban stellt eine elektronische Kanban-Karte dar.

Lagersymbole werden überall angeführt, wo Material über einen längeren Zeitraum gelagert wird. Für diese Stellen werden dann auch berechnete Liegezeiten mit angegeben.

Mit dem Scanner werden E-Kanban-Karten abgeschossen.

Ein Kanban-Prozess läuft folgendermaßen ab: Im Kundenprozess entsteht ein Bedarf. Die Kanban-Karte wird abgeschossen und elektronisch an den Lieferprozess übertragen. Der Lieferprozess liefert die angeforderte Menge in einen Supermarkt. Hier entnimmt der Kundenprozess wieder die benötigten Teile und schießt bei Bedarf erneut eine Kanban-Karte ab.

3. Wertstromdesign - Ausgewählte Methoden

Mit der Wertstromanalyse lässt sich also, basierend auf dem Zusammenhang zwischen Informations- und Materialfluss, der Ist-Zustand der Produktion analysieren. Dadurch kann genau erkannt werden, an welchen Stellen der Fluss unterbrochen wird und wo folge dessen Verbesserungsmaßnahmen ansetzen müssen, um den Soll-Zustand erzeugen zu können nach dem die Produktionsstätte funktionieren soll. Um diese Potentiale zu heben, können unterschiedlichste Techniken und Prinzipien angewendet werden.

3.1. Fertigungsstruktur - Flussprinzip

Das einsichtigste Prinzip das bei der Wertstromanalyse meist zur Anwendung kommt ist das **Flussprinzip**. Hierbei werden die Betriebsmittel in der Reihenfolge der Arbeitsoperationen aufgestellt. Es sind verschiedene Bedingungen bei der Anwendung zu beachten:

- Über langen Zeitraum konstante Nachfrage notwendig
- Programmstetigkeit
- Produktionsprogramm mit geringer Variantenzahl
- Lange Aktualität von Produktionsverfahren
- Begrenzte Typen-, Passungs- und Werkstoffvielfalt

Können diese Bedingungen zumindest teilweise erfüllt werden, bietet die Einführung des Flussprinzips in der Produktion mehrere Vorteile:

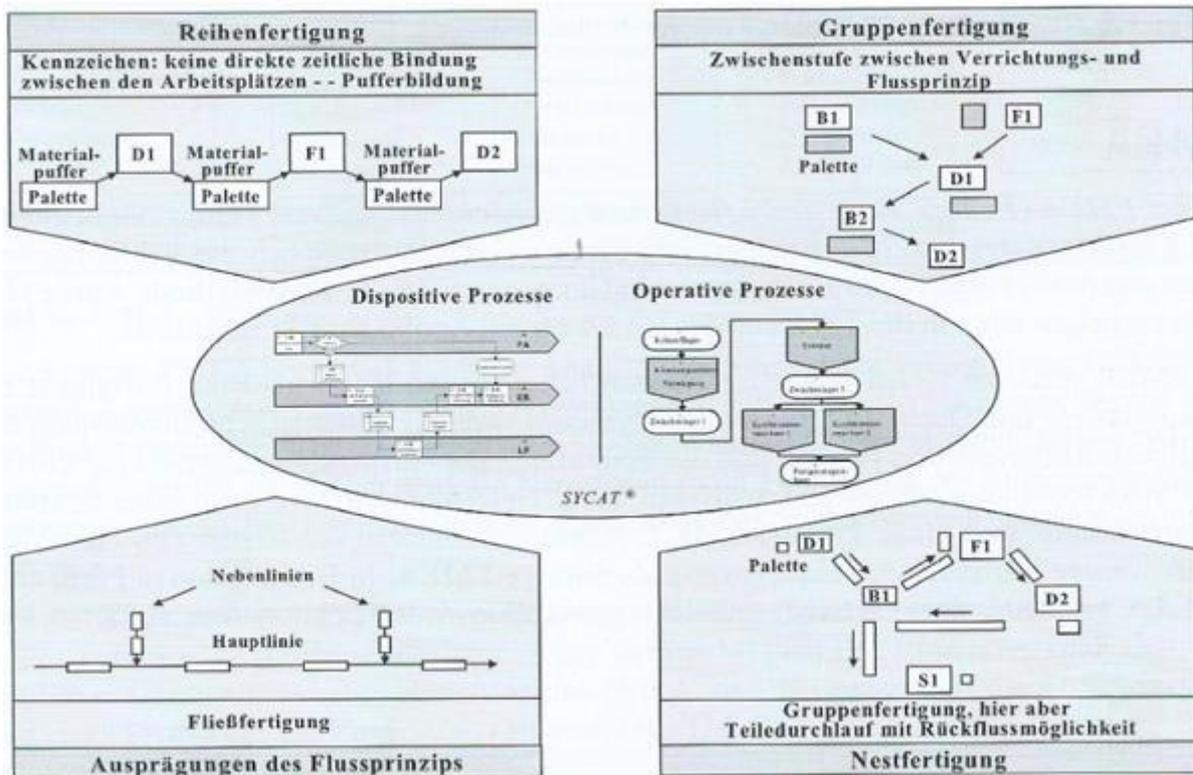
- Übersichtlicher Materialfluss
- Drastische Verkürzung der Durchlaufzeiten
- Geregelter Arbeitsfortschritt und geringer Organisationsaufwand
- Niedrige Transportkosten
- Geringes Umlaufvermögen
- Bessere Arbeitsteilung und geringerer Raumbedarf
- Leichtere Arbeitskräfteauswahl aufgrund von abgegrenzten Qualifikationsprofil

Neben diesen Potentialen zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit müssen auf der anderen Seite jedoch auch gewisse Nachteile des Fließprinzips beachtet werden:

- Reizarme Arbeitsplätze durch begrenztes Tätigkeitsprofil
- Geringe Flexibilität gegenüber Absatzschwankungen und Produktveränderungen
- Durch Maschinenausfall nachstehende Produktion blockiert
- Hohe Umstell- und Änderungskosten sowie hoher Planungsaufwand
- Schwierige Taktabstimmung⁵⁴

Das Flussprinzip kann in verschieden starke Ausprägungen unterteilt werden, siehe Abbildung 15.

⁵⁴ vgl. (Binner 2010) S.142f

Abbildung 15: Flussprinzip in der Fertigung⁵⁵

Die unterste Stufe stellt die Reihenfertigung dar. Bei dieser Fertigung ist noch keine zeitliche Bindung zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen vorhanden, jedoch sind die Arbeitsmittel bereits nach dem Arbeitsplan gereiht. Zwischen den verschiedenen Stationen sind noch Materialpuffer vorhanden, wodurch die Produktionsschritte noch teilweise entkoppelt werden können.

Die mittlere Stufe bilden die Gruppenfertigung und die Nestfertigung. In der Gruppenfertigung sind bereits Materialflusshauptrichtungen ersichtliche. In der Nestfertigung sind Materialrückflüsse während des Produktionsprozesses möglich. Sie legt das Hauptaugenmerk auf eine hohe Auslastung.

Die höchste Stufe ist durch die Fließfertigung gegeben. Sie ist gekennzeichnet durch eine lückenlos örtlich und zeitlich fortschreitende Folge von Arbeitsgängen. Durch die enge Vernetzung der Stationen kommt der Bereitstellung und dem Transport der Teile eine große Bedeutung zu. Die Fließfertigung ist eines der Ziele der Wertstromanalyse, da es auf Vermeidung von Verschwendung, Taktabstimmung und hohe Auslastung setzt.⁵⁶

⁵⁵ (Binner 2010) S.143

⁵⁶ vgl. ebenda S.143

3.2. Steuerungsmethode Push - Pull

Neben der Auswahl der Fertigungsstruktur ist auch die Auswahl der Steuerungsmethode von entscheidender Bedeutung für einen erfolgreichen Soll-Zustand.

Push-Prinzip

Beim Push-Prinzip werden die Fertigungsaufträge von der zentralen Produktionsplanung und –steuerung erstellt und dann in der Fertigung nach diesen Vorgaben umgesetzt. Diese Steuerungsmethode wird in der MRP II Methode, dem Fortschrittzahlenkonzept und in der belastungsorientierten Auftragsfreigabe wieder aufgegriffen.⁵⁷

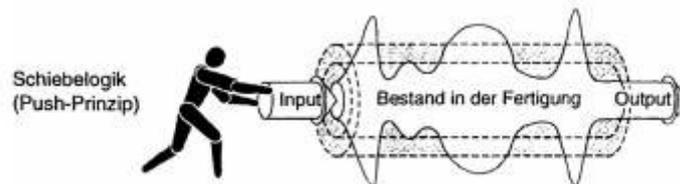


Abbildung 16: Push-Prinzip⁵⁸

Durch das Schieben der Produktionsaufträge durch die Produktion entstehen hohe Bestände in der Fertigung. Diese Bestände behindern und stören den Materialfluss und führen zu Verschwendungen in Form von Lagerbildung und unnötig hoher Kapitalbindung.

Pull-Prinzip

Im Gegensatz zum Push-Prinzip steht das Pull-Prinzip aus Abbildung 17.

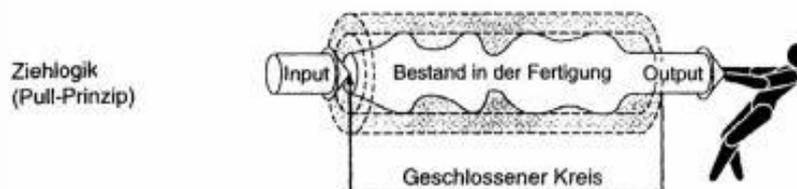


Abbildung 17: Pull-Prinzip⁵⁹

⁵⁷ vgl. (Kletti 2006) S.13f

⁵⁸ (VDI, Leitfaden für Materialflussuntersuchungen, VDI 2689 2010) S.4

⁵⁹ ebenda S.4

In diesem Produktionssystem wird nur produziert, wenn dem Output auch ein Kundenbedarf gegenübersteht. Durch den Kundenbedarf wird ein Bedarf in der Endmontage erzeugt, wodurch daraufhin ein interner Bedarf in den vorliegenden Produktionsstufen erzeugt wird. Dadurch wandert der Kundenbedarf rückwärts durch die Fertigung bis in die Materialbeschaffung. Die Kundenaufträge werden möglichst unverfälscht weitergegeben, da der jeweilige Lieferprozess über den entsprechenden Bedarf informiert wird.⁶⁰ Durch das Pull-Prinzip kann der Steuerungsaufwand reduziert werden und die gesamte Produktion transparenter und bestandsärmer gestaltet werden. Dieses Zieh-System findet in Methoden wie KANBAN, CONWIP und der synchronen Produktion Anwendung.⁶¹

Aus den verschiedenen Fertigungsstrukturen und Steuerungsmethoden ergeben sich mehrere geeignete, aber auch ungeeignete Kombinationsmöglichkeiten, ersichtlich in Abbildung 18.

Welche Steuerungsmethode ist für welche Fertigungsstruktur geeignet und in der Praxis in Kombination anzutreffen?

	Push-Steuerung: MRP, MRP II, BOA, etc.	PULL-Steuerung: KANBAN, CONWIP	PULL-Steuerung: Synchrone Produktion	Agentensteuerung/ Dezentrale Intelligenz	
Werkstattfertigung	+	+	○	+	
Fertigung in dezentralen Strukturen	-	+	+	+	- ungeeignet
Linien-/Fließfertigung	○	+	+	○	○ teilweise geeignet + geeignet

Abbildung 18: Steuerungsmethoden in Abhängigkeit von der Fertigungsstruktur⁶²

Für die in der Wertstromoptimierung wichtige Fließfertigung ist vor allem - wie bereits erwähnt - die Pull-Steuerung geeignet. Push-Steuerung und Agentensteuerung sind jedoch nur teilweise geeignet eine derartige Produktion zu steuern.

⁶⁰ vgl. (Günthner, et al. 2013) S.13

⁶¹ vgl. (Kletti 2006) S.14

⁶² ebenda S.15

3.3. Materialflussanalyse - Spaghetti-Diagramm

Egal welche Fertigungsstruktur und Steuerungsmethode gewählt wird, mit jeder Fertigung ist in direkter Weise ein Materialfluss verbunden. Dieser ist nach der klassischen Definition nicht wertschöpfend, denn der Wert des Produktes steigt meist nicht während des Transportes. Deshalb sind unnötige Materialbewegungen während des Fertigungsprozesses zu vermeiden. Im Zuge einer Wertstromanalyse wird deshalb der Materialfluss genau betrachtet und eine Optimierung, die im besten Fall in der Automation des Prozesses endet, angestrebt. Da es nicht möglich ist ohne Materialfluss eine Produktion zu führen, ist der damit verbundene Aufwand so gering wie möglich zu halten.⁶³

Ein simples Werkzeug um den Materialfluss zu analysieren ist das **Spaghetti-Diagramm**. Es dient der visuellen Darstellung der Laufwege der Mitarbeiter und der Transportwege des Materials im Produktionsprozess. In Abbildung 19 ist ein Beispiel für ein Spaghetti-Diagramm abgebildet.

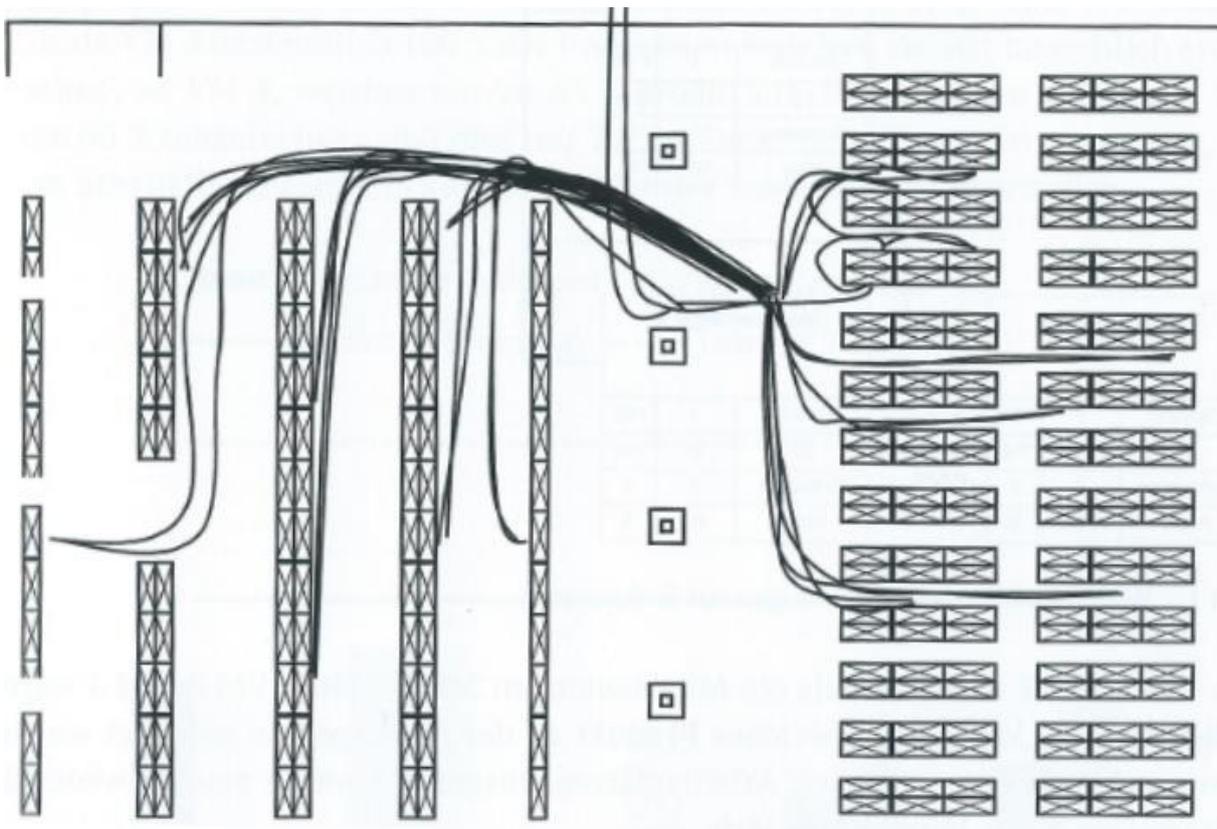


Abbildung 19: Spaghetti-Diagramm⁶⁴

⁶³ vgl. (Dickmann 2009) S.148

⁶⁴ (Brenner 2015) S.13

Es lässt sich durch das Nachzeichnen jedes Transportvorgangs leicht erkennen welche Strecken das Material auf dem Weg durch die Fertigung zurücklegt. Daraus lassen sich Verbesserungspotentiale für den Materialfluss folgern, die dann im Soll-Zustand der Wertstromanalyse umgesetzt werden können.

3.4. ABC-Analyse (Pareto-Analyse)

Die Belastung auf den Transportwegen während des Transportvorgangs ist jedoch nicht immer gleich hoch. So lassen sich meist innerhalb einer Produktion mehrere neuralgische Punkte und Strecken ausmachen, die die Hauptbelastung des Materialtransports aufnehmen. Für die Erstellung des Soll-Zustands des Materialflusses ist hierzu meist eine ABC-Analyse sinnvoll, um die wichtigsten Ursachen der damit verbundenen Probleme erkennen zu können. Oft wird sie auch im Rahmen des Qualitätsmanagements eingesetzt, um zu verdeutlichen welche Problemursachen oberste Priorität bei der Beseitigung besitzen.

Die ABC-Analyse ist auch unter dem Namen Pareto-Analyse bekannt, nach dem Italiener Vilfredo Pareto. Er stellte empirisch fest, dass in etwa 80 Prozent der Auswirkungen auf 20 Prozent der Probleme zurückzuführen sind (auch 80/20 Regel genannt).

Die auszuwertenden Daten werden bei der ABC-Analyse nach dem jeweils festgelegten Ordnungskriterium geordnet und als Säulen in ein Diagramm eingetragen. Hierbei werden sie nach abfallender Häufigkeit von links nach rechts geordnet. Zusätzlich wird dann mittels Aufsummierung der Häufigkeiten eine Einteilung in verschiedene Klassen (A, B, C) vorgenommen. Die Prozentsätze für die Klasseneinteilung werden meist mit 70%, 20% und 10% des Ordnungskriteriums gewählt.⁶⁵

3.5. KVP und Kaizen

Die Wertstromanalyse ist auf längere Zeit nur effektiv, wenn sie dauerhaft im Unternehmen angewendet wird und im täglichen Arbeitsprozess Anwendung findet. Dieser kontinuierliche Wandel zum Besseren entspricht dem japanischen Wort Kaizen. Erst diese Verbesserungen in kleinen Schritten ermöglichen es, über einen Erneuerungsprozess hinaus, die Prozessleistung aufrechtzuerhalten, bzw. weiter

⁶⁵ vgl. (Brüggemann und Bremer 2015) S.21

auszubauen. Dieses Zusammenspiel von Prozesserneuerung und Prozessverbesserung ist in Abbildung 20 visualisiert.⁶⁶

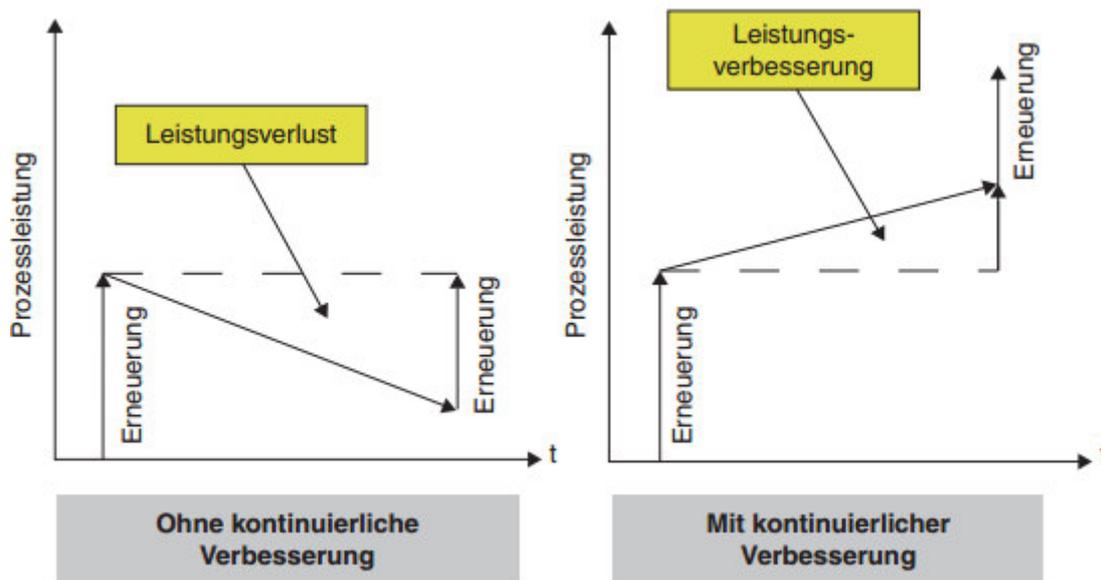


Abbildung 20: Zusammenspiel von Prozesserneuerung und Prozessverbesserung⁶⁷

Im Deutschen wurde für diesen Prozess der kontinuierlichen Verbesserung die Abkürzung KVP geprägt. Auch KVP steht wie Kaizen vor allem für den systematischen Abbau von Verschwendungen mit dem Ziel produktive Kräfte und Ressourcen nicht unnötig und unzweckmäßig einzusetzen und Kapazitäten weder zu über- noch unterfordern.

Zahlreiche Methoden und Werkzeuge mit den Zielen Prozesserneuerung und –verbesserung sind in Abbildung 21 dargestellt. Sie reichen von Business Process Reengineering über Design for Six Sigma, Total Cycle Time bis hin zum bekannten Kaizen.⁶⁸

⁶⁶ Vgl. (Koch 2015) S.127

⁶⁷ (Schmelzer Hermann J. 2008) S.370

⁶⁸ Vgl. (Koch 2015) S.117

Vorgehen	Anwendungsfelder	Methode	Ziel
Erneuerung (Revolution)	Geschäftsprozess	BPR	Quantensprünge der Prozessleistung durch radikales Redesign der Prozesse
Fehlerprävention in der Entwicklungsphase	Geschäftsprozess	DFSS	Entwicklung von Neuprodukten und deren Prozesse auf Grundlage von Kundenanforderungen (optimales Design). Steht für ein proaktives Qualitätsmanagement, um spätere Fehlerkosten zu vermeiden
Verbesserung (Evolution)	Geschäftsprozess, Teilprozesse	TCT	Beseitigung von „Prozessbarrieren“ und Eliminierung von nicht-wertschöpfenden Prozessen, Reduzierung der Prozesszeit (Zykluszeit)
	Prozessschritte, Arbeitsschritte	Kaizen/KVP	Systematische und kontinuierliche Verbesserung in kleinen Schritten mit der Zielsetzung „Verschwendungen beseitigen“
	Teilprozesse, Prozessschritte und Arbeitsschritte	Six Sigma	Verbesserung der Streuung und der Zentrierung eines Prozesses Erreichung von Six Sigma, d. h. Erreichung des Niveaus von 3,4 Fehlern bei 1 Mio. Möglichkeiten. Das Zielniveau ist deutlich höher als bei TCT und Kaizen

Abbildung 21: Methoden der Leistungssteigerungen in Geschäftsprozessen⁶⁹

Das Ziel eines funktionierenden und erfolgreichen Unternehmens soll es sein, Prozesserneuerungen schnell und effektiv umzusetzen, und anschließend mit Prozessverbesserungen die Leistungsfähigkeit auszubauen und auf die nächste Erneuerung hinzuarbeiten. So kann der Erfolg eines Unternehmens langfristig gesichert werden.

⁶⁹ vgl. (Töpfer und Günther 2003) S.90; (Schmelzer Hermann J. 2008) S.372, 379 f.

4. Materialfluss- und Wertstromanalyse von Türfeststellern

Im Praxisteil wird nun eine Materialfluss- und Wertstromanalyse der Produktschiene Türfeststeller des Edscha Standortes Hauzenberg durchgeführt und die theoretischen Konzepte aus vorhergehenden Kapiteln in der Praxis angewendet. Dadurch werden Optimierungspotentiale im Produktionsablauf deutlich. Ein Teil dieser Verbesserungsmaßnahmen wird im Zuge dieser Arbeit in den laufenden Betrieb übernommen. Die weiterführenden und im vorgegebenen begrenzten Zeitraum nicht realisierbaren Maßnahmen werden in Zukunftsvisionen für den Produktionsstandort erläutert.

