



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Diplomarbeit

Optimierung des Produktwechsels auf einer Presslinie zur Kunststoffverarbeitung

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines

Diplom-Ingenieurs

unter der Leitung von

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

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

Proj.-Ass. Dipl.-Ing. Andreas Schumacher

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

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

von

Ronny Tschiggfrei

1125999

Käferriedweg 10

6800 Feldkirch



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.

Danksagung



Ich möchte mich recht herzlich bei all jenen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Diplomarbeit unterstützt haben.

Ein besonderes Dankeschön gilt Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl. Wirt.-Ing. Prof. eh. Dr. h.c. Wilfried Sihn und Proj.-Ass. Dipl.-Ing. Andreas Schumacher, die mich seitens der Universität fachlich betreut haben.

Ein weiteres Dankeschön an die Autoneum Switzerland AG, die mir die Möglichkeit bot, diese Diplomarbeit an ihrem Standort in Sevelen durchzuführen. Hierbei möchte ich mich besonders bei Herrn Gordon Kopf für die Betreuung bedanken. Auch ein Dank an all die Mitarbeiter, die mich stets bei der praktischen Umsetzung unterstützt und mich immer offen mit meinen Ideen empfangen haben.

Des Weiteren bedanke ich mich bei meiner Familie und all meinen Freunden die mich bei dieser Arbeit und auch während meiner gesamten Studienzeit unterstützt haben.

Ohne euch wäre dieses Studium niemals möglich gewesen.

Kurzfassung

WIEN Universitätsbibliothek

Damit Unternehmen in Hochlohnländern in der Lage sind Gewinne zu erwirtschaften und somit ihre Produktionen im Inland zu behalten, sind sie gezwungen, hoch effizient zu produzieren. Um eine solch hohe Effizienz in der Produktion zu gewährleisten, müssen die eingebrachten Ressourcen optimal genutzt werden. Dies bedeutet unter anderem, dass die Stillstandszeit von Maschinen so kurz wie möglich gehalten werden muss. Ziel dieser Diplomarbeit ist es, die Produktwechselzeit ohne Steigerung des Mitteleinsatzes auf einer Produktionslinie zur Herstellung von Kunststoffteilen zu reduzieren. Um das Ziel zu erreichen werden verschiedene Lean Methoden und Werkzeuge herangezogen. Als Praxisbeispiel dient hierbei die Autoneum Switzerland AG, welche Produkte für verschiedene namenhafte Automobilhersteller produziert.

Der IST-Zustand wird mithilfe eines SMED-Workshops ermittelt. Im Zuge dessen werden die aktuell notwendigen Aktivitäten und zugehörigen Zeiten zur Ausführung des Produktwechsels erfasst und tabellarisch niedergeschrieben. Um die für einen Produktwechsel notwendigen Laufwege zu visualisieren wird ein Spaghetti-Diagramm angefertigt. Hierbei wird deutlich, dass viele Wegstrecken mehrmals abgelaufen werden und die Distanzen unnötig lang angelegt sind. Bei der Erfassung der Daten kommt eine Gesamtwegstrecke von 818 Metern zusammen.

Ausgehend vom IST-Zustand wird mithilfe von Lean-Methoden und Werkzeugen ein Konzept ausgearbeitet, welches die Produktwechselzeit systematisch reduziert. Dabei kommen Methoden wie beispielsweise „Single-Minute Exchange of Die“ oder „5S“ zum Einsatz. Durch Anwendung dieser Methoden wird ein klar definierter Rüstablauf erarbeitet und die Laufwege auf ein machbares Minimum reduziert. Des Weiteren wird eine Visualisierung der Vorbereitungstätigkeiten erstellt und mögliche technische Verbesserungen werden untersucht. Im Rahmen der Diplomarbeit wird nicht nur der primäre Produktwechsel optimiert, sondern auch die organisatorischen Schnittstellen beleuchtet. Die erarbeiteten Optimierungen werden anschließend in der Praxis getestet, um deren Umsetzbarkeit sicherzustellen.

Durch die Anwendung der in dieser Diplomarbeit beschriebenen Methoden und Werkzeuge wird die Zielsetzung durch die Reduzierung der Produktwechselzeit von 71 auf 45 Minuten erreicht. Dies entspricht einer Reduktion der Produktwechselzeit um 37%. Des Weiteren wird durch die Verkürzung der Laufwege zur Vorbereitung von 818 auf 378 Meter eine Zeitersparnis von 6 Minuten realisiert. Somit werden 53,8% an Wegstrecke eingespart.

Um eine kontinuierliche Verbesserung der Prozesse zu gewährleisten wird ein Shopfloor auf Anlagenebene implementiert.

Companies in high-wage countries are forced to produce highly efficiently to generator profits and to keep their production inland. In order to ensure such a high level of efficiency in production, the input resources must be optimally utilized. This means, that the downtime of machines must be kept as short as possible. The goal of this diploma thesis is to reduce the product changeover time without increasing the central use on a production line for the production of plastic parts. Various Lean methods and tools are used to achieve this goal. Autoneum Switzerland AG, which produces products for various well-known automotive manufacturers, serves as an example.

The actual state is determined with a SMED workshop. In the course of this process, the currently required activities and associated times for executing the product change are recorded and tabulated. In order to visualize the necessary routes for a product change, a spaghetti diagram is produced. This shows that many distances are expired several times and the distances are unnecessarily long. A total distance of 818 meters is collected when recording the data.

Starting out from the actual state, a concept is developed using Lean methods and tools, which systematically reduces the product changeover time. Methods such as "Single-Minute Exchange of Die" or "5S" are used. By applying these methods, a clearly defined set-up sequence is worked out and the running distances are shortened to the minimum. In addition, a visualization of the preparatory activities is prepared and possible technical improvements are examined. Within the scope of the diploma thesis, not only the primary product changeover is optimized, but also the organizational interfaces are illuminated. The resulting optimizations are then tested in practice in order to ensure their feasibility.

By applying the methods and tools described in this diploma thesis, the objective is achieved by reducing the product changeover time from 71 to 45 minutes. This represents a 37% reduction in the product changeover time. Furthermore, by shortening the walking distances to prepare from 818 to 378 meters, a time saving of 6 minutes is realized. Thus, 53.8% of travel distance is saved.

To ensure a continuous improvement of the processes, a shopfloor-system is implemented at production line level.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
1.1	Allgemeine Einleitung in das Themenfeld.....	2
1.2	Forschungsfrage.....	2
1.3	Lösungsansatz der Arbeit.....	2
1.4	Aufbau der Arbeit.....	3
2	Theoretische Grundlagen.....	4
2.1	Lean Prinzipien.....	4
2.2	Toyota-Produktionssystem	5
3	Verwendete Methoden und Werkzeuge	10
3.1	Wertstromanalyse.....	10
3.2	Wertstromdesign	14
3.3	5S.....	15
3.4	Spaghetti-Diagramm.....	16
3.5	EPEI – Every Part Every Interval.....	18
3.6	KAIZEN und KVP	19
3.6.1	PDCA-Zyklus	20
3.6.2	4-Phasenmodell.....	21
3.6.3	KVP-Workshops.....	22
3.7	Rüstzeitoptimierung.....	22
3.7.1	Definitionen	22
3.7.2	Ziele	23
3.7.3	Rüstzeiten und Rüstfrequenz.....	23
3.7.4	Gruppierung.....	24
3.7.5	Single Minute Exchange of Die.....	25
4	State-of-the-Art	29
5	Umsetzung und Implementierung	32
5.1	Autoneum Switzerland AG	32
5.1.1	Produkte	32
5.1.2	Kunden	33
5.1.3	Werkslayout.....	34

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/>

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

5.1.4	Layout UFS	35
5.1.5	Auswahl der repräsentativen Linie	37
5.1.6	Layout der Linie 1	38
5.1.7	Prozessbeschreibung	40
5.1.8	Betriebsdatenerfassungssystem	41
5.2	Ausgangssituation des Produktwechsels	45
5.2.1	Vorausgehende Analyse	45
5.2.2	Durchführung SMED-Workshop.....	53
5.2.3	Ergebnisse	55
5.2.4	Vorhandene Unterlagen	61
5.3	Wertstromanalyse.....	62
5.4	Optimierungen des Produktwechsels	63
5.4.1	Optimierung des primären Produktwechsels	64
5.4.2	Optimierung der Planung	76
5.4.3	Optimierung des Informationsflusses	79
6	Auswertungen und Resultate	82
6.1	Resultat der angewendeten Methode.....	82
6.2	Resultate in Bezug auf die Problemstellung	82
6.3	Resultate in Bezug auf die Forschungsfrage	84
7	Schlussfolgerungen und Ausblick	85
8	Anhang.....	87
8.1	Katalog technischer Mängel	87
9	Literaturverzeichnis	91
10	Abbildungsverzeichnis	93
11	Tabellenverzeichnis	95
12	Abkürzungsverzeichnis	96

1.1 Allgemeine Einleitung in das Themenfeld

Die Unternehmen, welche in einem freien Markt agieren, sind einem gewissen Kosten- und Konkurrenzdruck ausgesetzt. Die Intensität dieser äußeren Einflüsse ist dabei stark von der Branche und dem Unternehmensumfeld abhängig. In der Automobilzuliefererindustrie sind diese besonders groß. Um am Markt als Zulieferer bestehen zu können, gilt es den OEM in den Belangen Kosten, Zeit und Qualität optimal zu befriedigen. Dies ist nur durch hoch effektive, schlanke und flexible Prozesse möglich.

Um Produktionskosten möglichst gering zu halten, ist es notwendig, vorhandene Ressourcen optimal zu nutzen. Einer dieser Faktoren ist hierbei die Anlagenverfügbarkeit, welche einen wesentlichen Einfluss auf die Produktivität hat. Um eine hohe Anlagenverfügbarkeit zu erreichen, ist es notwendig, die Stillstandszeit, d.h. unproduktive Zeit, so gering wie möglich zu halten. Um einerseits die Stillstandszeit niedrig zu halten und andererseits eine hohe Flexibilität zu gewährleisten, ist eine kurze Produktwechselzeit unumgänglich. Die in dieser Diplomarbeit als Praxisbeispiel dienende Autoneum Switzerland AG ist aufgrund der hohen Lohnkosten in der Schweiz gegenüber dem Wettbewerb in Niedriglohnländern einem besonders hohen Kostendruck ausgesetzt. Aus diesem Grund ist das Bestreben nach schlanken Prozessen und kurzen Produktwechselzeiten besonders stark. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird ein Konzept erarbeitet, um die Produktwechselzeit von Presslinien zur Kunststoffverarbeitung auf ein machbares Minimum zu reduzieren.

1.2 Forschungsfrage

Aufgrund der Rahmenbedingungen und des gewählten Lösungsansatzes ergibt sich folgende Forschungsfrage: Welche Methoden und Werkzeuge aus dem Lean-Management Baukasten lassen sich heranziehen, um die Produktwechselzeit ohne Steigerung des Mitteleinsatzes auf einer Presslinie zur Kunststoffverarbeitung zu reduzieren und wie hoch ist das daraus resultierende Einsparpotential?

1.3 Lösungsansatz der Arbeit

Ausgehend von der Beschreibung der Rahmenbedingungen der Autoneum Switzerland AG und des IST-Zustandes des Produktwechsels, wie er derzeit im Unternehmen praktiziert wird, werden Methoden und Werkzeuge aus dem Lean-Management Baukasten herangezogen, um die Produktwechselzeit kontinuierlich zu reduzieren.

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

1.4 Aufbau der Arbeit

Im ersten Kapitel der Arbeit wird der Einstieg in das Themenfeld geschaffen, und die zu beantwortende Lösungsfrage wird festgelegt. In den beiden folgenden Kapiteln werden die theoretischen Grundlagen erläutert, welche im anschließenden Praxisteil zur Anwendung kommen. Die durchgeführten Optimierungen werden ausführlich im Kapitel Umsetzung und Implementieren beschrieben. Im sechsten Kapitel, werden die Resultate der Umsetzungen hinsichtlich der angewendeten Methode, in Bezug auf die Problemstellung und die Forschungsfrage beschrieben. Abschließend folgen eine Schlussfolgerung und ein Ausblick für weitere Implementierungen, zur kontinuierlichen Reduzierung der Produktwechselzeit.

2 Theoretische Grundlagen



Im folgenden Kapitel werden die theoretischen Grundlagen aufgearbeitet, welche die Grundlage für die Methoden und Werkzeuge bilden, die im Rahmen dieser Diplomarbeit zur Anwendung kommen.

2.1 Lean Prinzipien

In dem 1991 erschienen Buch von Womack „The Machine That Changed the World“ wurde zum ersten Mal aufgezeigt, dass japanische Automobilhersteller wesentlich effizienter arbeiten als ihre europäischen oder amerikanischen Konkurrenten.¹ Dies führte dazu, dass europäische und amerikanische Unternehmen begannen, die Produktionsweisen der japanischen Produzenten zu analysieren und in ihren eigenen Werken zu implementieren. Trotz eines geringeren Einsatzes an Ingenieuren hat sich Toyota durch die effektive Produktentstehung und dem effizienten Einsatz ihrer Ressourcen zum Industrieführer entwickelt. Der Kern des Erfolgs von Toyota basiert auf einem großen Verständnis für Qualität, sowie der Fokussierung auf Wertschöpfung für den Kunden und durch die kontinuierliche Verbesserung der Prozesse.² Schnell wurde das große Potential im Toyota-Produktionssystem (TPS) erkannt und viele Unternehmen begannen, ihre Produktionssysteme dem von Toyota anzupassen, um ihre Produktionslücken zu schließen. Es wurden vielfach die Methoden und Werkzeuge des TPS kopiert und in die Produktionen mit mehr oder weniger Erfolg implementiert. Die Erkenntnis, dass zu Toyotas Erfolg mehr gehört als nur der Einsatz einzelner Methoden und Werkzeuge, führte bei immer mehr Unternehmen zum Einsatz von unternehmensindividuellen und ganzheitlichen Produktionssystemen. Mit diesen ganzheitlichen Produktionssystemen konnten zahlreiche Unternehmen ihre Effektivität und Effizienz in der Produktion deutlich verbessern.³

Der Begriff Lean ist im Zusammenhang mit der Lean Production oder auch Lean Manufacturing bekannt geworden. Durch eine Studie des International Motor Vehicle Programm (IMVP) des Massachusetts Institute of Technology (MIT) von 1985 bis 1990 wurden Arbeitsweisen von vielen Unternehmen der Automobilindustrie sowie einer Zusammenfassung der Best-Practice Vorgehensweise japanischer Unternehmen untersucht. Diese Best-Practices sind unter dem Namen Lean Production (dt.: schlanke Produktion) verbreitet worden.⁴

¹ Womack, 1991

² vgl. Dombrowski, 2015, S.2

³ vgl. Dombrowski, 2015, S.2

⁴ Dombrowski, 2015, S.7

2.2 Toyota-Produktionssystem

Das Toyota-Produktionssystem (TPS) wurde bei Toyota nach dem 2. Weltkrieg entwickelt, da in Japan nicht die notwendigen Voraussetzungen für eine Produktion nach dem Vorbild von Ford gegeben waren. Das TPS entwickelte sich auf der Basis einer von Taiichi Ohno, Produktionsingenieur bei Toyota, neu entworfenen Strategie. Die Basis setzt sich aus der Vermeidung von Verschwendung und dem kontinuierlichen Verbesserungsprozess zusammen. Darauf aufbauend werden die Methoden Just-in-Time (JIT) und autonome Automation umgesetzt, zu denen die Unterelemente Standardisierung, visuelles Management, Arbeitsplatzorganisation und totale produktive Instandhaltung gehören. Dabei ist das TPS nicht systematisch zu einem Zeitpunkt eingeführt worden, sondern hat sich über die Jahre hinweg entwickelt.⁵ Zahlreiche Unternehmen fingen damit an, die Methoden und Werkzeuge des TPS in ihren Unternehmen anzuwenden, nachdem sie erste signifikante Verbesserungen durch die Einführung einzelner Methoden erlangen konnten. Es wurde jedoch rasch erkannt, dass zu dem TPS mehr als nur Methoden und Werkzeuge gehören. Unter Einbeziehung von Mitarbeitern sollen die Qualität, die Zeit und die Kosten verbessert werden. In Deutschland etablierte sich daraufhin der Begriff der „Ganzheitlichen Produktionssysteme“ (GPS). Dieser verfolgt die Integration von Lean Production, Taylorismus und innovativen Arbeitsformen. Festgehalten wird dies in der VDI-Richtlinie 2870.⁶ Ein GPS bildet ein unternehmensspezifisches, methodisches Regelwerk für die kontinuierliche Ausrichtung sämtlicher Unternehmensprozesse am Kunden, um die von der Unternehmensführung vorgegebenen Ziele zu erreichen. Die Anwendung einzelner Methoden und Werkzeuge in den Unternehmensprozessen führt nicht zwingend zu einem Gesamtoptimum. Erst deren Einbindung in ein GPS, welches die Auswahl und Synchronisation von Gestaltungsprinzipien, Methoden und Werkzeugen vorgibt und von allen Mitarbeitern auf sämtlichen Ebenen des Unternehmens verstanden, akzeptiert und umgesetzt wird, führt zum nachhaltigen Erfolg.⁷

Die VDI 2870 stützt sich dabei auf die folgenden acht Gestaltungsprinzipien:

1) Standardisierung

Unter Standardisierung wird die Festlegung des Ablaufs und der Handlungsverantwortlichen eines sich wiederholenden technischen oder organisatorischen Vorgangs verstanden. Es ist ein Geschäftsfeld, das zahlreiche Wechselwirkungen mit anderen Geschäftsfeldern aufweist. Wie beispielsweise die Standardisierung der Arbeitsabläufe und Fertigungsschritte oder die Standardisierung bei der Planung. Bei nicht klar definierten Arbeitsabläufen und

⁵ Dombrowski, 2015, S.7

⁶ vgl. Dombrowski, 2015, S.8

⁷ VDI 2870, 2010, S.2

Methoden, führt dies zu verstärkter Improvisation und unerwünschten Handlungen. Diese Abweichungen werden durch die Standardisierung und die Anwendung standardisierter Methoden und Werkzeuge reduziert, um einen stabilen Prozess zu erreichen. Die Standardisierung ist somit Grundlage zur Absicherung und zur Verbreitung von Best-Practice Methoden. Wie in einem späteren Kapitel ersichtlich, werden Standards verwendet um den kontinuierlichen Verbesserungsprozess zu unterstützen.⁸

2) Null-Fehler-Prinzip

Es werden Prozesse angestrebt bei denen keine Fehler auftreten. Um dies zu erreichen, müssen Methoden zur Fehlervermeidung und Fehlerweitergabe eingesetzt werden. Dazu zählen neben Prozesskontrollen, Sicherstellung der Prozessfähigkeit, Problemidentifikationsmethoden, Problemlösungsmethoden und Methoden zur Gestaltung der Qualitätsprozesse. Es sind auch Methoden des Total Quality Managements enthalten, die sich unter anderem auf die Einbeziehung der Mitarbeiter fokussieren.⁹

3) Fließprinzip

Unter Fließprinzip versteht man die kontinuierliche oder getaktete Bewegung der Produkte in der Fertigung und Montage, d.h. bewegte Produkte, bewegte Arbeitsplätze und Arbeitsteilung geeignet für die Serien- und Massenproduktion. Die Hauptziele des Fließprinzips sind Reduzierung der Durchlaufzeit und der Bestände in der Produktion und Montage. Das Fließprinzip zielt dabei auf eine schnelle günstige Fertigung erzeugt allerdings Unflexibilität da auf äußere Einflüsse nur träge reagiert werden kann. Das Fließprinzip wurde erstmals angewandt zu Beginn des 20. Jahrhunderts von Henry Ford.¹⁰ Es wurde nur ein Fahrzeugmodell in einer Ausstattung und einer Farbe produziert.

4) Pull-Prinzip

Es wird eine Materialversorgung angestrebt, die sich an den Bedarfen des Kunden ausrichtet und dabei einen geringstmöglichen Steuerungsaufwand und geringe Bestände erreichen soll. Der Kunde „zieht“ förmlich sein Produkt durch die Produktion, dabei werden die zu Herstellung notwendigen Prozesse ausgelöst.¹¹ Dieser Ansatz ermöglicht eine schnelle und flexible Fertigung, ohne Überproduktion und schnelle Reaktionsmöglichkeiten auf Kundenwünsche.