4.1. Firmenporträt

Die Edscha Holding GmbH wurde 1870 gegründet, und ist heute ein wichtiger strategischer Entwicklungspartner der Automobilindustrie. Seit 2010 gehört das Unternehmen zum spanischen Gestamp-Konzern. Mit 22 Standorten weltweit, und 5000 Mitarbeitern werden fast alle Automobilhersteller mit innovativen Produkten bedient. Zur Produktpalette zählen Karosserieprodukte, angetriebene Systeme und Betätigungssysteme. Bei den Türscharnieren und Türfeststellern nimmt sie die Position des Weltmarktführers ein.⁷⁰

Der Standort Hauzenberg ist spezialisiert auf die Herstellung von Türscharnieren und Türfeststellern. Diese beiden Produkte stellen die Hauptmaterialströme dar. Pro Arbeitstag werden mit 450 Mitarbeitern etwa 40.000 Türscharniere und 30.000 integrierte Türscharniere, sowie 145.000 Türfeststeller produziert. Für die Türfeststeller werden zudem in Eigenfertigung täglich ca. 100.000 Kunststoffhaltestangen und 25.000 Kunststoffgehäuse gespritzt. Somit wird ein Tagesumsatz von 630.000 Euro erreicht. Das Werksgelände in Hauzenberg beläuft sich auf 37.500 m² mit einer Produktionsfläche von 13.550m². Diese ist, wie in Abbildung 22 zu sehen, auf vier zweigeschossige Hallen aufgeteilt.

⁷⁰ <http://edscha.com/unternehmen/unser-profil/> (Gelesen am: 26.8.2015)



Abbildung 22: Produktionsstandort Edscha Automotive GmbH Hauzenberg⁷¹

4.2. Ausgewählte Produktschiene: Türfeststeller

In dieser Arbeit werden zwei Türfeststellertypen der Produktschiene genauer betrachtet. Hierbei handelt es sich um den ECC 35 und ECC 40, von denen insgesamt etwa 140 verschiedene Modelle produziert werden. Sie unterscheiden sich vor allem im unterschiedlichen Gehäuse. Dieses wird für den ECC 35 in Eigenfertigung produziert, und ist zweigeteilt. Das Gehäuse des ECC 40 ist einteilig. Hierbei handelt es sich um ein Zuliefererteil. Die Haltestangen für beide Typen werden Großteils vor Ort gespritzt. ECC 35 werden unter anderem im aktuellen BMW X1 verbaut. Türfeststeller vom Typ ECC 40 werden z.B. im 3er BMW mit der Entwicklungsbezeichnung F30 eingesetzt.

⁷¹ <http://edscha.com/unternehmen/standorte/europa/edscha-automotive-hauzenberg-gmbh/> (Gelesen am: 13.09.2016)

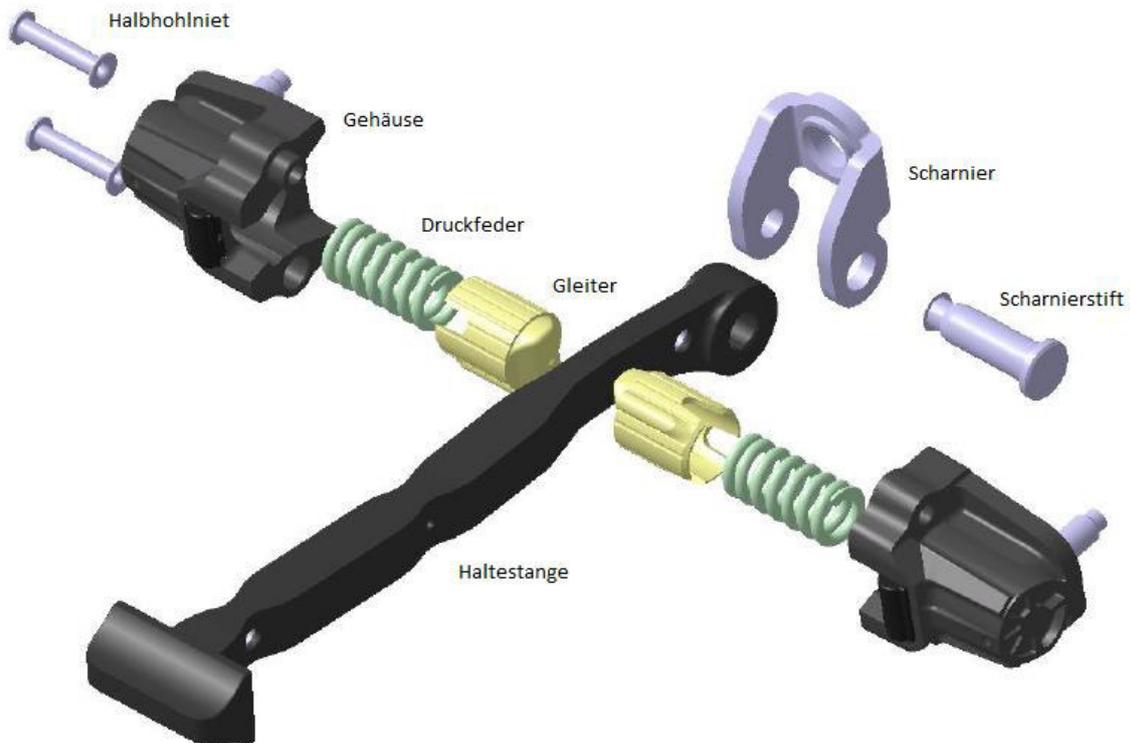


Abbildung 23: Türfeststeller ECC 35

Abbildung 23 zeigt den Türfeststeller ECC 35, der aus zwei Halbhohlrieten, dem zweigeteilten Gehäuse, zwei Druckfedern, zwei Gleitern, einem Scharnier, einem Scharnierstift und einer Haltestange besteht.

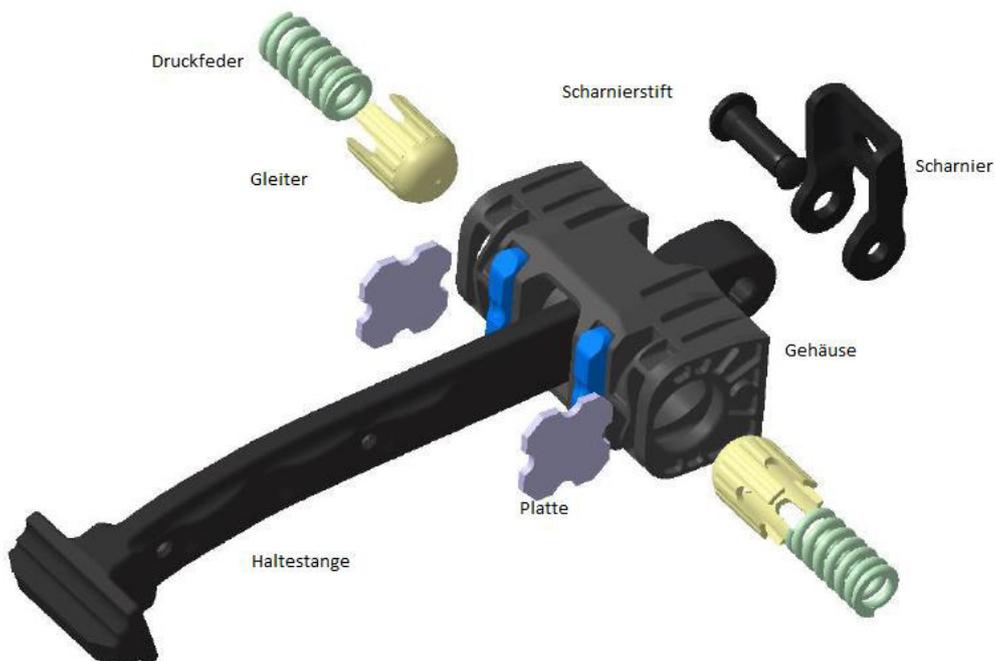


Abbildung 24: Türfeststeller ECC 40

Abbildung 24 zeigt den Aufbau des Türfeststellers ECC 40 aus je zwei Druckfedern, Gleitern und Platten, einem Scharnier mit Scharnierstift, einem Gehäuse und einer Haltestange.

4.3. Materialflussanalyse

Um sich einen Überblick über die Herstellung dieser Produkte zu verschaffen, ist der erste Schritt die Materialflussanalyse. Hierbei wird der Fluss der verschiedenen Materialien vom Wareneingang bis hin zum Versand der Fertigware betrachtet. So können direkt Problematiken erkannt und Lösungen gefunden werden.

4.3.1. Vorgehensweise

Für die Materialflussanalyse wird eine Produktschiene des Unternehmens ausgewählt und diese vom Versand rückwärts bis zum Wareneingang verfolgt. Hierbei stößt man zwangsläufig auf alle notwendigen Produktionsschritte und es ist sichergestellt, dass kein Teilschritt übersehen werden kann.

Um einen ersten Überblick über die notwendigen Produktionsschritte zu erhalten, und die weitere Beschreibung zu erleichtern, werden im nächsten Unterpunkt zusätzliche Informationen zum betrachteten Produkt angeführt.

4.3.2. Produktionsablauf

Für die Produktion eines Türfeststellers sind die folgenden, in Abbildung 25 ersichtlichen Stationen und Produktionsschritte erforderlich.

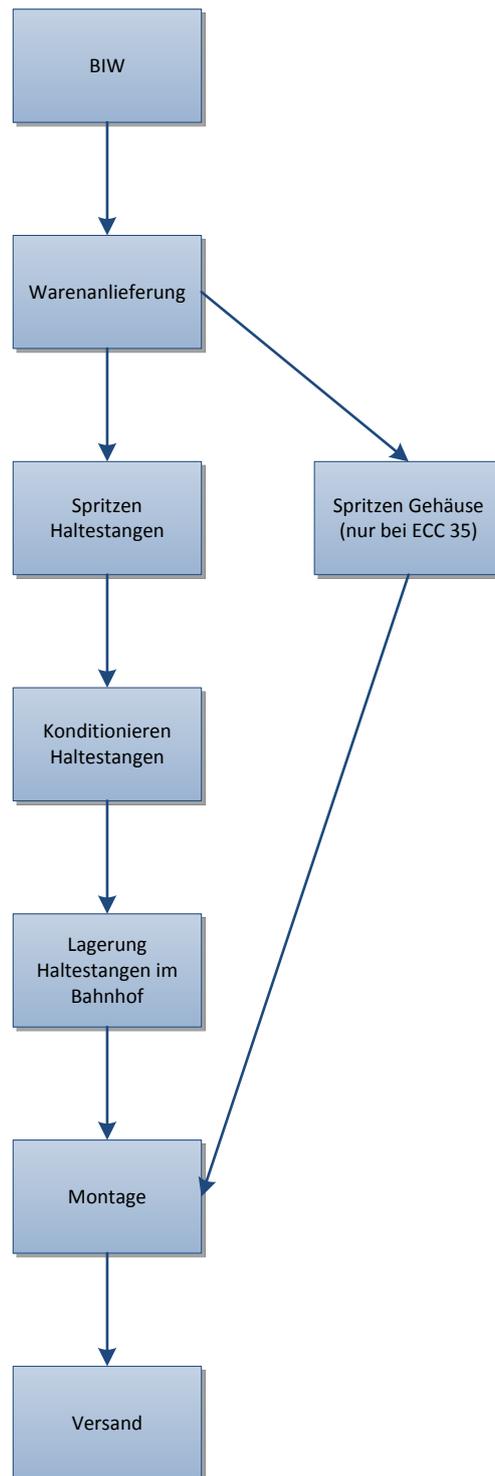


Abbildung 25: Produktionsschritte und Stationen der Türfeststeller

Waren werden im Außenlager BIW mittels LKW angeliefert und dort gelagert.⁷² Bei Bedarf werden die Waren dort kommissioniert und stündlich mit dem LKW in die Produktionsstätte angeliefert. Hier findet dann der erste eigentliche Produktionsschritt, das Spritzen der Haltestangen, statt. Danach werden die fertigen Haltestangen in

⁷² Anmerkung: BIW ist der Name der Betreiberfirma des Lagers, deshalb wird dieses edschainern und auch im weiteren Verlauf nur noch als BIW bezeichnet.

Wasserbecken konditioniert, um eine Entspannung des Kunststoffs zu ermöglichen. Nach diesem Schritt werden sie im sogenannten Bahnhof, einem Blocklager zwischengelagert, bis sie in der Montage benötigt werden. Die Fertigteile gelangen dann über den Versand an den jeweiligen Endkunden.

Bei ECC 35 Türfeststellern fließt zusätzlich das Gehäuse, ein Eigenfertigungsteil, welches parallel produziert wird, in die Montage mit ein

Während den verschiedenen Produktionsschritten durchlaufen die Komponenten unterschiedliche Abteilungen in der Produktion, die in Kostenstellen aufgeteilt sind. Diese dienen dazu, die Zuordnung der Maschinen und des Materials, sowie die Orientierung zu erleichtern.

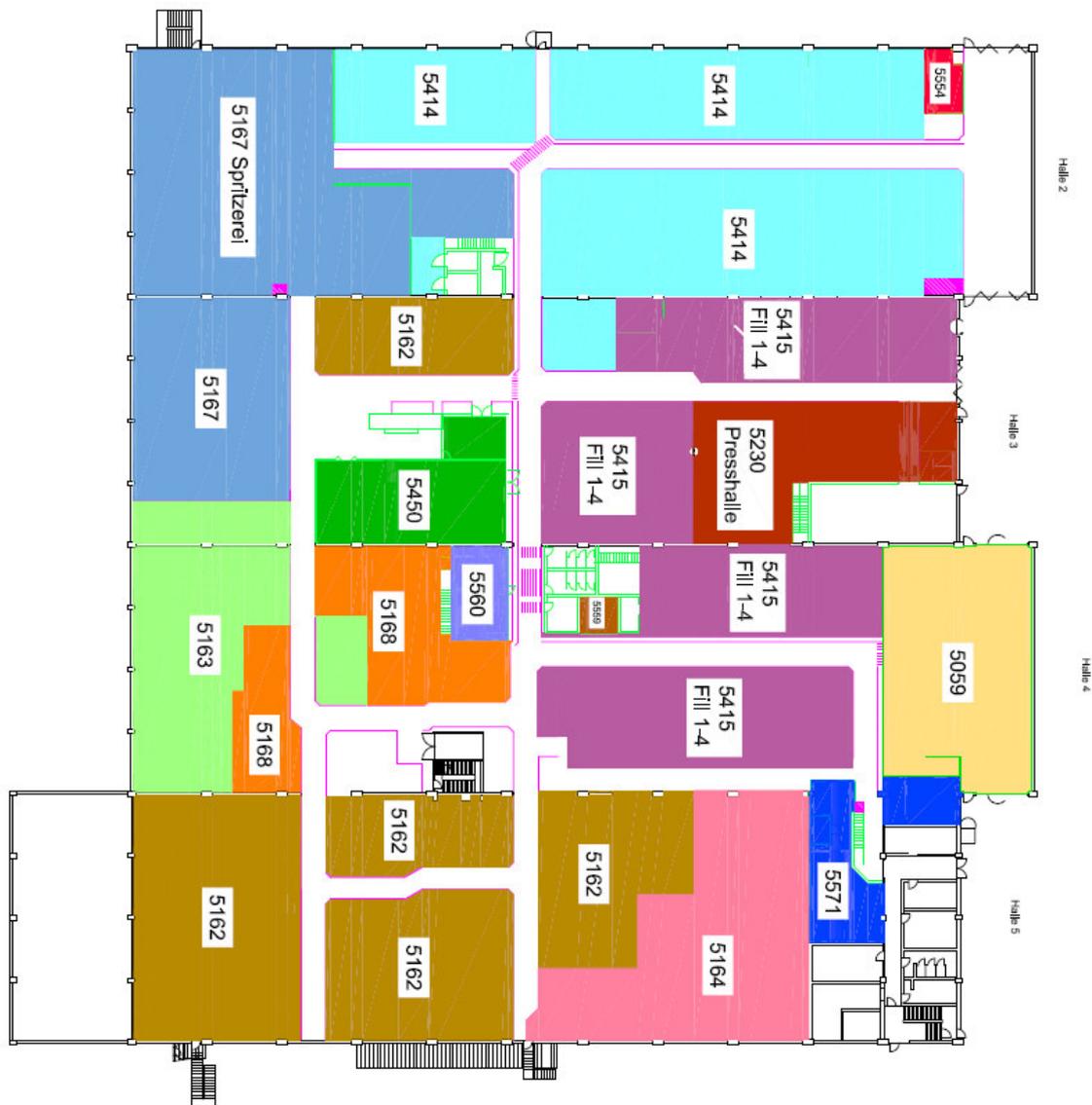


Abbildung 26: Kostenstellenplan Obergeschoss

Im Folgenden sind im Obergeschoss, siehe Abbildung 26, vor allem die Kostenstellen 5167 (Spritzerei) und die Kostenstelle 5162 (Montage) von Bedeutung.

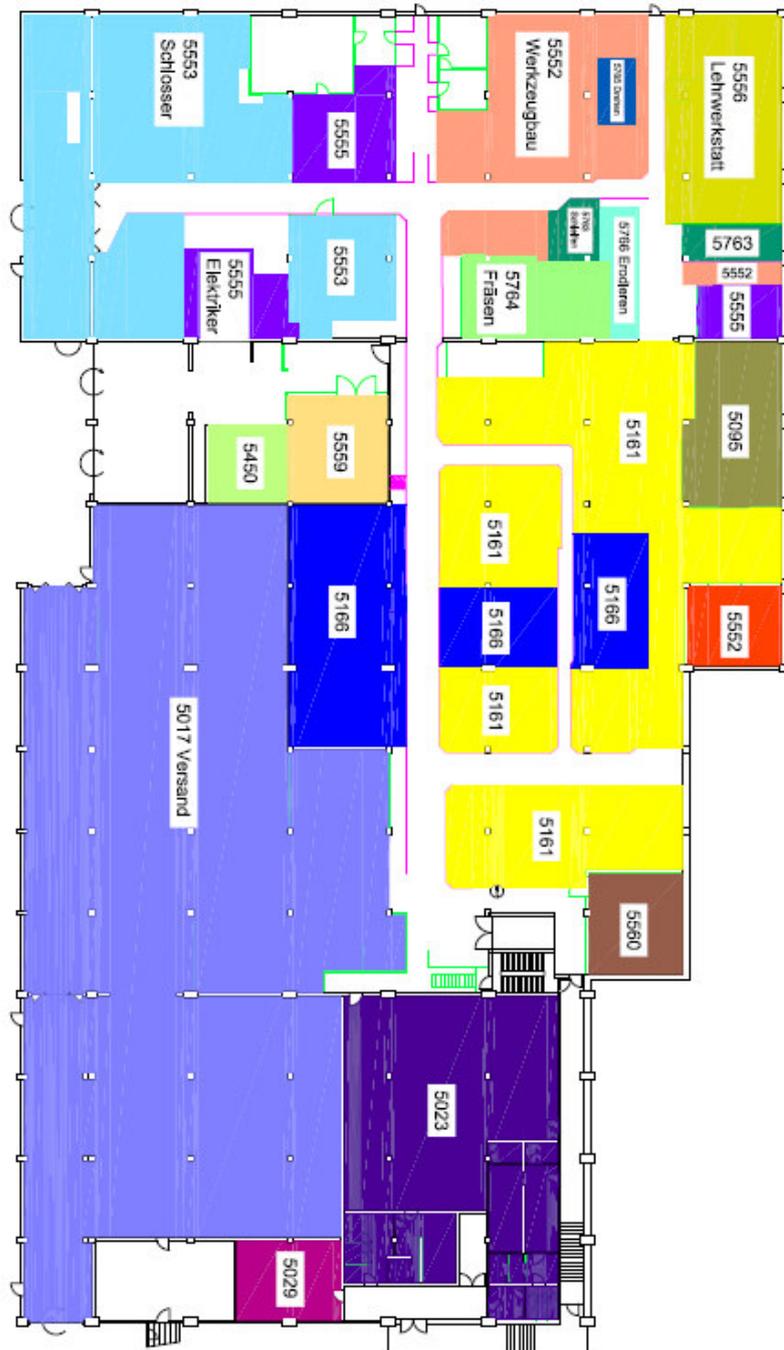


Abbildung 27: Kostenstellenplan Untergeschoss

Im Untergeschoss, Abbildung 27, ist von dieser Produktschiene nur der Versand (Kostenstelle 5017) betroffen.

4.3.3. Ist-Materialfluss

Mit diesen Informationen kann nun der Ist-Materialfluss analysiert werden. Die Beschreibung des Materialflusses beginnt bei der Anlieferung der Komponenten und

endet beim Versand der Fertigware. Als erstes wird der Türfeststeller ECC 35 betrachtet. Zur Vereinfachung der Beschreibung werden Positionsnummern verwendet.

In der Materialflussdarstellung werden zwei Transportarten unterschieden. Durchgezogene Pfeile stellen einen Staplertransport, also einen Transport mittels Seitensitzstapler dar. Die gestrichelten Linien illustrieren einen Handtransport mit einem Handhubwagen. Endet an einer Stelle ein Pfeil und beginnt direkt im Anschluss ein neuer Pfeil, wird damit eine Transportunterbrechung gekennzeichnet. D.h. das Material wird abgestellt und erst nach zeitlicher Unterbrechung weitertransportiert.

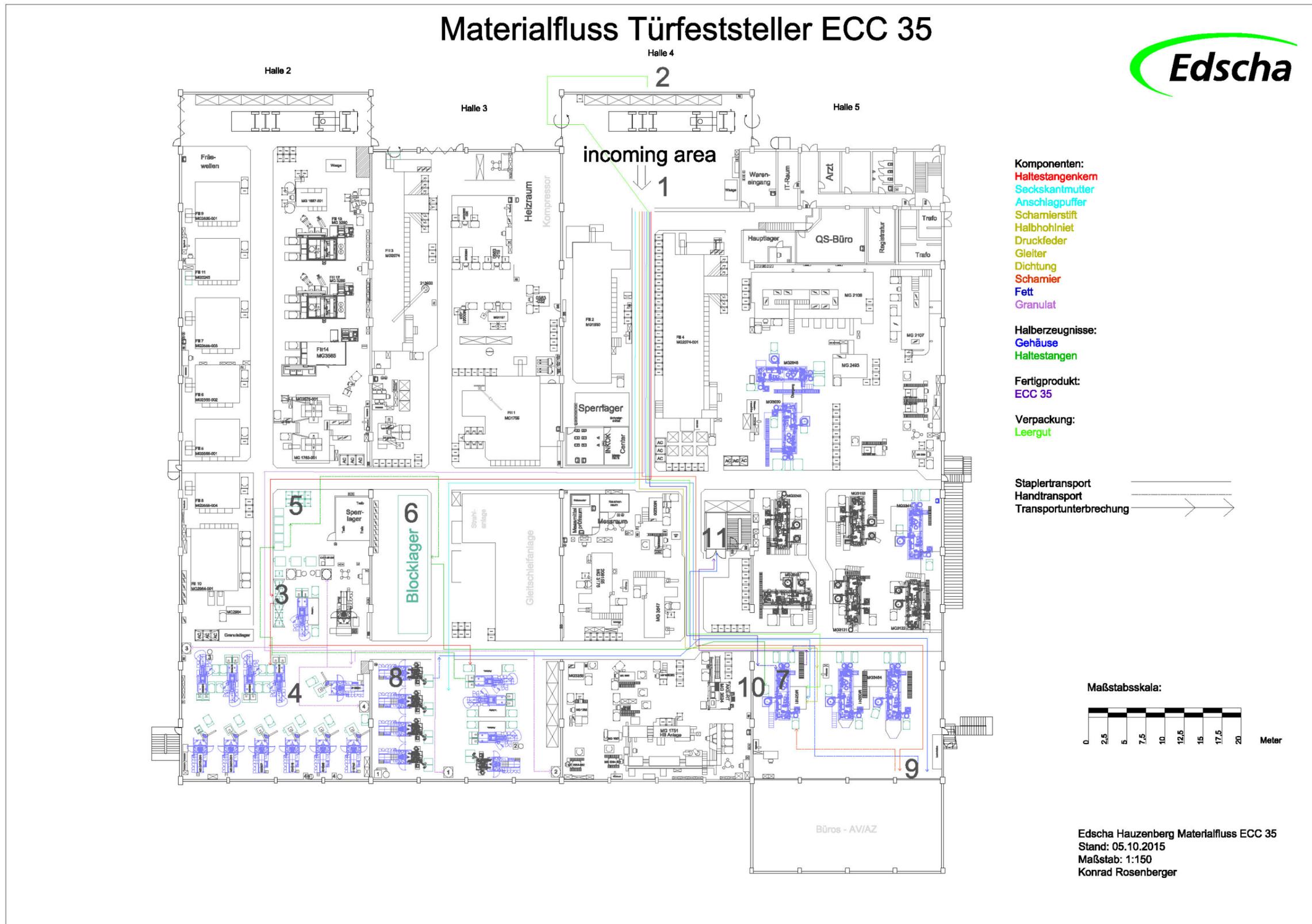


Abbildung 28: Materialfluss ECC 35 Obergeschoss

Die Haltestangenkerne werden aus dem BIW in der incoming area (Position 1), wie in Abbildung 28 zu sehen, angeliefert. Danach werden sie mit dem Stapler in das Pufferregal (Position 3) eingelagert. Mit einem Handstapler werden sie dann auf die sieben senkrechten und acht waagrechten Haltestangenspritzmaschinen (Position 4) verteilt. Das zum Spritzen der Haltestangen benötigte Granulat wird ebenfalls bei Position 1 aus dem BIW angeliefert. Die Haltestangen fallen nach dem Spritzvorgang direkt in Container, welche sich in sogenannten Konditionierungsbecken befinden. Wenn diese voll sind werden sie in den Konditionierbereich (Position 5) gebracht. Hier müssen sie, je nach Haltestangen- und Konditionierart, zwischen zwei und vier Stunden in den Becken verweilen. Anschließend entnimmt der Mitarbeiter die Container mittels Kran aus dem Konditionierungsbecken, lässt sie abtropfen und bringt sie mit einem Handstapler in das Bahnhof genannte Blocklager (Position 6). Hier werden sie gelagert bis sie in der Montage benötigt werden. Mit Staplern werden sie ausgelagert und zur Montage (Position 7) transportiert.

Die Gehäuse für die Türfeststeller ECC 35 werden ebenfalls in Eigenproduktion gefertigt. Hierzu werden Granulat, Sechskantmutter und Anschlagpuffer mittels Stapler von 1 aus dem BIW kommend nach 8 transportiert. Hier werden mit vier Spritzmaschinen die Gehäuse gespritzt. Mittels Stapler gelangen sie zum Zwischenlager (Position 9). Von da werden sie mittels Handstapler zur jeweiligen Montagemaschine gebracht. Zusätzlich werden auch Gehäuse für den Verkauf gespritzt. Diese werden gleich zum Aufzug und danach in den Versand im Untergeschoss gebracht.

Die Scharniere gelangen aus dem BIW über 1 zu einem Kontrollautomaten (Position 9). Hier wird eine 100%-Kontrolle durchgeführt. Danach gelangen sie zur Montage

Für die Montage benötigte Fette werden aus dem BIW kommend bei Position 10 zwischengelagert und mittels Handstapler zur Montage gebracht.

Die noch fehlenden Kleinteile (Scharnierstift, Halbhohlniet, Druckfeder, Gleiter) werden in Gitterboxen, die im BIW kommissioniert werden, von 1 nach 7 angeliefert.

Die zur Verpackung benötigten Kleinladungsträger werden von den Staplern palettenweise von Position 2, außerhalb der Produktionshallen, zur Montage gefahren. Position 2 wird stetig von einem Dienstleister mit entsprechendem Leihgut aufgefüllt.

Dieses wiederum muss teilweise bei den Kunden bestellt werden, teilweise wird es automatisch von diesen bereitgestellt.

Der Türfeststeller wird dann auf sechs sogenannten Langtischen automatisiert montiert.

Die fertig verpackte Ware wird dann von den Montagemitarbeitern auf den Fahrweg gestellt und von den Staplerfahrern zum Aufzug (Position 11) transportiert. Dieser wird in regelmäßigen Abständen mit den Staplern befüllt und befördert die Ware vom Obergeschoss ins Untergeschoss.

In der Montage nicht benötigte Haltestangen werden mit dem Schild „Teilmenge“ gekennzeichnet und zurück in den Bahnhof (Position 6) gebracht und für einen späteren Auftrag verwendet. Die übrigen Gehäuse werden wieder zum Zwischenlager (Position 9) gebracht. Kleinteile verbleiben bei der Montagemaschine, Teilmengen von Haltestangenkernen werden zurück ins BIW geschickt.

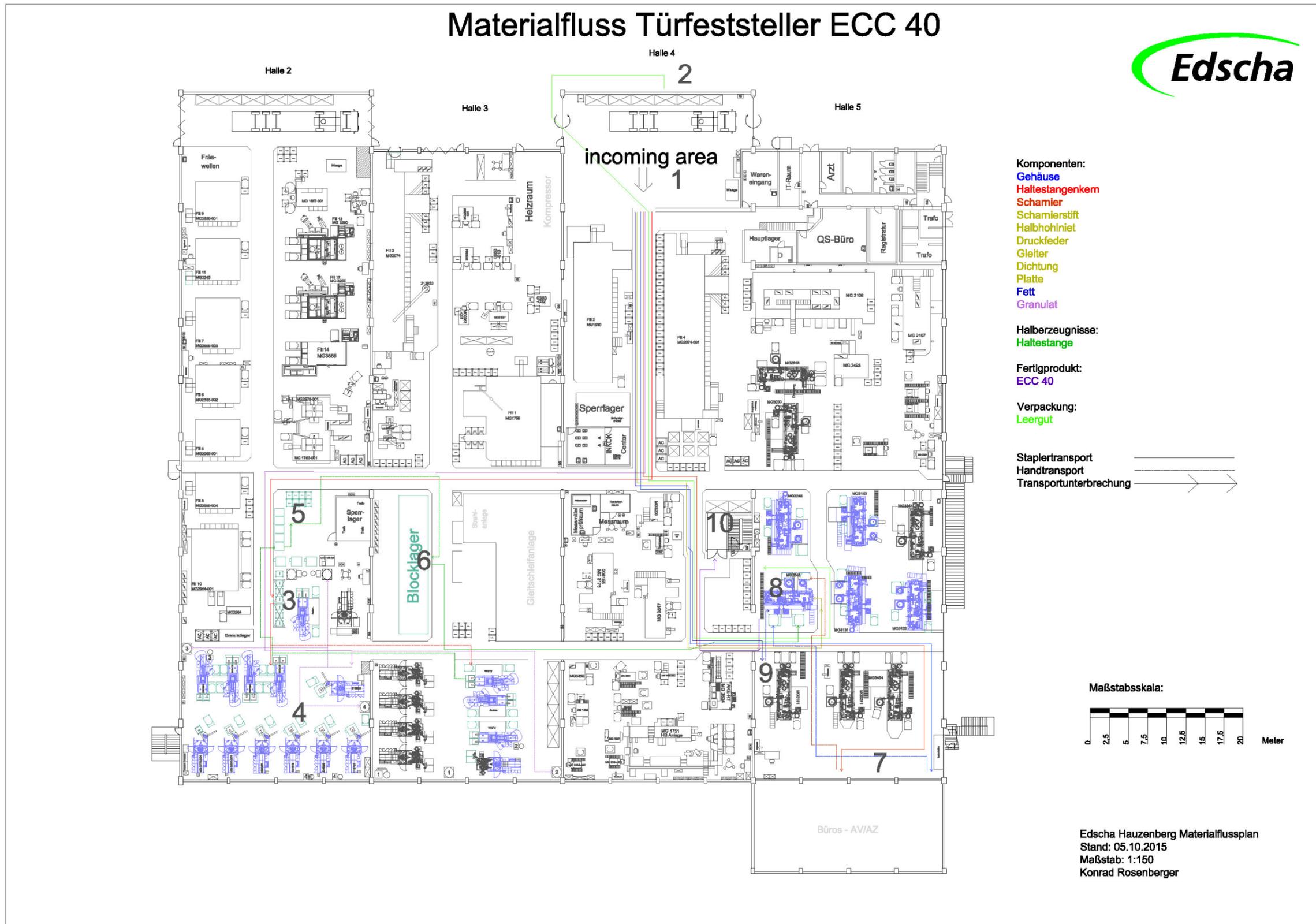


Abbildung 29: Materialfluss ECC 40 Obergeschoss

Der Materialfluss des ECC 40 von Abbildung 29 ähnelt sehr dem des ECC 35 weshalb hier nur auf Unterschiede eingegangen wird.

Die gespritzten Haltestangen ECC 40 benötigen nach dem Konditioniervorgang im Bahnhof eine Liegezeit von mindestens 36 Stunden um Schäden bei der Montage zu minimieren. Des Weiteren werden die Gehäuse für diese Türfeststellerart zugekauft. Sie werden aus dem BIW über Position 1 zum Zwischenlager (Position 7) angeliefert und von da aus mittels Handstapler zu einer der fünf Montagemaschine gebracht. Die restlichen Schritte entsprechen denen des ECC 35.

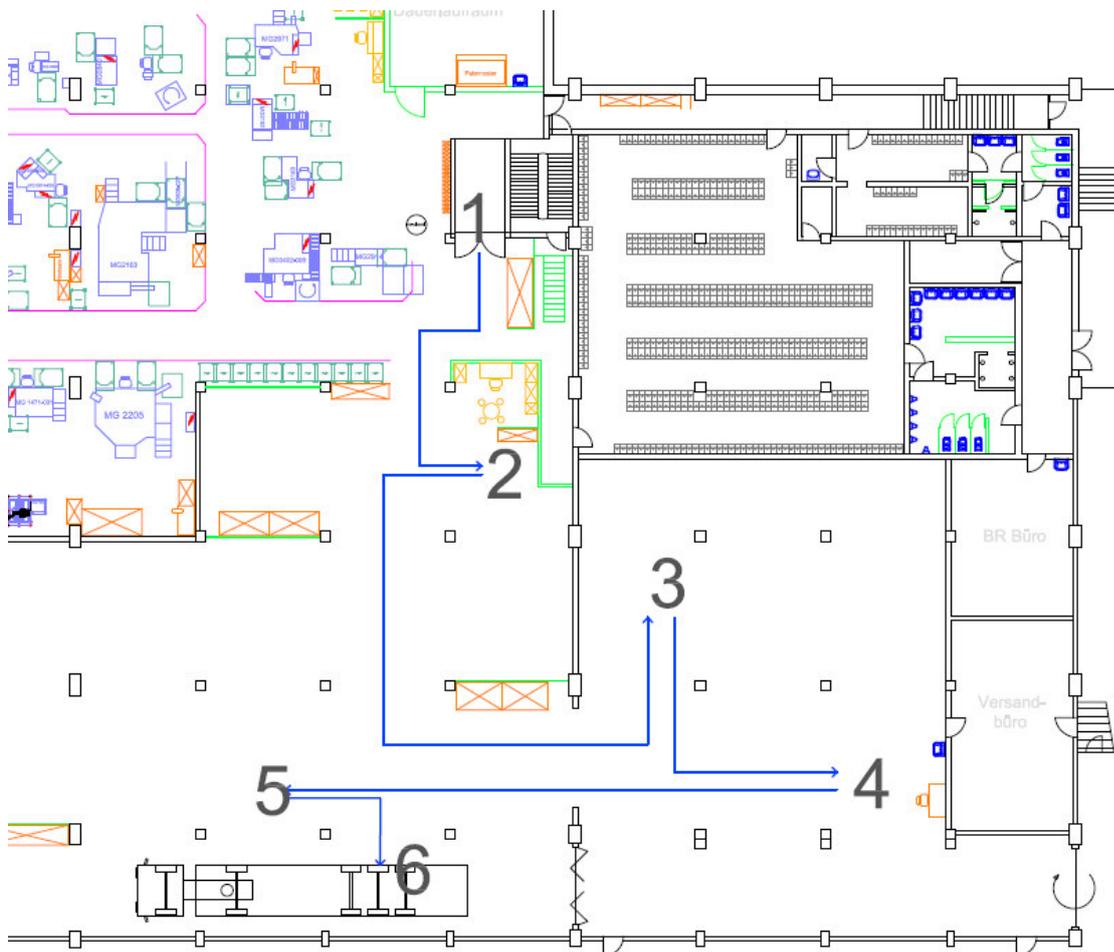


Abbildung 30: Materialfluss Versand Untergeschoss

Abbildung 30 zeigt den Materialfluss der Fertigware im Untergeschoss nach Verlassen des Aufzugs. Dieser Abschnitt läuft sowohl für ECC 35 als auch für ECC 40 gleich ab, deshalb werden sie gemeinsam behandelt.

Bei Position 1 werden die Paletten mit dem Stapler aus dem Aufzug zu Position 2 gebracht. Hier werden sie gebündelt, die Erzeugnisnummern eingescannt und die

vorhandene Menge im SAP gebucht. Danach werden sie auf Position 3 in einem Blocklager eingelagert. An 4 werden dann alle KLT´s einer Palette mit Label versehen, und einem Kundenauftrag zugeordnet. An Position 5 werden sie fertig für die Abholung bereitgestellt und bei 6 auf den LKW geladen.

4.3.4. Erkannte Problematiken

Während der Ist-Materialflussanalyse wurden mehrere Problematiken, die den Materialfluss behindern und zu Verschwendung führen, deutlich. Diese werden nachstehend nach Bereichen gruppiert erläutert.

Spritzbereich Haltestangen

Für das Spritzen der Haltestangen werden extern produzierte Metallkerne benötigt. Diese werden nach Anlieferung aus dem BIW in einem extra dafür vorgesehen Regal zwischengelagert.



Abbildung 31: Zwischenlager Haltestangenkerne

Dieses Zwischenlager, in Abbildung 31 zu sehen, bietet auf sechs Ebenen jeweils 8 Stellplätze. Beim Aufbau des Regals wurde jedoch ein falscher Abstand zwischen den Regalböden gewählt, wodurch über der unteren Containerreihe unnötiger Platz verschwendet, und gleichzeitig mit dem Handstapler die oberste Regalebene nicht mehr erreichbar ist. Statt der möglichen 48 Stellplätze sind deshalb nur 40 verwendbar.

Deshalb müssen Haltestangenkerne teilweise, wie in Abbildung 32, auf dafür nicht vorgesehenen Flächen gelagert werden.



Abbildung 32: Zusätzlicher Lagerplatz Haltestangenkerne

Konditionierbereich

Im Konditionierbereich sind mehrere Defizite, welche behoben werden sollten, vorhanden. Zuerst fällt bei der Begehung die große Anzahl an leeren Edelstahlcontainern auf. Edelstahlcontainer müssen für die Konditionierung verwendet werden, da normale Stahlcontainer in den Wasserbädern sehr schnell korrodieren. Wenn in der Montage ein Edelstahlcontainer leer wird, bringt ihn der Staplerfahrer selbstständig in den Konditionierbereich zurück. Zusätzlich gibt es vor den Fertigungshallen weitere Stellplätze für die Edelstahlcontainer. Aufgrund des unkoordinierten Transportes von der Montage entweder zum Konditionierbereich oder vor die Halle, sammeln sich bis zu 15 Edelstahlcontainer im Konditionierbereich an. Andererseits kommt es aber auch aufgrund von erhöhter Produktionsmenge oder ungleichmäßiger Befüllung der Edelstahlcontainer (vor allem bei Umrüstvorgängen), im Spritzbereich zu einer Fehlmenge an Edelstahlcontainer. Dadurch ist der Mitarbeiter des Konditionierbereichs gezwungen im Bahnhof trockene Haltestangen in

normale Schiebewandcontainer umzuschütten, um für den Einsatz im Wasserbecken ausreichend geeignete Behälter zur Verfügung zu haben.

Die Konditionierbecken trüben sich während der Arbeitswoche zunehmend ein, da sich Oberflächenanhaftungen von den Haltestangen im Wasser lösen. Deswegen ist es notwendig die Becken einmal pro Woche zu reinigen und wieder zu befüllen. Hierzu steht außerhalb der Halle ein Feuerwehrschauch für eine schnelle Befüllung zur Verfügung. Diese Tätigkeit wird samstags von einem externen Dienstleister durchgeführt. Es wurde von mehreren Produktionsmitarbeitern darauf verwiesen, dass der Füllstand der Becken oft von der vorgesehenen Höhe abweicht. Aufgrund dessen muss am Montag teilweise bis zu einer halben Stunde Wasser nachgefüllt oder abgeschöpft werden, sonst wäre ein Überschwappen der Becken beim Transport, bzw. eine vollständige Bedeckung der Haltestangen mit Wasser nicht möglich. Hierzu steht jedoch nur ein normaler Wasserschlauch zur Verfügung. Der Materialfluss wird aufgrund der Zusatztätigkeit des Mitarbeiters gestört oder die Qualität des Produktes vermindert.

Die Konditionierzeiten der Haltestangen betragen im Kaltwasserbecken vier Stunden, im extra beheizten Warmwasserbecken zwei Stunden. Zusätzlich sind für die ECC40 Haltestangen 36 Stunden Ruhezeit vorgesehen. Diese Zeiten können aufgrund von mangelnder Abstimmung vom Haltestangenspritzbereich mit dem Montagebereich nicht immer eingehalten werden. So ist es regelmäßig der Fall, dass vor dem Erreichen des Verarbeitungszustandes Haltestangen verbaut werden müssen, um eine durchgehende Versorgung der Montage mit Haltestangen gewährleisten, und einen Stillstand verhindern zu können.

Dies führt zu einer weiteren Problematik. Nach dem Konditioniervorgang werden die Edelstahlcontainer aus den Becken gehoben und auf extra vorgesehene Abtropfbleche gestellt. Wenn die Container abgeronnen sind, werden sie in den Bahnhof transportiert. Dabei ist jedoch nicht sichergestellt, dass die Haltestangen trocken genug sind, um in der Montage verarbeitet zu werden. Das Problem hierbei ist, dass auf der Haltestange eine Nummer eingeprägt ist. Der Montageroboter liest diese automatisch ab. Befindet sich an dieser Stelle eine zu hohe Restfeuchtigkeit, wird dieser Vorgang gestört und die Haltestange ausgeworfen. Außerdem muss auf die Haltestangen eine Nummer aufgedruckt werden. Ist diese Fläche an der Haltestange zu nass, verwischt dieser Aufdruck, und der fertig montierte Türfeststeller

wird vom Roboter ausgeworfen und entsorgt. In den jeweiligen Abteilungen ist jedoch keinerlei Wissen darüber vorhanden, wie lange die Haltestangen zur Trocknung benötigen. In einer kleinen Versuchsreihe mit 20 Stichproben konnte festgestellt werden, dass Haltestangen je nach Konditionierart mindestens vier Stunden zur Trocknung benötigen. Jedoch je nach Oberflächengestaltung der Haltestangen nicht mal 36 Stunden Trocknungszeit ausreichen um ein entsprechend trockenes Resultat zu erreichen.

Der Mitarbeiter des Konditionierbereichs bringt fertig konditionierte und abgetropfte Haltestangencontainer in den Bahnhof und lagert sie ein. Dies zählt nicht zu seinem Aufgabenbereich, und ist in seinem Arbeitsplan nicht berücksichtigt. Auch ist er nicht für das Auslagern der Haltestangen verantwortlich. Somit sind im Bahnhof zwei verschiedene Parteien involviert, mit jeweils unterschiedlichen Interessen. Der Konditioniermitarbeiter will nur die Haltestangen aus seinem Bereich schaffen. Die Staplerfahrer benötigen aber ein System, wie die Haltestangen eingelagert sind, um sie so schnell wie möglich auffinden und in die Montage transportieren zu können.

Haltestangenbahnhof

Abbildung 33 zeigt den Aufbau des Haltestangenbahnhofs:

Block																	
8				B8	BMW	Ford	C8	D8	Mini								
7	0 b o r d e r t e i l	Audi	A7	B7	BMW	Ford	C7	D7	Mini	Renault	E7	F7	Seat	VW	G7	H7	VW
6		Audi	A6	B6	BMW	Ford	C6	D6	Mini	Renault	E6	F6	Seat	VW	G6	H6	VW
5		Audi	A5	B5	BMW	Fiat	C5	D5	GMX	Renault	E5	F5	Seat	VW	G5	H5	VW
4		Alfa	Audi	A4	B4	BMW	Fiat	C4	D4	Ford	Renault	E4	F4	Seat	VW	G4	H4
3	Audi	Audi	A3	B3	Audi	BMW	C3	D3	Ford	Porsche	E3	F3	Renault	VW	G3	H3	VW
2	Audi	Audi	A2	B2	Audi	BMW	C2	D2	Ford	Opel	E2	F2	Renault	VW	G2	H2	VW
1		Audi	A1	B1	Audi	BMW	C1	D1	Ford	Opel	E1	F1	Renault	Volvo	G1		
Reihe	A	B		C	D			E	F			G	H			I	

Abbildung 33: Aufbau Bahnhof

Die Stellplätze sind nach den jeweiligen Kunden geordnet. Diese sind durch Markierungen am Boden ersichtlich. Die fest aufgeklebten Bodenmarkierungen sind jedoch nicht flexibel genug, um auf die unterschiedlichen Kundenabrufe, und unterschiedlichen Produktionsmengen des Spritzbereichs reagieren zu können. Dadurch werden Container an dafür nicht vorgesehenen Stellplätzen abgestellt. Da

jedoch nur der Mitarbeiter des Konditionierbereichs weiß, wo er die Container abstellt, müssen die Staplerfahrer nach den jeweils benötigten Haltestangen suchen und verlieren dadurch unnötig Zeit. Es wird versucht die Container in der Nähe der jeweiligen Markierung abzustellen. Aus Platzmangel werden Fahrwege, wie deutlich Abbildung 34 zeigt, zugestellt und der Zugriff auf Container im hinteren Bereich wesentlich erschwert.



Abbildung 34: Container in den Fahrwegen

Bei mehr als 25 in Augenscheinnahmen standen durchschnittlich mehr als 17, maximal bis zu 31 Container auf nicht markierten Plätzen, und behinderten die Entnahme.

Eine weitere Problematik stellen die Teilmengen dar. Wird in der Montage ein Haltestangencontainer nicht komplett benötigt, werden die restlichen Haltestangen in den Bahnhof zurückgeschickt. Um die Containeranzahl im Bahnhof und eine frühere Entnahme der Teilmenge zu gewährleisten, wird sie mit einem gelben Kärtchen

markiert. Sie signalisiert, dass der Container beim nächsten Bedarf dieser Haltestangenart als erstes entnommen werden soll. Dies wird jedoch nicht konsequent genug durchgeführt. Es ergeben sich mehrere Teilmengen der gleichen Haltestangenart und damit einhergehende Verschwendung an Stellplätzen, die eigentlich benötigt werden, siehe Abbildung 35.



Abbildung 35: mehrere Teilmengen gleicher Haltestangenart

Der Mitarbeiter des Konditionierbereichs versieht zudem nicht komplett gefüllte Container nach dem Konditioniervorgang mit Teilmengenschildern, wodurch er aber dem Staplerfahrer suggeriert, dass diese Container zuerst entnommen werden sollen. Die Wahrscheinlichkeit eine ausreichende Liegezeit bei ECC 40 Haltestangen zu gewährleisten verringert sich auf diese Weise wesentlich.

Ein weiteres Problem ist in Abbildung 36 erkennbar. Die Stellplätze an der Wandseite sind nicht begrenzt. Auf Hubhöhe der Stapler befinden sich aber Rohrleitungen, deren Beschädigung ist aufgrund der fehlenden Sicherheitseinrichtungen nur eine Frage der Zeit.



Abbildung 36: Rohrleitungen und fehlende Bodenbegrenzungen im Bahnhof

Am gravierendsten ist jedoch die fehlende Absicherung von elektrischen Schaltkästen auf Abbildung 37. Eine Beschädigung dieser Schaltkästen führt nicht nur zu einem hohen Gefahrenpotential, dadurch könnte auch die Stromversorgung der Produktionsanlagen auf unbestimmte Zeit lahmgelegt werden.



Abbildung 37: Gefahrenpotential Schaltschränke

Haltestangen vom Typ ECC 35 können sofort nach der Konditionierung verwendet werden. Jene vom Typ ECC 40 müssen nach der Konditionierzeit zur Relaxation 36 Stunden liegen und können erst danach verbaut werden. Diese Liegezeit kann jedoch nicht garantiert werden. Der Bahnhof ist ein Blocklager und es werden bis zu fünf Container übereinandergestapelt. Die Staplerfahrer entnehmen die angeforderten Container nach dem Last In - First Out - Prinzip, da sie einfach den obersten Container nehmen, der die richtigen Haltestangen enthält. Sie können nicht wissen, wie lange der Container schon im Bahnhof steht, da hierfür keine Kennzeichnung vorhanden ist.

Montage

Im Montagebereich muss für die Fertigware Leergut bereitgestellt werden. Die erforderliche Menge variiert je nach Kunden. Dieses kundenspezifische Leergut ist aber manchmal nicht vorhanden. Deshalb wird es in Ausweichbehälter gefüllt und später nochmals händisch in das richtige Leergut umgefüllt. Zudem werden über den eigentlichen Leergutbedarf hinaus KLT auf extra dafür vorgesehenen Stellplätzen gelagert, siehe Abbildung 38.