⁸ vgl. VDI 2870, 2010, S.8; vgl. Dombrowski, 2006, S. 117

⁹ vgl. VDI 2870, 2010, S.8

¹⁰ vgl. Westkämper, 2006, S. 10

¹¹ vgl. VDI 2870, 2010, S.8

5) Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)

Unter einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess versteht man die Verbesserung von Qualität und Produktivität, kontinuierlich und konsequent in kleinen beherrschbaren Schritten, sodass der Kunde nachhaltig zufrieden ist. KVP unterscheidet sich dabei ganz entscheidend von traditionellen Rationalisierungsaktionen, da es nicht um radikale Einschnitte, sondern um kleine, aber kontinuierliche Fortschritte geht. Da der KVP ein elementarer Bestandteil des Lean Management ist, wird auf dieses Thema noch detaillierter eingegangen.¹²

6) Mitarbeiterorientierung und Führung

Im Gegensatz zu tayloristischen Arbeitsformen findet im GPS bzw. TPS keine Trennung von Hand- und Kopfarbeit statt. Die Mitarbeiter gelten als wichtigste Ressource und Quelle von Ideen zur kontinuierlichen Verbesserung und ist eng verbunden mit dem zuvor aufgeführten KVP-Ansatz. Es wird davon ausgegangen, dass die Mitarbeiter, die täglich einen Prozess ausführen, am besten wissen, wie er zu verbessern ist. Das Gestaltungsprinzip Mitarbeiterorientierung und Führung beinhaltet daher Methoden, die die Kultur der Fehler- und Verschwendungsvermeidung bei Führungskräften und Mitarbeitern unterstützen.¹³

Wie stark Toyota seine Mitarbeiter in den Verbesserungsprozess mit einbezieht, zeigt eine Aussage von Jeffrey Liker: „Die Arbeiter im Toyota-Montagewerk in Georgetown haben im Jahr 2008 insgesamt 80.000 Verbesserungsvorschläge eingereicht, davon wurden 99% umgesetzt.“¹⁴

7) Vermeidung von Verschwendung

Im Mittelpunkt des Toyota-Produktionssystems steht die Vermeidung von Verschwendung bei gleichzeitiger Kundenfokussierung. Toyota teilt dabei die Verschwendung in die drei Kategorien MUDA, MURI und MURA ein.¹⁵ Unter MUDA wird die Verschwendung im Prozess verstanden. Bei der Prozessbetrachtung wird in nicht wertschöpfende Tätigkeiten und wertschöpfende Tätigkeiten unterschieden. Nicht wertschöpfende Tätigkeiten auf ein absolutes Minimum reduziert werden. Wertschöpfend sind Tätigkeiten, bei denen der Wert des Produkts erhöht wird und für die der Kunde bereit ist, zu bezahlen. MURI adressiert die sinnvoll machbare Auslastung von Mensch und Maschine. Überlast, wie sie im MURI behandelt wird, führt zu ebenfalls zur Verschwendung und ist zu vermeiden. Zum Beispiel kann ein zu schnelles Betreiben einer Maschine, zu erhöhten Wartung und Inspektionsaufwand führen oder die Maschine im schlimmsten Fall beschädigen.

¹² vgl. Kostka, 2013, S.12f

¹³ vgl. VDI 2870, 2010, S.9

¹⁴ vgl. Liker, 2009, S.281

¹⁵ vgl. Liker, 2009, S.171; Kroslied, 2014, S.8

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

http://www.ub.tuwien.ac.at/eng

The approved original version of this diploma/master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

http://www.ub.tuwien.ac.at/eng

MURA als dritter Ansatz zielt auf die Betrachtung einer ausgeglichenen Produktion bzw. auf ein ideales Zusammenspiel zwischen Produktionsplanung und –ausbringung. Hauptziel von MURA ist das ausgleichen von Ungleichgewichten zwischen Planung und Produktion, welches durch Heijunka (Nivellierung der Prozesse) erreicht werden kann.

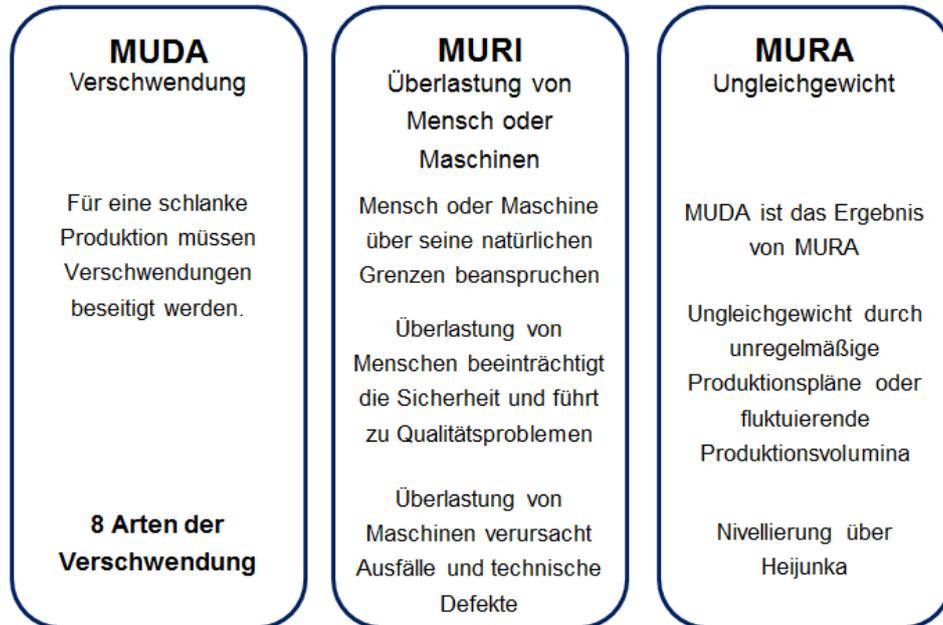


Abbildung 1: Die drei M`s¹⁶

Toyota hat acht Arten der Verschwendung identifiziert, die sich auf die verschiedensten Aufgaben in einem Unternehmen anwenden lassen.



Abbildung 2: Die 8 Arten der Verschwendung¹⁷

¹⁶ vgl. Liker, 2009, S.171

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.at>

8) Visuelles Management

Die Ziele einer Visualisierung, also einer bildlichen Darstellung von Informationen über Arbeitsabläufe und -ergebnisse sind, Transparenz über Ziele, Prozesse und Leistungen zu erzeugen. Hierdurch soll die Identifikation der Mitarbeiter mit dem Unternehmen, dem Arbeitsbereich und der Arbeitsaufgabe gestärkt werden. Zudem sollen deren Motivation zur Zielerreichung, kontinuierlichen Verbesserung und Vermeidung von Verschwendung erhöht werden. Weiterhin wird das Sichtbarmachen von Problemen verfolgt und damit eine Grundlage für jegliche KVP-Aktivitäten geschaffen. Dadurch wird es Mitarbeitern und Führungskräften erleichtert, „auf einen Blick“ den aktuellen Zustand der Prozesse zu erkennen.¹⁸

¹⁷ tonik consulting (Quelle:<http://www.tonik.de/startup/denktransport/13-denktransport3-die-8-verschwendungen>, gelesen: 3.11.2016)

¹⁸ VDI 2870, 2010, S.9

3 Verwendete Methoden und Werkzeuge



Im folgenden Abschnitt werden Methoden und Werkzeuge beschrieben, welche im Rahmen dieser Diplomarbeit verwendet werden, um die Problemstellung und die Forschungsfrage zu lösen.

3.1 Wertstromanalyse

Um die Tätigkeit des Produzierens in einer Fabrik möglichst umfassend abzubilden, ist eine geeignete Modellierung erforderlich. Ein Modell ist allerdings nur dann brauchbar, wenn es das reale System vereinfacht und zweckmäßig wiedergibt. Für diesen Zweck wird die Wertstrommethode herangezogen. Die Modellierung des Wertstromes einer Fabrik basiert dabei auf sechs Grundelementen, welche in der nachfolgenden Abbildung dargestellt sind.¹⁹

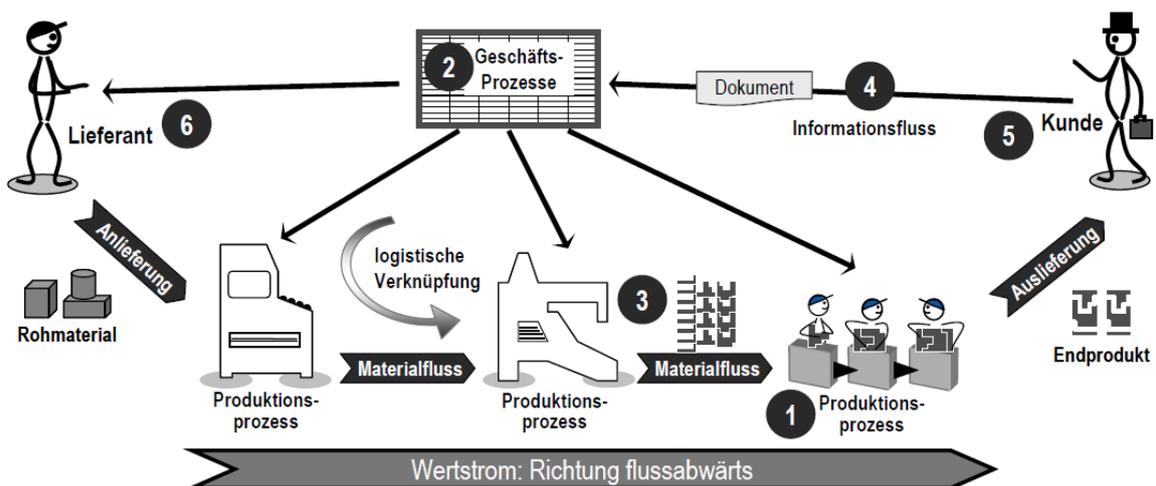


Abbildung 3: Wertstrom einer Fabrik²⁰

Der Produktionsprozess (1) beschreibt dabei die produzierende Tätigkeit. Der Geschäftsprozess (2) beschreibt die Aufgaben der Auftragsabwicklung inklusive der Produktionsplanung- und -steuerung. Der Transport von Materialien zwischen den Produktionsprozessen, einschließlich der Bestände, wird vom Materialfluss (3) beschrieben. Der Informationsfluss (4) beschreibt die transferierten Daten und Dokumente zwischen den Geschäfts- und Produktionsprozessen. Der Kunde (5) modelliert die Systemlast aufgrund seiner Kundennachfrage. Der Lieferant (6) bildet die Versorgung der Produktion mit Rohmaterialien und Teilen ab.²¹

Mithilfe dieser sechs Grundelemente lassen sich nun die Wertströme einer Fabrik modellieren. Jedes der sechs Grundelemente wird durch einfache Symbole

¹⁹ vgl. Erlach, 2010, S.33

²⁰ Erlach, 2010, S.33

²¹ vgl. Erlach, 2010, S.33f

dargestellt. Die Wertstromdarstellung einer kompletten Produktion entspricht dann einer Zeichnung, die aus diesen Symbolen besteht. Die Abbildung der Produktion mit dieser einfachen Symbolik führt zu einer kompakten Darstellung des Analyseergebnisses. Ein weiterer Vorteil liegt in der Art und Weise, wie eine Wertstromaufnahme durchgeführt wird.²² Die Grundidee der Wertstromanalyse ist es, immer die Kundensicht einzunehmen, denn diese bestimmt die Anforderungen an die Produktion. Die Kundensicht sollte ausgehend vom Versand schrittweise den Materialfluss entlang flussaufwärts an die Produktionsprozesse herangetragen werden. Die Wertstromanalyse wird also entgegengerichtet zum Materialfluss erstellt.²³ Durch eine Analyse des Wertstromes und Anwendung der Methode des Wertstromdesigns werden Quellen der Verschwendung aufgedeckt und Abläufe effizient gestaltet. Aus den Erkenntnissen der Wertstromanalyse lässt sich dann der zukünftige Wertstrom erstellen, indem der Material- und Informationsfluss auf Basis von Pull und fließenden Prozessen, sowie einer Produktion auf Basis des Rhythmus der Taktzeit erfolgen.²⁴

Das Ziel einer Wertstromanalyse ist eine effiziente Erfassung und übersichtliche Darstellung der in einer Fabrik vorherrschenden Gegebenheiten, um ein umfassendes Verständnis der aktuellen Produktionsabläufe eines Unternehmens zu erlangen, sowie Verbesserungspotentiale aufzuzeigen.²⁵

Die Durchführung einer Wertstromanalyse für ein produzierendes Unternehmen läuft in der Regel in vier Schritten ab.²⁶

1) Bildung von Produktfamilien

Aus dem gesamten Produktionsspektrum werden Produktfamilien gebildet. Die Produktfamilien unterscheiden sich durch verschiedene Produktionsabläufe. Für jede Produktfamilie ist eine eigene Wertstromanalyse notwendig.

2) Kundenbedarfsanalyse

Anschließend erfolgt die Modellierung des Kundenbedarfs für die zu analysierende Produktfamilie. Als Datenbasis können hier beispielsweise die Verkaufszahlen des letzten Geschäftsjahres herangezogen werden.

²² vgl. Erlach, 2010, S.34

²³ vgl. Erlach, 2010, S.35

²⁴ vgl. Brunner, 2014, S.115

²⁵ vgl. Erlach, 2010, S.37

²⁶ vgl. Erlach, 2010, S.36

3) Wertstromaufnahme

In der Produktion erfolgt die Aufnahme des Wertstromes. Hierzu eignen sich ein vorgefertigtes Formular mit den Wertstromsymbolen und ein Stift. Alle relevanten Daten werden erfasst. Nicht ersichtliche Kennwerte können dabei von den Mitarbeitern in der Produktion erfragt werden.

4) Erkennen der Verbesserungspotentiale

Das Verhältnis der Bearbeitungszeit zur gesamten Durchlaufzeit, sowie Unstimmigkeiten von Taktzeiten aufeinanderfolgender Prozesse im Wertstrom, sind Indizien für mögliche Verbesserungspotentiale.

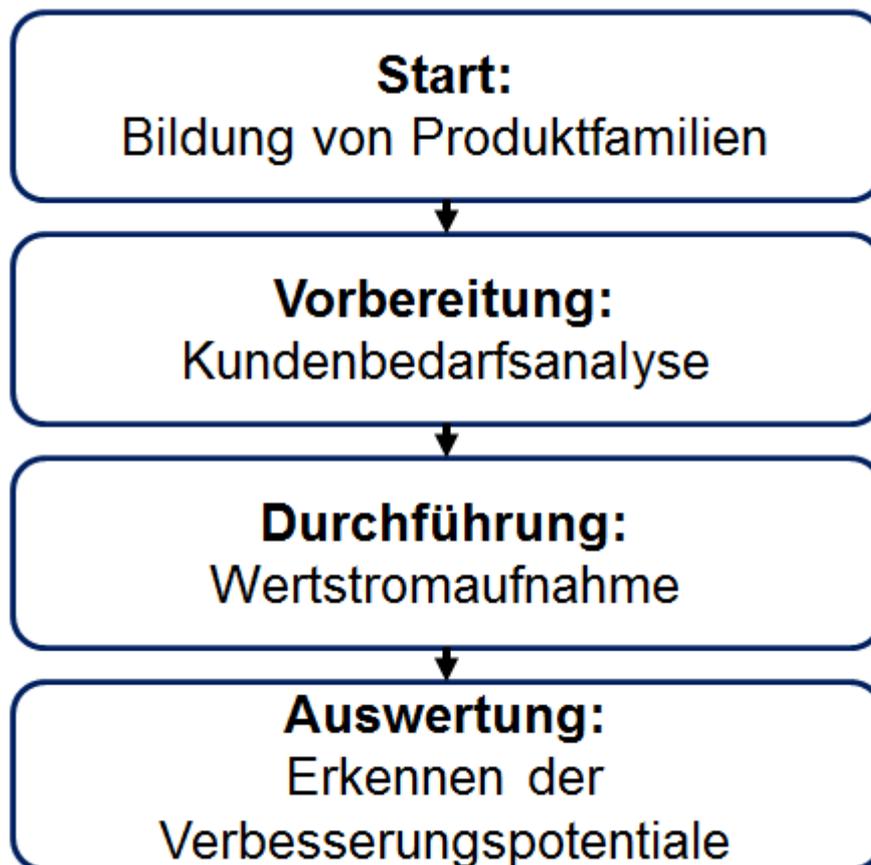


Abbildung 4: Vorgehensweise Wertstromanalyse²⁷

Das Ergebnis einer Wertstromanalyse ist die transparente und übersichtliche Darstellung eines kompletten Wertstromes mit Produktionsprozessen, Material- und Informationsflüssen auf einem einzigen Blatt. Dabei wird ein Perspektivenwechsel von der Betrachtung einzelner Prozesse und Ressourcen auf die logische Verknüpfung der Produktionsprozesse vollzogen.²⁸

²⁷ vgl. Erlach, 2010, S.36

²⁸ vgl. Erlach, 2010, S.37

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/>

The approved original version of this diploma/master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

In der folgenden Abbildung sind die Symbole dargestellt, welche verwendet werden können, um den Wertstrom darzustellen. Es gibt keinen Symbolstandard bei der Wertstromanalyse, folgende Symbole haben sich aber bewährt. Siehe Mike Rother „Sehen lernen“²⁹ Durch die Verwendung von standardisierten Symbolen ist ein rasches Verstehen des Wertstromes möglich.

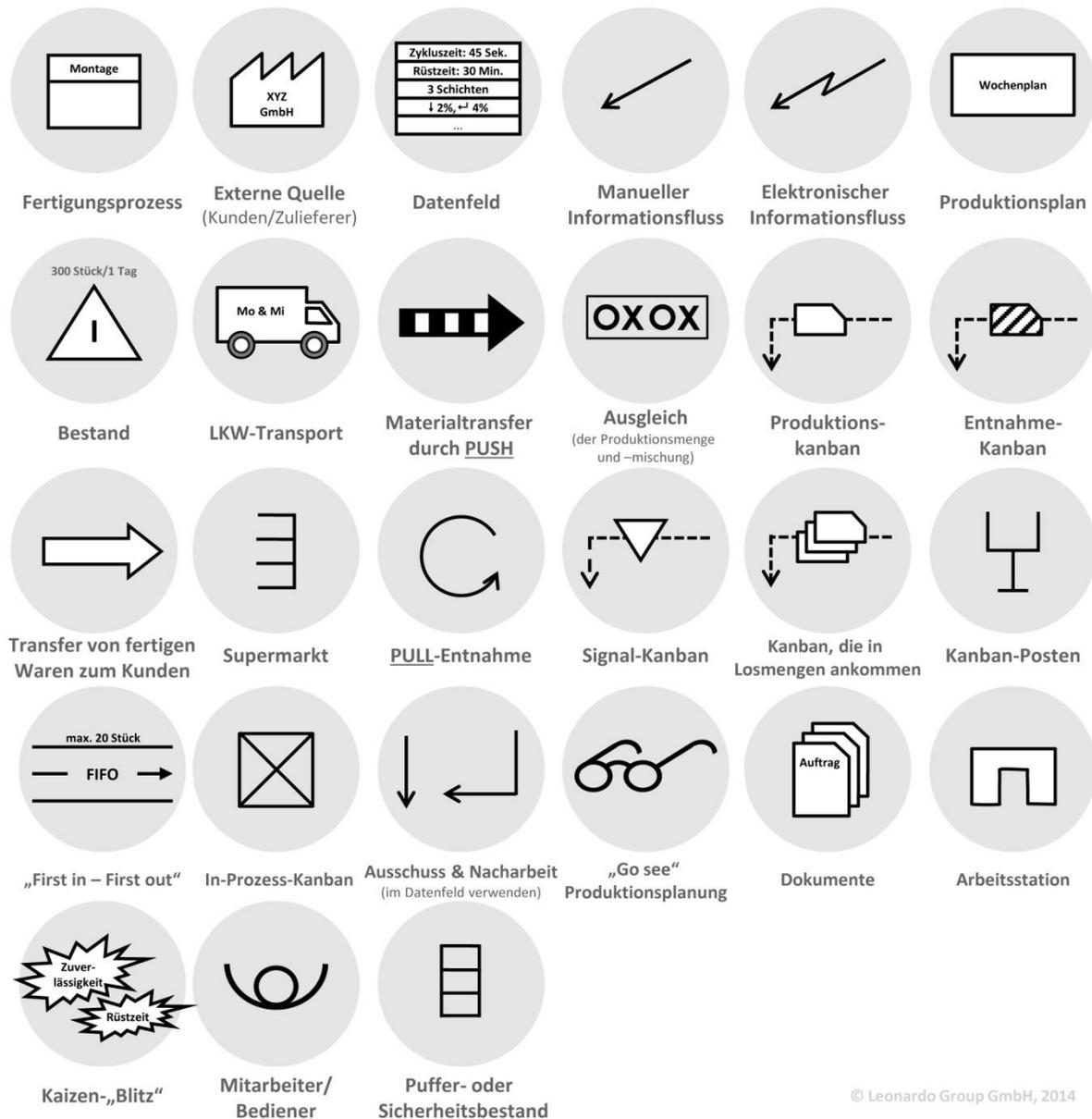


Abbildung 5: Wertstromsymbole³⁰

²⁹ Rother, 1999, S.3

³⁰ Leonardo Group (Quelle: <http://www.leonardo-group.com/de/lean-beratung/wertstromanalyse.html>, gelesen 10.1.2017)

3.2 Wertstromdesign

Mithilfe der Wertstromanalyse wird der IST-Prozess dargestellt und legt somit den Grundstein für den SOLL-Prozess. Die Prozessbeteiligten können die Prozessschwächen erkennen und sollten festlegen, wie der optimale Prozess aussehen sollte. Wichtig ist, dass vor dem Wertstromdesign konkrete Ziele festgelegt werden, wie beispielsweise:³¹

- Reduzierung der Durchlaufzeit um 40%
- Reduzierung der Zykluszeit um 5s
- Reduzierung des Umlaufbestands um 50%

Die Zielsetzung des Wertstromdesigns ist die Neugestaltung der Produktion hin zu einem effizienten und kundenorientierten Wertstrom. Effizienz wird erreicht durch die Vermeidung der Verschwendung in ihren acht Ausprägungen. Die Kundenorientierung wird erreicht durch eine Produktion im Kundentakt, sowie eine durchgängige Kundensicht bei der Analyse.³²

Ausgehend vom aktuellen Zustand, welcher durch die Wertstromanalyse gegeben ist, wird der SOLL-Zustand anhand der folgenden acht Leitlinien ausgearbeitet. Orientierung am Kundentakt, kontinuierlicher Fluss, Pull-System (Supermarkt), Schrittmacherprozess (Ein-Punkt-Steuerung), Flexibilität durch Ausgleich (des Produktionsmix), Freigabe von kleinen gleichmäßigen Arbeitsportionen, Verbesserung von Engpässen sowie Trennung und Abstimmung von Arbeitsinhalten. Besonderes Augenmerk ist dabei auf die Ausrichtung nach dem Kundentakt zu legen.³³

Das Ergebnis ist eine transparente und übersichtliche Darstellung des angestrebten SOLL-Zustandes mit allen Produktionsprozessen, sowie deren logischen Verknüpfungen. Dabei gewährleistet die Anwendung der Gestaltungsrichtlinien unter Einbeziehung des gesamten Wertstromes die Ausrichtung auf ein Gesamtoptimum des Produktionsablaufes.³⁴

³¹ vgl. Brunner, 2014, S.116

³² vgl. Erlach, 2010, S.126

³³ vgl. Brunner 2014, S.117

³⁴ vgl. Erlach, 2010, S.126

Die Methode 5S hat vornehmlich zum Ziel, Übersicht und Ordnung in allen Arbeitsbereichen, d.h. nicht nur in der Produktion oder Montage, eines Unternehmens zu erhöhen.³⁵

1) Seiri (Sortiere aus)

Im ersten Schritt werden am Arbeitsplatz Arbeitsmittel, die nicht regelmäßig benötigt werden oder doppelt vorhanden sind, aussortiert.

2) Seiton (Stelle ordentlich hin)

Als nächstes werden die am Arbeitsplatz verbliebenen Arbeitsmittel sinnvoll bzw. nach Häufigkeit der Benutzung angeordnet.

3) Seiso (Säubere)

Anschließend wird der Arbeitsplatz gereinigt und ein Rhythmus, indem die Reinigung wiederholt wird, bestimmt.

4) Seiketsu (Sauberkeit bewahren)

Um den Zustand von Ordnung und Sauberkeit dauerhaft aufrecht halten zu können, sollten zur Orientierung entsprechende Standards festgelegt werden, wie z.B. durch Markierungen oder Schattenbretter.

5) Shitsuke (Selbstdisziplin üben)

Mit der Zeit schleichen sich gewöhnlich alte Gewohnheiten wieder ein, die dazu führen, dass Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz abnehmen. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, regelmäßig die Schritte eins bis vier zu durchlaufen und gegebenenfalls auch die Standards weiterzuentwickeln bzw. zu optimieren.

Die Anwendung der 5S Methode hat zwar vornehmlich das Ziel der Übersichtlichkeit und Ordnung aller Arbeitsbereiche, kann aber bei erfolgreicher Anwendung weit mehr erreichen. Wird diese Methode von allen Mitwirkenden „gelebt“, so wird Verschwendung nicht nur aufgezeigt, sondern gleichzeitig eliminiert. Beispiele hierfür wären die Reduzierung von Such- und Wegzeiten, eine geringere Fehler- und Unfallhäufigkeit, niedrigere Materialbestände, die Reduzierung von Rüstzeiten, einen eindeutigen Materialfluss oder eine Erhöhung der Anlageneffizienz. 5S schafft somit die wesentlichen Grundlagen für die Identifizierung und nachhaltige Eliminierung von Verschwendung in Unternehmen.³⁶

³⁵ ifaa, 2016, S.2

³⁶ vgl. ifaa, 2016, S.3

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

3.4 Spaghetti-Diagramm

The approved original version of this diploma or master thesis is in the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

Das Spaghetti-Diagramm ist ein einfaches Werkzeug für die Aufnahme von Mitarbeiterfähigkeiten. Um die Laufwege eines Mitarbeiters visuell darzustellen, wird dieses Diagramm häufig in Kombination mit einer Zykluszeitaufnahme oder einer Multimomentaufnahme erstellt. Dadurch sollen Aussagen getroffen werden, wie weit ein Mitarbeiter innerhalb eines bestimmten Zeitraumes laufen muss, bzw. welche Punkte er am häufigsten ansteuert. Der Vorteil des Diagrammes liegt in der aussagekräftigen, visuellen Darstellung.

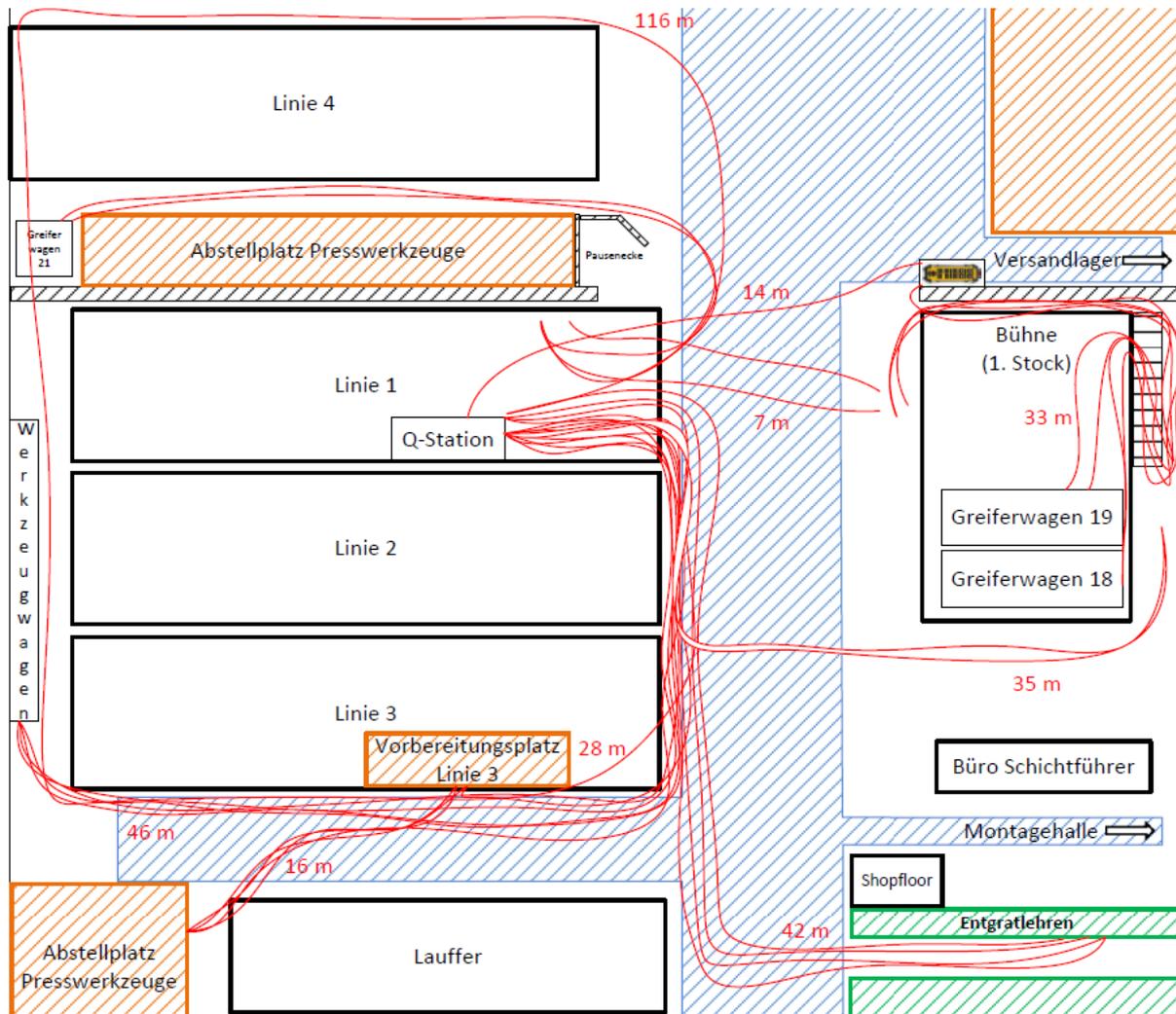


Abbildung 6: Beispiel eines Spaghetti-Diagramms (eigene Darstellung)

Die obige Abbildung ist ein typisches Spaghetti-Diagramm, welches verdeutlicht, welche Wege ein Mitarbeiter während eines Arbeitsablaufs zurücklegt. Anhand der Anzahl der Striche wird ersichtlich, wie oft derselbe Weg abgelaufen werden muss. Im Vorfeld zur Analyse der Laufwege ist es ratsam, sich auf Papier ein Layout des zu untersuchenden Bereichs anzufertigen. Bei der anschließenden Erstellung des Diagramms, ist es rein durch Beobachtung möglich, die zurückgelegten Wege einzuzeichnen.

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

Ein Spaghetti-Diagramm kann hinsichtlich qualitativer und quantitativer Aspekte ausgewertet werden.

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

1) Qualitative Auswertung

Für die qualitative Auswertung des Diagramms reicht schon ein einziger Blick aus. Ist das Diagramm extrem verworren, kann man von einem hohen Verbesserungspotential ausgehen. Lange Wege und besonders große Linienanhäufungen springen dem Betrachter sofort ins Auge.³⁷

2) Quantitative Auswertung

Für eine quantitative Auswertung werden die Längen der Linien gemessen und mithilfe einer Tabelle der Gesamtweg berechnet.

³⁷ vgl. Lean Production Expert (Quelle: <http://www.lean-production-expert.de/lean-production/spaghetti-diagramm.html>, gelesen 7.1.2017)

3.5 EPEI – Every Part Every Interval

Der EPEI Wert entspricht der minimalen Reichweite eines Loses.³⁸ Es handelt sich hierbei um einen Kennwert, welcher die Glättung, die Rundung, bzw. die Losgröße aufzeigt, in der der Kundenbedarf produziert wird. Eine wöchentliche Produktion entspricht dem EPEI-Wert gleich fünf. Wird dasselbe Produkt jeden Tag gefertigt, so ergibt sich der EPEI-Wert von eins.³⁹

Wird die Losgröße aus Sicht des Lean Managements betrachtet, so entspricht das optimale Produktionsintervall der Kundenbestellung. Dies führt zu schnellen Durchlaufzeiten und geringen Lagerbeständen im Prozess. Somit ergeben sich folgende Vorteile:⁴⁰

- Geringe Durchlaufzeiten
- Hohe Flexibilität in der Produktion
- Schnelle Bedienung des Kundenwunsches
- Geringer Lagerbestand und somit Lagerkosten

Es wird eine Produktion mit einer Stückzahl von eins angestrebt, was allerdings häufig aus wirtschaftlicher Sicht nicht umgesetzt werden kann. Das Intervall des EPEI wird schrittweise in Richtung kürzerer Zeitabstände verkürzt. So werden Wochenzyklen zu Tageszyklen und später zu Stundenzyklen.⁴¹ Ein kurzes Intervall, und somit eine wirtschaftlichere Produktion von kleinen Losgrößen, wird über die Realisierung folgender Inhalte erreicht:⁴²

- Reduzierung der Rüstzeiten (SMED)
- Reduzierung der Variantenvielfalt
- Reduzierung der Bearbeitungsschritte
- Gestaltung einer Fließfertigung

Bei Bauteilen mit geringen Kundenabrufen befindet sich oftmals das Verhältnis zwischen Produktionszeit und Produktwechselzeit nicht im Gleichgewicht. In diesen Fällen empfiehlt es sich, mehrere Lose zusammenzufassen und nicht jeden Kundenabruf separat zu produzieren. Das erhöht zwar den Lagerbestand für das entsprechende Bauteil, da es sich aber um einen stückzahl-niedrigen Bereich handelt, wird die Gesamtstückzahl des Lagerbestandes nur geringfügig beeinflusst.⁴³

³⁸ vgl. Erlach, 2010, S.209

³⁹ vgl. Dickmann, 2015, S.397

⁴⁰ vgl. Sixsigmablackbelt (Quelle: <http://www.sixsigmablackbelt.de/epei-every-part-every-intervall>, gelesen 12.1.2017)

⁴¹ vgl. Sixsigmablackbelt (Quelle: <http://www.sixsigmablackbelt.de/epei-every-part-every-intervall>, gelesen 12.1.2017)

⁴² vgl. Sixsigmablackbelt (Quelle: <http://www.sixsigmablackbelt.de/epei-every-part-every-intervall>, gelesen 12.1.2017)

⁴³ vgl. Erlach, 2010, S.209

3.6 KAIZEN und KVP

Kaizen ist eine Führungsphilosophie, die Mitarbeiter motiviert und in die Lage versetzt, ständig ihren Arbeitsplatz und ihre Arbeitsabläufe zu verbessern. Das Wort Kaizen stammt aus dem japanischen und bedeutet so viel wie „Veränderung zum Besseren“ und steht für eine geordnete und kontinuierliche Verbesserung in kleinen Schritten.⁴⁴

jap. Kai = Veränderung, Wandel;
Zen = zum Besseren 改善 „Veränderung zum Besseren“

Abbildung 7: KAIZEN⁴⁵

In westlichen Industrieunternehmen wurde der Kaizen-Ansatz übernommen und nach deren Belangen weiterentwickelt. Entscheidend für den Erfolg des Verbesserungsansatzes ist die ganzheitliche Orientierung, die nicht nur einzelne Elemente, sondern alle Elemente in einem Wirkungszusammenhang konsequent miteinander kombiniert. Diese verschiedenen Elemente werden im Rahmen des PDCA-Zyklus genutzt. Kaizen wird in der deutschen Übersetzung als kontinuierlicher Verbesserungsprozess bezeichnet.⁴⁶ Das Aufspüren und Eliminieren jeglicher Art von Verschwendung ist das Ziel der KVP. Der Blick ist auf das Verschlanken und Vereinfachen der Prozesse gerichtet und damit auch die Verbesserung der Wertschöpfung. KVP soll hierbei eine Unternehmensphilosophie, und nicht nur ein Gruppenarbeitskonzept darstellen. Kontinuierliche Verbesserungsprozesse stellen vielfach eine Weiterentwicklung von Kaizen durch westliche Industrien dar.⁴⁷

⁴⁴ vgl. Osterloh, 2006, S.267; Koch, 2011, S.126

⁴⁵ IMT (Quelle: <http://www.imt-oess.de>, gelesen 16.1.2017)

⁴⁶ vgl. Koch, 2011, S.127

⁴⁷ vgl. Brunner, 2014, S.39

3.6.1 PDCA-Zyklus

Der PDCA-Zyklus oder auch Demingkreis genannt, wurde von W. Edwards Deming in den 1950er Jahren entwickelt. Dieser Zyklus ist heutzutage Bestandteil jeder Verbesserungsaktivität, da er den systematischen Lösungsansatz verkörpert. Deming vertrat die Auffassung, dass jede Aktivität als Prozess aufgefasst und entsprechend verbessert werden kann. Der Zyklus wird dabei durch folgende vier Phasen beschrieben:⁴⁸

1) Planen (plan)

Zu Beginn jeder Verbesserung wird die IST-Situation ermittelt. Auf der Grundlage dieser Ausgangssituation wird ein Verbesserungsplan ausgearbeitet und Ziele festgelegt. Diese Ziele sollen realistisch und messbar sein.

2) Umsetzen (do)

Die geplante Verbesserung wird nach den Vorgaben des Verbesserungsplans umgesetzt.

3) Überprüfen (check)

In dieser Phase gilt es zu erkennen, ob sich der geplante Zielzustand eingestellt hat. Diese Aufgabe kann von der jeweiligen Fachabteilung übernommen werden.

4) Verbessern (act)

In diesem Prozessschritt wird überprüft, ob eine Übereinstimmung zwischen SOLL- und IST-Zustand vorliegt. Ist eine Abweichung zu erkennen, so werden die beiden Phasen „Planung“ und „Umsetzung“ solange wiederholt, bis sich der geplant Zielzustand einstellt. Ist der Zielzustand erreicht, gilt es diesen durch Standardisierung zu fixieren. Wird die Standardisierung der Verbesserung nicht etabliert, besteht die Gefahr, dass sich der vorhergehende Zustand wieder einstellt. Sobald eine Verbesserung umgesetzt ist, müssen darauf aufbauende, neue Ziele gesetzt, und weitere Optimierungszyklen angestoßen werden.

⁴⁸ vgl. Koch, 2011, S.118

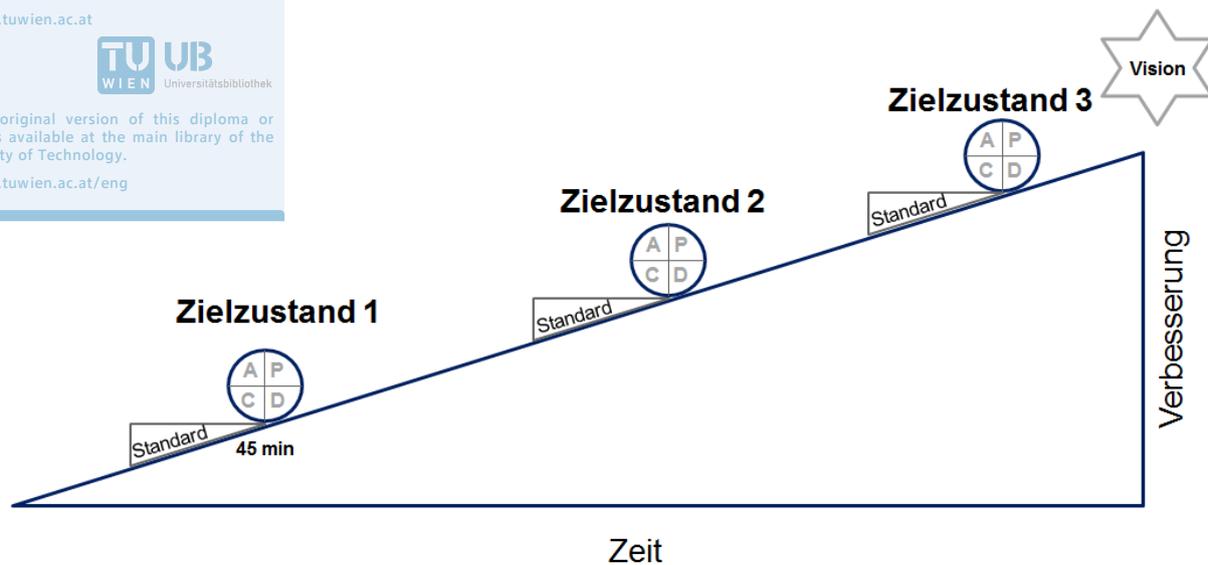


Abbildung 8: KVP (eigene Darstellung)

In der obenstehenden Abbildung ist der kontinuierliche Verbesserungsprozess visuell dargestellt. Die horizontale Achse beschreibt dabei die Zeit, und auf der vertikalen Achse wird der Grad der Verbesserung aufgetragen. Das Ziel eines KVP ist das Erreichen einer Vision. Dazu ist eine Vielzahl von zyklischen Verbesserungsprozessen notwendig, welche mithilfe von PDCA Zyklen umgesetzt werden. Stellt man sich einen PDCA Zyklus als ein sich aufwärts bewegendes Rad vor, so gilt es ein Zurückrollen, welches einer Verschlechterung entsprechen, zu verhindern. Dies erreicht man in dem kontinuierlich neue Standards, diese sind in der Abbildung als Keile dargestellt, definiert.