Abbildung 38: Zusatzstellplatz für Leergut

Die für die Fertigung benötigten Kleinteile werden bei BIW in Gitterboxen kommissioniert. Diese Gitterboxen müssen von den Maschinenbedienern auf eine Plattform über der Maschine gehoben werden. Dies wird jedoch oft nicht selbst erledigt, sondern vom Staplerfahrer. Für diesen ist jedoch der Platz zum Rangieren sehr eng. Deshalb sind hierfür eigentlich elektrische Handhubwagen vorgesehen, mit denen das Unfallrisiko für Mensch und die nebenstehenden Maschinen deutlich reduziert ist.

Bei den zwei Maschinengruppen MG 3132 und MG 3341 auf Abbildung 39 herrschen sehr beengte Platzverhältnisse vor. Die Maschinen stehen so dicht an der Außenmauer, dass die Kleinladungsträger, die zur Verpackung der Fertigware benötigt werden, per Hand abgestapelt werden müssen und dann bis zu zwei Meter hoch aufgerichtet werden um die Wege für den Staplerverkehr frei zu halten.

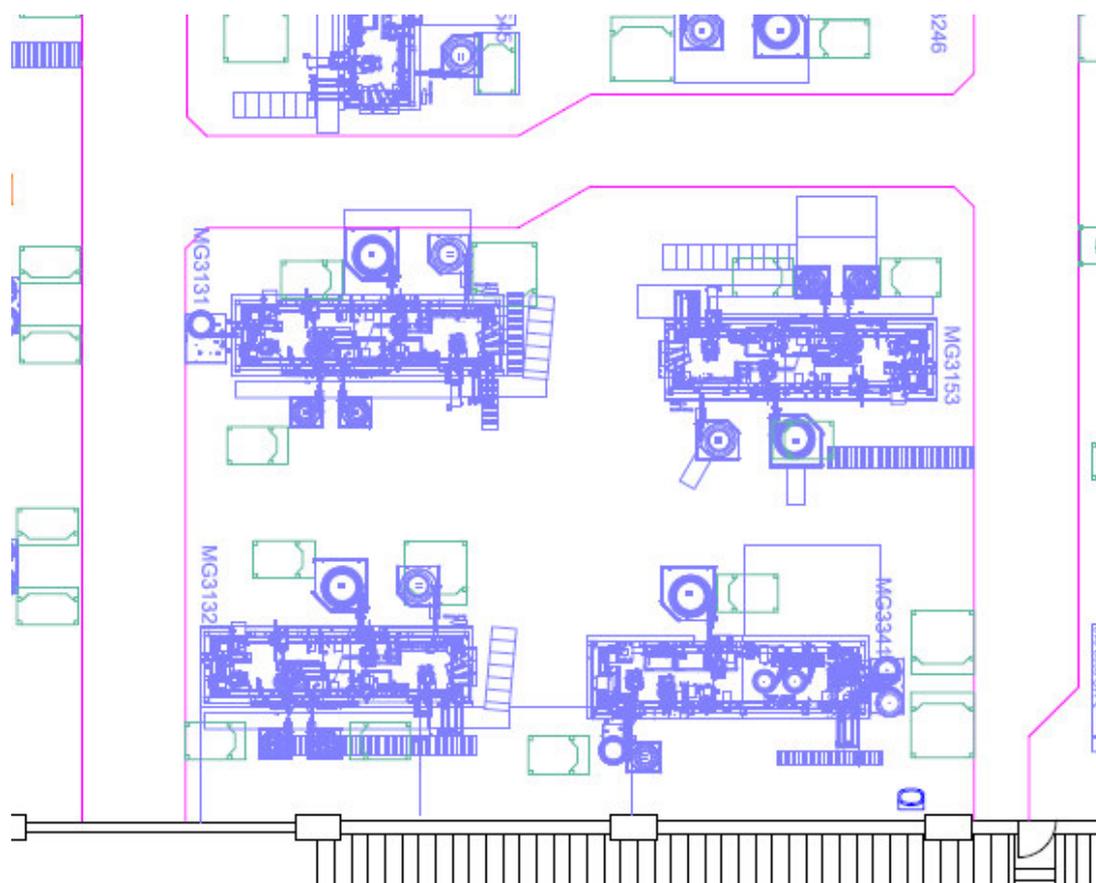


Abbildung 39: Beengte Platzsituation MG 3132 und MG 3341

Transport

Der innerbetriebliche Transport weist häufige Transportunterbrechungen auf. Die Transporte innerhalb des Außenlagers sowie der Transport zwischen Außenlager und Fertigungshallen bleiben hier unberücksichtigt. Diese laufen für alle Produkte gleich ab.

Tabelle 1: Anzahl an Transporten

	Abladen des LKW	Staplertransport	Handtransport	Anzahl an Transporten
Haltestangenkern	x	x	x	3
Sechskantmutter	x	x		2
Anschlagpuffer	x	x		2
Scharnierstift	x	x	x	3
Halbhohlriet	x	x	x	3
Druckfeder	x	x	x	3
Gleiter	x	x	x	3
Dichtung	x	x	x	3
Scharnier	x	x	x	3
Fett	x	x	x	3
Granulat	x	x	x	3
Gehäuse ECC 35		x	xx	3
Gehäuse ECC 40	x	x	x	3
Haltestangen		x	xxx	4
TFS Fertigprodukt		xxxxxx	x	7
Verpackung		x		1

In Tabelle 1 sind die Transportvorgänge - aufgeschlüsselt nach Komponenten - ersichtlich. Beim Abladen des aus dem BIW kommenden LKWs wird das Material zuerst in der Versandzone zwischengelagert und danach mit dem Stapler zum jeweiligen Bedarf transportiert. Zusätzlich ist oft ein Handtransport mittels Handhubwagen erforderlich. So ergeben sich je Container etliche Transportvorgänge bis die enthaltenen Teile verbaut bzw. versendet sind. In der oben angeführten Tabelle ist der Optimalfall angegeben. Falls ein Container nicht ganz geleert wird und eine Teilmenge wieder eingelagert wird, erhöht sich die Anzahl der Transportvorgänge nochmals um mehrere Umlagerungen.

In den folgenden Tabellen wird die zurückgelegte Entfernung des Materials auf dem Weg von der Anlieferung bis zum Abholen der Fertigware in den Produktionshallen dargestellt.

Tabelle 2: Wegstrecke ECC35

Komponenten	Strecke [m]
Haltestangenkerne	125
Sechskantmutter	95
Anschlagpuffer	95
Scharnierstift	80
Halbhohlriet	80
Druckfeder	80
Gleiter	80
Dichtung	80
Scharnier	135
Fett	90
Granulat	95
Halberzeugnisse	
Gehäuse	110
Haltestangen	120
Fertigprodukt	
ECC35	105
Verpackung	
Leergut	140
	1510

Tabelle 3: Wegstrecke ECC40

Komponenten	Strecke [m]
Gehäuse	150
Haltestangenkerne	125
Scharnierstift	80
Halbhohlriet	80
Druckfeder	80
Gleiter	80
Dichtung	80
Platte	80
Scharnier	135
Fett	90
Granulat	95
Halberzeugnisse	
Haltestangen	120
Fertigprodukt	
ECC40	105
Verpackung	
Leergut	140
	1440

Es zeigt sich, dass die Komponenten und das Fertigprodukt etwa 1,5 Kilometer bis zur Auslieferung zurücklegen müssen. Diese große Entfernung ist der hohen Komponentenanzahl, aber auch den verstreuten Produktionsabschnitten geschuldet. Die Fertigung der Türfeststeller befindet sich, wie in den Materialflüssen zu sehen, sehr weit von der Anlieferungszone entfernt. Bei den dazwischenliegenden Maschinen handelt es sich um große Anlagen deren Versetzung nicht wirtschaftlich und nur mit sehr großem Aufwand realisierbar ist. Die zurückzulegenden Wege können dadurch nicht im großen Ausmaß verkürzt werden. Deshalb muss bei Verbesserungsmöglichkeiten des Materialflusses das Hauptaugenmerk auf der Vereinfachung des Transportablaufs sowie auf den wirtschaftlichen Gesichtspunkten liegen.

4.3.5. Beeinflussbarkeit und Priorisierung der Problematiken

Bei der Betrachtung der Problematiken muss auch beachtet werden, welche Einflussfaktoren die Auslöser dafür sind. Auch ist die Beeinflussbarkeit der Probleme bei den Lösungsansätzen entscheidend. Viele Faktoren sind nur langfristig zu verbessern, und deshalb im Rahmen dieser Arbeit nicht umsetzbar. Tabelle 4 zeigt die Auswirkungen der verschiedenen Einflussfaktoren auf den Materialfluss inklusive der jeweiligen Beeinflussbarkeit auf.

Tabelle 4: Einflussfaktoren

Einflussfaktor	Auswirkung auf Materialfluss durch	beeinflussbar		
		kurzfristig	mittelfristig	langfristig
Grundstück	- beengte Platzsituation außerhalb der Produktion			X
	- räumliche Trennung von BIW und Produktionshalle		X	
	- Hallen nicht erweiterbar			X
Gebäude	- beengte Platzsituation in den Hallen	X		X
Fertigung	- Kombination von Push- und Pull-Fertigung		X	
Transport	- Kombination aus Stapler- und Handtransport	X		
	- Gefahrenpotential	X		X
	- weite Wege		X	
Lager	- teilweise sehr unorganisiert	X		
	- keine festen Stellplätze	X		
Kommunikation	- Bedienfreundlichkeit Staplerrufsystem	X		
Produktionssteuerung	- Abstimmung von Produktionsschritten	X	X	

Daraus ergeben sich mehrere Angriffspunkte, mit denen hinsichtlich des Materialflusses Verbesserungen erzielt werden können, die auch kurz- bis mittelfristig realisierbar sind. Die beengte Platzsituation kann durch eine bessere und effizientere Raumnutzung erleichtert werden, langfristig gesehen jedoch nur durch eine Erweiterung der Produktionsfläche. Die teilweise problematische Kombination aus Stapler- und Handtransport kann durch Übergabepunkte entschärft und gleichzeitig das Gefahrenpotential gesenkt werden. Der unorganisierte Aufbau des Lagers bedarf einer Neustrukturierung und Neuorganisation. Die Kommunikation kann durch eine Vereinfachung des Staplerrufsystems erleichtert werden.

Die genaue Ausarbeitung der Lösungen und Lösungsvorschläge findet sich unter Kapitel 4.5, wo eine gemeinsame Thematisierung mit den Problemlösungen aus der Wertstromanalyse stattfindet. Eine klare Trennung der beiden Bereiche ist nicht sinnvoll, da sie sich teilweise überschneiden.

4.4. Wertstromanalyse

Die Wertstromanalyse stellt die zweite Hauptaufgabe des Praxisteils dar. Hier wird vor allem auf die Darstellung der Abläufe, die Informationsflüsse sowie auf die Berechnung der Liegezeiten der Lagerteile eingegangen.

4.4.1. Vorgehensweise

Für die Wertstromanalyse ist die direkte Befragung von Mitarbeitern unerlässlich, da die praktizierte Informationsübertragung nicht immer der offiziell proklamierten entspricht. Die in den Darstellungen verwendeten Maschinenzeiten, Personalzeiten, Rüstzeiten und OEE-Werte werden mittels SAP ermittelt. Auch die angegebenen Liegezeiten des Materials sind mittels SAP-Werten angenähert. Ein direkter Zugriff auf diese Werte ist nicht möglich, da die Teile beim Ein- bzw. Auslagern in die Zwischenlager nicht elektronisch erfasst oder gebucht werden. Eine Kontrolle der Liegezeiten durch eigene Zeiterfassung ist aufgrund der großen Anzahl von Containern sowie mehreren Zu- und Abflüssen nicht realisierbar. Deshalb werden die Liegezeiten im BIW, für das Haltestangenzwischenlager Bahnhof und den Puffer für Gehäuse, mittels der im SAP verfügbaren Werten errechnet.

4.4.2. Berechnung von Liegezeiten

Die Berechnung der Liegezeit kann aus den zuvor angeführten Gründen nur zwischen zwei im SAP erfassten diskreten Zuständen und Zeiten erfolgen. Hierfür sind der Zeitpunkt der letzten Bewegung und die Bestandsreichweite am besten geeignet. Der Zeitpunkt der letzten Bewegung ist laut der im SAP hinterlegter Definition das Datum, an dem die letzte Materialbewegung stattgefunden hat. Hier muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass im SAP nur Materialnummern gebucht werden, aber keine Unterscheidung von den einzelnen Teilen erfolgt. So wird die letzte Materialbewegung z.B. beim Spritzen einer größeren Charge der letzte Materialabgang aus der Spritzmaschine für diese Materialnummer gewertet. Der im BIW erfasste Zustand ist die Materialanlieferung. Für den Bahnhof und das Zwischenlager der Gehäuse ist dieser Zustand der Übergang aus der Spritzereiabteilung in die Montageabteilung. Die Bestandsreichweite ist laut SAP-Definition diejenige Anzahl an Arbeitstagen, die für die geplante Produktion mit dem jetzt vorhandenen Materialbestand ausreicht. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass Teile wesentlich früher verwendet werden können. Aus Mangel an alternativen Berechnungsmethoden wird jedoch diese Ungenauigkeit akzeptiert. Es ergibt sich die Liegezeit der Teile aus der Differenz zwischen aktuellem

Datum und der letzten Bewegung in Arbeitstagen plus die Bestandsreichweite in Arbeitstagen. Um nicht jede Materialnummer unabhängig der vorhandenen Menge gleich zu gewichten, wird die Materialmenge mit der Liegezeit multipliziert und aufsummiert, und anschließend durch die gesamte vorhandene Materialmenge dividiert. Dieser Wert in Arbeitstagen wird dann mit dem Faktor 7/5 multipliziert um Wochentage zu erhalten und über einen längeren Erfassungszeitraum gemittelt.

4.4.3. OEE-Berechnung

Der OEE wird nach dem Einheitsblatt 66412 von VDMA berechnet:

$$OEE = \text{Verfügbarkeit} * \text{Effektivität} * \text{Qualitätsrate}$$

Hierin sind Verfügbarkeit, Effektivität und Qualitätsrate wie folgt definiert.

$$\text{Verfügbarkeit} = \frac{\text{Ist} - \text{Produktionszeit}}{\text{Gesamte Kapazität der Schicht}}$$

$$\text{Effektivität} = \frac{\text{Soll} - \text{Bearbeitungszeit}}{\text{Ist} - \text{Produktionszeit}}$$

$$\text{Qualitätsrate} = \frac{\text{Produzierte Gut} - \text{Menge}}{\text{Produzierte Menge}}$$

4.4.4. Berechnung Maschinen- und Personalzeiten

Die Maschinen- und Personalzeiten werden basierend auf SAP ermittelt. Für alle Maschinen und Arbeitsvorgänge werden die entsprechenden Zeiten je Produkt und Arbeitsvorgang von einer edscha-internen Abteilung ermittelt und im SAP hinterlegt. Zur Berechnung werden alle Teilenummern von ECC 35 und ECC 40 ermittelt und die entsprechenden Zeiten zugeordnet. Daraus werden dann die Durchschnittswerte errechnet.

4.4.5. Staplerrufsystem

Das Staplerrufsystem ist ein eigens programmiertes, SAP-basiertes Auftragssystem für die Stapler. Wird an einer Maschine Nachschub benötigt erzeugt der Mitarbeiter über einen Touch-Screen einen Auftrag am MES-Terminal der jeweiligen Maschine.

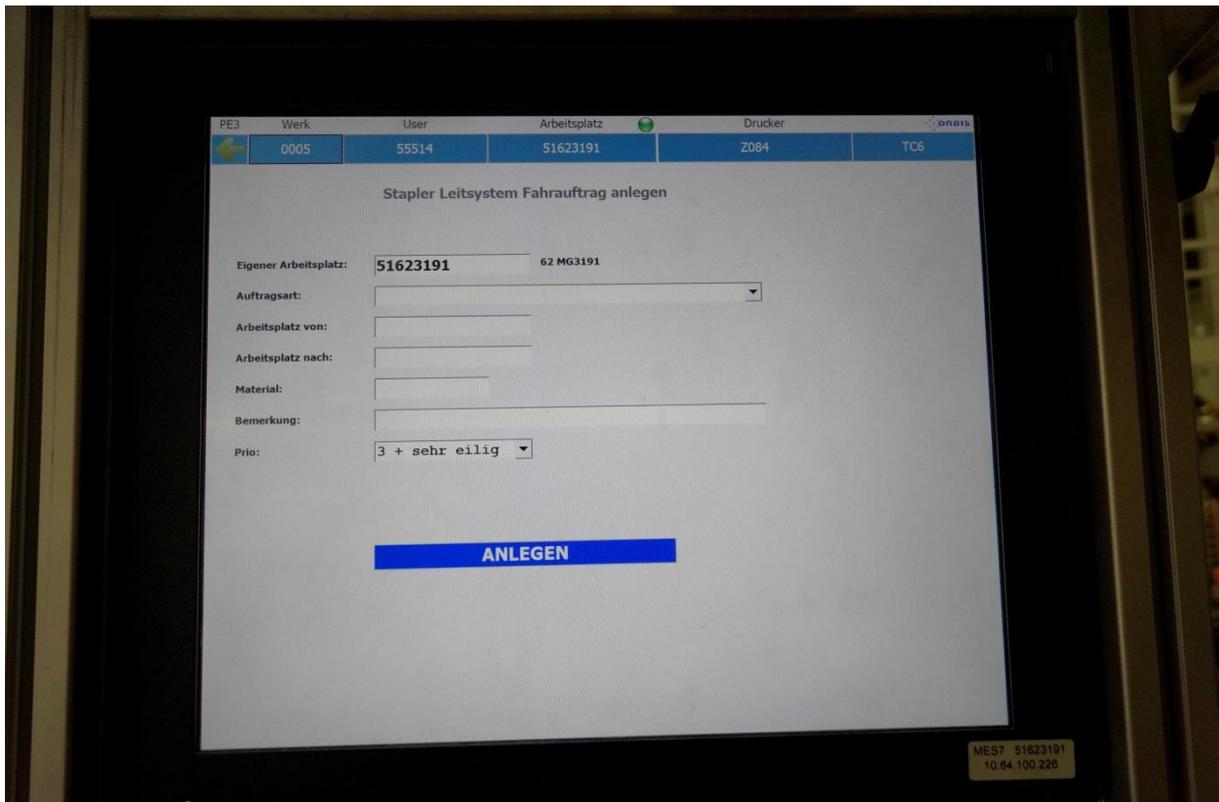


Abbildung 40: Staplerrufsystem am MES-Terminal

In Abbildung 40 ist das Interface am MES-Terminal gezeigt.

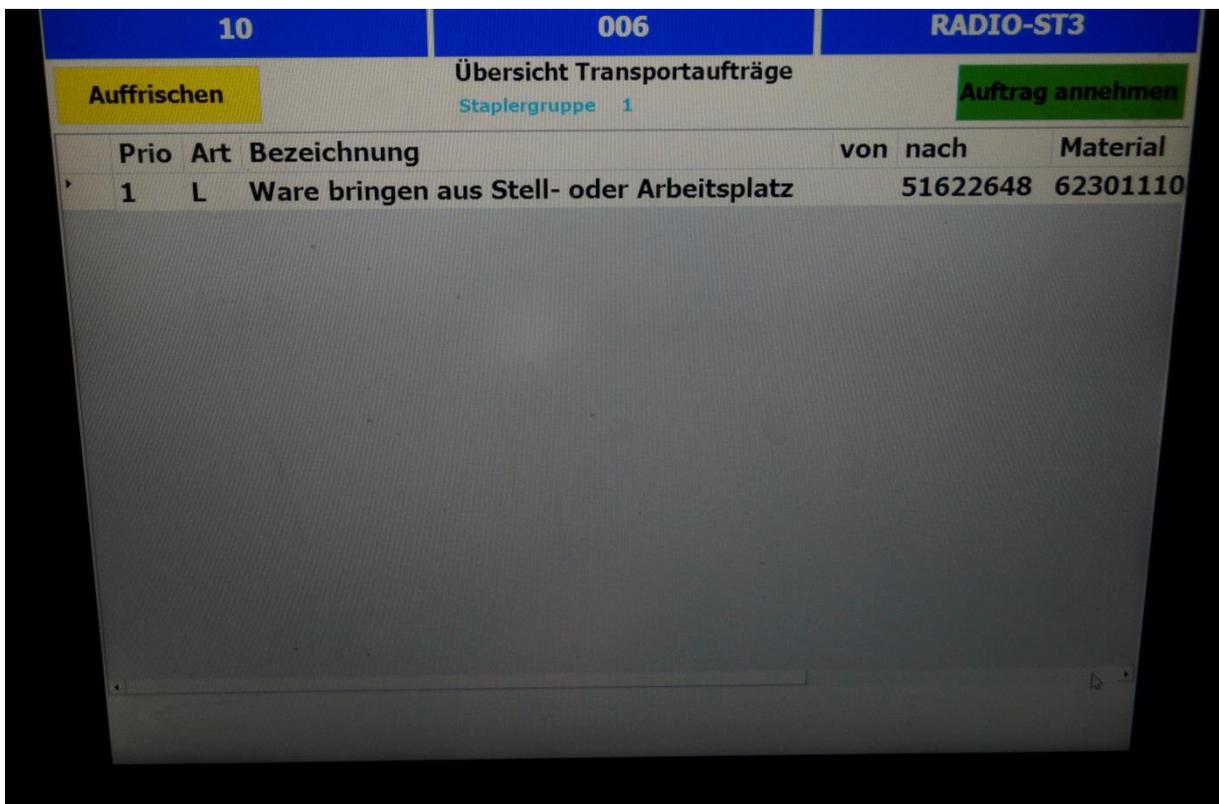


Abbildung 41: Staplerrufsystem am Stapler

Auf dem Touchscreen, wie in Abbildung 41, eines jeden Staplers wird dann der Transportauftrag angezeigt. Der Staplerfahrer kann den Auftrag annehmen und abarbeiten.

4.4.6. Materialzuordnungs- und Kanban-System

Um eine eindeutige Materialzuordnung im Produktionsablauf gewährleisten zu können, erhält jeder Behälter bei der Produktion eine Containertafel, wie sie auf Abbildung 42 gezeigt wird.

The label contains the following information:

- Materialnummer:** 0217.0221.02.0.02
- Date:** 28.09.2015
- Kommunikation mit Terminals /**
- Auftragsnummer:** 100955823
- Index:** AI
- Leiteil / Auftrag Leiteil:** 1003
- Auftragsmenge:** 30000
- Containermenge:** 39/15
- Text Auftragskopf / Kundenmaterialnummer:** (empty)
- Erfolgiger Arbeitsvorgang / Arbeitsplatz:**

0010	0020	an->					
C167	A167	5162					
3000	3340	5162					
X							

Handwritten in green: 22°

Abbildung 42: Containertafel eines Haltestangencontainers

Darauf sind neben der Materialnummer auch die Auftragsnummer und die Arbeitsgänge ersichtlich.

Das Material, das per Kanban aus dem BIW geliefert wird, ist mit einer Einmal-Kanban-Karte wie auf Abbildung 43, eindeutig identifizierbar.

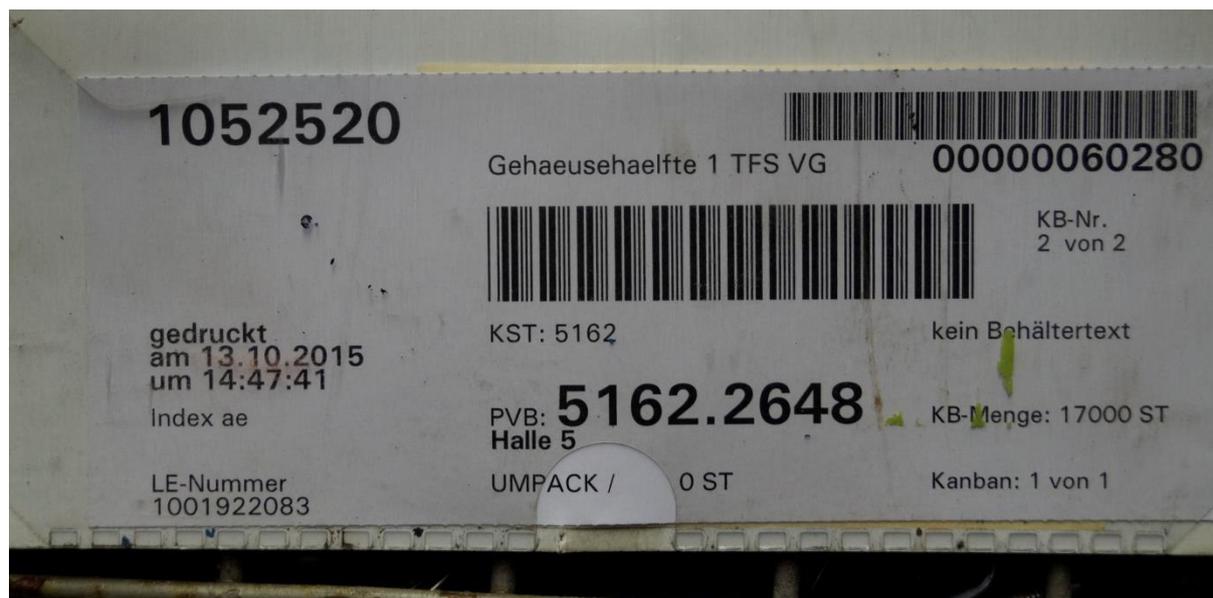


Abbildung 43: Kanban-Karte

Sie enthält neben der Materialnummer auch den Ausstellungszeitpunkt, die anfordernde Kostenstelle, sowie die Anzahl der vorhandenen Kanban-Karten.

4.4.7. Ist-Wertströme

Nachfolgend wird in Abbildung 44 der Wertstrom des ECC 35 Türfeststellers dargestellt.

Türfeststeller ECC 35

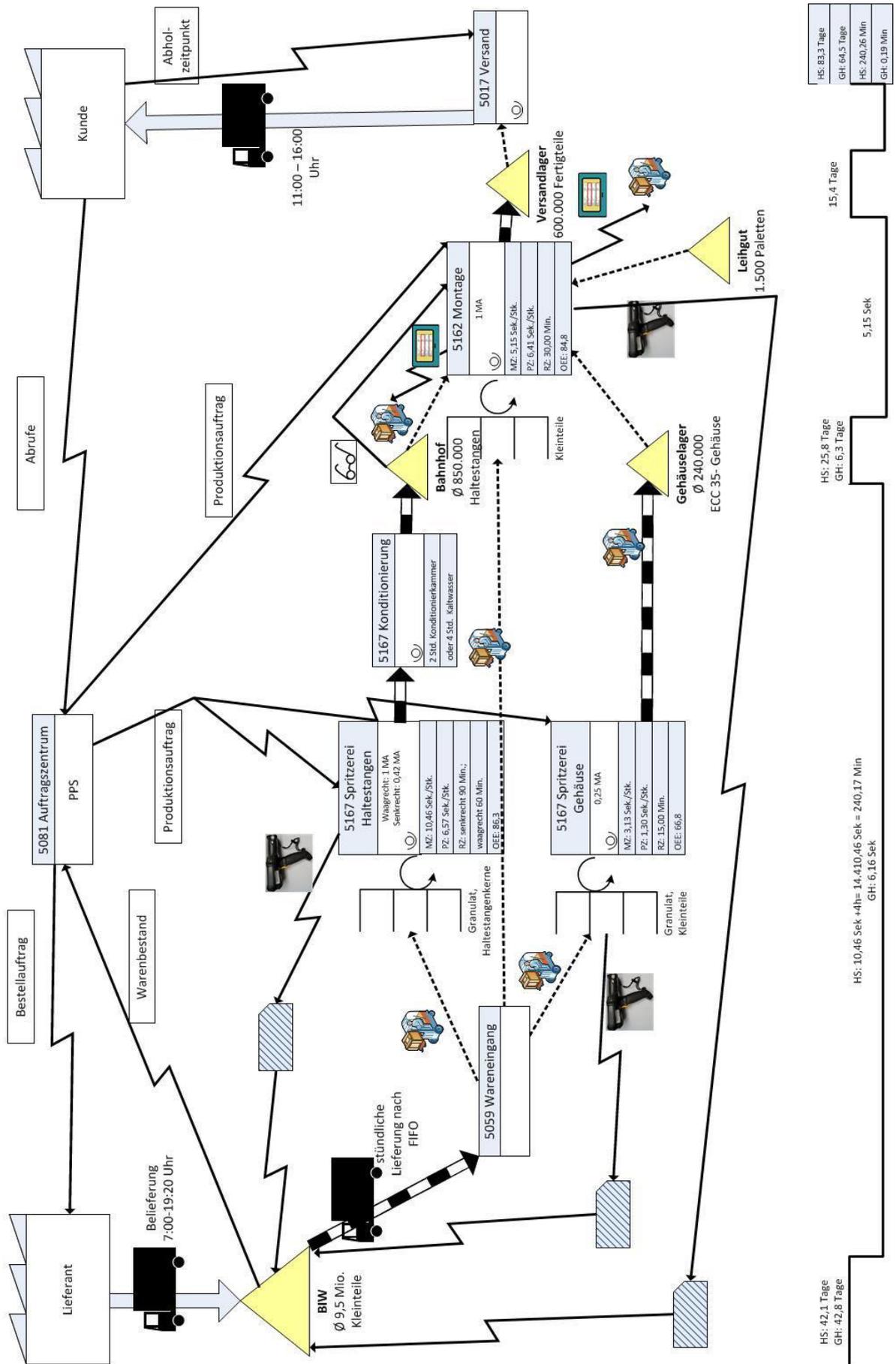


Abbildung 44: Wertstrom ECC 35

Der Wertstrom ECC 35 spiegelt den Materialfluss wieder und verbindet ihn mit den Informationsflüssen.

Arbeitszeit

- 20 Tage im Monat
- Dreischichtbetrieb in allen betroffenen Produktionsbereichen
- 15 Schichten pro Woche
- Acht Stunden pro Schicht, bei Bedarf Zusatzschichten am Samstag
- Versetzte Pausen der Mitarbeiter
- Manuelle Prozesse werden durch pausenübergreifende Zusammenarbeit aufrechterhalten

Auftragszentrum

Das Kernstück der Produktion ist das Auftragszentrum. Die Kunden schicken elektronisch ihre Abrufe. Diese werden vom PPS jede Nacht verarbeitet, und somit die Produktionsmengen eingeplant. Außerdem werden von hier Aufträge elektronisch in die Spritzerei der Haltestangen und Gehäuse sowie in die Montage als auch an die Lieferanten gesendet. Der Bedarf wird auf Maschinenkapazitäten verteilt und die zu produzierenden Losgrößen werden festgelegt. Zusätzlich überwacht es die Materialbestände im BIW und fordert bei Bedarf Nachschub vom Lieferanten an.

Lager

- **BIW**
 - Belieferung des BIW von 7:00-19:00
 - Durchschnittlich 9,5 Millionen Kleinteile
 - Stündliche Lieferung an Wareneingang
 - FIFO-Prinzip
 - Liegezeit von Haltestangenkomponenten 42,1 Tage
 - Liegezeit von Gehäusekomponenten 42,8 Tage
- **Bahnhof**
 - Durchschnittlich 850000 Haltestangen
 - Liegezeit von 25,8 Tage
- **Gehäuselager**
 - Durchschnittlich 240000 ECC-35 Gehäuse

- Liegedauer 6,3 Tage
- **Versandlager**
 - Durchschnittlich 600000 Fertigteile
 - Liegedauer 15,4 Tage
- **Leihgut**
 - 1500 Paletten (Kleinladungsträger, Verpackungsmaterial) für komplette Produktion des Standortes, Aufteilung auf verschiedene Produktschienen nicht möglich
 - OEMs stellen Versorgung mit Leihgut einen gewissen Zeitraum vor Abholung der Fertigerzeugnisse sicher
 - Teilweise selbstständige Anlieferung des Leihgutes, teilweise ist der wöchentliche Bedarf an die OEMs melden

Prozessinformationen

- **Wareneingang**
 - Waren vom 1,1 Kilometer entfernten BIW werden angeliefert
 - Selbstständig bringen die Staplerfahrer die angelieferten Teile zu den benötigten Maschinengruppen. Diese sind auf den jeweiligen Containertafeln vermerkt.
- **5167 Spritzerei Haltestangen**
 - Acht waagrechte Spritzgussmaschinen mit einem Mitarbeiter pro Maschine
 - Drei Mitarbeiter bedienen die sieben senkrechten Spritzgussmaschinen
 - Durchschnittliche Maschinenzeit 10,46 Sek./Stk.
 - Durchschnittliche Personalzeit 6,57 Sek./Stk.
 - 90 Minuten Rüstzeit bei senkrechten Spritzgussmaschinen
 - 60 Minuten Rüstzeit bei waagrechten Spritzgussmaschinen
 - OEE von 86,3
 - Anforderung von Granulat und Haltestangenkernen mittels Kanban, der über Scanner abgeschossen werden
 - Fertige Haltestangen mittels Push-Steuerung an Konditionierbereich weitertransportiert

- **Konditionierung**
 - Zwei Stunden Konditionierzeit in der Konditionierkammer
 - Vier Stunden Konditionierzeit in Kaltwasserbehälter
 - Ein Mitarbeiter pro Schicht
 - Push-Lieferung in Bahnhof
- **5167 Spritzerei Gehäuse**
 - Ein Mitarbeiter für vier Gehäusemaschinen
 - Durchschnittliche Maschinenzeit 3,13 Sek./Gehäusehälfte
 - Durchschnittliche Personalzeit 1,30 Sek./Gehäusehälfte
 - 15 Minuten Rüstzeit
 - OEE von 66,8
 - Granulat und Kleinteile werden mittels Kanban von BIW angefordert
 - Gehäuse werden mittels Push-Lieferung in das Gehäuselager gebracht
- **Montage**
 - Sechs Maschinen mit je einem Mitarbeiter
 - Durchschnittliche Maschinenzeit 5,15 Sekunden
 - Durchschnittliche Personalzeit 6,41 Sekunden
 - Maschinenzeit trotzdem der begrenzende Faktor
 - 30 Minuten Rüstzeit
 - OEE von 84,8
 - In Bahnhof mittels Go-see überprüft, ob die benötigten Haltestangen vorhanden sind
 - Anforderung der benötigten Haltestangen mittels Staplerrufsystem
 - Anforderung des Leihgut mittels Staplerrufsystem
 - Anforderung der Kleinteile mittels Kanban aus BIW
 - Nach Montage Push-Lieferung der Fertigteile in Versandlager
- **Versand**
 - Entnehmen der benötigten Teile aus Versandlager
 - Kunde bucht über Internet Zeitfenster für den Abholzeitpunkt
 - Versandteile werden zwischen 11:00 und 16:00 Uhr abgeholt
 - Die wertschöpfenden Zeiten des Versands können aufgrund betriebsinterner Restriktionen nicht erfasst werden

Kanban- und Containerschildfunktionsweise

Das E-Kanban-System funktioniert folgendermaßen:

Das Material wird aus dem in der Halle vorhandenen Supermarkt oder Puffer entnommen. Nach dem Aufsetzen des Materials auf die Maschine wird die Kanban-Karte abgeschossen und somit die auf der Karte angegebene Menge geordert. Die Karte wird anschließend entsorgt. Auf dem elektronischen Kanban-Board im SAP springt die Kanban-Karte auf Status leer. Zur nächsten vollen Stunde erhält der BIW-Mitarbeiter einen Ausdruck der Kanban-Karte. Er kommissioniert und belädt den LKW nach mindestens einer weiteren Stunde mit der angeforderten Ware. Der Status der Karte ändert sich auf voll. Der LKW bringt anschließend die Ware zum Wareneingang ins Werk. Ist das angeforderte Material im BIW-Lager nicht vorhanden, wird die Kanban-Karte auch nicht ausgedruckt. Dies geschieht erst, wenn ein entsprechender Bestand eingebucht wird.

Wird ein Auftrag für die Spritzmaschinen erteilt, wird gleichzeitig eine Containertafel mit entsprechenden Auftragsdaten ausgedruckt. Dieser wird an die Container während der Produktion angebracht und verbleibt daran. Wenn das enthaltene Material verbraucht ist, wird die Tafel entfernt und entsorgt.

Übermittlung der Produktionsaufträge

Wird ein Produktionsauftrag in der Montage erteilt, wird dem Mitarbeiter an der zugeordneten Maschine dieser Auftrag auf seinem MES-Terminal angezeigt. In diesem Auftrag ist sowohl die Menge als auch die Erzeugnisnummer angeführt. Über diese Nummer kann er direkt auf die Materialnummern und Bestände der benötigten Komponenten zugreifen und diese entsprechend ordern. Tabelle 5 stellt eine entsprechende Materialliste dar.

Tabelle 5: Materialliste für Türfeststeller ECC 35 eines BMW X1

Komponentenbezeichnung	Materialnummer
Gehäusehälfte VG	1229.0032.05.0.02
Haltestange VG VT	0217.0385.02.0.00
Gleiter	1046989
Druckfeder	1016261
Fett	1008414
Lager Türfeststeller	215952090
Scharnierstift	1012766
Halbhohlriet	1037321

Liegezeit und Durchlaufzeit

Werden die Liegezeiten addiert ergeben sich für Haltestangen 70,8 Liegetage und 50,4 für Gehäuse. Dem gegenüber steht bei den Haltestangen eine Produktionszeit von 10,46 Sekunden für den Spritzvorgang, vier Stunden für das Konditionieren und 5,15 Sekunden für die Montage. Die wertschöpfende Zeit bei den Gehäusen setzt sich aus 6,16 Sekunden Spritzzeit und 5,15 Sekunden Montagezeit zusammen.

Der Wertstrom ECC 40 aus Abbildung 45 unterscheidet sich von dem des ECC 35 Türfeststellers wie schon im Materialfluss hauptsächlich im Wegfall der Gehäuseproduktion. Es werden deshalb nur Unterschiede zwischen den beiden Wertströmen angeführt.

Türfeststeller ECC 40

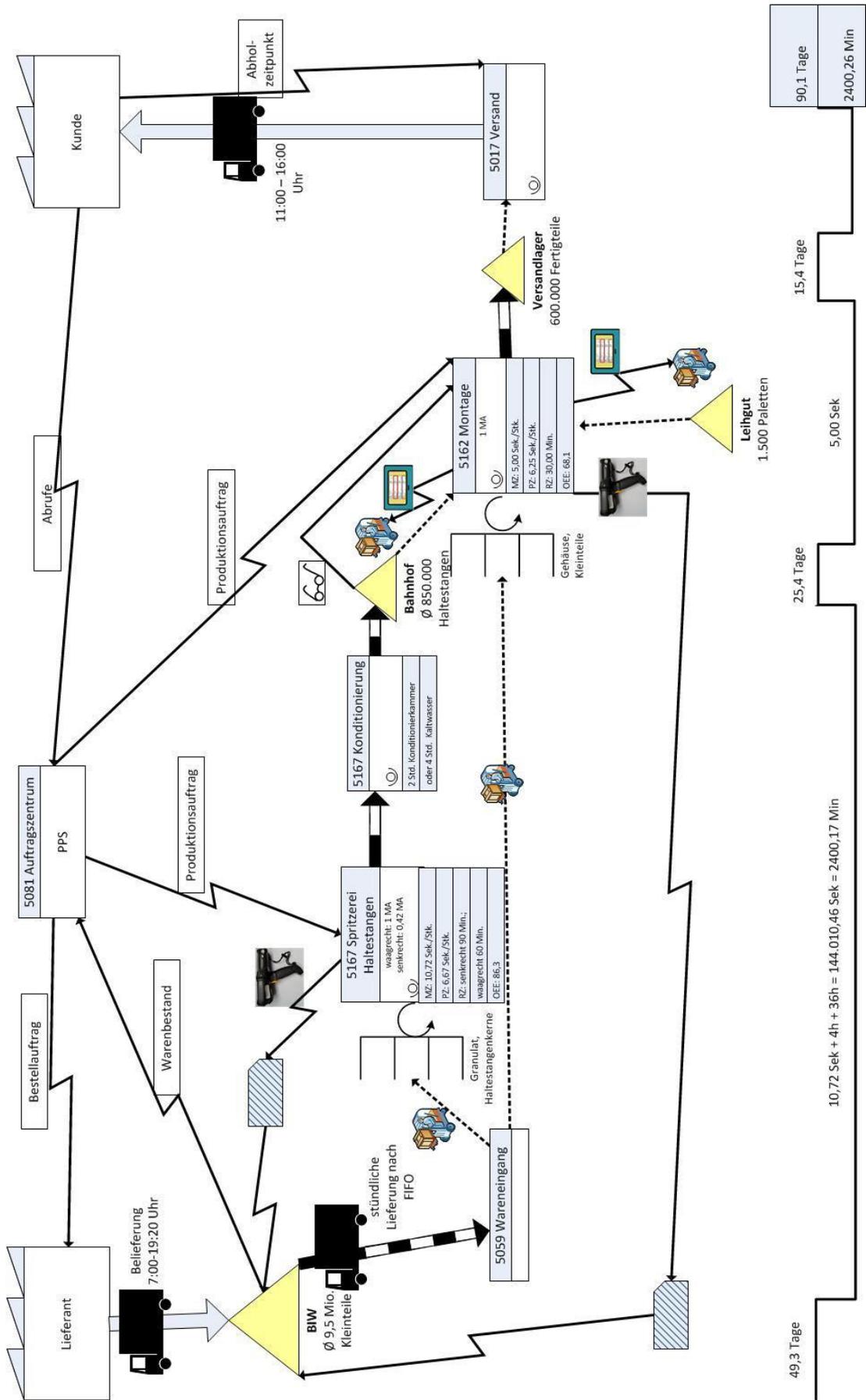


Abbildung 45: Ist-Wertstrom ECC 40

Lager

- **BIW**
 - Liegezeit von Komponenten inklusive Zukaufgehäuse 49,3 Tage

Prozessinformationen

- **5167 Spritzerei Haltestangen**
 - Durchschnittliche Maschinenzeit 10,72 Sek./Stk.
 - Durchschnittliche Personalzeit 6,67 Sek./Stk.
- **Montage**
 - Fünf Maschinen mit je einem Mitarbeiter
 - Durchschnittliche Maschinenzeit 5,00 Sekunden
 - Durchschnittliche Personalzeit 6,25 Sekunden
 - Maschinenzeit trotzdem der begrenzende Faktor
 - OEE von 68,1
 - Anforderung der Gehäuse mittels Kanban aus BIW

Übermittlung der Produktionsaufträge

Der Montagemitarbeiter hat auch hier die Möglichkeit mit seinem Computer auf die Materialliste des entsprechenden Erzeugnisses zugreifen zu können und erhält dieselben Informationen wie in Tabelle 6.

Tabelle 6: Materialliste für Türfeststeller ECC 40 eines BMW 3er

Komponentenbezeichnung	Materialnummer
Gehäuse Türfeststeller	1061320
Haltestange VG VT	0217.0266.02.0.02
Gleiter	1015431
Druckfeder	1053298
Fett	1008414
Lager Türfeststeller	215952090
Scharnierstift	1012766
Korrosionsschutzöl	1053849
Platte	1406377080

Liegezeit und Durchlaufzeit

Ein weiterer großer Unterschied ergibt sich in der wertschöpfenden Zeit. Da diese Haltestangen 36 Stunden Entspannungsphase nach dem Konditionieren benötigen,

ergeben sich mit 5,00 Sekunden Montagezeit 2400,26 Minuten an wertschöpfender Zeit. Dem gegenüber steht eine Liegezeit, also eine nicht wertschöpfende Zeit, von 90,1 Tagen.

4.4.8. Erkannte Problematiken

Durch die Wertstromanalyse sind mehrere Probleme deutlich hervorgetreten, die nachfolgend kategorisiert beschrieben werden.

Staplerrufsystem

Das Staplerrufsystem wurde auf allen Staplern und in fast allen Produktionsbereichen installiert. Eine Schulung in der ganzen Produktion wurde jedoch nicht durchgeführt. So wird das System fast nur in der Montage der Türfeststeller benutzt, da die Fertigungslöhner anderer Kostenstellen den Umgang damit nicht beherrschen. Hier werden Stapleraufträge auf Zuruf erteilt. Dies führt nicht nur zu einem rauen Umgangston, eigentlich sollten die Staplerfahrer immer einen gewissen Vorrat an Stapleraufträgen auf ihrem Monitor haben und somit sich selbst die optimale Route zusammenstellen und Leerfahrten vermeiden können. Dieser Synergieeffekt geht durch die nur teilweise Nutzung des Systems verloren.

Kaban-System

Das E-Kanban-System zum Anfordern von Komponenten ist quasi außer Kraft gesetzt. Vor allem die Montagemitarbeiter sammeln mehrere Kanban-Karten von teilweise gleichen Produkten während ihrer Schicht zusammen und schießen sie dann alle auf einmal ab. Dies führt oftmals zu einer Überlastung des Warentransports zwischen BIW und Produktionsstätte. Die Beschaffung dauert aufgrund dessen nicht die geplante Zeitspanne, sondern wesentlich länger. Im schlimmsten Fall führt dies zum Stillstand der Maschinen. Leere Kanban-Karten werden teilweise auch nicht abgeschossen, weil die darauf angeführte Ware, z.B. nach dem Umrüsten des Erzeugnisses, nicht dem zukünftigen Bedarf entspricht. D.h. die Variantenanzahl der Produkte ist so hoch, dass für eine direkte Nachbestellung der Ware die Lagerkapazitäten an der Maschine nicht ausreichend sind.

Differenz Auftrags- und Produktionsmengen

Die vom Auftragszentrum ausgegeben Produktionslosgrößen werden in der Haltestangenspritzerei nicht beachtet. Hier werden wie in Tabelle 7 berechnet,

teilweise dreimal mehr Teile gefertigt als eigentlich in Auftrag gegeben wurden. Andererseits jedoch im fast gleichen Maß ausgegebene Aufträge nicht produziert. Ursache hierfür sind verschiedene Interessenskonflikte innerhalb der Abteilungen. Somit wird aber die Lagerhaltung zwischen Spritzerei und Montage extrem erhöht. Dies führt nicht nur zur Verschwendung von wertvoller Produktionsfläche in Form von Lagerfläche, sondern auch zu einem erhöhten Umschlagsaufwand. Die Staplerfahrer brauchen nicht nur länger um den richtigen Haltestangencontainer aus dem vollen Bahnhof zu finden, auch teure Edelstahlcontainer werden für lange Zeit belegt, die dann bei Engpässen wieder in normale Schiebewandcontainer umgefüllt werden müssen.

Tabelle 7: Differenz Auftrags- und Produktionsmengen

Auftragsmenge	Gelieferte Menge	Differenz	Überproduktion	Fehlmenge
12.500,00	26.016,00	13516	13516	
50.000,00	42.902,00	-7098		-7098
50.000,00	42.870,00	-7130		-7130
24.000,00	31.160,00	7160	7160	
18.000,00	30.792,00	12792	12792	
20.000,00	24.392,00	4392	4392	
15.000,00	0	-15000		-15000
20.000,00	4.072,00	-15928		-15928
10.000,00	16.530,00	6530	6530	
25.000,00	17.997,00	-7003		-7003
25.263,00	27.626,00	2363	2363	
25.000,00	18.196,00	-6804		-6804
10.000,00	3.010,00	-6990		-6990
10.000,00	13.552,00	3552	3552	
18.133,00	14.100,00	-4033		-4033
22.040,00	5.436,00	-16604		-16604
15.000,00	3.866,00	-11134		-11134
20.000,00	24.732,00	4732	4732	
10.000,00	37.661,00	27661	27661	
23.366,00	38.142,00	14776	14776	
10.000,00	8.492,00	-1508		-1508
30.000,00	15.846,00	-14154		-14154
		Summe	97474	-113386

Push-Pull-Steuerung

Ein weiteres Problem ist, dass die Produktion quasi zweigeteilt ist. Die ersten Produktionsschritte bis zum Bahnhof fertigen nach dem Push-Prinzip. Die

nachgelagerte Montage nach dem Pull-Prinzip, dazwischen baut sich ein großer Puffer in Form eines vollen Bahnhofs auf.

Fließgrad

Diese Tatsachen resultieren in den hohen Liegezeiten des Materials. Setzt man die wertschöpfenden Zeiten und die Durchlaufzeiten ins Verhältnis ergeben sich folgende Prozentsätze für den Fließgrad:

Tabelle 8: Fließgrad von Türfeststellern und Gehäusen

	nicht wertschöpfende Zeit [Tage]	nicht wertschöpfende Zeit [Sekunden]	wertschöpfende Zeit [Sekunden]	Durchlaufzeit [Sekunden]	Fließgrad [%]
ECC 35	83,3	7197120	14415,6	7211535,6	0,1999
ECC40	90,1	7784640	144015,6	7928655,6	1,8164
Gehäuse	64,5	5572800	11,31	5572811,31	0,0002

Wie in Tabelle 8 wird beim Türfeststeller ECC 35 in 0,1999 % der Zeit, in der das Material im Besitz des Unternehmens ist eine wertschöpfende Tätigkeit daran durchgeführt. Bei ECC 40 Türfeststellern liegt der Wert aufgrund der 36-stündigen Liegezeit bei 1,8164%. Aufgrund der sehr kurzen Bearbeitungszeit ergibt sich für die Eigenproduktion der ECC 35 Gehäuse ein Prozentsatz von 0,0002.