3.6.2 4-Phasenmodell

Zur planmäßigen Einführung und Stabilisierung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses hat sich ein Vorgehen mit den folgenden vier Phasen bewährt:

1) Sensibilisierungsphase

Beschluss fassen, Ziele formulieren, Erstellung eines Masterplans

2) Startphase

Auftaktinformation, Moderatorentaining, Kommunikation

3) Implementierungs- und Umsetzungsphase

Probleme definieren, KVP-Gruppen bilden, Standardformulare einführen, Pilotgruppenergebnisse präsentieren

4) Stabilisierungsphase

Standardisieren, Visualisieren

3.6.3 KVP-Workshops

KVP-Workshops konzentrieren sich befristet auf die Optimierung von Arbeitsabläufen und die Lösung akuter Probleme. Für die Durchführung kommen etwa 8 bis 12 Mitarbeiter aus den verschiedensten Abteilungen zusammen. Die Teilnehmer werden von einem KVP-Moderator durch den Workshop geführt. Das Hauptziel der Optimierungsarbeit ist das Vermeiden von Verschwendung, sowie nicht wertschöpfender Tätigkeiten. Um einen gewissen Grad an Unvoreingenommenheit zu erreichen, bietet es sich an, Teammitglieder aus nicht prozessbeteiligten Abteilungen miteinzubeziehen⁴⁹

3.7 Rüstzeitoptimierung

Die Rüstzeitoptimierung ist ein zentraler Bestandteil von Produktivitätssteigerung, Vermeidung von Verschwendung und Reduzierung der Durchlaufzeiten und wird in japanischen Unternehmen mit Akribie durchgeführt.⁵⁰ Mit Rüstzeitoptimierung wird vor allem die Automobilindustrie assoziiert, welche gezwungen ist, in minimalen Losgrößen zu produzieren und dafür teilweise bereit ist, durchaus extremen Aufwand in Kauf zu nehmen. Selbst derartige Branchen mit enormem Kostendruck bergen oftmals noch große Potentiale. Besonders hohe Einsparungsmöglichkeiten bieten vor allem Großanlagen mit technisch komplexen Rüstvorgängen. Durch die Verkürzung der Rüstzeit können erhebliche Personal- und Anlagenkosten direkt eingespart werden.⁵¹

3.7.1 Definitionen

Um in die Thematik der Rüstzeitoptimierung einsteigen zu können, müssen vorab einige Begriffe definiert werden.

- **Rüsten**

Unter dem Begriff „Rüsten“ versteht man den Prozess eines Produktwechsels. In der Literatur ist auch der Begriff Werkzeugwechsel gebräuchlich, im Rahmen dieser Diplomarbeit wird zwischen diesen Begriffen nicht unterschieden. Der Prozess des Produktwechsels beinhaltet alle Arbeitsschritte, die dazu notwendig sind um ein anderes Bauteil zu produzieren. Der Zeitraum für das „Rüsten“ beginnt mit dem letzten Gutteil des vorhergehenden Auftrags und endet mit dem ersten Gutteil des Folgeauftrags. Oftmals wird hierbei auch von der Produktwechselzeit gesprochen.⁵²

⁴⁹ vgl. Brunner, 2014, S.44

⁵⁰ vgl. Brunner, 2014, S.90

⁵¹ vgl. Dickmann, 2015, S.52

⁵² vgl. Brenner, 2015, S.44

• **Interne Tätigkeiten**

Interne Tätigkeiten sind jene, die nur durchgeführt werden können, wenn die Anlage stillsteht (z.B. Ausbau der Werkzeuge, Spanschrauben lösen).⁵³

• **Externe Tätigkeiten**

Als externe Tätigkeiten werden solche bezeichnet, die bereits während dem Betrieb der Anlage durchgeführt werden können (z.B. Material holen, Werkzeuge voreinstellen, alten Auftrag abschließen).⁵⁴

3.7.2 Ziele

Es wird eine Reduzierung der Rüstzeit angestrebt, um folgende Ziele zu erreichen.⁵⁵

- höhere Anlagenausnutzung (OEE)
- Senkung der Produktionskosten
- kleinere Losgrößen
- bessere Transparenz in Planung und Fertigung
- Reduzierung der Lagerbestände- und -kosten
- bessere Ordnung

3.7.3 Rüstzeiten und Rüstfrequenz

Um Auswertungen und Optimierungen durchführen zu können, müssen die Rüstzeiten erfasst und dokumentiert werden. Die Dauer für die Rüstvorgänge kann dabei auf folgende Arten ermittelt werden.⁵⁶

- Durch ein Betriebsdatenerfassungssystem, welches in der Lage ist, die benötigte Zeit für das Rüsten zu ermitteln und auszuwerten.
- Aufzeichnungen der Produktwechselzeiten auf den abgeschlossenen Produktionsaufträgen innerhalb eines definierten Zeitraums.
- Schichtführer oder Anlagenführer führen Buch über die Rüstvorgänge.
- Sollten keine der o.g. Ermittlungsarten zur Verfügung stehen, müssen diese originär erfasst werden, indem Mitarbeiter in einem bestimmten Zeitraum über Anzahl und Dauer der Rüstvorgänge Buch führen.

Für die Auswertungen der Rüstzeiten dieser Diplomarbeit konnte auf ein Betriebsdatenerfassungssystem zurückgegriffen werden. Dieses System wird im folgenden Praxisteil genauer beschrieben.

⁵³ vgl. Brenner, 2015, S.44

⁵⁴ vgl. Brenner, 2015, S.44

⁵⁵ vgl. ifaa, 2016, S.54

⁵⁶ vgl. Brenner, 2015, S.44f

Die Rüstfrequenz gibt an, wie oft an einer Anlage innerhalb eines Zeitraums gerüstet wird.⁵⁷

3.7.4 Gruppierung

Um Rüstvorgänge miteinander vergleichen zu können, ist es notwendig, diese in Gruppen zu unterteilen (z.B. kurzer, mittlerer und langer Rüstvorgang). Als Kriterium für die Unterteilung der Gruppen dienen die Einflussfaktoren, die hauptsächlich die Länge eines Rüstvorganges bestimmen. Beispiele für solche Faktoren können sein:⁵⁸

- Komponenten der Anlage, die aufwändig zu wechseln sind, müssen ausgebaut werden
- Anzahl der Werkzeuge, die gewechselt werden müssen
- Anlage muss gereinigt werden
- Abnahme durch die Qualitätsabteilung notwendig

Die in dieser Diplomarbeit betrachteten Werkzeugwechsel können wie in der nachfolgenden Tabelle dargestellt gruppiert werden.

Gruppierung Werkzeugwechsel		
Kurz	mittel	lang
< 5 min	< 25 min	~45 min
Wechsel der Verpackung	Variantenwechsel durch Einbau eines anderen Stempels im Stanz- oder Presswerkzeug	neue Presswerkzeuge
Laden eines neuen Stanzen Programms		neue Stanzwerkzeuge
		neuer Nadelgreifer
		neuer Entnahmegreifer

Tabelle 1: Gruppierung Werkzeugwechsel

⁵⁷ vgl. Brenner, 2015, S.45

⁵⁸ vgl. Brenner, 2015, S.45

3.7.5 Single Minute Exchange of Die

Generell beruht die Rüstzeitoptimierung zunächst auf einem Prozessmapping und dem Eliminieren von Einzelschritten, mit dem Ziel, die Stillstandszeit der Anlage zu reduzieren.⁵⁹ Das Single Minute of Die (SMED) Konzept wurde von Dr. Shiego Shingo entwickelt. Es dient dazu, Wege zu finden einen Rüstvorgang innerhalb einer einstelligen Minutenzahl durchführen zu können. Der zentrale Ansatz bei SMED ist, dass ein Rüstvorgang mit wenigen, einfachen Handgriffen durchgeführt werden kann. Voraussetzung ist, dass alle notwendigen Vorbereitungen (z.B. Material holen) und Abschlussarbeiten (z.B. Reinigen der gewechselten Werkzeuge) noch während des Betriebs der Anlage erfolgen.⁶⁰ Die Rüstzeitoptimierung nach diesem Konzept beruht dabei auf einem klassischen KVP-Workshop, deren Methode heute in nahezu jedem mittleren und größeren Unternehmen in Deutschland Standard ist. Entscheidend an SMED im Vergleich zum klassischen Vorgehen in Europa ist, dass dabei vorwiegend mit den operativen Mitarbeitern getestet wird. Anschließend werden Standards definiert, die in weiterführenden Workshops zyklisch fortgesetzt optimiert werden. Die Methode eignet sich besonders für alte Anlagen, da typischerweise klassische, viele kleine, clevere und daher günstige Verbesserungen umgesetzt werden können. Die Aufwand-Nutzen-Relation ist selbst bei abgeschriebenen Anlagen als sehr günstig zu beurteilen.⁶¹

3.7.5.1 Voraussetzungen und Rahmenbedingungen

Eine Optimierung und Verkürzung der Rüstzeiten ist dann sinnvoll und angebracht, wenn das Rüsten einen erheblichen Anteil der verfügbaren Maschinenlaufzeit ausmacht und eine Reduzierung der Losgröße angestrebt wird. Um einen größeren Effekt zu erzielen, sollten bereits betriebliche Standards vorhanden sein, die optimierte Arbeitsabläufe gewährleisten. Elementar ist, ein bereits im Vorfeld durchgeführtes 5S-Programm und die Einhaltung der daraus resultierenden Standards.⁶²

⁵⁹ Dickmann, 2015, S.51

⁶⁰ vgl. Brenner, 2015, S.89

⁶¹ vgl. Dickmann, 2015, S.51

⁶² vgl. ifaa, 2016, S.52

3.7.5.2 Vorgehensweise

1) Erfassung der aktuellen IST-Situation

Gesamter Rüstprozess wird in Einzelaktivitäten unterteilt und dokumentiert.

- Einzelaktivitäten werden in einer Tabelle mit der zur Durchführung benötigten Zeit eingetragen
- Spaghetti-Diagramm zur Dokumentation der Laufwege

2) Unterteilung der Einzelaktivitäten in interne und externe Rüstschritte

- Vorbereitende Tätigkeiten vor Maschinenstopp (Checkliste)
- Rüstschritte bei stehender Maschine (Ablaufplan)
- Verlagerung in Vor- und Nachbereitungsarbeiten

3) Umwandlung von internen in externe Rüstschritte

- Externalisierung um die Stillstandszeit der Anlage zu reduzieren

4) Reduzierung interner Rüstschritte

- Verwendung von Schnellspannvorrichtungen
- Tätigkeiten werden parallelisiert
- Verwendung von Schablonen und Lehren
- Vermeidung von Einstellungsschritten
- Standardisierung

5) Reduzierung externer Rüstschritte

- Verkürzung der Laufwege

In der folgenden Abbildung sind die zuvor beschriebenen fünf Schritte zur Rüstzeitoptimierung visuell dargestellt.

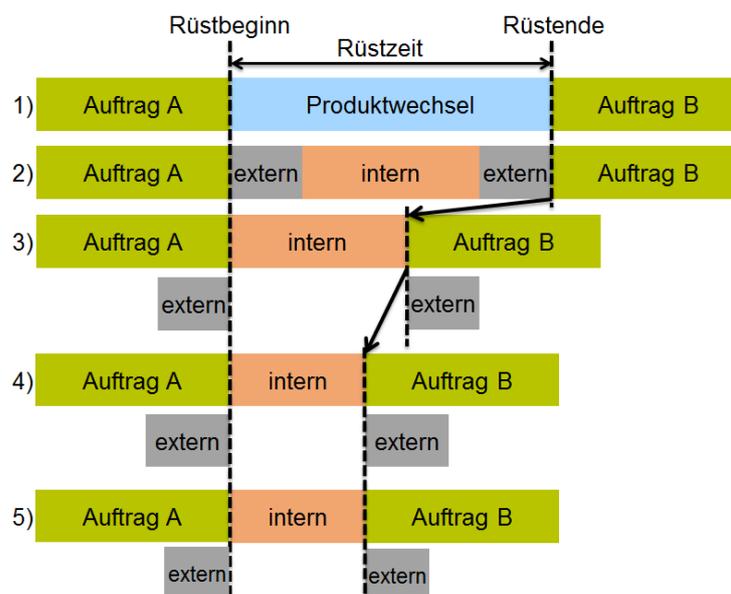


Abbildung 9: Vorgehensweise SMED (eigene Darstellung)

3.7.5.3 Hilfsmittel und Werkzeuge⁶³

- Umrüstpläne, Aktivitäten-Diagramm
- Erfassungstabelle
- Videoaufnahmen der Aktivitäten
- Prüflisten
- Symbole und Farbkennzeichnungen

3.7.5.4 Ergänzende Elemente zu SMED

Bei der Rüstzeitoptimierung sollten je nach Anwendungsfall noch weitere Aspekte berücksichtigt werden:⁶⁴

- Vermeidung von nicht wertschöpfenden Tätigkeiten
- Vermeidung von Suchvorgängen
- Einsparung von unnötigen Wegen
- Verkürzung von unnötigen Wegstrecken
- Ergonomie der Werkzeuge
- Optimierung von Datenschnittstellen
- Technologische Verbesserung des Rüstablaufs
- Integration von Wartung und präventiver Instandhaltung
- Lagerung der Werkzeuge

Letztlich sollte die Rüstzeitoptimierung als Steigerung der Prozessfähigkeit, bzw. Qualitätssteigerung der Anlagen verstanden werden und somit ein nahtloser Übergang zur systematischen Instandhaltung geschaffen werden. Durch das Einbeziehen der o.g. Aspekte ergibt sich eine geänderte Anlagenkonzeptionierung, welche schon beim Kauf berücksichtigt werden sollte.⁶⁵

3.7.5.5 Unterstützung von SMED durch 5S

Bei der Rüstzeitoptimierung, bzw. SMED, ist 5S eine wichtige Grundlage, um möglichst kurze Rüstzeiten zu gewährleisten, geringe Verschwendungen zu erreichen und Standards in der Organisation zu verankern. Die fünf Stufen von 5S können SMED folgendermaßen unterstützen:

⁶³ ifaa, 2016, S.54

⁶⁴ vgl. Dickmann, 2015, S.53

⁶⁵ vgl. Dickmann, 2015, S.53

1) **Sortiere aus**

Eine gute Erreichbarkeit der benötigten Werkzeuge ist äußerst wichtig. Befinden sich unnötige Werkzeuge oder sonstige Gegenstände zwischen den benötigten Werkzeugen, so sind diese zu entfernen. Der Weg zwischen der Lagerfläche und der Maschine sowie deren Umfeld ist von überflüssigen Gegenständen freizuräumen. Hilfsmittel wie Werkzeuge, Spannmittel und Ähnliches können sich an der Maschine als überflüssig erweisen, wenn diese mehrfach vorhanden oder für den Rüstprozess unbrauchbar sind.⁶⁶

2) **Stelle ordentlich hin**

Bevor ein Rüstvorgang beginnt, ist die Sicherung einer Grundordnung im Anlagenbereich unumgänglich. Nur die für den Rüstprozess benötigten Werkzeuge stehen im Maschinenumfeld zur Verfügung. Alle für das Rüsten nicht benötigten Gegenstände sind zu entfernen.⁶⁷

3) **Säubere**

Wichtig für einen schnellen, reibungslosen und sicheren Werkzeugwechsel sind saubere Arbeitsbereiche und –wege. Des Weiteren werden dadurch Unfälle sowie Schäden an Werkzeugen und Maschinen vermieden. Um dies zu garantieren, sollte eine Grundreinigung der Werkzeuglagerflächen, der Wege und der Anlage durchgeführt werden.⁶⁸

4) **Sauberkeit bewahren**

Nach Durchführung der ersten drei Schritte von 5S im Rüstbereich muss der entwickelte Prozess dokumentiert und in eine standardisierte Form gebracht werden. Bei der Rüstzeitoptimierung gilt dies auch für einen Reinigungsplan sowie die Einzeichnung von Lager-, Abhol- und Anlieferflächen der Werkzeuge. Hinzu kommen ein standardisierter, dem einzelnen Werkzeug fest zugeordneter Ein- und Ausbauplan, sowie ein dem Werkzeug oder Maschine zugeordneter Werkzeugkoffer.⁶⁹

5) **Selbstdisziplin üben**

Im Sinne einer kontinuierlichen Verbesserung müssen die am Rüstprozess beteiligten Mitarbeiter die erarbeiteten Standards einhalten und permanent pflegen. Vorgesetzte sind angehalten die Mitarbeiter zu unterstützen und zu fördern.

⁶⁶ vgl. ifa, 2016, S.54f

⁶⁷ vgl. ifa, 2016, S.55

⁶⁸ vgl. ifa, 2016, S.55f

⁶⁹ vgl. ifa, 2016, S.56

4



State-of-the-Art

Während des letzten Jahrzehnts hat das Verlangen nach kürzeren Produktwechselzeiten, in nahezu allen Branchen stark zugenommen. Ständig wechselnde und schwankende Kundenbedarfe bestimmen maßgeblich das Tagesgeschäft von Unternehmen. Um solch variierende Kundenbedarfe zu befriedigen, wird eine hohe Flexibilität in der Produktion verlangt. Die Herausforderung hierbei ist, die immer kleiner werdenden Liefermengen profitabel abzubilden. Der effizienteste Weg dies zu erreichen, liegt in der Reduzierung der Durchlaufzeiten der Produkte. Es stellt sich die zentrale Frage, wie klein das kleinste Los sein darf, um noch wirtschaftlich produziert werden zu können. Es kann recht einfach aufgezeigt werden, dass eine direkte Beziehung zwischen der Losgröße und der Produktwechselzeit besteht. Je kürzer die Produktwechselzeit, desto kleiner die Losgröße. Um die Produktwechselzeit zu reduzieren und somit wirtschaftlich kleine Lose fertigen zu können, kommt das von Dr. Shigeo Shingo entwickelte SMED zum Einsatz. Die Grundlagen dieser Methode wurden schon ausführlich im Praxisteil erläutert. SMED soll bei moderaten Investitionen Einsparungen der Produktwechselzeit von bis zu 90% ermöglichen. Wie gut sich die Methode SMED dazu eignet die Produktwechselzeiten systematisch zu reduzieren zeigt die Arbeit von Mehmet Cakmakci. Des Weiteren rät Mehmet Cakmakci die Erkenntnisse aus der SMED Methodik schon in der Entwicklungsphase einer Produktionsanlage miteinfließen zu lassen.⁷⁰

Die Arbeit von B. Kayis und S. Kara setzt sich mit der Reduzierung der Produktwechselzeit bei Spritzgussmaschinen auseinander. Auch bei ihrer Optimierung kommt die Methode SMED zum Einsatz. Eine signifikante Reduzierung der Produktwechselzeit konnte durch mechanische, organisatorische und arbeitstechnische Optimierungen erreicht werden. Die mechanischen Verbesserungen umfassen dabei mehrere technische Änderungen, welche die physikalischen Prozesse, die während eines Produktwechsels auftreten, rationalisieren. Die organisatorischen und arbeitstechnischen Verbesserungen zielen dabei auf einen optimalen Ressourceneinsatz ab. Auch sie kommen zu dem Schluss, dass durch eine Standardisierung von Werkzeugen in der Entwicklungsphase, sich die Potentiale der Reduzierung der Produktwechselzeit immens erhöhen.⁷¹

⁷⁰ vgl. Cakmakci, 2008, S.168ff

⁷¹ vgl. Kayis, 2007 et al., S.21ff

Laut D. Van Goubergen wird die Qualität eines Produktwechsels durch folgende drei Faktoren bestimmt:⁷²

- Die Methode die für den Produktwechsel verwendet wird
- Die Organisation der Arbeit, welche für den Produktwechsel benötigt wird (Wer macht wann was?)
- Technische Aspekte der Maschinen und Werkzeuge

Voraussetzung für schnelle und effiziente Produktwechsel ist eine gleichzeitige und optimale Anwendung aller drei Faktoren. Unterstützt wird der Produktwechsel zusätzlich durch die Motivation der ausführenden Mitarbeiter. Wenn man dies bildlich darstellt, so bildet die Mitarbeitermotivation das Fundament eines Bauwerks und die zuvor beschriebenen drei Faktoren die tragenden Säulen.

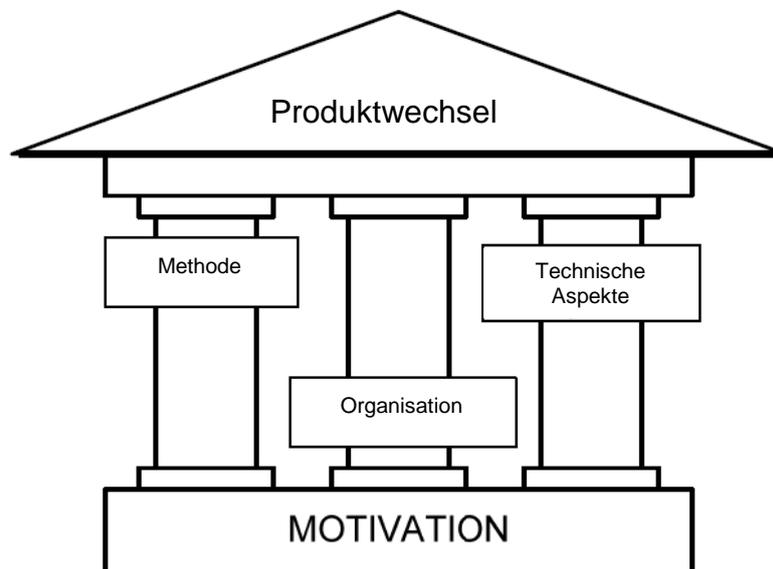


Abbildung 10: Qualität eines Produktwechsels⁷³

Ein Unternehmen hat nun die folgenden drei Möglichkeiten die Produktwechselzeit zu reduzieren:⁷⁴

- Entwerfen einer neuen Anlage (garantiert kürzest mögliche Produktwechselzeit, erfordert große Investitionen)
- Adaptierung einer bestehenden Anlage und die Anwendung der Methode SMED
- Anwendung der Methode SMED

⁷² Van Goubergen et al., 2002, S.205

⁷³ Kusar et al., 2010, S.834

⁷⁴ Kusar et al., 2010, S.834

Somit kann ein Zusammenhang geschaffen werden, zwischen der Produktwechselzeit und den dafür aufgebrauchten Investitionen. In der folgenden Abbildung wird dies anschaulich dargestellt.