Buchungsproblematik

Werden in der Kostenstelle 5167 Haltestangen gespritzt, meldet das MES automatisch in regelmäßigen Abständen die aktuelle Produktionsmenge in das SAP, und führt somit den Bestand. Dieser Bestand wird aber nicht auf den Lagerort 5167 gebucht, sondern auf die danach folgende Montage 5162. Die Haltestangen sind also im SAP schon als verfügbarer Bestand für die Montage geführt, obwohl sie weder konditioniert noch die 36 Stunden Ruhezeit für ECC 40 Haltestangen erreicht haben. Aufgrund dessen ist es oft der Fall, dass Haltestangen von der Montage angefordert werden die aber noch gar nicht verfügbar sind. Es muss zu diesem Zeitpunkt noch nicht einmal die Behälterfüllmenge vom ersten gespritzten Container erreicht sein.

Rüstzeiten 5167

Aufgrund von technischen Restriktionen ergeben sich bei den Spritzgussanlagen sehr lange Rüstzeiten. Es werden aber die Möglichkeiten des externen Rüstens nicht

vollends ausgeschöpft. Berechnet man mit der Andler Formel die optimale Losgröße um die Gesamtkosten zu minimieren, erkennt man, dass im Bereich vernünftiger Losgrößen (maximal 50000) die Rüstkosten immer noch dominieren.

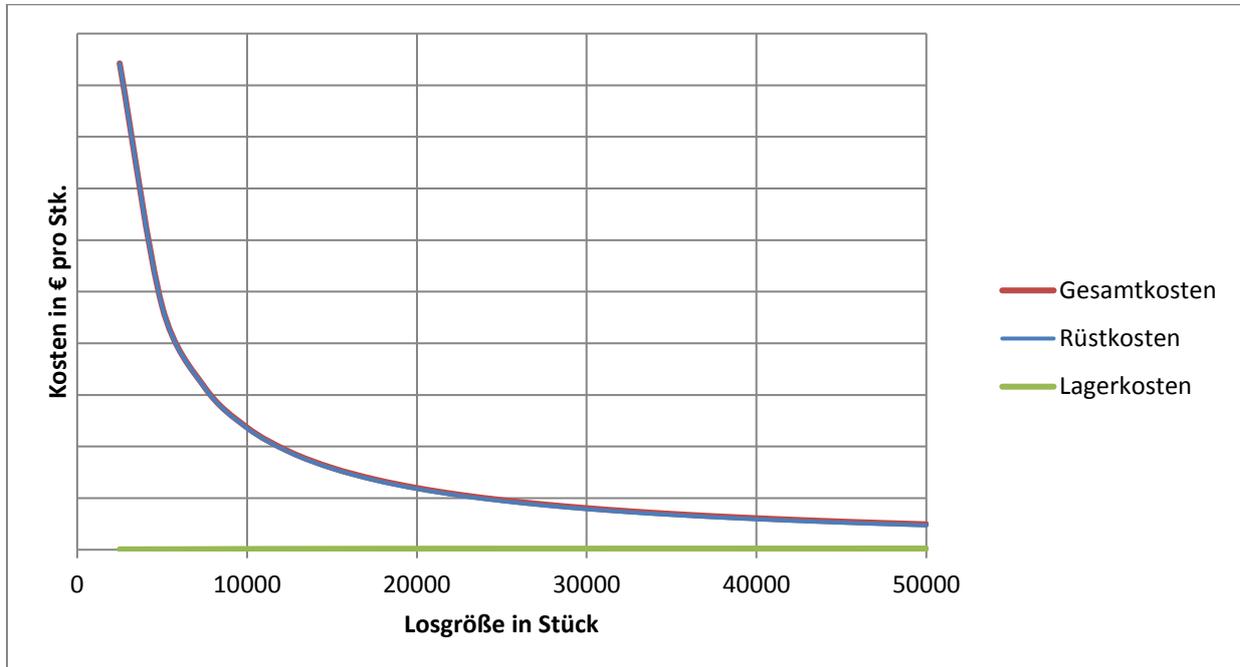


Abbildung 46: Vergleich Rüstkosten und Lagerkosten

So ist selbst, wie in Abbildung 46, bei einer Losgröße von 50000 Stück das Optimum von minimalen Gesamtkosten noch nicht erreicht. Die Lagerkosten sind aufgrund von den günstigen Lagerkosten zu vernachlässigen und sind direkt an der Nulllinie ersichtlich.

Personaleinsatz 5167

Da die verwendeten betriebsinternen Daten nicht zur Veröffentlichung gedacht sind, wird im Folgenden nur der grundlegende Sachverhalt erläutert ohne genaue Zeiten in Sek./Stk. anzugeben.

Aktuell werden waagrechte Spritzgussmaschinen mit einem Mitarbeiter pro Maschine und Schicht bedient. Hierbei fällt jedoch auf, dass dieser einen nicht unerheblichen Teil der Arbeitszeit mit Warten auf die Maschine verbringt. Der Arbeitsablauf ist folgender:

1. Vorgewärmte Haltestangenkerne von Wärmeplatte entnehmen
2. Haltestangenkerne in Spritzgusswerkzeug einlegen
3. Auslösen des Spritzgussvorgangs

4. Haltestangenkerne von Container entnehmen und auf Heizplatte legen
5. Warten bis Spritzvorgang der Maschine beendet ist
6. Wieder bei 1. Beginnen

Es wird also dafür gesorgt, dass die Maschine durchgehend läuft und lieber der Mitarbeiter Leerlaufphasen hat. Hierbei ist jedoch entscheidend, dass die Maschinenzeit deutlich über der Personalzeit liegt.

Werden die Kosten von Personal und Maschine in Euro pro Stunde betrachtet, fällt außerdem auf, dass die Personalkosten über dem sechsfachen der Maschinenkosten liegen. Sprich, der Maschinenbediener ist der entscheidende Kostenfaktor in diesem Arbeitsgang.

4.5. Bereits durchgesetzte Verbesserungspotentiale

Nachfolgend werden Verbesserungspotentiale angeführt, die noch während der Diplomarbeit realisiert wurden. Hier wurde das Hauptaugenmerk vor allem auf kostengünstige und dennoch effektive Verbesserungen gelegt.

Die Verbesserungsmaßnahmen lassen sich nicht strikt nach Materialfluss und Wertstrom trennen, deshalb werden ergriffene Maßnahmen gemeinsam behandelt.

4.5.1. Umbau des Regals für Haltestangenkerne

Der Umbau des Regals für die Haltestangenkerne war ein eindeutiges Verbesserungspotential. Nur durch absenken der Regalböden konnten, wie im Abbildung 47 ersichtlich, 20 Prozent mehr Stellplätze zur Verfügung gestellt werden.

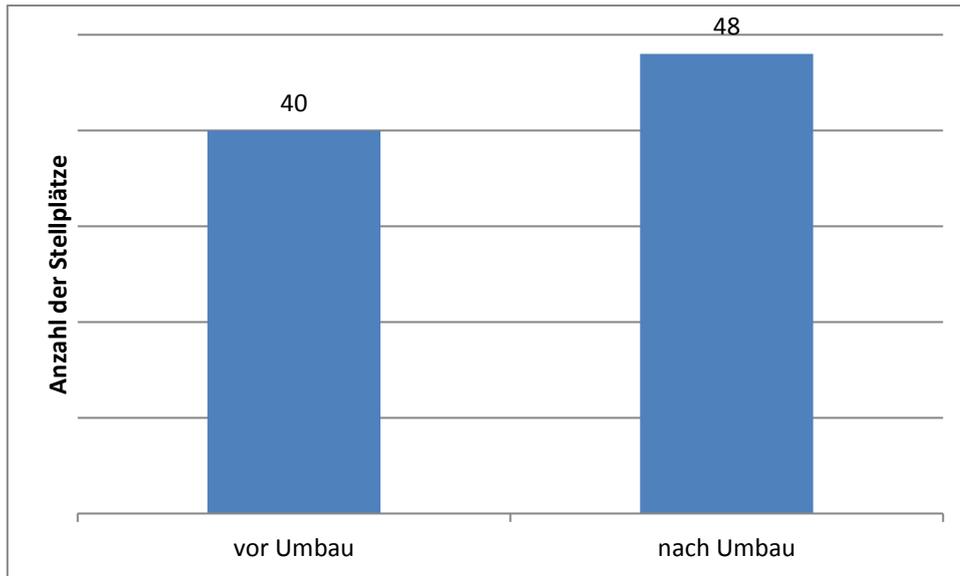


Abbildung 47: verfügbare Stellplätze für Haltestangenkerne

Jetzt sind alle Haltestangenkerne wieder an einem zentralen Punkt zwischengelagert, wie Abbildung 48 zeigt.



Abbildung 48: Regal nach Umbau

Es entfällt die Suche nach den benötigten Kernen an anderen Orten. Andere, nicht für die Lagerung von diesem Material gedachte Plätze, werden frei. Der ohnehin schon beengte Raum wird besser genutzt, der Raumnutzungsgrad dadurch erhöht.

4.5.2. Messstäbe für Konditionierbecken



Abbildung 49: Messstab in Kaltwasserbehälter

In die ungleichmäßig befüllten Konditionierungsbecken wurden Messstäbe fest installiert, siehe Abbildung 49. Dadurch ist auch für den externen Dienstleister klar die Füllhöhe ersichtlich. Der Mitarbeiter im Konditionierbereich ist am Wochenbeginn nicht mehr damit beschäftigt, in den Becken den Wasserspiegel anzupassen. Somit sind die Konditionierbecken schneller bereit, um in der Spritzerei eingesetzt zu werden.

4.5.3. Einführung von Übergabepätzen in Kostenstelle 5162

Das Problem mit nicht abgegrenzten Arbeitsabläufen zwischen Staplerfahrer und Fertigungslöhner in der 5162 wurde mit der Einführung neuer temporärer Stellplätze, den sogenannten AN-Plätzen gelöst. Zudem wurden AB-Plätze installiert, um die Fahrwege freihalten zu können. Die fünf AN- und fünf AB-Plätze wurden in das Layout eingezeichnet und sind in Abbildung 50 ersichtlich.

kurzzeitige Stellplätze handelt, wurden sie nur gestrichelt eingezeichnet. Der Staplerfahrer stellt die Gitterboxen auf dem AN-Platz, der der jeweiligen Maschine zugeordnet ist, ab. Danach ist es die Aufgabe des Maschinenbedieners sie auszuräumen und zum Abtransport bereitzustellen. Sie wurden nicht nur aufgrund des Platzmangels an Positionen gewählt, die für die Mitarbeiter an den Maschinengruppen „ungemütlich“ sind. Es soll damit erreicht werden, dass die Gitterboxen rasch geleert werden und schnell wieder aus dem Produktionsbereich transportiert werden.



Abbildung 51: Übergabeplatz AN

Die AB-Plätze auf Abbildung 52 dienen dem Abstellen aller Güter, die von den Arbeitsplätzen wegtransportiert werden müssen. Es handelt sich hierbei um zentrale Plätze die für jede Maschine im Arbeitsplan berücksichtigen Radius liegen. Jeder Maschinengruppe ist ein AB-Platz zugeordnet.



Abbildung 52: Übergabepplatz AB

Diese Zuordnung ist nicht nur notwendig um eine mögliche Überlastung eines Platzes zu vermeiden, sondern auch um Stapleraufträge zum Abholen der Güter vom AB-Platz so leicht wie möglich gestalten zu können. Zu diesem Zweck wurden die Auftragsarten „C“ und „I“ im Staplerrufsystem ergänzt, siehe Abbildung 53. Für diese zwei Aufträge ist auch der „Arbeitsplatz von“ mit der jeweiligen Nummer des AB-Platzes vorab eingestellt. Das Anlegen des Staplerauftrags ist jetzt mit wenigen Klicks möglich. Somit hat der Staplerfahrer immer einen Überblick, was an welchem Ort in der Halle abgeholt werden muss. Er ist in der Lage sich den optimalen Arbeitsablauf selbst zu organisieren. Die Einführung der neuen Auftragsarten wurde auch zum Anlass genommen, nochmals alle Mitarbeiter der 5162 im Staplerrufsystem zu schulen, und die Bedeutung für die Selbstorganisation der Staplerfahrer und die schnelle betriebsinterne Kommunikation herauszustellen.

Stapler Leitsystem Fahrauftrag anlegen

Eigener Arbeitsplatz: 51623191 62 MG3191

Auftragsart:

Arbeitsplatz von:

Arbeitsplatz nach:

Material:

Bemerkung:

Prio: 3 + sehr eilig

ANLEGEN

Abbildung 53: Zusätzliche Auftragsarten für Übergabepätze

Ein weiterer positiver Nebeneffekt der AB-Plätze ist, dass sie teilweise auf der Fläche eingezeichnet wurden, die vorher als zusätzlicher Abstellplatz für Leergut dienten. Somit ist die übermäßige Lagerung von Leergut im Montagebereich unterbunden.

4.5.4. Übergabepplatz Konditionierbereich

Da die Abgrenzung der Aufgabenbereiche sowie die viel zu großen Mengen an Leergut ein Problem im Konditionierbereich darstellten, wurden auch hier Übergabepätze eingeführt, siehe Abbildung 54. Die zuvor wenig genutzten Abtropfbleche wurden direkt an den Fahrbahnrand gestellt. Dort stellt der Mitarbeiter des Konditionierbereichs Haltestangencontainer nach dem Konditioniervorgang ab. Da sie direkt nach der Konditionierung jedoch zu nass sind, um sie in den Bahnhof zu bringen, werden sie mit einem Schild gekennzeichnet. Dieses „Nass“-Schild verbleibt solange am Container bis dieser trocken genug ist, um in den Bahnhof gebracht zu werden. Alle Container ohne „Nass“-Schild werden von den Staplerfahrern selbstständig in den Bahnhof gebracht und dort eingelagert. Sollte dies nicht geschehen, wird vom Einsteller der Kostenstelle ein Staplerauftrag abgesetzt. Eine ganzheitliche Implementierung, so dass jedes Mal ein Staplerauftrag abgesetzt wird wenn ein Container trocken ist, scheitert derzeit an den Kosten der technischen Lösung. Rechts neben den Abtropfblechen ist in Abbildung 54 die blaue Markierung des Leergutstellplatzes zu sehen. Für Leergut sind nur noch zwei Stellplätze eingezeichnet. Es ist jetzt klar ersichtlich, dass mit maximaler Stapelhöhe nur noch

maximal zehn leere Edelstahlcontainer direkt am Konditionierbereich gelagert werden dürfen.



Abbildung 54: Übergabepplatz Konditionierbereich

4.5.5. Neuorganisation des Bahnhofs

Im Bahnhof ist vor allem die Inflexibilität der Stellplatzkennzeichnung hinsichtlich der verschiedenen Produktionsmengen problematisch. Um hier eine möglichst einfache und effektive Lösung zu erreichen wurden am Anfang der Containerreihen Tafeln installiert, siehe Abbildung 55. Auf diesen werden magnetische Schilder mit den Kundennummern der eingelagerten Container angebracht. Es wurden deshalb die Kundennummern gewählt, weil diese sowohl in den Containertafeln vorkommen, als auch die betriebsinterne Kommunikation darauf beruht. Um auch über die Einführungsphase hinaus eine Ordnung im Bahnhof zu erreichen wurden mehrere Regeln eingeführt und den Staplerfahrern in Arbeitsanweisungen mitgeteilt:

- Jede Kundennummer wird je Reihe nur einmal angebracht
- Die Container einer Kundennummer sollen weiterhin gruppiert eingelagert werden
- Werden alle Container einer Kundennummer aus einer Reihe entfernt, ist auch das entsprechende Schild zu entfernen

- Nicht verwendete Schilder sind in der dafür vorgesehenen Ablage aufzubewahren



Abbildung 55: Schilder im Haltestangenbahnhof

Darüber hinaus wurde eine ABC-Analyse der eingelagerten Container durchgeführt. In Tabelle 9 und Tabelle 10 wird nur die Zusammenfassung der Analyse aufgedgliedert auf Haltestangen vom Typ ECC 35 und ECC 40 angeführt.

Tabelle 9: Anteil der Kundennummern bei ECC 35 an den eingelagerten Containern

Kundennummer	Prozent
2210	42,2
0618	22,8
	65,0

Tabelle 10: Anteil der Kundennummern bei ECC 40 an den eingelagerten Containern

Kundennummer	Prozent
0217	35,6
0106	36,4
	72,0

Man sieht deutlich, dass diese vier Kundennummern den Großteil der Container darstellen. Deshalb wurde vor Einführung des Systems der Bahnhof nach Folgendem Modell umgeräumt.

Block												
Reihe	A	B		C	D		E	F		G	H	I
8	X	X		0134	0217		1406	X		X	X	X
7	GB	0106	Fahrweg	0106	0217	Fahrweg	1406	2210	Fahrweg	2210	0661	1229
6	1743	0106	Fahrweg	0106	0217	Fahrweg	2202	2210	Fahrweg	2210	0661	1229
5	0618	0106	Fahrweg	0106	0217	Fahrweg	2202	2210	Fahrweg	2210	0661	1229
4	0618	0106		0106	0217		0217	2210		2210	1504	1629
3	0618	0106		0106	0217		0217	2210		2210	1504	1629
2	0623	0106		0106	0217		0217	2210		2210	1504	1629
1	X	0106		0106	0217		0217	2210		2210	1504	X

Abbildung 56: Neuorganisation Haltestangenbahnhof

Ziel war es hier, die A-Teile jeweils leicht erreichbar, bzw. zu beiden Seiten eines Fahrwegs anzuordnen. Dadurch hat der Staplerfahrer den Vorteil, den Großteil der Container einer Kundennummer in einem Fahrweg einsehen zu können und die benötigten Haltestangen schneller finden zu können. Dieses System sollte eine Grundstruktur in den Haltestangenbahnhof bringen, jedoch flexibel gegenüber Kapazitätsschwankungen sein.

Damit wird eine Möglichkeit geschaffen die Ordnung des Bahnhofs dezentral zu organisieren und beizubehalten. Diese Neuorganisation bietet mehrere Vorteile. Die benötigten Container werden schneller gefunden, da bereits zu Beginn der Reihe ersichtlich ist, ob die entsprechende Kundennummer in diesem Block eingelagert ist. Der Platz kann besser ausgenutzt werden, da Schilder selbstständig von den Staplerfahrern an anderer Stelle angebracht werden können. Somit müssen auch die Container nur noch auf Wegen gelagert werden, wenn alle Blöcke komplett besetzt sind. Dies ist jedoch während einer dreimonatigen Beobachtungsphase nicht vorgekommen. Zudem liegt der Bahnhof durch die Einführung des Übergabeplatzes im Konditionierbereich komplett im Aufgabenbereich der Staplerfahrer. Interessenskonflikte werden vermieden.

4.6. Soll-Zustand 2016

Neben den bereits durchgesetzten Verbesserungsmaßnahmen ergaben sich viele weitere Ansatzpunkte mit Optimierungspotential. Im Soll-Zustand 2016 werden die Punkte erläutert, die binnen eines Jahres realisierbar sind und trotzdem wesentliche Kosteneinsparungen und Arbeitsvereinfachungen bieten.

4.6.1. Personaleinsatz waagrechte Spritzgussmaschinen

Wie bereits in Abschnitt 4.4.8 Erkannte Problematiken angemerkt, herrscht beim Personaleinsatz für waagrechte Spritzgussmaschinen akuter Handlungsbedarf. Da die Personalkosten deutlich über den Maschinenkosten liegen, ist dringend anzuraten, die Personalarbeitszeit im vollen Umfang zu nutzen und bei den Maschinen Stehzeiten hinzunehmen. Die Anordnung der Maschinen ist in Abbildung 57 ersichtlich.

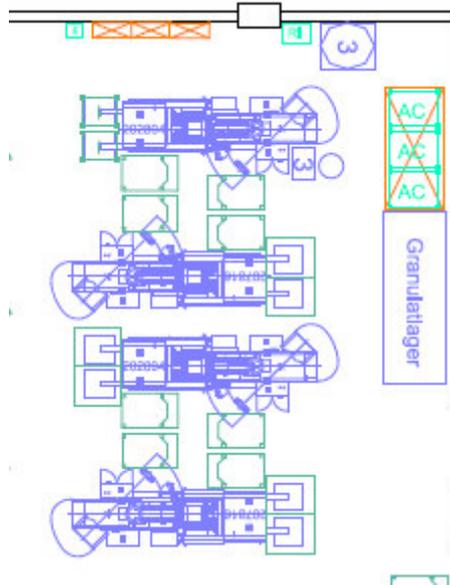


Abbildung 57: aktuelle Anordnung der waagrecht Spritzgussmaschinen

Die Anordnung legt nahe, von einem Mitarbeiter nicht nur eine Maschine bedienen zu lassen, sondern zwei. Wenn Gehzeiten zwischen den beiden Maschinen, sowie persönliche Verteilzeiten, Pausen, unterschiedliche Taktzeiten der beiden Maschinen usw. mit eingerechnet werden, wird es in der Realität nicht der Fall sein, dass eine Person beide Maschinen zu 100 Prozent bedienen kann. Es wird zu Leerläufen kommen. Aufgrund des großen Kostenunterschiedes zwischen Personal und Maschine ist es jedoch selbst dann - im Vergleich zur jetzigen Situation - kostenneutral, wenn beide Maschinen 43 Prozent der Arbeitszeit stehen. Es sollte also eher eine weitere Maschine gekauft, und eine geringe Maschinenauslastung hingenommen werden, als weiterhin jede Maschine von einem Mitarbeiter bedienen zu lassen. Dadurch sind - alleine bei diesen vier Maschinen - Einsparungen von bis zu 416000 Euro möglich.⁷³

⁷³ Anmerkung: Aus Datenschutzgründen muss auf die Offenlegung der genauen Berechnung verzichtet werden.

4.6.2. Trocknungsanlage Konditionierbereich

Der Konditionierbereich bietet weiteres Optimierungspotential um den nachfolgenden Arbeitsablauf zu vereinfachen und die Kapitalbindung zu senken.

Da es immer wieder vorkommt, dass nasse Haltestangen in die Montage gelangen und zu Problemen in der automatischen Fertigung führen, muss erreicht werden, dass nur noch trockene Haltestangen den Konditionierbereich verlassen. Da die Trocknungszeiten der Haltestangen aufgrund von unterschiedlichen Oberflächen und unterschiedlichen Witterungseinflüssen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftdruck) nicht gleichmäßig sind, sollte eine Trocknung mittels Rüttelförderer und Druckluft zwischengeschaltet werden. Die Edelstahlcontainer werden, wie auf Abbildung 58 zu sehen, nach dem Konditioniervorgang aus dem Konditionierbecken gehoben und auf dem Schrägsteller gehoben. Von da aus werden die Haltestangen auf einen Rüttelförderer geschüttet. Durch die Rüttelbewegung werden die Haltestangen von der größten Feuchtigkeit befreit und gleichmäßig verteilt. Danach werden sie durch den laminaren Luftvorhang eines sogenannten Luftmessers befördert, dadurch wird die restliche Oberflächenfeuchte entfernt. Je nach Oberfläche der Haltestange sollte es möglich sein, die Fördergeschwindigkeit bzw. Luftgeschwindigkeit zu variieren. Nach dem Trocknungsvorgang fallen die Haltestangen in einen Schiebewandcontainer. Die Edelstahlcontainer zirkulieren nur noch innerhalb des Spritz- und Konditionierbereichs.