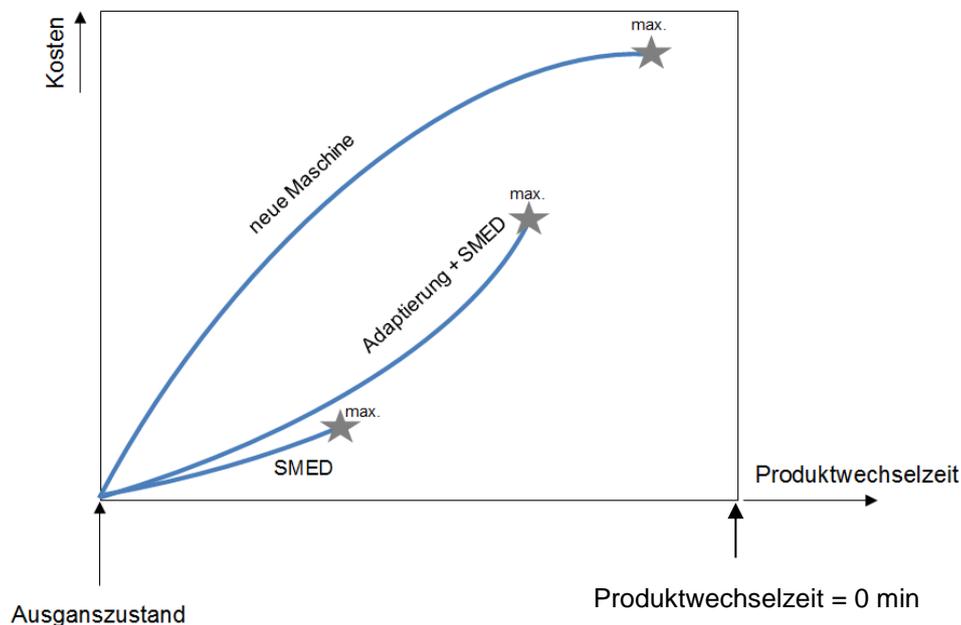


Abbildung 11: Zusammenhang Produktwechselzeit und Investition⁷⁵

Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass die Reduzierung der Produktwechselzeit mit SMED zwar kostengünstig ist, jedoch hat die Optimierung nur einen limitierten Effekt. Das Entwerfen und Beschaffen einer neuen Anlage ist zwar teuer, allerdings erreicht die Produktwechselzeit in diesem Fall ein Minimum. Die für das Unternehmen effizienteste Option, ist eine bestehende Anlage zu adaptieren in Verbindung mit der SMED-Methode.⁷⁶ In der Arbeit von Janez Kusar konnte die Produktwechselzeit einer Produktionsanlage nach einem SMED-Workshop von ursprünglich 120 Minuten auf 44 Minuten reduziert werden. Dies entspricht einer Zeitersparnis von 63.5%.

Durch die Aufarbeitung der Literatur zum Thema Reduzierung der Produktwechselzeit wurde ersichtlich, dass ausschließlich die Methode SMED herangezogen wird, um die gewünschte Zeitersparnis zu erreichen. Aufgrund dieser Tatsache, wird auch in dieser Diplomarbeit diese Methode verwendet. Laut Janez Kusar ist davon auszugehen, dass die resultierende Zeitersparnis durch SMED, nicht das bestmögliche Ergebnis erzielen kann, da als Praxisbeispiel eine bereits existierende Anlage herangezogen wird.

⁷⁵ Kusar et al., 2010, S.834

⁷⁶ Kusar et al., 2010, S.834

5

Umsetzung und Implementierung

Im folgenden Kapitel wird das Unternehmen vorgestellt, welches in dieser Diplomarbeit als Praxisbeispiel dient. Anschließend werden die Rahmenbedingungen abgesteckt und der Ausgangszustand dargelegt. Daran aufbauend wird ein Konzept vorgestellt, wie sich die Produktwechselzeit ohne zusätzlichen Einsatz von Mitteln reduzieren lässt.

5.1 Autoneum Switzerland AG

Autoneum ist der weltweit führende Automobilzulieferer für Akustik- und Wärmemanagement bei Fahrzeugen. Als Partner der Automobilhersteller bietet Autoneum rund um den Globus multifunktionale und leichtgewichtige Komponenten und Systeme für Lärm- und Hitzeschutz und steigert so den Fahrzeugkomfort.⁷⁷ Die Autoneum Switzerland AG ist eine Tochtergesellschaft der Autoneum Holding AG mit Hauptsitz in Winterthur (Schweiz). Der Produktionsstandort Sevelen wurde 1971 gegründet und beschäftigt rund 360 Mitarbeiter. Im Jahr 2015 wurde ein Jahresumsatz von 128,2 Mio. CHF erwirtschaftet.

5.1.1 Produkte

In Sevelen werden die folgenden drei Produktgruppen produziert:

- 1) Unterbodenabschirmungen (Underbody shields)
- 2) Hitzeschilder (Heat shields)
- 3) Bodenabdeckungen (Floor pans)

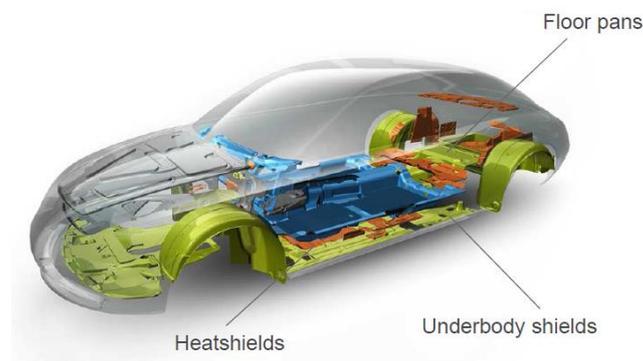


Abbildung 12: Produktgruppen Autoneum Sevelen⁷⁸

⁷⁷ Autoneum (Url: <http://www.autoneum.com/de>, gelesen 08.07.2016)

⁷⁸ Legal Unit Presentation (2016, S.19)

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/>

The approved original version of this master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

Die beschriebenen Produkte bestehen aus Kunststoff oder Aluminium. Teilweise werden diese auch miteinander verbunden, um die Eigenschaften beider Materialien für den gewünschten Einsatz optimal auszunutzen.



Abbildung 13: Produktgruppen Autoneum Sevelen⁷⁹

5.1.2 Kunden

Die Autoneum Switzerland AG beliefert Automobilhersteller rund um den Globus. Die Hauptkunden des Standorts Sevelen befinden sich aufgrund der geographischen Nähe überwiegend in Deutschland. Auf der nachfolgenden Grafik sind die größten Kunden des Unternehmens abgebildet.

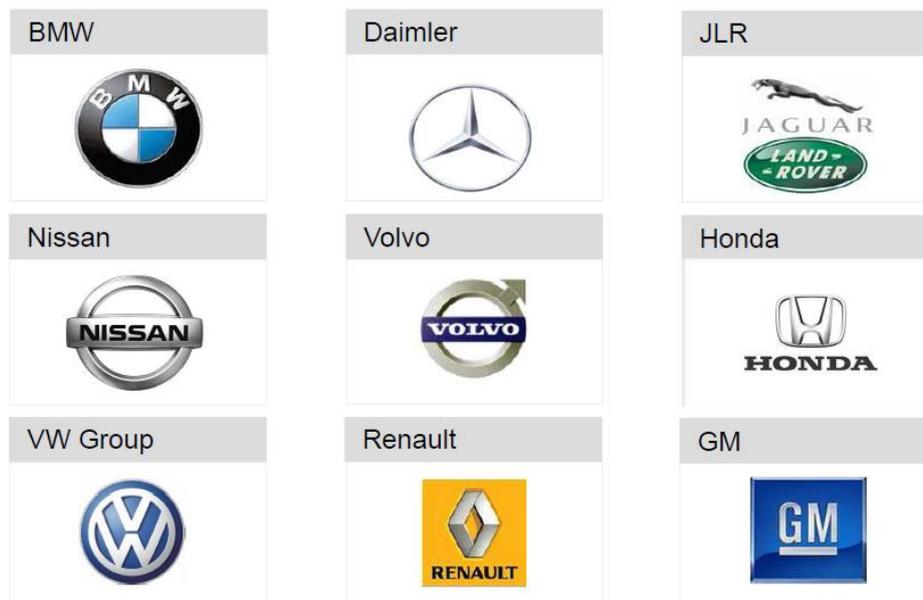


Abbildung 14: Autoneum Switzerland AG Kunden⁸⁰

⁷⁹ Legal Unit Presentation (2016, S.19)

⁸⁰ Legal Unit Presentation (2016, S.16)

5.1.3 Werkslayout

Die gesamte Produktionsfläche am Standort Sevelen beträgt ca. 13.000 m². Die Gesamtproduktion wird dabei in drei Segmente unterteilt. Die Unterteilung erfolgt nach den jeweiligen Produktgruppen und den dazugehörigen Herstellungsverfahren. Die flächen- und personalmäßig größte Abteilung ist die UFS (Under-Floor-Systems), welche Praxisbeispiel dieser Diplomarbeit ist. Anschließend an die UFS befindet sich das TM (Heat-shields) und das RUS-(Ultra-Silent) Segment. Das Segment TM beschäftigt sich mit der Verarbeitung von Aluminium Teilen. Im RUS Segment werden Vliesmatten hergestellt, welche im Anschluss zu schallabsorbierenden Teile gepresst werden. Im Luftbild ist die Aufteilung der Segmente erkennbar.

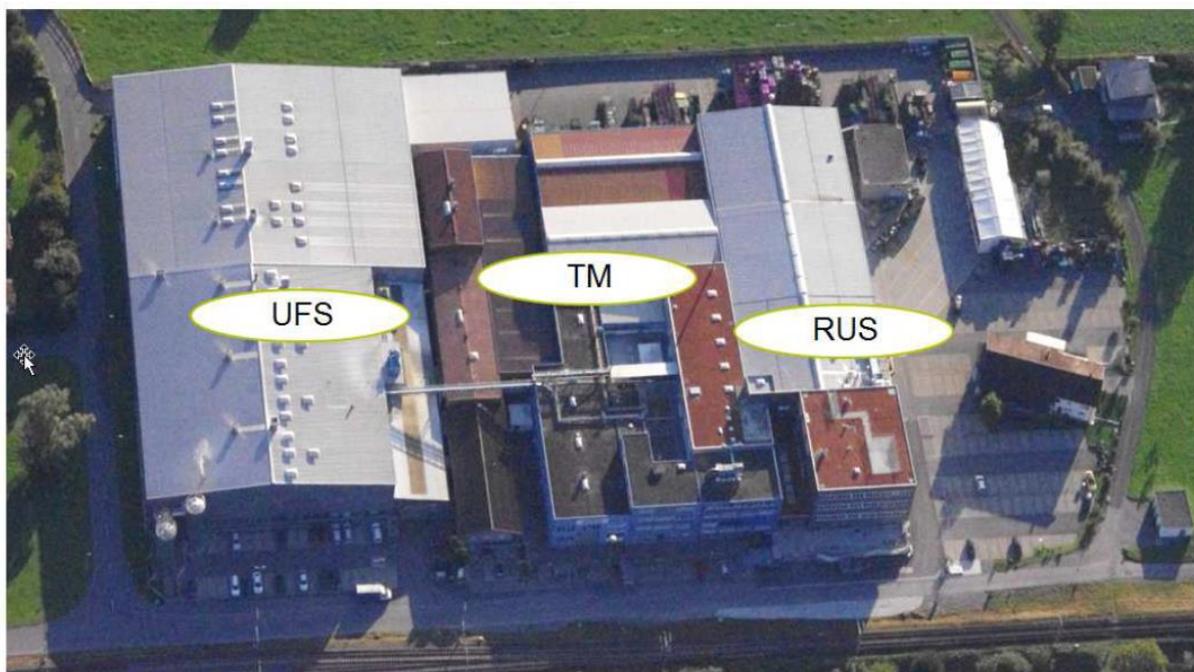


Abbildung 15: Luftbild Produktion Sevelen⁸¹

⁸¹ Sevelen Plant Presentation (2016, S.20)

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/>

Im Grundriss ist zu erkennen, wie die Segmente flächenmäßig aufgeteilt sind.

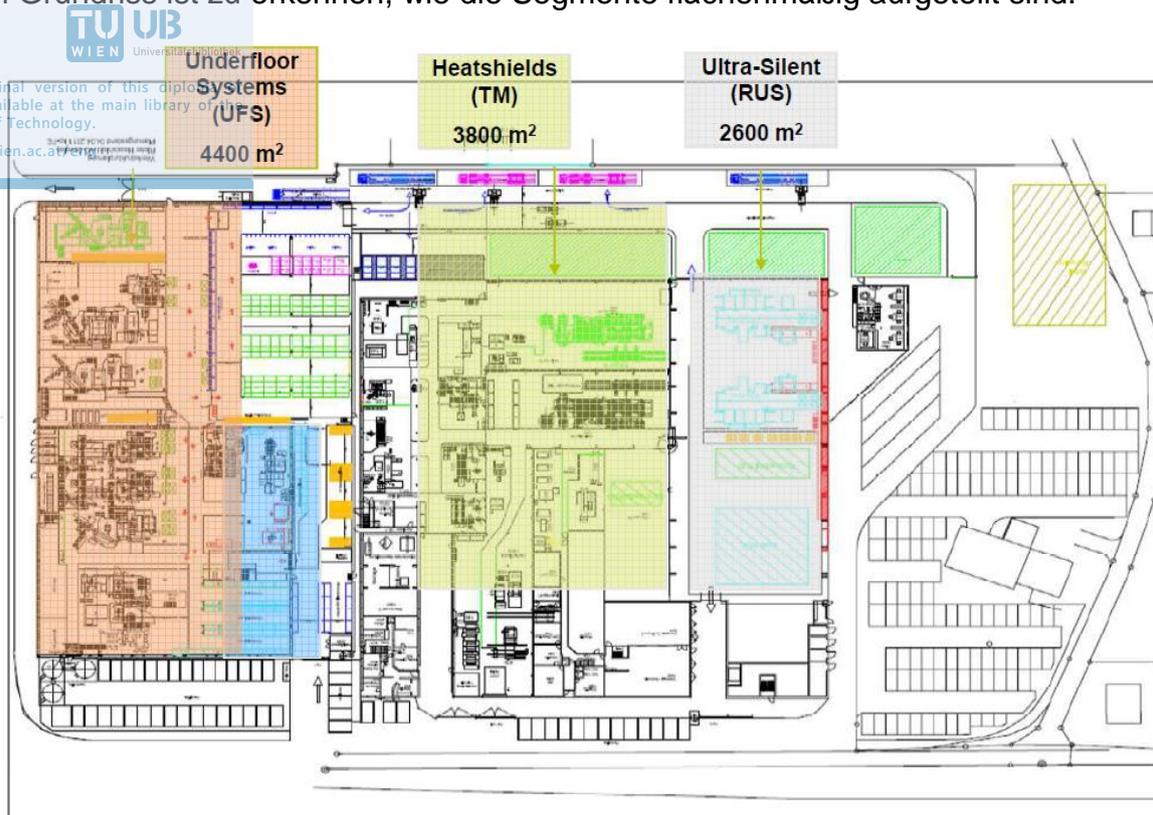


Abbildung 16: Aufteilung der Abteilungen⁸²

5.1.4 Layout UFS

Im Segment UFS werden die Produkte auf insgesamt sieben Linien gefertigt. Diese sieben Linien sind wie im unten stehenden Layout angeordnet. Bei diesem Layout handelt es sich um eine schematische Abbildung, bei welcher nur die wichtigsten Objekte dargestellt werden. Bei den Linien eins bis fünf handelt es sich um nahezu identische Linien der Firma Dieffenbacher. Für diese Diplomarbeit ist allerdings, wie zu einem späteren Zeitpunkt noch genauer beschrieben, die Linie eins im Fokus.

⁸² Sevelen Plant Presentation (2016, S.21)

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

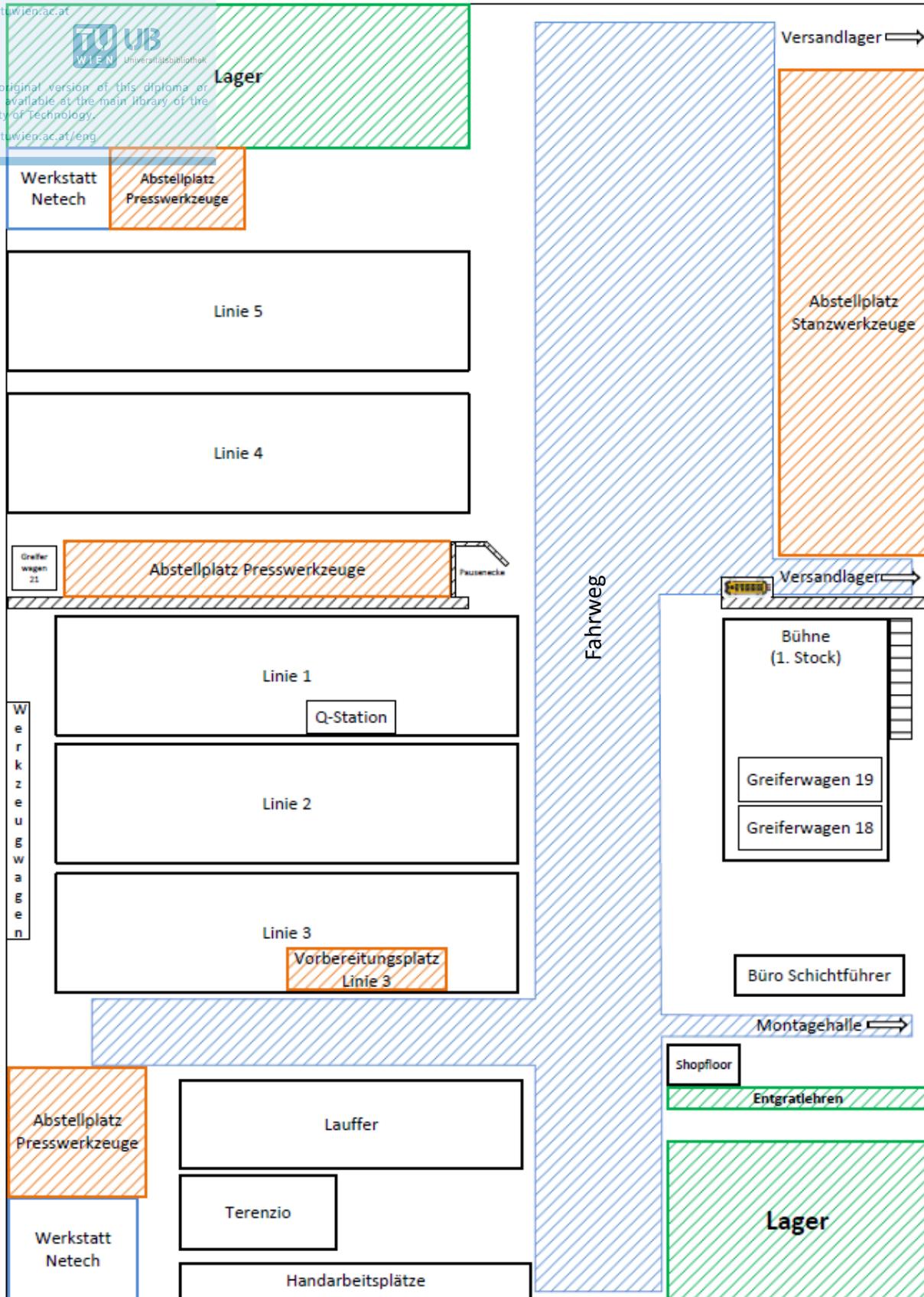


Abbildung 17: Layout UFS (eigene Darstellung)

5.1.5 Auswahl der repräsentativen Linie

Zu Beginn der Diplomarbeit musste festgelegt werden, auf welcher Linie die Analysen und Datenerhebungen, sowie die anschließenden Versuche durchgeführt werden können. Dies geschah in Absprache mit der Produktionsleitung des Unternehmens.

5.1.5.1 Auswahl einer repräsentativen Linie

Aufgrund der Tatsache, dass sich die Produktionslinien theoretisch nur geringfügig im Aufbau voneinander unterscheiden, ist anzunehmen, dass sich die Erkenntnisse einer Linie auf alle anderen anwenden lassen. Da der Fokus somit nur auf einer Linie liegt, ist es möglich, einen höheren Untersuchungsgrad der Anlage zu erreichen. Weil die Linie meist von denselben Mitarbeitern betreut wird, ist davon auszugehen, dass während der Analysephase eine gewisse personelle Kontinuität zu erwarten ist.

5.1.5.2 Festlegung der repräsentativen Linie

Die Linie 1 wurde aus folgenden Gründen als repräsentative Linie herangezogen:

- 1) Bei der Analyse zur Auswahl der repräsentativen Linie stellte sich die Linie eins als diejenige mit den höchsten Produktwechselzeiten heraus.
- 2) Die Anzahl an technischen Störungen der Linie eins war höher als die der anderen fünf Linien. Diese technischen Probleme führten zu einer geringeren Anlagenverfügbarkeit und somit zu einer niedrigeren OEE-Kennzahl.
- 3) Beim Produktwechsel auf der Linie 1 ist die Distanz, welche das Werkzeug mit dem Hallenkran zurücklegen muss, am größten. Aus dieser Tatsache ist schon ein Grund erkennbar, warum der Produktwechsel länger dauert als bei anderen Linien.
- 4) Die Linie 1 ist in der Lage, während des Herstellungsprozesses zwei verschiedene Halbzeug-Arten parallel zu verarbeiten. Dies erfordert einen größeren Vorbereitungsaufwand beim Produktwechsel, da die Ofenmagazine gefüllt werden müssen.

5.1.6 Layout der Linie 1

Bei der Linie 1 handelt es sich um eine Produktionslinie der Firma Dieffenbacher, welche die Produkte mit dem sogenannten LFT-D (Long Fiber Thermoplast Directmolding) Verfahren herstellt. In der Abbildung 18 sind die wesentlichen Bestandteile der Linie dargestellt.

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| ① Extruder ZSE | ⑥ Stanze |
| ② Extruder ZSG | ⑦ Einlegeroboter |
| ③ Dosierung | ⑧ Entnahmeroboter |
| ④ Zuführung Glasfaser | ⑨ Plastifikatabzugsband |
| ⑤ Presse | |

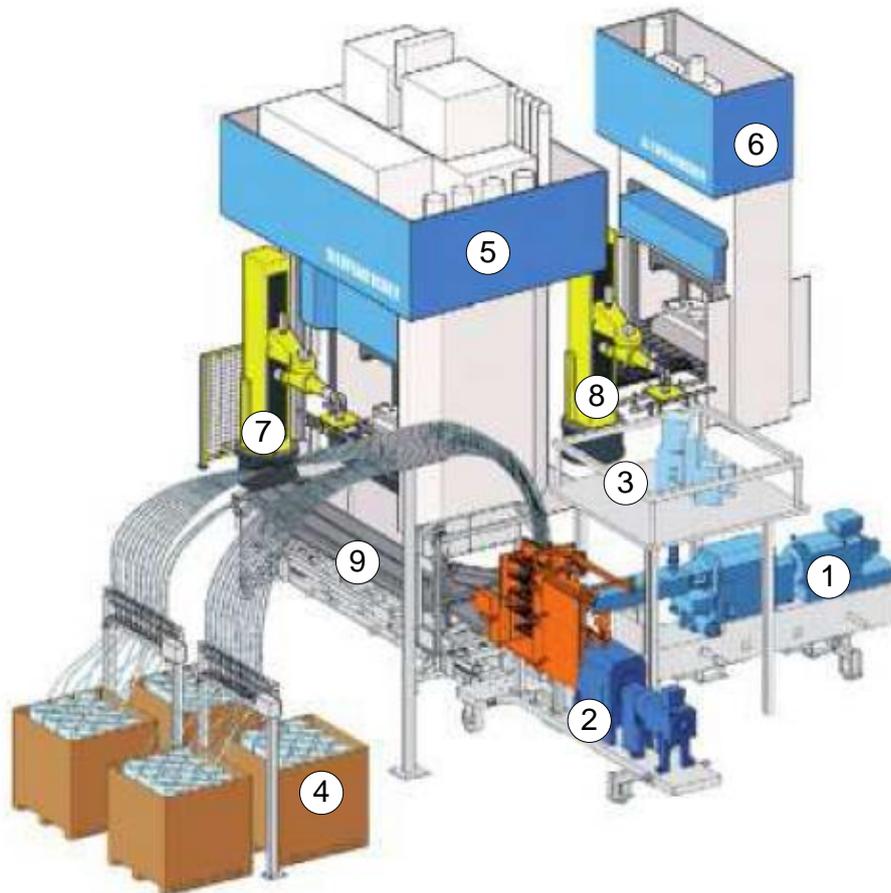


Abbildung 18: Dieffenbacher Linie⁸³

⁸³ Dieffenbacher Direktverfahren (Url: <http://www.dieffenbacher.de/de/composites/umformung/lft/>, gelesen 27.01.2017)

Aus Platzgründen und durch die Tatsache, dass auf dieser Linie noch ein weiteres Herstellungsverfahren zur Anwendung kommt, sind die Komponenten der realen Linie folgendermaßen angeordnet:

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| ① Extruder ZSE | ⑩ Ofen für GMT |
| ② Extruder ZSG | ⑪ Magazin für GMT |
| ③ Dosierung | ⑫ Portalroboter |
| ④ Zuführung Glasfaser | ⑬ IO-Band |
| ⑤ Presse | |
| ⑥ Stanze | |
| ⑦ Einlegeroboter | |
| ⑧ Entnahmeroboter | |
| ⑨ Plastikatabzugsband | |

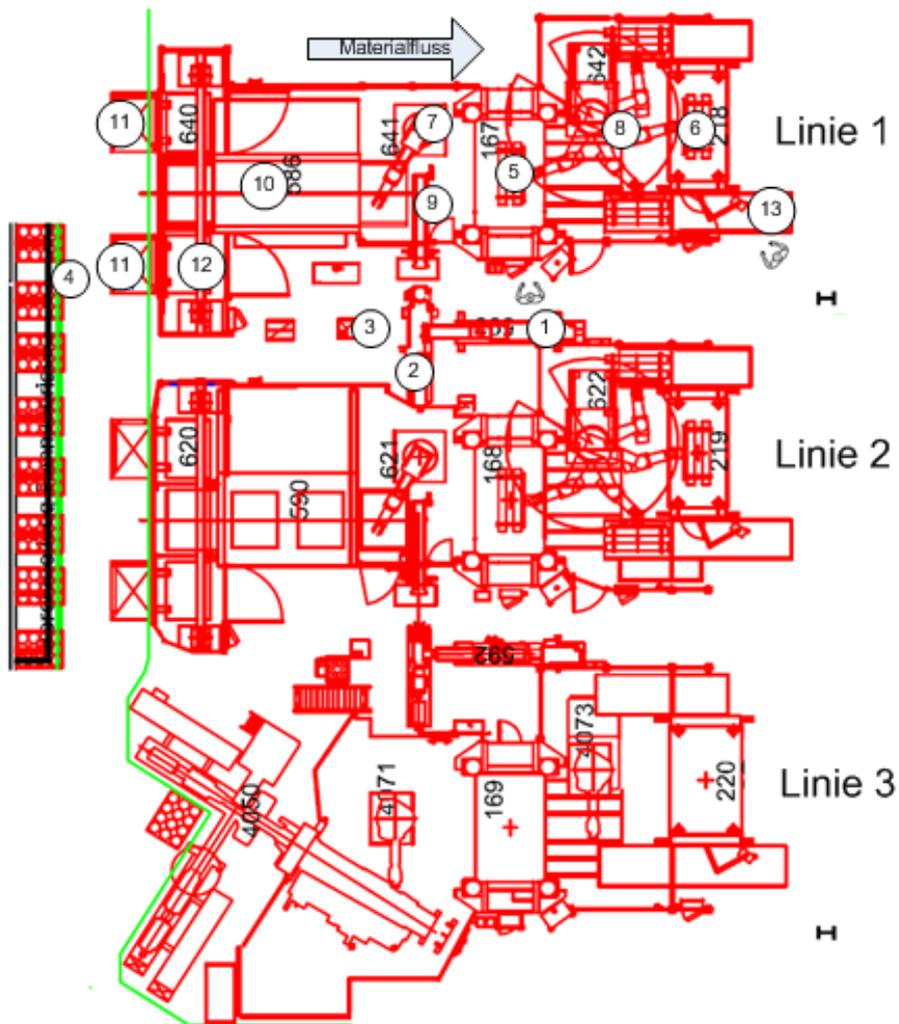


Abbildung 19: Layout Linie 1 von oben

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

5.1.7 Prozessbeschreibung

In Abbildung 20 wird der Herstellungsprozess der Linie eins graphisch dargestellt.

Die Pfeile bezeichnen den Materialfluss.

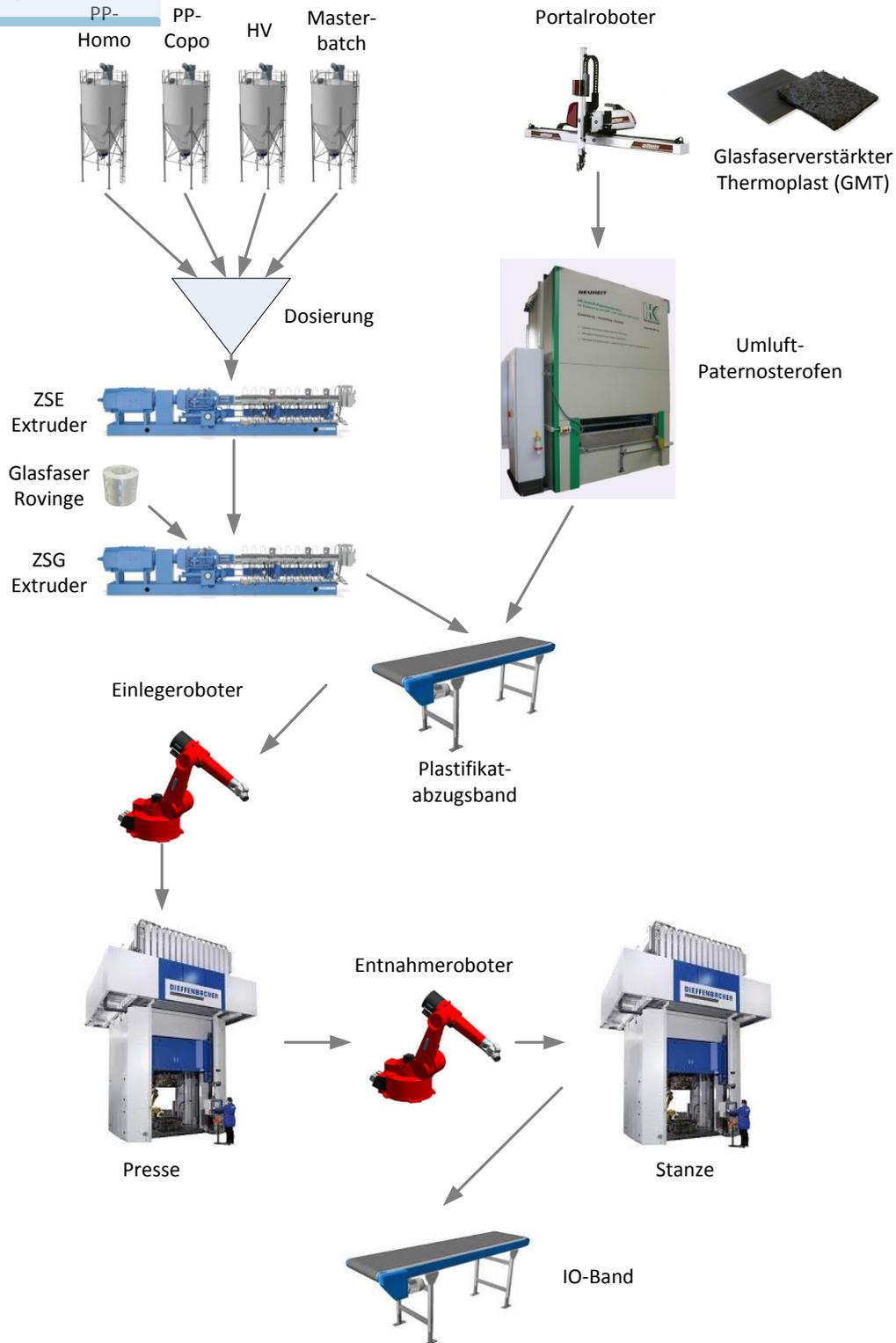


Abbildung 20: Prozessbeschreibung LFT und GMT (eigene Darstellung)

Die Linie 1 hat das Merkmal, dass sie in der Lage ist, zwei unterschiedliche Ausgangsmaterialien während des Herstellungsprozesses miteinander zu verbinden. Einerseits wird das LFT-D-Verfahren verwendet um das Halbzeug zu erzeugen und andererseits kann fertiges GMT-Halbzeug in den Prozess eingebracht werden. Beim LFT-D-Verfahren wird als erster Prozessschritt eine Granulat-Mischung im ZSE-Extruder eingeschmolzen. Mithilfe der Dosierung können unterschiedliche Zusammensetzungen der Granulat-Mischung erzeugt werden. Aus vier Silos wird das Granulat über ein Unterdruck-System in die Dosierung gefördert. Der eingeschmolzene Kunststoff gelangt am Ende des ZSE-Extruders über eine Filmdüse in den ZSG-Extruder. Zusammen mit dem geschmolzenen Kunststoff werden die Glasfaserrovings in den Extruder eingezogen. Innerhalb des ZSG-Extruders werden die Glasfaserrovings geschnitten und bilden mit dem Kunststoff einen Faserverbundwerkstoff. Am Ende des Extruders wird das Halbzeug durch eine verstellbare Düse auf das geheizte Plastifikationsband extrudiert. Parallel zum LFT-D-Verfahren, kann zugeschnittenes GMT-Halbzeug verarbeitet werden. GMT steht für glasmattenverstärkter Thermoplast. Die GMT-Platten werden mithilfe eines Portalroboters aus dem Magazin, auf die Röste des Umluft-Paternosterofens gelegt. Durch die hohe Temperatur im Inneren des Ofens erweicht der Kunststoff und kann im nachfolgenden Warm-Fließprozess in die gewünschte Form gepresst werden. Im nächsten Schritt nimmt der Einlegeroboter mit seinem Nadelgreifer das LFT- und GMT-Material auf und legt es in die Pressform. Unter hohem Druck (2500-3600t) fließt das heiße Material in die Pressform und füllt die gesamte Kavität aus. Deshalb spricht man bei diesem Verfahren vom sogenannten Warm-Fließpressen. Durch das heiße Halbzeug erwärmt sich das Presswerkzeug während des Betriebs und muss mittels einer Wasserkühlung gekühlt werden. Um ein Verkeilen des oberen und unteren Teils des Werkzeuges zu verhindern, muss zwischen Stempel und Matrize stets eine Temperaturdifferenz von mindestens 5°C herrschen. Nach dem Öffnen der Presse wird das mittlerweile erstarrte Kunststoffteil vom Entnahmeroboter entnommen und in das Stanzwerkzeug eingelegt. Mithilfe des Stanzwerkzeugs wird das Bauteil in die vorgegebene Form gestanzt. Der Entnahmeroboter greift anschließend das Teil und legt es auf dem IO-Band ab, auf welchen es die Anlage verlässt. Am Ende des IO-Bandes übernimmt ein Mitarbeiter das Teil und führt die notwendigen Prozessschritte durch, um ein verkaufsfähiges Produkt zu erhalten.

5.1.8 Betriebsdatenerfassungssystem

Das vom Unternehmen verwendete Betriebsdatenerfassungssystem trägt den Namen METAVIEW. Es handelt sich hierbei um eine Softwarelösung, welche dazu dient, produktionsrelevante Daten zu erfassen und zu visualisieren. Um dies zu ermöglichen, ist die Software einerseits mit dem SAP und andererseits mit den Produktionsanlagen verbunden. Aus SAP bezieht METAVIEW auftragsbezogene Daten, wie beispielsweise die Produktbezeichnung, die Auftragsmenge und

sämtliche Vorgabezeiten. Anhand der Daten lassen sich Werkzeugwechselzeiten, Stillstandszeit und Fortschrittskennzahlen ermitteln. In der folgenden Grafik soll das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten veranschaulicht werden.

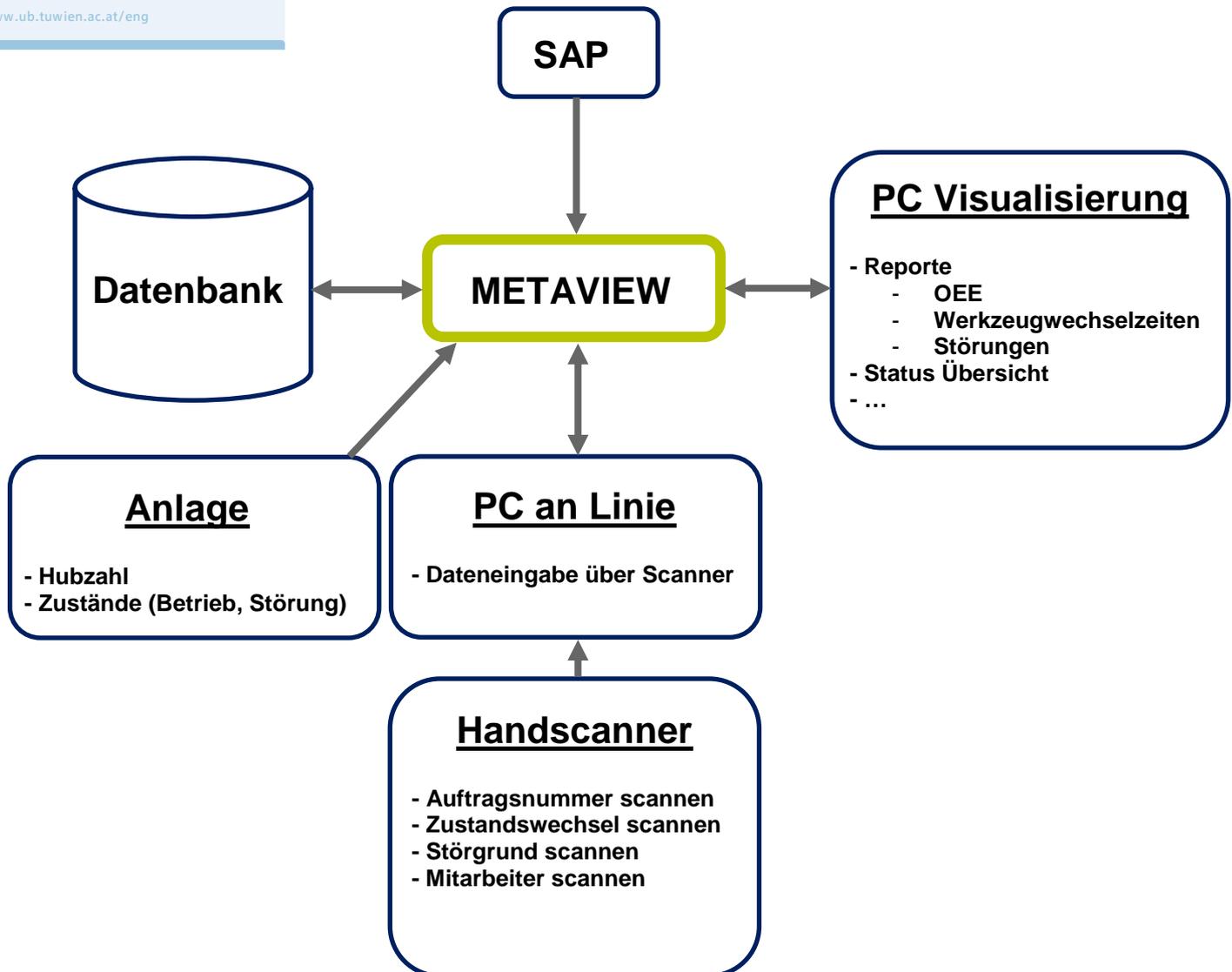


Abbildung 21: Zusammenspiel METAVIEW

An jeder Produktionslinie befindet sich ein Computer, auf dem die Anlagenführer Zugriff auf METAVIEW und SAP haben. SAP wird benötigt, um die fertig produzierten Teile im System rückzumelden und die Etiketten für den Versand zu drucken. Da an den Computern an der Linie lediglich Eingaben und keine Auswertungen vorgenommen werden, reicht eine vereinfachte Oberfläche von METAVIEW aus. Um die Eingabe so einfach wie möglich zu gestalten, werden sämtliche Eingaben nur über einen Handcodescanner und entsprechende Barcodes getätigt.

Trifft ein neuer Fertigungsauftrag an der Linie ein, so wird dieser über den Barcode in METAVIEW geladen. Das System erkennt den neuen Auftrag und stellt den aktuellen Zustand automatisch auf „Werkzeugwechsel“. Ab diesem Zeitpunkt läuft die Zeit für

den Produktwechsel. Wenn das erste Gutteil die Anlage verlässt, muss der Anlagenführer die Anlage auf den Zustand „Betrieb“ scannen und die Zeit für den Produktwechsel wird gestoppt. Treten während des Betriebs Störungen auf, so meldet dies die Anlage an METAVIEW und der Zustand wechselt automatisch auf „Sammelstörung“. Der Anlagenführer hat nun die Aufgabe, die Störung umgehend zu beheben. Sobald die Anlage wieder läuft, wird dies vom System erkannt und wechselt in den Zustand „Betrieb“. Da der Zustand „Sammelstörung“ die Störung keiner Komponente der Fertigungskette eindeutig zuordnet, hat der Anlagenführer im Nachhinein die Möglichkeit, über eine Liste von Barcodes den Störungsgrund eindeutig zu definieren. Die Aussagekraft der auf diese Weise gesammelten Daten hängt somit stark davon ab, wie exakt und konsequent der Anlagenführer die Störungen dokumentiert. Für tieferegehende Auswertungen stellt METAVIEW eine gesonderte Oberfläche zur Verfügung. Um dies zu veranschaulichen, ist in der untenstehenden Abbildung beispielhaft ein Auszug aus einem sogenannten Auftragsbericht dargestellt.