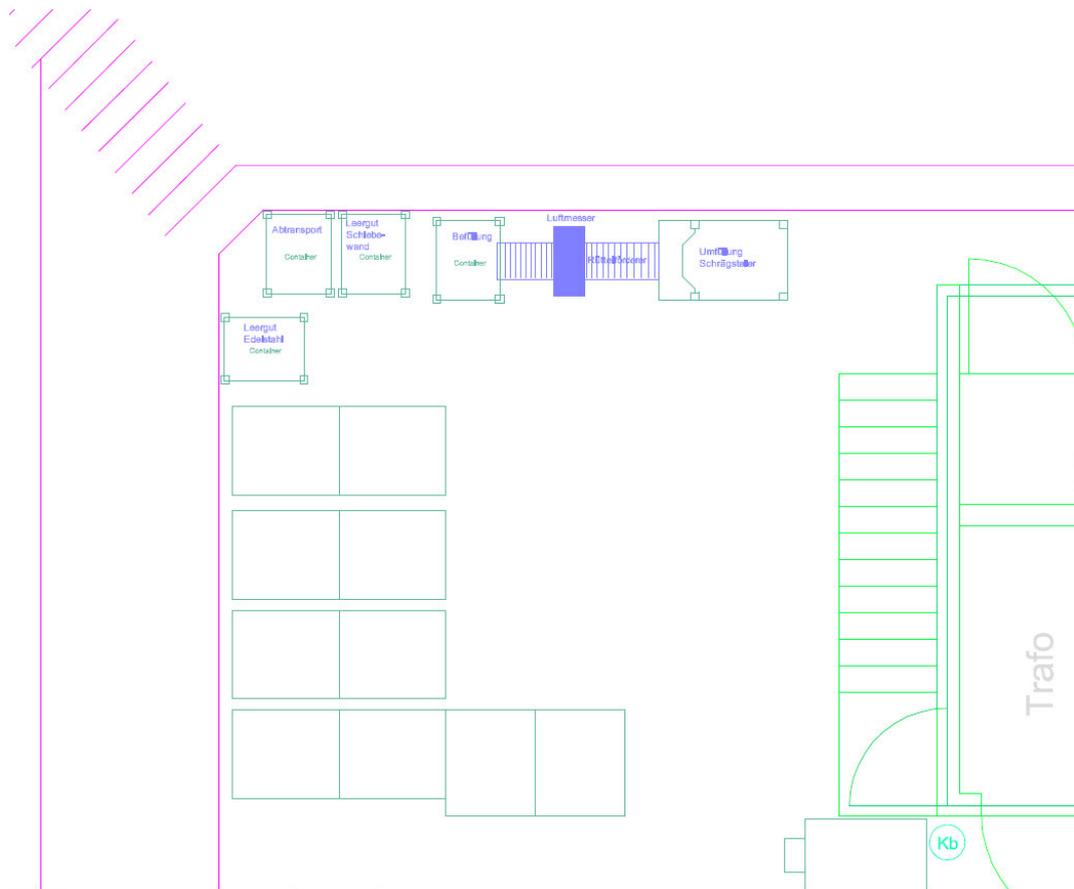


Abbildung 58: neues Layout Konditionierbereich

Um gleichzeitig die Buchungsproblematik zu beseitigen, sollte das Containerschild, welches vom Edelstahlcontainer auf den Schiebewandcontainer umgehängt wird, mit einem zusätzlichen Barcode versehen sein. Dieser Barcode wird nach dem Trocknungs- und Umschüttvorgang gescannt. Erst dann wird der Bestand des Containers im SAP auf die Kostenstelle 5162 gebucht und als verfügbar angezeigt. Hierzu ist es allerdings notwendig, dass die Menge an Haltestangen im Container bekannt ist. Dies muss entweder über Zählmaschinen direkt an den Spritzgussmaschinen, über ein Wiegeverfahren oder über eine Mengenerfassung mittels Kamera während des Umschüttvorgangs realisiert werden. Zudem sollte es möglich sein, die Menge der Haltestangen manuell zu buchen, falls aufgrund technischer Mängel eine Fehlbuchung ausgelöst wird.

Der dritte Vorteil dieses Umschüttvorgangs führt zu einer geringeren Kapitalbindung. Da die Haltestangen nach dem Trocknungsvorgang nicht mehr zur Korrosion von Containern führen können, ist eine Verwendung von Edelstahlcontainern nicht mehr notwendig. Hier können normale Schiebewandcontainer verwendet werden. Bei der aktuellen Anzahl an Maschinen und der dadurch bedingten Lagerung von

Haltestangen, könnten bis zu 300 Edelstahlcontainer durch Schiebewandcontainer ersetzt werden. Diese sind um mehr als 460 Euro je Container günstiger. Daraus ergibt sich eine mögliche Einsparung von etwa 140000 Euro. Bei einem weiteren Ausbau der Kunststoffspritzerei steigt die Menge der Edelstahlcontainer nur noch minimal an, da die Lagerung in den billigeren Container möglich ist. Die Investitionskosten für die Trocknung belaufen sich auf etwa 10000 Euro und jährliche Betriebskosten von etwa 2000 Euro.

Da es sich bei Druckluft um ein teures Medium handelt, sollten auch andere Lösungen überdacht werden. Eine Trocknung mittels Nutzung der Abwärme wäre auch möglich, es ist jedoch die thermische Belastung der Haltestangen zu beachten. Die einfachste Möglichkeit ist die längere Lagerung der Haltestangen. Hierzu müssen aber genauere Untersuchungen durchgeführt werden, wie sich klimatische Einflüsse und verschiedene Oberfläche auf das Trocknungsverhalten auswirken. Auch wäre hier trotzdem ein Umschüttvorgang anzudenken, um die Anzahl an Edelstahlcontainer gering zu halten.

4.6.3. Neues Layout Montage

Die Querstraße zwischen den zwei Stichstraßen ist aus der Vergangenheit bedingt, hat aber aktuell keine Existenzberechtigung mehr. Wird diese entfernt, können vier Maschinen weiter auseinandergeschoben werden und wie in Abbildung 59 angeordnet werden. Dies verbessert vor allem an den Maschinengruppen 3132 und 3341 das Platzverhältnis erheblich. Der Arbeitsablauf kann effizienter gestaltet werden, da das Leergut nicht mehr extra abgestapelt werden muss. Da für diesen Platzgewinn vier Maschinen verschoben werden müssen, sind der Aufwand und der Nutzen dieser Aktion gegenüberzustellen. Werden die Maschinen auch in den nächsten Jahren in dieser Halle verwendet, zahlt sich die Investition mit Sicherheit aus.

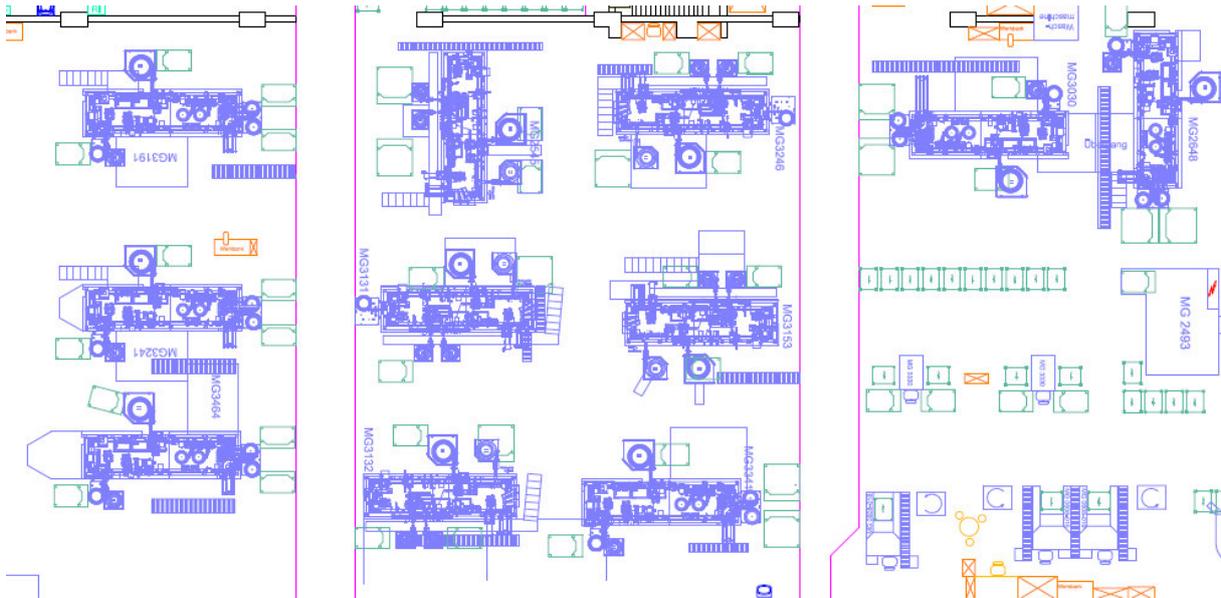


Abbildung 59: neues Layout 5162

4.7. Soll-Zustand 2017

Der Soll-Zustand 2017 baut auf technische Neuerungen und Investitionen, die sich aber innerhalb von maximal zwei Jahren amortisieren. Zudem wird ein Soll-Wertstrom im klassischen Ansatz erläutert, sowie spezielle Lösungen für Kunststofffertigungen.

4.7.1. Soll-Wertstrom im klassischen Ansatz

Ein klassischer Ansatz die vorliegende Problematik der langen Durchlaufzeiten und Liegezeiten zu lösen ist in Abbildung 60 am Beispiel des ECC 40 Türfeststellers aufgezeigt. Die Fertigungsaufträge werden nur noch in der Haltestangenspritzerei 5167 eingestreut. Danach fließt das Material selbstständig durch den Produktionsprozess. Die Aufträge an 5167 entsprechen direkt den Kundenabrufen plus einen kleinen Sicherheitsbestand um im Produktionsprozess anfallende Ausschüsse abfangen zu können. Es werden nur noch kleinere Losgrößen gespritzt, und zwar zu dem Zeitpunkt, der sich durch Kundenabruf minus Durchlaufzeit ermitteln lässt. Die Haltestangen werden nach dem Spritzen konditioniert. Danach werden sie allerdings nicht mehr im Bahnhof eingelagert, sondern gelangen auf eine FIFO-Bahn. Jede Montagemaschine besitzt eine eigene FIFO-Bahn. Auf dieser werden neben den Haltestangen auch Gehäuse und Kleinteile für jeweils einen Produktionsauftrag bereitgestellt. Der Bestand auf der FIFO-Bahn ist so groß, dass die Haltestangen eine Liegezeit von 36 Stunden einhalten können und zusätzlich ein Puffer von etwa einem

halben Tag vorhanden ist. Nach der Montage gelangen die Fertigteile direkt in den Versand und werden ausgeliefert. Dadurch sinken die Bestände drastisch, die Durchlaufzeit sinkt von 90,1 auf 32,0 Tagen. Die Produktion erhält einen Fluss und der Fließgrad verbessert sich erheblich. In 4.7.2 wird erläutert, warum ein derartiger Ansatz in der Kunststofffertigung zum Scheitern verurteilt ist und ein alternativer Wertstrom aufgezeigt.

Türfeststeller ECC 40

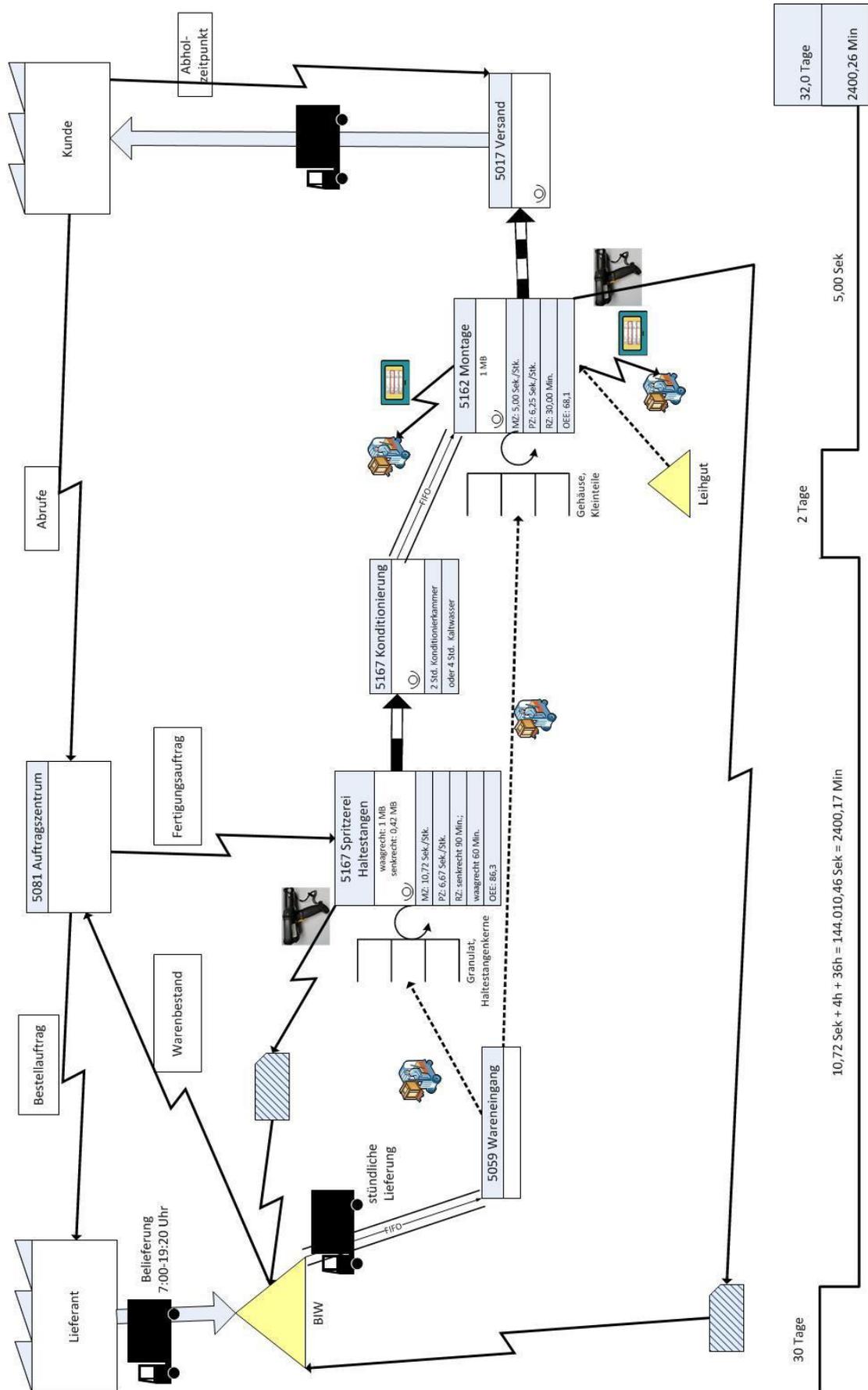


Abbildung 60: Wertstrom ECC 40 - klassischer Ansatz

4.7.2. Soll-Wertstrom in Kunststofffertigung

Im Kunststoffspritzen ist es nicht möglich wie in mechanischen Bearbeitungsverfahren Losgrößen beliebig zu verkleinern. Dazu ist ein kleiner Exkurs in den Vorgang des Kunststoffspritzens notwendig.

In einer Kunststoffspritzgussmaschine ist das Spritzgusswerkzeug der teuerste und empfindlichste Bauteil. Vor allem die Heizkanäle sind problematisch. Sie erfordern, um lange Standzeiten realisieren zu können, große Losgrößen um die Anzahl der Aufheiz- und Abkühlvorgänge zu minimieren. Die Reparaturkosten solcher Werkzeuge liegen ein Vielfaches über den Lagerkosten der Erzeugnisse. Außerdem ist ein Ausfall des Werkzeugs der Worst-Case, da keine Ersatzwerkzeuge vorhanden sind und die Reparatur langwierig ist. Damit ein Werkzeug beim Rüstvorgang gewechselt werden kann, muss zudem ein Abkühlvorgang des Werkzeugs in der Maschine vorgeschaltet werden. Während dieser Phase muss der Produktionsvorgang bereits unterbrochen werden. Nach dem Einbau des neuen Werkzeugs muss dieses erst langsam in der Maschine aufgeheizt werden.

Nicht nur die Maschine selbst beschränkt Rationalisierungsmaßnahmen, auch das Bauteil Haltestange trägt einige Restriktionen bei der Optimierung bei. Durch die Kombination von Metallkern und Kunststoff treffen beim Spritzvorgang zwei unterschiedliche Materialien mit unterschiedlichen thermo-mechanischen Eigenschaften aufeinander. Um Verspannungen und Risse in der gespritzten Haltestange zu vermeiden muss die Haltestange direkt nach dem Spritzvorgang in einem Wasserbad abgekühlt werden. Dadurch wird eine weitere thermische Ausdehnung des Metallkerns vermieden.

Da eine Steigerung des Fließgrads sehr begrenzt ist, ist eine Effizienzsteigerung des teuren Personals anzustreben. Zudem muss der Einkauf und der Informationsfluss inklusive Auftragsfreigabe optimiert werden.

In Abbildung 61 ist der Soll-Wertstrom des ECC 35 Türfeststellers aufgezeigt. Er ähnelt auf den ersten Blick sehr dem Ist-Wertstrom, weist aber hohe Einsparungspotentiale auf.

Türfeststeller ECC 35 Soll-Zustand

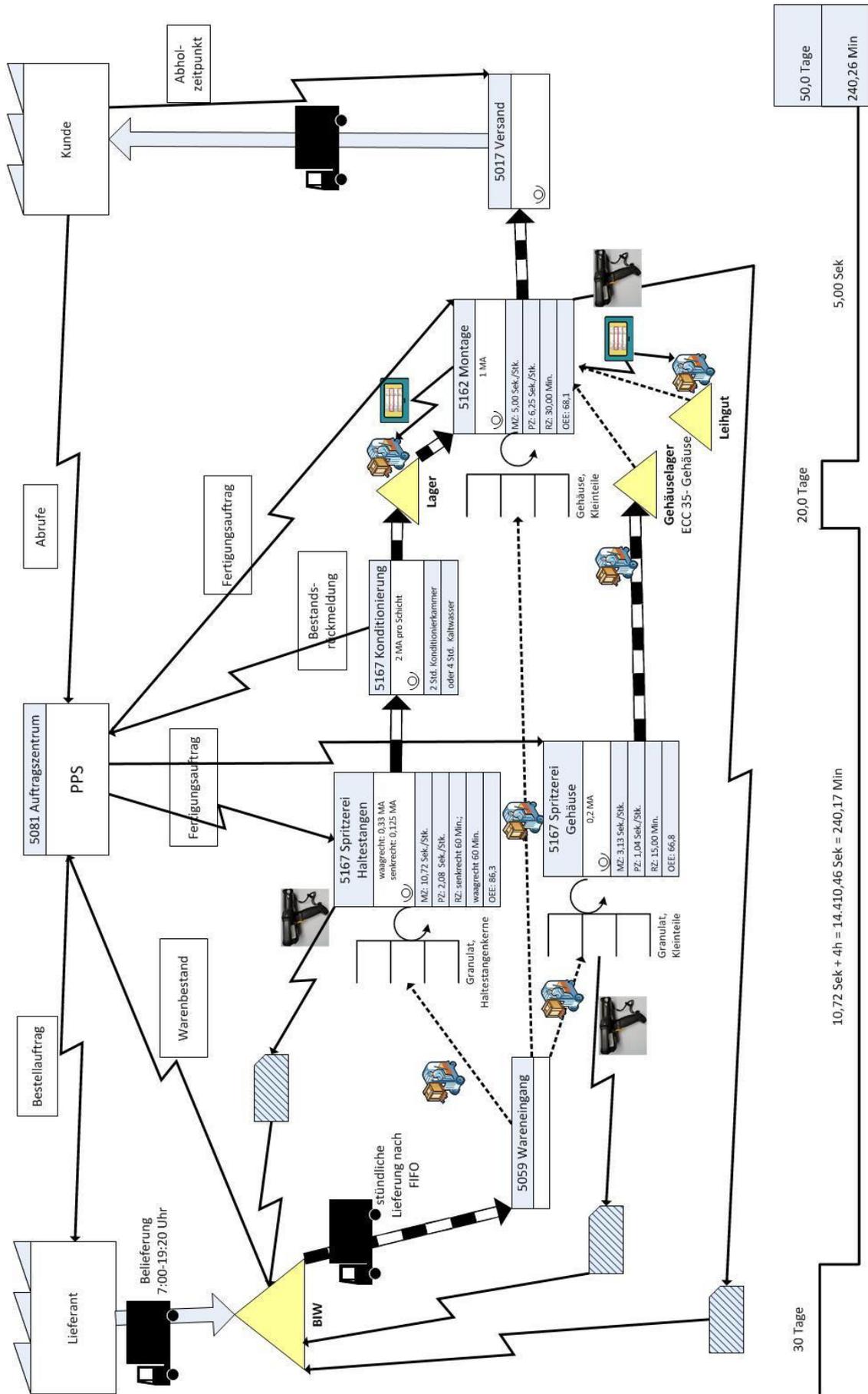


Abbildung 61: Soll-Wertstrom ECC 35

Auftragszentrum

Vom Auftragszentrum werden die gleichen Aufträge wie zuvor übernommen. Zusätzlich werden jedoch nach dem Konditioniervorgang die Bestände rückgemeldet und im SAP verbucht.

Lagerinformationen

- **BIW**

Die Liegezeit im Außenlager BIW wird durch Einkaufsoptimierung von 49,3 auf 30 Tage gesenkt. Die Anforderung wird weiterhin mit dem Kanban-System realisiert. Es sind jedoch erneute Schulungen im Bereich des Personals notwendig, um ihnen die Konsequenzen (Überlastungen der Lieferkapazität zwischen BIW und Produktionsstandort durch sammeln der Kanban-Karten) ihres Handelns zu verdeutlichen. Falls dies trotzdem nicht zu einer gleichmäßigeren Verteilung der Abrufe führt, ist eine technische Lösung anzudenken. D.h. gleiche Kanban-Karten können nur in gewissen Zeitabständen abgeschossen werden, bzw. aufgrund der Auftragssituation werden nicht benötigte Kanban-Karten vom SAP gesperrt. Sie werden erst wieder freigegeben, wenn ein Auftrag mit entsprechendem Teilebedarf aufgelegt wird.

Auch wenn es sich bei dieser Beschaffungsart aufgrund von der hohen Variantenzahl nicht um das optimale Aufgabengebiet für das Kanban-System handelt, bietet es dennoch die Möglichkeit der Informationsübertragung zwischen Produktionsstandort und BIW.

- **Haltestangenlager**

Nach dem Konditioniervorgang wird weiterhin ein Lager für Haltestangen vorhanden sein. Aufgrund der steigenden Variantenzahl wird es jedoch auf dem derzeitigen Standort zu erheblichen Platzproblemen kommen. Hier ist eventuell eine zwischenzeitliche Auslagerung der Haltestangen denkbar. Eine Liegezeit von nur noch 20 Tagen ist jedoch realistisch und durch entsprechende genauere Auftragsfreigabe und Kontrolle der Auftragsmenge realisierbar.

- **Leihgut-Lager**

Für die Versorgung mit Kleinladungsträger, die vom Kunden gestellt werden, ist kaum eine Besserung auf kurze Zeit zu erwarten, da die OEMs eine zu mächtige Verhandlungsposition besitzen. Es ist also nur möglich den Zeitpunkt der Montage möglichst nahe an den Abholzeitpunkt der Fertigware zu verlegen, da von den OEMs zugesichert wird, dass das Leihgut einen gewissen Zeitraum vor der Abholung der Fertigware zur Verfügung steht.

Prozessinformationen

- **Spritzerei Haltestangen**

- 0,33 Mitarbeiter pro waagrechte Maschine
- 0,125 Mitarbeiter pro senkrechte Maschine
- Personalzeit auf 2,08 Sek./Stk. reduziert
- Rüstzeit senkrechte Spritzgussmaschinen 60 Minuten
- Rüstzeit waagrechte Spritzgussmaschinen 60 Minuten

Die Anzahl der Mitarbeiter pro Maschine wird in 4.7.3 genauer erläutert. Die Rüstzeiten der Spritzgussmaschinen müssen vor allem durch Vorbereitungsmaßnahmen vor dem Rüsten und weitere Vereinfachung hinsichtlich SMED verkürzt werden. Die Rüstzeit für waagrechte Spritzgussmaschinen wird in Zukunft durch Anbau eines automatischen Handlings aufwendiger, kann aber durch oben beschriebene Maßnahmen auf etwa gleichem Niveau gehalten werden.

- **Spritzerei Gehäuse**

- 0,2 Mitarbeiter pro Maschine
- Personalzeit auf 1,04 Sek./Stk. gesenkt

- **Konditionierung**

In der Konditionierung werden aufgrund des nachfolgenden neuen Layouts und aufgrund von mehr Spritzgussmaschinen zwei Mitarbeiter statt wie bisher nur einem benötigt. Diese Mitarbeiter sind auch für das Aufsetzen von Haltestangenkernen zuständig.

Aus dem Konditionierbereich werden die Bestände der fertig konditionierten Haltestangen im SAP rückgemeldet.

- **Montage**

Die Mitarbeiterbesetzung und Betriebszeiten bleiben gleich. Der Grund hierfür sind die etwa gleich hohen Kosten von Maschine und Personal je Stunde. Auch durch den geringeren Puffer zwischen Versand und Montage wäre ein Ausfall dieser Maschinen fatal.

Eine deutliche Verbesserung stellt sich aber durch den Wegfall der Go-See-Informationsbeschaffung ein. Es muss nicht mehr im Bahnhof überprüft werden, ob die Haltestangen tatsächlich vor Ort verfügbar sind, da der Bestand zuverlässig nach dem Konditioniervorgang eingebucht wird.

- **Versand**

Das Lager im Versand wird quasi abgeschafft, da nur Fertigprodukte in der Montage erzeugt werden, die auch unmittelbar, unter Berücksichtigung eines Puffers von etwa einem Tag, an den Kunden versendet werden.