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.
<http://www.ub.tuwien.ac.at>



Detaillierte Informationen über einen Auftrag

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.
<http://www.ub.tuwien.ac.at>

Zeitraum		Generiert am		von	
2016-09-21 11:30:11 - 2016-09-22 04:40:49		2016-09-29 13:21:43		Ronny Tschiggfrei	
Auftragsinfo			1222523 / 100105400102 - FUE38 DAIMLER A 246 5200 123		OEE-Faktor
Anlage	Linie 1	Auftragsnummer	1222523	Verfügbarkeit	87,61 %
Beginn	2016-09-21 11:30:11	Dauer	17:10:38	Leistung	103,66 %
Ende	2016-09-22 04:40:49	Nennleistung	180 Stück/h	Qualität	99,12 %
Sollmenge	2508 Stück	Istleistung	187 Stück/h	OEE	90,02 %
Istmenge	2514 Stück			OCU	57,69 %
				Gutstück	2492
				Ausschuss	22
Code	Typ	Menge			
5102	Teil nicht ausgepresst	22			
Zeiten		Hfk	Dauer	Dauer %	
■	Betrieb	12	13:28:27	78,44 %	
■	Störung	6	01:03:04	6,12 %	
■	Pause	2	01:01:45	5,99 %	
■	Werkzeugwechsel	1	00:50:24	4,89 %	
■	Ausser Betrieb	2	00:46:06	4,47 %	
■	Stillstand (stand by)	2	00:00:52	0,08 %	
Summe		25	17:10:38	100,00 %	

Abbildung 22: METAVIEW Auftragsbericht

5.2 Ausgangssituation des Produktwechsels

Um eine systematische Verbesserung des Produktwechsels durchführen zu können, ist ein aussagekräftiger IST-Zustand notwendig. Um diesen Zustand zu beschreiben, wurde ein SMED-Workshop durchgeführt. Dieser Workshop soll dazu dienen, die Schritte eins und zwei des fünfstufigen Prozesses der Rüstzeitoptimierung zu erfassen. Wie schon im theoretischen Abschnitt beschrieben, dient die Stufe eins dem Erfassen der aktuellen Situation. Der zweite Schritt wird angewendet, um die einzelnen Arbeitsschritte in interne und externe Arbeitsschritte zu unterteilen.

5.2.1 Vorausgehende Analyse

Um mithilfe des SMED-Workshops aussagekräftige Daten zu erhalten, mussten im Vorfeld einige Analysen durchgeführt werden. Die Rohdaten für diese Analysephase stammen aus dem zuvor beschriebenen Computerprogramm METAVIEW und wurden in Excel aufbereitet.

5.2.1.1 Ziel der Analyse

Es soll deutlich werden, welches Produkt am häufigsten auf der Linie eins produziert wird und wie lange der Produktwechsel im Durchschnitt dauert.

5.2.1.2 Analyse der Produkte

Für die folgenden Auswertungen wird der Zeitraum vom 01.01.2016 bis zum 18.07.2016 herangezogen. In der Tabelle 2 sind alle Produkte aufgelistet, welche in diesem Zeitraum auf der Linie eins produziert wurden.

#	Ident	Bezeichnung	Häufigkeit
1	106026770101	C26B3 UE Daimler A2465200123	21
2	100102560101	FUF37 Daimler A 168 6190 808 ET	1
3	106024760104	FUF38 MCG A2536800307	12
4	100119670102	C14B1 UF RS BMW 7 380 444-04 LI	1
5	100119660102	C14B1 UF RS BMW 7 380 444-04 RE	2
6	106042920104	FUF38 MCG A2536800407	11
7	100113080101	C14B1 UE RS UFS BMW 2 694 832 ET	3
8	100115160101	C14B1 UF RS UFS BMW 3 400 041 ET	2
9	106042910104	FUF38 DAIMLER A2536931100	21
10	100109720101	FUE38 BMW 8 049 956-09	8
11	100118900101	C14B1 UF RS UFS Daimler A 242 5240 230	8
12	100118890101	C14B1 UF RS UFS Daimler A 242 5240 130	7
13	100110110102	FUF38 DAIMLER A 242 6840 418 XXXXX	8
14	100120710101	C26B2 UF RS UFS AUDI 4F0 825 207 D ET	1
15	106027460101	C26B3 UE Daimler A2465200223 VALMET	10
16	106056060101	C14B1 UF 7 404 727 AGA-links	1
17	100109270101	FUF38 BMW 7 905 274-05	1
18	106058110103	FUF38 BMW 7373843-06	3
19	106058120104	FUF38 BMW [OEM] 7363203-07	3
20	100117790101	C14B1 UE RS UFS BMW 371	3
21	106198300101	C26B3 UE Daimler A2465201923- Nissan	7

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

The approved original version of the master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

22	106198270101	C26B3 UE Daimler A2465200123- Nissan	10
23	100109220101	FUF38 BMW 6 850 067-03	23
24	106036070101	C14B1 UF BMW 7 293 610-08	1
25	100108560102	FUE44 BMW 7 345 168-03 XXXXX	9
26	106026910101	C26B3 UE Daimler A2465200223	13
27	100116200101	C26B2 UF RS UFS Daimler A 204 6100 575	2
28	106043200102	FUF38 DAIMLER A2056900807	1
29	106034270102	C26B2 UF LR GPLA 104C20 AA	2
30	106034150102	C26B2 UF LR GPLA 104C21 AA GEPR.	2
31	100111890101	FUE38 BMW 7 380 444-04	3
32	100108570103	FUE44 BMW 7 345 177-03	6
33	106027430101	C26B3 UE Daimler A2465200123 VALMET	9
34	106027410101	C26B3 UE Daimler A2465201923	7
35	106150260102	FUF38 Daimler [OEM] A2536931200	25
36	100113780101	C26B3 UE RS UFS BMW 7 156 560/561	2
37	100101290101	FUE37 AUDI 4B0 863 821 J ET	1
38	100117780101	C14B1 UE RS UFS BMW 7 137 393	7
39	100100870101	FUF38 BMW 2 498 987 A ET	1
40	100110880102	FUE38 DAIMLER A 246 5201 923 XXXXX	27
41	100105400102	FUE38 DAIMLER A 246 5200 123	79
42	100110970104	FUF38 BMW 7 293 610-08 XXXXX	20
43	100109260101	C14B1 UF BMW 7 213 674-06	19
44	100109250101	C14B1 UF BMW 7 213 673-05	19
45	106089750101	FUF38 DAIMLER A2056901202	1
46	100105140102	FUF38 PORS 9P1.201.975 XXXXX	3
47	100106440101	FUF38 PORSCHE 991.201.331.02	2
48	100110340102	FUE38 VALMET A2465200123 X	18
49	100105410102	FUE38 DAIMLER A 246 5200 223	39
50	100110320102	FUE38 VALMET A2465200223 X	19
51	100107850101	FUF38 Daimler A 242 6841 618	1
52	100113100101	C14B1 UE RS UFS BMW 2 694 899 ET	3
53	100107710101	FUE38 BMW 7 117 369-14	4
54	106149800101	FUF38 Nissan [OEM] 758305DA1A	9
55	100111470102	FUE38 DAIMLER A 246 5201 823 XXXXX	4
56	100117760101	C14B1 UE RS UFS BMW 7 059 385	1
57	100103410101	FUE38 BMW 7 201 782-01 ET XXXXX	2
58	106181080101	FUF38 NIS 758305DB1A	13
59	100113950101	C26B2 UE RS UFS AUDI 235 S/Q/R PRES. ET	2
60	100115190101	C14B1 UE RS UFS BMW 2 757 442 ET	1
61	100101200101	FUF37 Daimler A 168 6101 608 ET	1
62	100118630101	C14B1 UE RS UFS BMW 7 330 566-04 GEPR.	1
63	100104610101	FUF38 Daimler A 172 6190 038	1
64	106025230104	FUF38 BMW [OEM] 7363730-06	1
65	100116240101	C26B2 UF RS UFS LR AH42 9C142 AA	1
66	100120810101	C26B3 UE RS UFS BMW 7 161 568/569	1

Tabelle 2: Produkte Linie eins

Es wurden in diesem Zeitraum 66 verschiedene Produkte auf der Linie 1 gefertigt, wobei ein Großteil dieser Produkte nur wenige Male produziert wurde. Bei den Produkten mit geringer Häufigkeit handelt es sich um Ersatzteile. Bei der Auswertung des am häufigsten eingebauten Werkzeugs ist zu beachten, dass sich hinter den vielen unterschiedlichen Produktbezeichnungen oft dasselbe Press- und Stanzwerkzeug verbirgt. Teilweise sind andere Montageschritte oder variierende Verpackungen erforderlich, was den eigentlichen Produktwechsel jedoch nur geringfügig beeinflusst. Unter Berücksichtigung dieser Information lässt sich nun ermitteln, welches Werkzeug am häufigsten eingebaut werden muss.

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

#	Ident	Bezeichnung	Häufigkeit
1	106026770101	C26B3 UE Daimler A2465200123	21
15	106027460101	C26B3 UE Daimler A2465200223 VALMET	10
21	106198300101	C26B3 UE Daimler A2465201923- Nissan	7
22	106198270101	C26B3 UE Daimler A2465200123- Nissan	10
26	106026910101	C26B3 UE Daimler A2465200223	13
33	106027430101	C26B3 UE Daimler A2465200123 VALMET	9
34	106027410101	C26B3 UE Daimler A2465201923	7
40	100110880102	FUE38 DAIMLER A 246 5201 923 XXXXX	27
41	100105400102	FUE38 DAIMLER A 246 5200 123	79
48	100110340102	FUE38 VALMET A2465200123 X	18
49	100105410102	FUE38 DAIMLER A 246 5200 223	39
50	100110320102	FUE38 VALMET A2465200223 X	19
55	100111470102	FUE38 DAIMLER A 246 5201 823 XXXXX	4
Summe:			263

Tabelle 3: Produkte mit demselben Werkzeug

Wenn man die Summe von 263 Produktionen auf die angefallenen 33 Produktionswochen umrechnet, erkennt man, dass mit diesem Werkzeug mindestens einmal pro Tag produziert wird. Auf der folgenden Seite ist dies nochmals anhand eines Diagramms visualisiert, wobei die gelb markierten Produkte dasselbe Press- und Stanzwerkzeug besitzen.

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>



The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

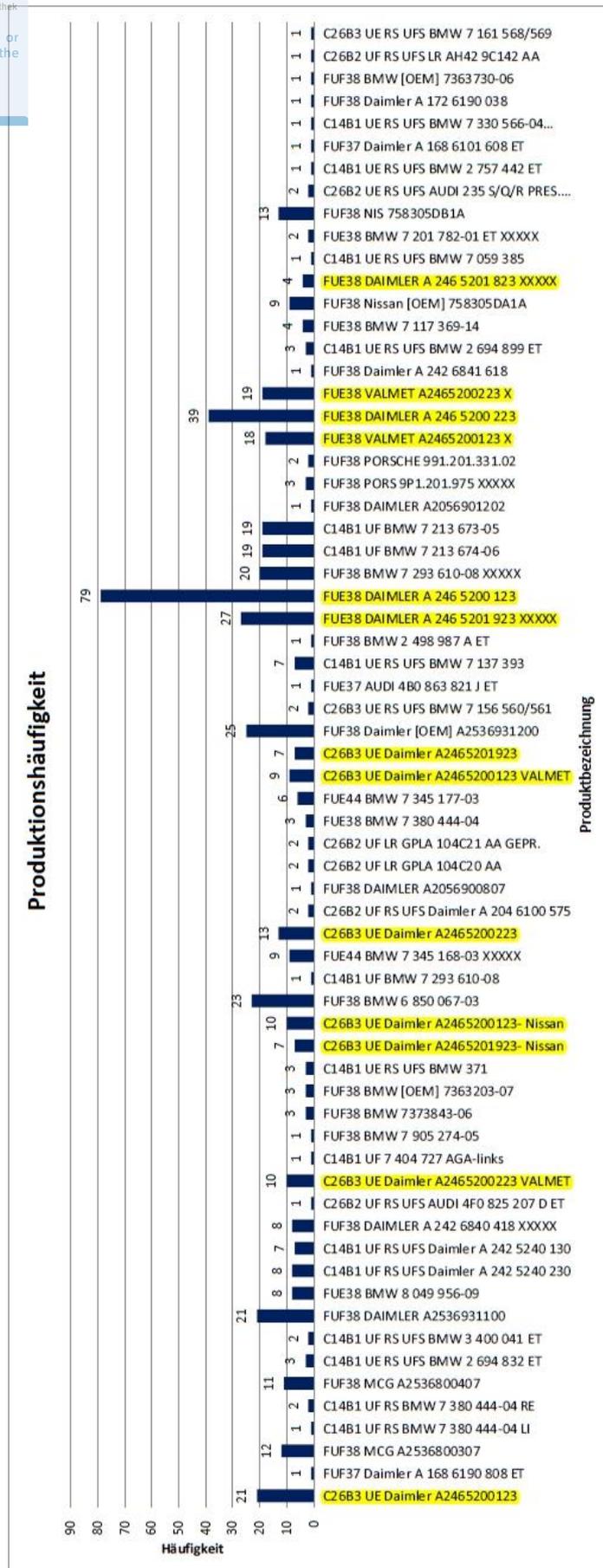


Abbildung 23: Produktionshäufigkeit

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

5.2.1.3 Definition des Werkzeugs

Die Werkzeuge, mit denen diese Produkte gefertigt werden, werden im sogenannten Doppellauf betrieben. Dies bedeutet, dass jeweils zwei Press- und Stanzwerkzeuge nebeneinander in der Stanze, bzw. der Presse, verbaut werden. Dies ermöglicht mit einem Hub zwei Bauteile zu fertigen. Für den Werkzeugwechsel bedeutet dies einen Mehraufwand, da insgesamt vier Werkzeuge gewechselt werden müssen. Für den SMED-Workshop werden die Werkzeuge herangezogen, die am häufigsten eingebaut werden müssen.

In der Presse werden die beiden Presswerkzeuge mit den Nummern 2007162 und 2007164 eingebaut. In der folgenden Abbildung sind diese beiden Werkzeuge auf dem Pressentisch dargestellt.

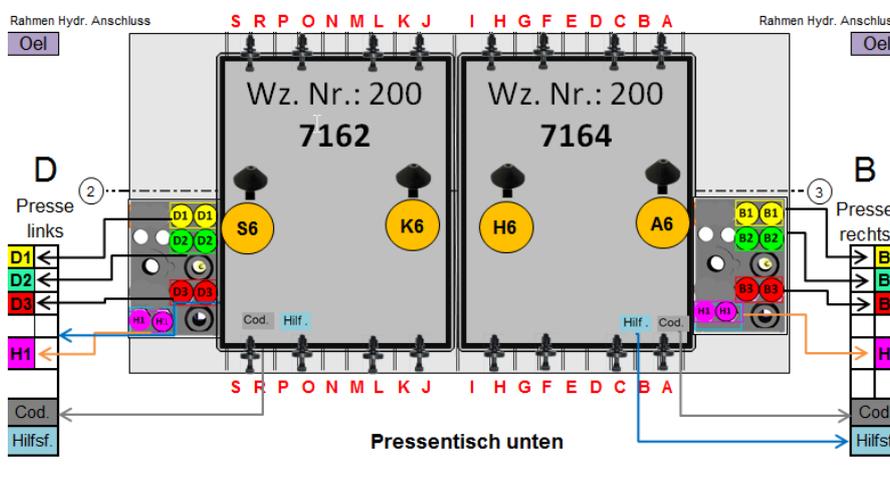


Abbildung 24: SMED-Workshop Presswerkzeuge

In der Stanze werden die beiden Stanzwerkzeuge mit den Nummern 2007163 und 2007165 eingebaut. In der folgenden Abbildung sind diese beiden Werkzeuge auf dem Stanzentisch dargestellt.

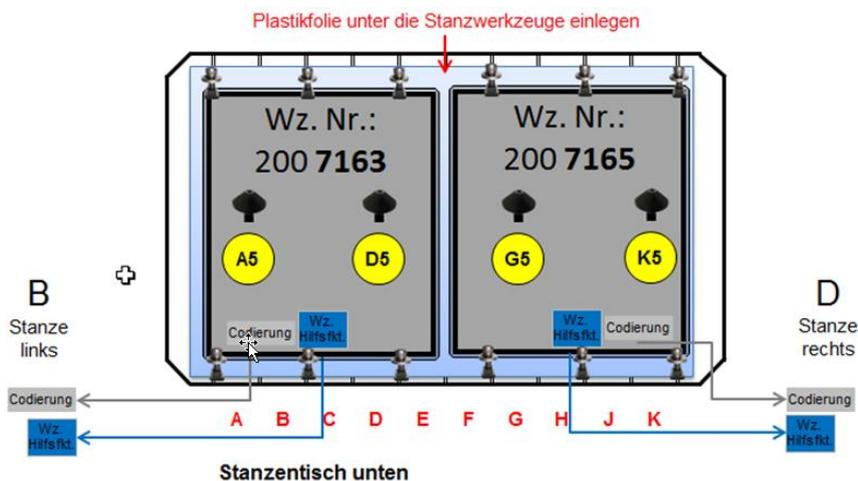


Abbildung 25: SMED-Workshop Stanzwerkzeuge

5.2.1.4 Analyse der Produktwechselzeiten

Da nun feststeht, welche Produkte am häufigsten auf der Linie eins gefertigt werden und welche Werkzeuge dazu eingebaut werden müssen, kann eine Auswertung der Werkzeugwechselzeiten durchgeführt werden. Es wird dabei derselbe Zeitraum wie für die vorhergehende Analyse herangezogen.

Start	Dauer	Wechsel von / auf	
		Bezeichnung	Bezeichnung
2016-01-11	01:32:07	C14B1 UE RS UFS BMW 2 694 832 ET	C26B3 UE Daimler A2465200223 VAL
2016-01-23	01:15:04	C14B1 UF RS UFS Daimler A 242 5240 230	C26B3 UE Daimler A2465200123
2016-02-01	01:05:46	FUF38 DAIMLER A 242 6840 418 XXXXX	C26B3 UE Daimler A2465200123
2016-02-03	00:57:58	FUF38 DAIMLER A2056900807	C26B3 UE Daimler A2465200223 VAL
2016-02-10	01:15:19	FUE44 BMW 7 345 177-03	C26B3 UE Daimler A2465200123 VAL
2016-02-18	01:51:28	FUF38 MCG A2536800307	C26B3 UE Daimler A2465200223
2016-02-22	01:10:33	FUE44 BMW 7 345 177-03	C26B3 UE Daimler A2465200123
2016-02-29	01:07:03	FUF38 BMW 2 498 987 A ET	C26B3 UE Daimler A2465200223 VAL
2016-03-14	00:58:47	FUF38 DAIMLER A2056901202	FUE38 VALMET A2465200223 X
2016-03-17	00:52:45	FUE38 BMW 7 380 444-04	FUE38 DAIMLER A 246 5200 123
2016-03-21	01:09:18	FUF38 PORS 9P1.201.975 XXXXX	FUE38 VALMET A2465200223 X
2016-03-29	01:28:00	FUF38 BMW 6 850 067-03	FUE38 VALMET A2465200223 X
2016-04-01	01:13:40	FUE38 BMW 8 049 956-09	FUE38 DAIMLER A 246 5200 223
2016-04-05	01:00:54	FUF38 DAIMLER A2536931100	FUE38 DAIMLER A 246 5200 123
2016-04-12	00:56:20	FUF38 MCG A2536800307	FUE38 DAIMLER A 246 5200 123
2016-04-19	00:40:04	C14B1 UF RS UFS Daimler A 242 5240 130	FUE38 DAIMLER A 246 5200 123
2016-04-26	00:59:56	FUF38 Daimler [OEM] A2536931200	FUE38 VALMET A2465200223 X
2016-05-03	01:31:37	FUF38 BMW 7 293 610-08 XXXXX	FUE38 DAIMLER A 246 5200 223
2016-05-10	01:02:43	FUF38 BMW 6 850 067-03	FUE38 VALMET A2465200223 X
2016-05-24	01:08:12	C14B1 UF RS UFS Daimler A 242 5240 230	FUE38 VALMET A2465200223 X
2016-05-26	00:50:10	C14B1 UE RS UFS BMW 2 694 832 ET	FUE38 DAIMLER A 246 5200 123
2016-06-04	00:54:42	FUE44 BMW 7 345 177-03	FUE38 DAIMLER A 246 5200 123
2016-06-07	02:05:59	FUF38 NIS 758305DB1A	FUE38 DAIMLER A 246 5200 123
2016-06-09	01:04:36	C26B2 UE RS UFS AUDI 235 S/Q/R PRES. ET	FUE38 DAIMLER A 246 5200 123
2016-06-24	01:00:55	C14B1 UE RS UFS BMW 7 137 393	FUE38 VALMET A2465200123 X
2016-06-28	00:49:52	FUF38 BMW 6 850 067-03	FUE38 VALMET A2465200223 X
2016-06-30	00:52:25	FUF38 Daimler [OEM] A2536931200	FUE38 VALMET A2465200223 X
2016-07-04	01:01:15	FUF38 BMW 6 850 067-03	FUE38 VALMET A2465200223 X
2016-07-12	01:07:43	C26B3 UE RS UFS BMW 7 156 560/561	FUE38 DAIMLER A 246 5200 223
2016-07-19	01:07:07	FUF38 BMW 6 850 067-03	FUE38 DAIMLER A 246 5200 123
2016-07-26	01:18:18	FUE38 BMW 8 049 956-09	FUE38 DAIMLER A 246 5200 223
2016-08-02	01:56:48	FUF38 BMW 6 850 067-03	FUE38 DAIMLER A 246 5201 923 XXXXX
2016-08-08	01:38:09	C14B1 UF BMW 7 213 673-05	FUE38 DAIMLER A 246 5200 223
2016-08-15	01:08:23	C14B1 UF BMW 7 213 674-06	FUE38 VALMET A2465200223 X
Mittelwert:	01:11:00		

Tabelle 4: Auswertung Produktwechselzeiten

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

The approved original version of this diploma/master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

Die in der obenstehenden Tabelle aufgeführten Produktwechsel sind ausschließlich jene, bei denen alle Werkzeuge getauscht werden mussten. Es handelt sich hierbei, laut der zuvor getroffenen Definition, um lange Werkzeugwechsel. Produktwechsel, bei denen nur geringfügige Adaptierungen (kurze Werkzeugwechsel) vorgenommen werden müssen, werden nicht berücksichtigt. Wie in der Tabelle ersichtlich, dauert ein Produktwechsel im Durchschnitt 71 Minuten.