Daraus ergeben sich neue Fließgrade von 0,33 Prozent für den Türfeststeller ECC 35 und 0,00026 Prozent für die Gehäuseproduktion. Da die eigentlichen Prozessverbesserungen an anderer Stelle stattfinden, ändern sich die Fließgrade nicht wesentlich.

Türfeststeller ECC 40 Soll-Zustand

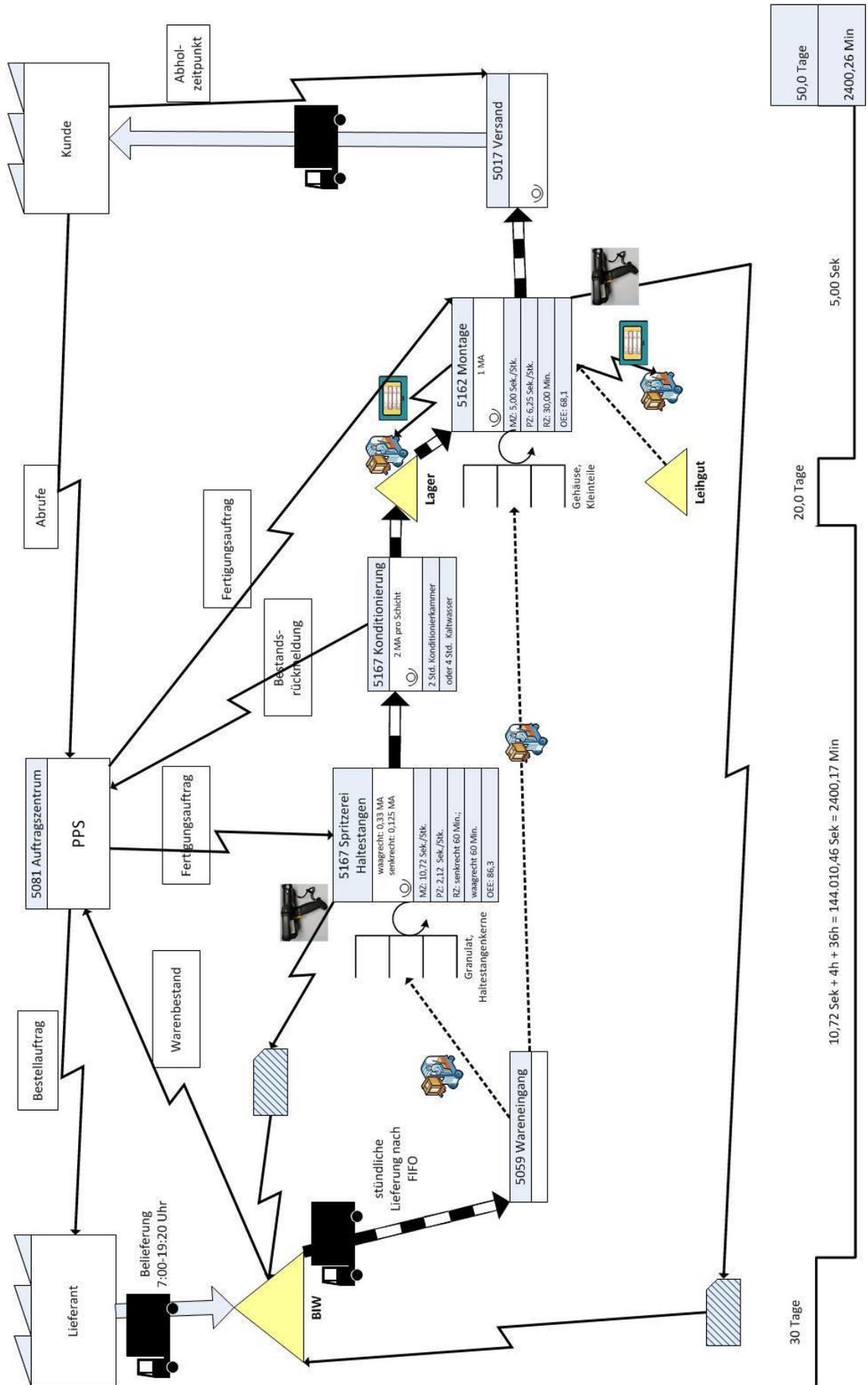


Abbildung 62: Soll-Wertstrom ECC 40

Der Wertstrom des ECC 40 Türfeststeller ändert sich äquivalent dem des ECC 35, weshalb auf eine ausführliche Beschreibung verzichtet wird. Der größte Unterschied ist wiederum der Wegfall der Gehäuseproduktion, da dies ein Zukaufteil für diese Türfeststellerart ist. Der neue Fließgrad beträgt 3,23 Prozent.

4.7.3. Neues Layout Spritzerei

In der 5167 ist mit steigenden Maschinenzahlen zu rechnen. Mit diesem Hintergrund wurde versucht in die beengte Hallensituation möglichst viele Maschinen mit effizienter Personalauslastung sowie möglichst geringem Umbauaufwand der Halle zu verteilen. Es sind zudem bereits vorhergesehene Verschiebungen von Anlagen im Layout berücksichtigt.

Für waagrechte Anlagen sind aktuell in der Produktion bereits zwei Anlagen mit automatischem Handling vorhanden. Hierbei werden die Haltestangenkerne von den Maschinenbedienern lediglich auf Halterungen aufgelegt. Ein Roboter legt daraufhin die Kerne selbstständig in die Maschine ein. Somit steigt das Potential eines Mitarbeiters in der Bestückung der Anlagen von einer Maschine auf drei bis vier. Da die Personalkosten um ein Vielfaches über den Maschinenkosten liegen, stellt die effizientere und nicht wesentlich teurere Lösung mit automatischem Handling die Zukunftslösung dar. Wie in Abbildung 63 links unten zu sehen wurden zwölf waagrechte Spritzgussmaschinen mit automatischem Handling so platziert, dass möglichst kurze Fußwege zurückzulegen sind. Drei bis vier Mitarbeiter bedienen die zwölf waagrechten Anlagen.

Auf der rechten Seite ist die Anordnung von acht senkrechten Spritzgussmaschinen ersichtlich. Hier wird auf eine aktuell noch nicht verfügbare Technologie gesetzt. Die Anlagen sollen nicht mehr vom Personal bestückt werden, sondern die Haltestangenkerne über sogenannte Rüttelförderer zugeführt werden. Dieses Verfahren wird in ähnlicher Weise bei der Montage der Haltestangen mit bereits fertig gespritzten Haltestangen eingesetzt und ist mit etwas Entwicklungsaufwand mit Sicherheit auf diese Situation ebenfalls anwendbar. Das Einsparungspotential ist erheblich, da ein Mitarbeiter ausreicht, um alle acht senkrechten Maschinen zu bedienen. Zu beachten ist jedoch, dass ein zusätzlicher Gemeinkostenlöhner notwendig ist, der die Container mit den Haltestangenkernen aufsetzt.

Außerdem sind im Layout fünf Spritzgussmaschinen für Gehäuse berücksichtigt.



Abbildung 63: Soll-Layout 5167

Insgesamt sind zwölf statt acht waagrechte Spritzgussmaschinen, acht statt sieben senkrechte Spritzgussmaschinen und fünf statt vier Gehäusespritzgussmaschinen vorgesehen. Die zu erwartenden Kosten für die zusätzlichen automatischen Handlings und Zuführungen mittels Rüttelförderer belaufen sich auf etwa 1,4 Millionen Euro. Die jährlichen Einsparungen durch diese Investition belaufen sich auf 850000 Euro. Die Einsparungen errechnen sich aus den aktuellen und den zu erwartenden Personalkosten im Soll-Zustand. Die Produktionskosten der Haltestangen können um etwa acht Prozent gesenkt werden.

4.8. Soll-Zustand 2018

Im Jahr 2018 sollten zwei weitere technische Neuerungen realisiert werden. Um der steigenden Variantenvielfalt, den engen Platzverhältnissen sowie weniger Transportunterbrechungen Rechnung zu tragen, sollte an der Nordseite der Produktionsstätte über ein automatisches Hochregallager nachgedacht werden. Somit wäre innerhalb der Produktionshallen durch den Wegfall des Bahnhofs wesentlich mehr Produktionsfläche zur Verfügung. Die Vergabe des Außenlagers an BIW würde

wegfallen, und die räumliche Nähe ein höheres Maß an Transportsicherheit gewähren. Durch die höhere Lagerkapazität könnten zudem die Spritzgussmaschinen mit höheren und kosteneffizienteren Losgrößen betrieben werden. Außerdem kann die große Anzahl an Containern mit Teilmengen minimiert werden, da Teilmengen priorisiert ausgelagert werden können. Es können dadurch nicht mehr mehrere Container von denselben Teilmengen vorhanden sein. Die Liegezeit der ECC 40 Haltestangen können außerdem eingehalten werden, da das Hochregal erstens nach dem FIFO-Prinzip arbeitet, und zweitens Container 36 Stunden nach der Einlagerung gesperrt und nur mit Ausnahmegenehmigung (Eingabe eines Codes) vorher freigegeben werden.

Neben dieser Investition sollte großer Entwicklungsaufwand in die Vereinfachung und Verkürzung des Konditioniervorgangs gesteckt werden. Der wünschenswerte Prozess, der durchaus realisierbar ist, ist eine kontinuierliche automatisierte Konditionierung. Die Haltestangen fallen nach dem Spritzvorgang direkt in wasserführende Kanäle. Mit darin laufenden Förderbändern werden sie zu Wassertanks oder automatischen Konditionieranlagen transportiert. Nach dem Konditioniervorgang werden sie getrocknet und in Schiebewandcontainer abgefüllt. Diese werden automatisch mit Codes versehen, auf Bestand gebucht und im automatischen Hochregallager eingelagert.⁷⁴

4.9. Fazit Wertstrom – und Materialflussanalyse

Durch die teilweise implementierten und aufgezeigten Potentiale können in der Produktion deutliche Verbesserungen erreicht werden. Nicht nur „weiche“ Faktoren wie bessere Raumausnutzung, Arbeitserleichterungen oder reduziertes Unfallpotential können vorangetrieben werden. Vor allem wurde ein Weg aufgezeigt, wie sich der bereits erfolgreiche Produktionsstandort weiterentwickeln, und durch deutliche Kosteneinsparungen, siehe Tabelle 11, die Konkurrenzfähigkeit weiter erhalten kann.

Tabelle 11: Einsparpotentiale durch die Wertstromanalyse

Umschüttvorgänge Edelstahlbehälter	140.000 €	einmalig
Personaleinsatz waagrechte Spritzgussmaschinen	416.000 €	jährlich
automatische Handlings senkrechte Spritzgussmaschinen	850.000 €	jährlich

Diesem Einsparungspotential stehen natürlich vorherigen Investitionen gegenüber, die sich aber innerhalb von maximal zwei Jahren rechnen.

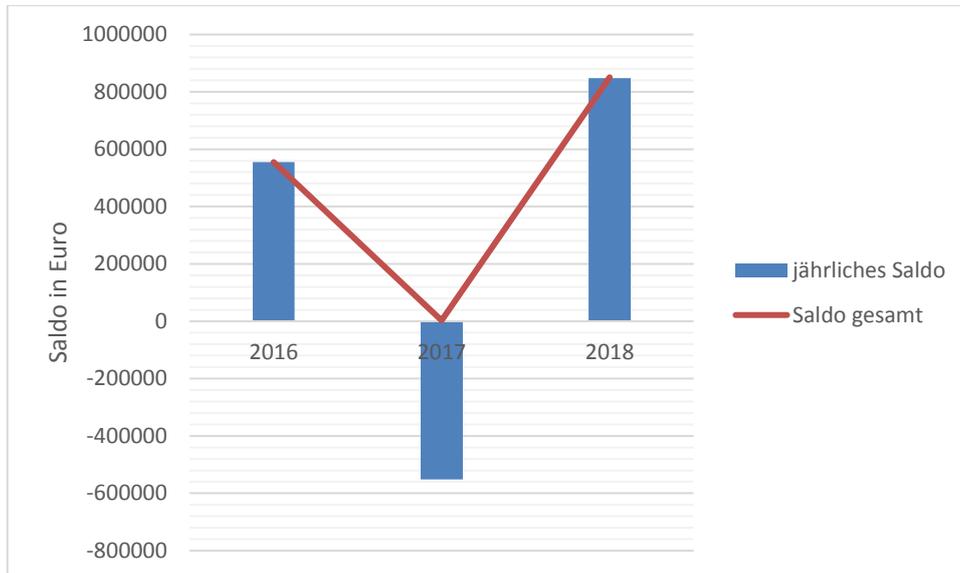


Abbildung 64: Gegenüberstellung von Einsparungen und Investitionen

Werden die vorgeschlagenen Investitionen aus den vorherigen Punkten durchgeführt, zeigen sich bereits 2016 deutliche Einsparungen. Durch die 2017 notwendigen Ausgaben, wird das 2016 erwirtschaftete Plus aufgebraucht. 2018 kann jedoch bereits ein zusätzlicher Gewinn von etwa 850.000 Euro verbucht werden.

Es zeigt sich also deutlich, welche effiziente und nützliche Werkzeug die Wertstromanalyse ist, um Verschwendungen und Potentiale im Produktionsprozess aufdecken zu können.

5. Verzeichnisse

5.1. Literaturverzeichnis

- Becker, H. *Auf Crashkurs, Automobilindustrie im globalen Veränderungswettbewerb*. Berlin Heidelberg: Springer, 2005.
- Becker, J., M. Kugeler, und M. Rosemann. *Prozessmanagement, 6. Auflage*. Berlin Heidelberg: Springer, 2008.
- Becker, J., und M. Kugeler. *Prozessmanagement, Ein Leitfaden zur prozessoptimierten Organisationsgestaltung, 5. überarbeitete und erweiterte Auflage*. Berlin: Springer, 2005.
- Binner, H. *Prozessmanagement von A bis Z, Erläuterungen und Veretzung zeitgerechter Begriffe*. Darmstadt: Hanser, 2010.
- Brenner, J. *Lean Production, Praktische Umsetzung zur Erhöhung der Wertschöpfung*. München: Hanser, 2015.
- Brüggemann, Holger, und Peik Bremer. *Grundlagen Qualitätsmanagement, Von den Werkzeugen über Mehtoden zum TQM, 2. Auflage*. Wiesbaden: Springer, 2015.
- Dahm, M., und C. Haindl. *Lean Management und Six Sigma, Qualität und Wirtschaftlichkeit in der Wettbewerbsstrategie*. Berlin: Schmidt Erich, 2009.
- Dickmann, Philipp. *Schlanker Materialfluss, mit Lean Production, Kanban und Innovationen, 2. aktualisierte und erweiterte Auflage*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009.
- Egglestone, A. „Lean Production: Experience among Australian Organizations.“ *International Journal of Operations & Production Management*, 1994: 35-51.
- Erlach, K. *Wertstromdesign, Der Weg zur schlanken Fabrik, 2. Auflage*. Heidelberg Dordrecht London New York: Springer, 2010.
- Günther, W. *Neue Wege in der Automobillogistik, Die Vision der Supra-Adaptivität*. München: Springer, 2007.
- Günthner, Willibald A., Janina Durchholz, Eva Klen, und Julia Boppert. *Schlanke Logistikprozesse, Handbuch für den Planer*. Berlin Heidelberg: Springer, 2013.

- Kletti, J. *MES Manufacturing Execution System, Moderne Informationstechnologie zur Prozessfähigkeit der Wertschöpfung*. Berlin Heidelberg: Springer, 2006.
- Kletti, J., und J. Schumacher. *Die perfekte Produktion, Manufacturing Excellence durch Short Interval Technology (SIT)*. Berlin Heidelberg Dordrecht London New York: Springer, 2011.
- Koch, Susanne. *Einführung in das Management von Geschäftsprozessen, Six Sigma, Kaizen und TQM, 2. Auflage*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2015.
- Kostka, C., und S. Kostka. *Der kontinuierliche Verbesserungsprozess - Methoden des KVP, 4. Auflage*. München: Hanser, 2008.
- Nordsieck, F. *Die schaubildliche Erfassung und Untersuchung der Betriebsorganisation*. Stuttgart: C. E. Poeschel, 1932.
- Rother, M., und J. Shook. *Sehen lernen, mit Wertstromdesign die Wertschöpfung erhöhen und Verschwendung beseitigen*. Aachen: Lean Management Insitut, 2006.
- Schmelzer Hermann J., Sesselmann Wolfgang. *Geschäftsprozessmanagement in der Praxis, Kunden zufrieden stellen, Produktivität steigern, Wert erhöhen, 6. Auflage*. München: Hanser, 2008.
- Spanagel, S., S. Hofer, und U. Geldmann. *Wertstromdesign, Das Handbuch für die Praxis*. Böhmenkirch: Effizient zum Erfolg GbR, 2004.
- Töpfer, A. *Lean Six Sigma, Erfolgreiche Kombination von Lean Management, Six Sigma und Design vor Six Sigma*. Berlin: Springer, 2009.
- Töpfer, A., und S. Günther. *Six Sigma im Entwicklungsprozess, Design for Six Sigma*. Berlin: Springer, 2003.
- VDI. *Leitfaden für Materialflussuntersuchungen, VDI 2689*. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure e.V., 2010.
- . *Vorgehen bei einer Materialflussplanung, Grundlagen, VDI 2498 Blatt 1*. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure e.V., 2011.
- VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung. *Wertanalyse - das Tool im Value Management*. Heidelberg Dordrecht London New York: Springer, 2011.

5.2. Onlinequellen

<http://edscha.com/unternehmen/unser-profil/>

[https://ews.tu-](https://ews.tu-dortmund.de/public/lecture/logedugate/public/LFO/kennzahlen/content/46.htm)

[dortmund.de/public/lecture/logedugate/public/LFO/kennzahlen/content/46.htm](https://ews.tu-dortmund.de/public/lecture/logedugate/public/LFO/kennzahlen/content/46.htm)

<http://edscha.com/unternehmen/standorte/europa/edscha-automotive-hauzenberg-gmbh/>

5.3. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prozentsatz der Antwortenden und Anwender von Lean Production	4
Abbildung 2: Zusammensetzung der Studienteilnehmer	4
Abbildung 3: Nutzen aus Lean Production aus Sicht der Teilnehmer	5
Abbildung 4: Verteilung des Markeninteresses in der Stichprobe	6
Abbildung 5: Ablaufplanungsdilemma mit Zielkonflikten und Einflussgrößen	7
Abbildung 6: Dispositions-dilemma mit Zielkonflikten und Einflussgrößen	8
Abbildung 7: Das logische Zielquadrat der Produktion mit den sechs Konfliktlinien ...	9
Abbildung 8: Das Organigramm als traditionelles Kommunikationsmodell	12
Abbildung 9: Ziele der Materialflussoptimierung	14
Abbildung 10: Ablaufdiagramm der Wertstromanalyse und des Wertstromdesigns .	15
Abbildung 11: Ist-Wertstrom der Produktion von Türfeststellern	17
Abbildung 12: Messgrößen von Betriebsdatenerfassungssystemen	18
Abbildung 13: Der Wertstrom in der Fabrik	20
Abbildung 14: Symbole der Wertströme	21
Abbildung 15: Flussprinzip in der Fertigung	24
Abbildung 16: Push-Prinzip	25
Abbildung 17: Pull-Prinzip	25
Abbildung 18: Steuerungsmethoden in Abhängigkeit von der Fertigungsstruktur	26
Abbildung 19: Spaghetti-Diagramm	27
Abbildung 20: Zusammenspiel von Prozesserneuerung und Prozessverbesserung	29
Abbildung 21: Methoden der Leistungssteigerungen in Geschäftsprozessen	30
Abbildung 22: Produktionsstandort Edscha Automotive GmbH Hauzenberg	32
Abbildung 23: Türfeststeller ECC 35	33
Abbildung 24: Türfeststeller ECC 40	33
Abbildung 25: Produktionsschritte und Stationen der Türfeststeller	35

Abbildung 26: Kostenstellenplan Obergeschoss	36
Abbildung 27: Kostenstellenplan Untergeschoss.....	37
Abbildung 28: Materialfluss ECC 35 Obergeschoss	39
Abbildung 29: Materialfluss ECC 40 Obergeschoss	42
Abbildung 30: Materialfluss Versand Untergeschoss	43
Abbildung 31: Zwischenlager Haltestangenkerne.....	44
Abbildung 32: Zusätzlicher Lagerplatz Haltestangenkerne.....	45
Abbildung 33: Aufbau Bahnhof	47
Abbildung 34: Container in den Fahrwegen.....	48
Abbildung 35: mehrere Teilmengen gleicher Haltestangenart.....	49
Abbildung 36: Rohrleitungen und fehlende Bodenbegrenzungen im Bahnhof	50
Abbildung 37: Gefahrenpotential Schaltschränke	51
Abbildung 38: Zusatzstellplatz für Leergut.....	52
Abbildung 39: Beengte Platzsituation MG 3132 und MG 3341	53
Abbildung 40: Staplerrufsystem am MES-Terminal	60
Abbildung 41: Staplerrufsystem am Stapler.....	60
Abbildung 42: Containertafel eines Haltestangencontainers	61
Abbildung 43: Kanban-Karte.....	62
Abbildung 44: Wertstrom ECC 35.....	63
Abbildung 45: Ist-Wertstrom ECC 40.....	69
Abbildung 46: Vergleich Rüstkosten und Lagerkosten	74
Abbildung 47: verfügbare Stellplätze für Haltestangenkerne	76
Abbildung 48: Regal nach Umbau	76
Abbildung 49: Messstab in Kaltwasserbehälter	77
Abbildung 50: Layout 5162 mit neuen Stellplätzen	78
Abbildung 51: Übergabepplatz AN	79
Abbildung 52: Übergabepplatz AB.....	80
Abbildung 53: Zusätzliche Auftragsarten für Übergabepplätze	81
Abbildung 54: Übergabepplatz Konditionierbereich	82
Abbildung 55: Schilder im Haltestangenbahnhof	83
Abbildung 56: Neuorganisation Haltestangenbahnhof.....	84
Abbildung 57: aktuelle Anordnung der waagrechten Spritzgussmaschinen	85
Abbildung 58: neues Layout Konditionierbereich.....	87
Abbildung 59: neues Layout 5162	89

Abbildung 60: Wertstrom ECC 40 - klassischer Ansatz	91
Abbildung 61: Soll-Wertstrom ECC 35	93
Abbildung 62: Soll-Wertstrom ECC 40	97
Abbildung 63: Soll-Layout 5167.....	99
Abbildung 64: Gegenüberstellung von Einsparungen und Investitionen.....	101

5.4. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl an Transporten.....	54
Tabelle 2: Wegstrecke ECC35	55
Tabelle 3: Wegstrecke ECC40	55
Tabelle 4: Einflussfaktoren	57
Tabelle 5: Materialliste für Türfeststeller ECC 35 eines BMW X1	68
Tabelle 6: Materialliste für Türfeststeller ECC 40 eines BMW 3er	70
Tabelle 7: Differenz Auftrags- und Produktionsmengen	72
Tabelle 8: Fließgrad von Türfeststellern und Gehäusen.....	73
Tabelle 9: Anteil der Kundennummern bei ECC 35 an den eingelagerten Containern	83
Tabelle 10: Anteil der Kundennummern bei ECC 40 an den eingelagerten Containern	83
Tabelle 11: Einsparpotentiale durch die Wertstromanalyse.....	100

5.5. Abkürzungsverzeichnis

AB	Abholung
AN	Anlieferung
BIW	Bergische Industriewartung
BMW	Bayerische Motoren Werke
BPR	Business Process Reengineering
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CIP	Continuous improvement process
d.h.	das heißt
DFSS	Design for Six Sigma
ECC	Edscha Compact Check
FIFO	First In - First Out
ges.	gesamt
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung

h	Stunde
KB-Nr.	Kanban-Nummer
KLT	Kleinladungsträger
KVP	kontinuierlicher Verbesserungsprozess
LG	Leergut
LKW	Lastkraftwagen
MB	Mitarbeiter
MES	Manufacturing Execution System
MG	Maschinengruppe
Min.	Minute
Mio.	Millionen
MRP II	Manufacturing Requirement Planning
MZ	Maschinenzeiten
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OEM	Original Equipment Manufacturer
PDCA	Plan Do Check Act
PZ	Personalzeit
RZ	Rüstzeit
SAP	Software des gleichnamigen Softwareherstellers
Sek.	Sekunde
SMED	Single Minute Exchange of Die
Std.	Stunde
Stk.	Stück
TCT	Total Cycle Time
TFS	Türfeststeller
VA%	Value Add-Prozentanteil
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V
VdMA	Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten
VG	Verbundgruppe
VT	Vordertür
WIP	Ware in Produktion
z.B.	zum Beispiel
ZUB	Zubehör