Auf der folgenden Seite sind die Produktwechselzeiten nochmals anschaulich in einem Diagramm dargestellt. Der Mittelwert ist durch eine horizontale, schwarze Linie kenntlich gemacht.

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>



The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

Werkzeugwechsel auf Daimler 0123/0223/1923

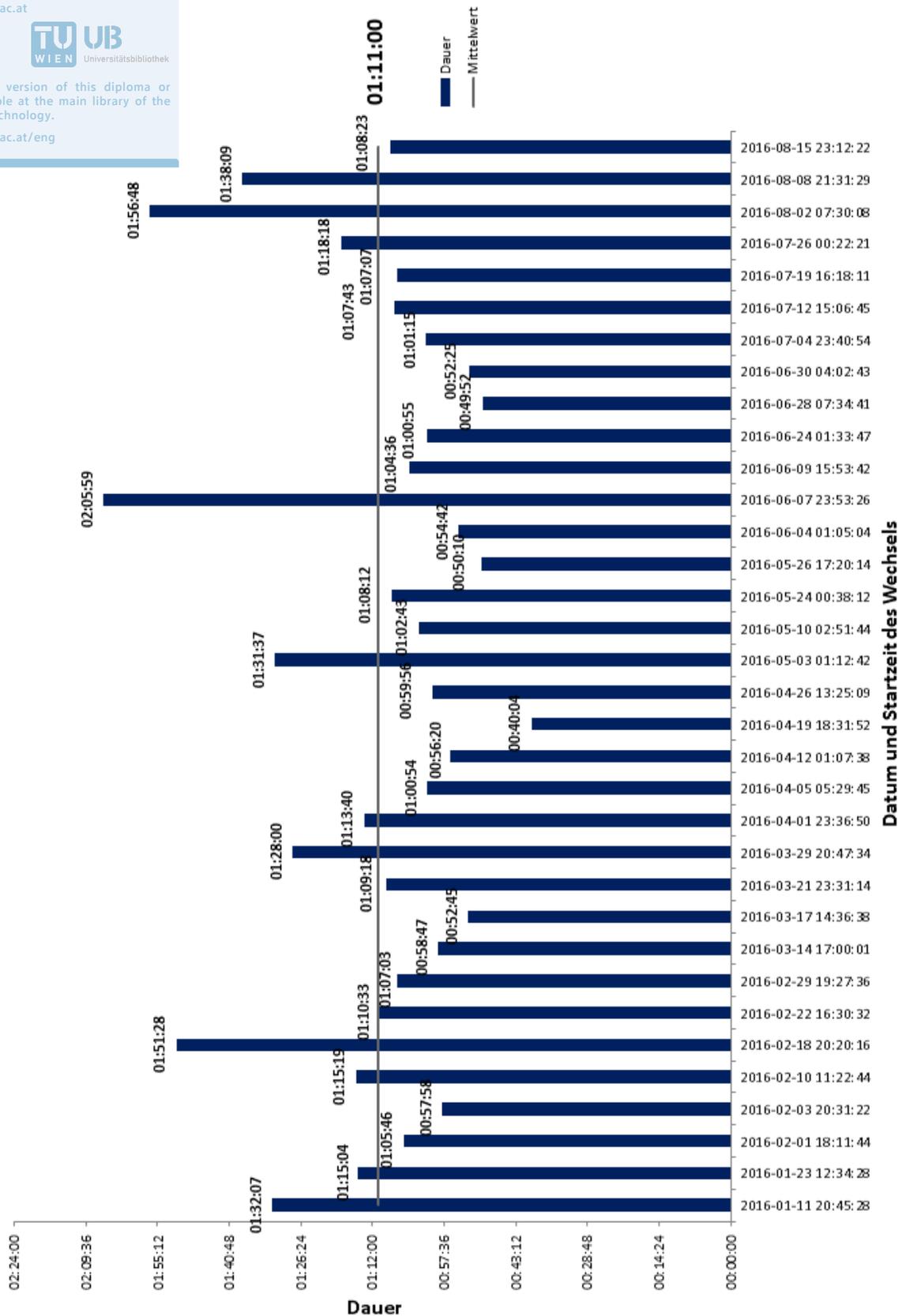


Abbildung 26: SMED-Workshop Produktwechselzeiten

5.2.1.5 Interpretation des Diagramms

Es ist deutlich zu erkennen, dass es sehr große Schwankungen bezüglich der Dauer eines Produktwechsels gibt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass es keinen standardisierten Ablauf für den Produktwechsel gibt.

5.2.1.6 Ergebnis der Analyse

Beim SMED-Workshop wird die Anlage auf das Produkt Daimler 0123 gerüstet. Das bedeutet, es werden die beiden Presswerkzeuge mit den Nummern 2007162 und 2007164 eingebaut. In der Stanze werden die beiden Stanzwerkzeuge mit den Nummern 2007163 und 2007165 eingebaut.

5.2.2 Durchführung SMED-Workshop

Im nachfolgenden Kapitel wird der durchgeführte SMED-Workshop genauer beschrieben.

5.2.2.1 Teilnehmer

Um den IST-Zustand zu erfassen, wird der Werkzeugwechsel so durchgeführt, wie er derzeit im Unternehmen praktiziert wird. Das Werkzeugwechselteam besteht dabei aus dem Anlagenführer und drei zusätzlichen Mitarbeitern. Da die Führung der Mitarbeiter den Schichtführern unterliegt, waren auch zwei Schichtführer beim Workshop dabei. Um den ordnungsgemäßen Einbau der Werkzeuge sicherzustellen, wurde ein interner Werkzeugspezialist herangezogen. Zusätzlich zu den bereits erwähnten Teilnehmern, waren ein weiterer Anlagenführer, sowie der Leiter der Prozessoptimierung involviert. Somit waren insgesamt zehn Teilnehmer am Workshop beteiligt.

5.2.2.2 Ablauf

Aufgrund der hohen Anlagenauslastung wurde der Workshop an einem Wochenende durchgeführt. Der Workshop fand am 17.09.2016 statt. Um alle Teilnehmer auf den gleichen Wissensstand zu bringen und den Ablauf des Workshops zu erläutern, wurde mit einer einfachen und verständlichen Präsentation begonnen. Dabei wurde den Teilnehmern vermittelt, was SMED bedeutet, wie ein Rüstzeitoptimierungsprozess abläuft und warum das Unternehmen bestrebt ist, kürzere Produktwechselzeiten zu erreichen. Die einzelnen Arbeitsschritte können grundsätzlich zu drei Gruppen zusammengefasst werden:

- Die Vorbereitung für den Werkzeugwechsel
- Arbeiten an der Presse
- Arbeiten an der Stanze

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/>

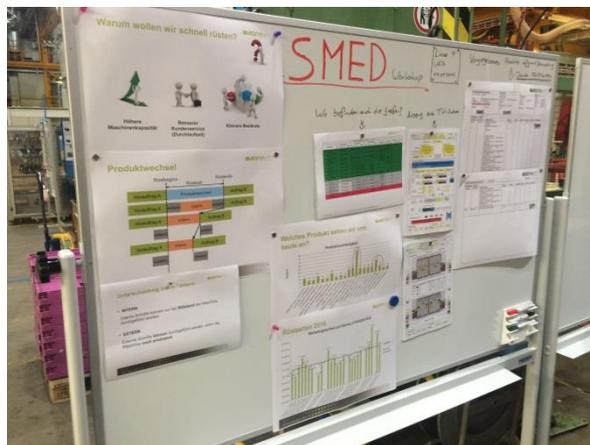
The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/>

Begonnen wurde mit der Erfassung der Arbeitsschritte für die Vorbereitung. Dabei wurden für jeden Arbeitsschritt die benötigte Zeit und der zurückgelegte Weg dokumentiert.

Für die Arbeitsschritte an der Presse und an der Stanze wurden lediglich die Zeiten für die Arbeitsschritte erfasst, da hier nur sehr kurze Wege zurückgelegt werden müssen. Der gesamte Workshop dauerte ca. sechs Stunden.

Impressionen des Workshops:



5.2.3 Ergebnisse

Der SMED-Workshop hat erkenntnisbringende Ergebnisse geliefert, welche strukturiert in der Folge aufgeführt werden.

5.2.3.1 Vorbereitung

In der nachfolgenden Tabelle sind die ausgeführten Arbeitsschritte mit den dafür benötigten Zeiten dargestellt, welche notwendig sind, um einen Produktwechsel vorzubereiten.

Name:	Arbeitsschritte VORBEREITUNG				
#	Beschreibung des Arbeitsschrittes	Zeit [s]		intern	extern
		Benötigt	akkumuliert		
1	Absprache Anlagenführer mit Mitarbeiter	60	60		X
2	Greiferwagen mit der Nr. 19 holen (auf Bühne)	120	180		X
3	Greiferwagen mit der Nr. 18 holen (auf Bühne)	60	240		X
4	Greiferwagen mit der Nr. 21 holen (bei Linie 4)	106	346		X
5	Absprache Anlagenführer mit Mitarbeiter	30	376		X
6	Werkzeugwagen vom definierten Parkplatz zur Linie fahren inkl. Schrauben vorbereiten	180	556		X
7	4. Werkzeugwagen holen	65	621		X
8	Suche nach Hebeisen (wurde nicht gefunden)	130	751		X
9	Vorbereitung Presswerkzeug 1 am Lagerplatz	42	793		X
10	Presswerkzeug 1 zum Vorbereitungsplatz neben Linie 3 fahren	80	873		X
11	Kran zum Werkzeuglagerplatz fahren	80	953		X
12	Vorbereitung Presswerkzeug 2 am Lagerplatz	42	995		X
13	Presswerkzeug 2 zum Vorbereitungsplatz neben Linie 3 fahren	80	1075		X
14	Kran zur Linie 1 fahren um später erstes Werkzeug ausbauen zu können	47	1122		X
15	Zum Magazin laufen	30	1152		X
16	Magazin füllen	1200	2352		X
17	Entgratlehren holen	90	2442		X
18	Ständer für Entgratlehren holen	75	2517		X
Gesamtzeit aller Arbeitsschritte:			2517	Sekunden	
			41.95	Minuten	

Tabelle 5: SMED-Workshop Arbeitsschritte Vorbereitung

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/>

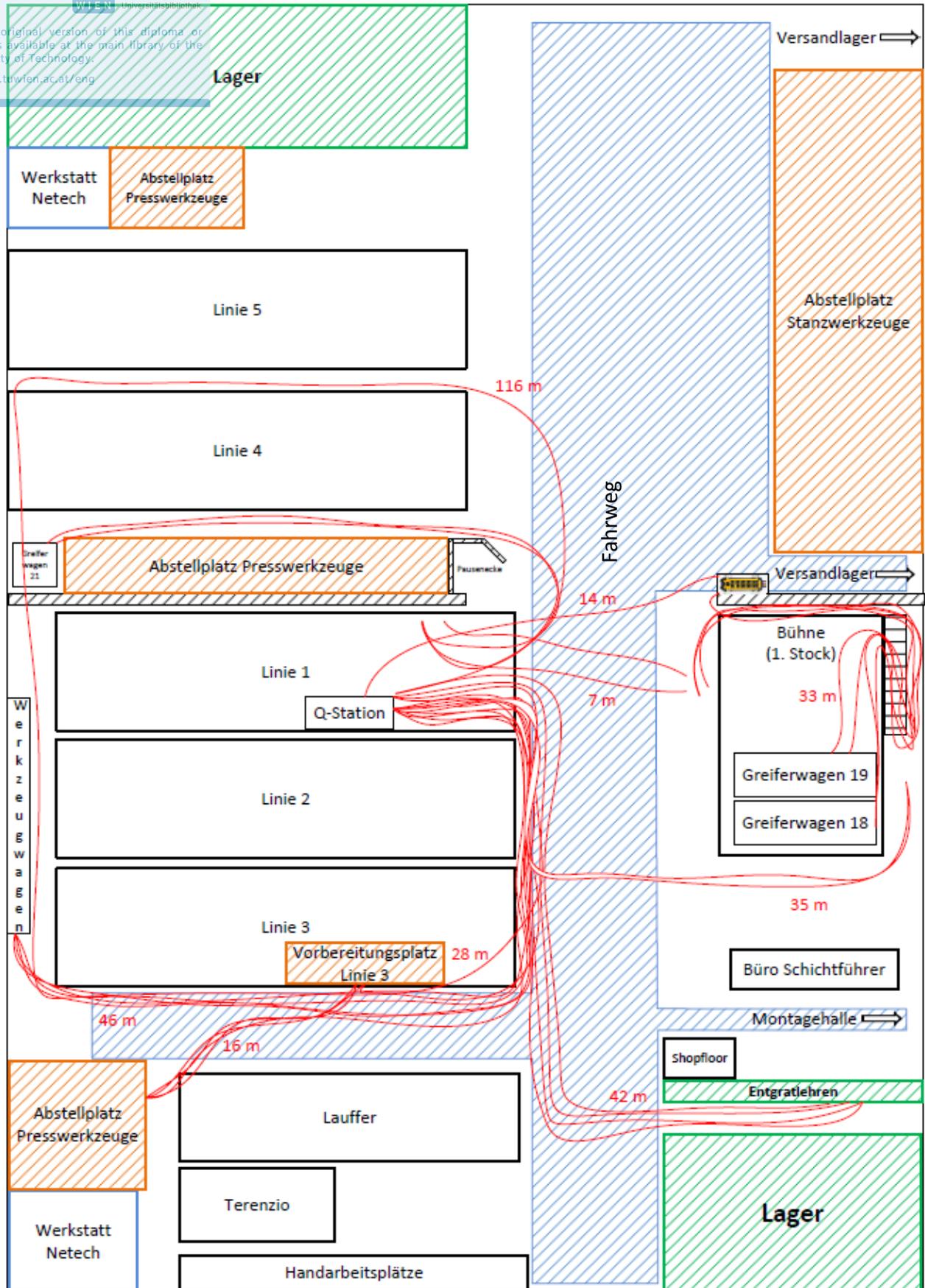


Abbildung 27: SMED-Workshop Laufwege (eigene Darstellung)

Die Laufwege wurden mittels eines Spaghetti-Diagrammes ermittelt. Die im Layout rot dargestellten Laufwege müssen für die Vorbereitung eines Produktwechsels abgelaufen werden. Die nebenstehende Zahl ist die Länge eines einzelnen Weges. In der untenstehenden Tabelle ist der zurückgelegte Gesamtweg berechnet.

Zurückgelegte Wege für die Vorbereitung			
Beschreibung der Strecke	Länge pro Weg [m]	Anzahl	Gesamtlänge [m]
Q-Station --> Fernbedienung Kran	14	1	14
Fernbedienung Kran --> Bühne 1. Stock	33	1	33
Bühne 1. Stock --> Abstellposition Kran	33	3	99
Abstellposition Kran --> Linie 1	7	2	14
Q-Station --> Vorbereitungsplatz Linie 3	28	2	56
Vorbereitungsplatz Linie 3 --> Abstellplatz Presswerkzeuge	16	4	64
Q-Station --> Parkplatz Werkzeugwagen	46	4	184
Q-Station --> Entgratlehren	42	4	168
Q-Station --> Ständer für Entgratlehren	35	2	70
Suche nach Werkzeug	116	1	116
		Summe:	818

Tabelle 6: SMED-Workshop Wege Vorbereitung

Für die Vorbereitung eines Produktwechsels müssen insgesamt 818 Meter Fußweg zurückgelegt werden.

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

5.2.3.2 Arbeiten an der Stanze

In der nachfolgenden Tabelle sind die ausgeführten Arbeitsschritte mit den dafür benötigten Zeiten dargestellt, welche notwendig sind, um die Stanze umzubauen.

The approved original version of this diploma or master thesis is in the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

Name:						Arbeitsschritte Stanze			
#	Beschreibung des Arbeitsschrittes	Zeit [s]		intern	extern				
		Benötigt	akumuliert						
1	Stanzabfallband wegschieben	25	25	X					
2	Distanzringe montieren und Stanze zufahren	77	102	X					
3	Stanzabfallschieber abmontieren und Stanzabfälle entsorgen	115	217	X					
4	Sensorkabel und Druckluft abhängen	53	270	X					
5	Schrauben lösen	190	460	X					
6	Stanze öffnen	15	475	X					
7	Kodierungsstecker abhängen	37	512	X					
8	Ausbau und Reinigung des ersten Werkzeugs (mit Stapler)	72	584	X					
9	Ausbau und Reinigung des zweiten Werkzeugs (mit Stapler)	76	660	X					
10	Reinigung des Stanztisches (Entfernen der Plastikfolie und Reinigung mittels Besen)	80	740	X					
11	Setzen der Zentrierkegel	35	775	X					
12	Folie auf den Tisch legen	22	797	X					
13	Einfahren des ersten Stanzwerkzeug	90	887	X					
14	Einfahren des zweiten Stanzwerkzeug	90	977	X					
15	Kodierungskabel einstecken	41	1018	X					
16	Programm laden	30	1048	X					
17	Stanze schliessen	25	1073	X					
18	Schrauben montieren	305	1378	X					
19	Sensorkabel und Druckluft anhängen	65	1443	X					
20	Stanze öffnen und Distanzringe entfernen	53	1496	X					
21	Parallelzylinder abmontieren	32	1528	X					
22	Referenzfahrt	43	1571	X					
23	Abfallschieber montieren	280	1851	X					
24	Reinigung Bereich vor der Stanze (viel Stanzabfall am Boden)	300	2151	X					
25	Stanzabfallband vor die Stanze fahren	37	2188	X					
26	IO Band in Position schieben	20	2208	X					
27	Endschalter positionieren	60	2268	X					
29	Stanze öffnen	20	2288	X					
30	Parallelzylinder montieren	37	2325	X					
Gesamtzeit aller Arbeitsschritte:			2325	Sekunden					
			38.75	Minuten					

Tabelle 7: SMED-Workshop Arbeitsschritte Stanze

5.2.3.3 Arbeiten an der Presse

In der nachfolgenden Tabelle sind die ausgeführten Arbeitsschritte mit den dafür benötigten Zeiten dargestellt, welche notwendig sind, um die Presse inklusive Roboter umzubauen.

Name:	Arbeitsschritte Presse					
	#	Beschreibung des Arbeitsschrittes	Zeit [s]		intern	extern
			Benötigt	akumuliert		
	1	Auftrag und Mitarbeiter ID scannen	180	180	X	
	2	IO Band wegrollen	7	187	X	
	3	Roboter 2 in Greiferwechselposition fahren	47	234	X	
	4	Ausbau Entnahmegreifer	75	309	X	
	5	Einbau neuer Entnahmegreifer	60	369	X	
	6	Roboter 2 in Parkposition fahren	55	424	X	
	7	Distanzringe einlegen	30	454	X	
	8	Presse zufahren	30	484	X	
	9	Schrauben lösen (stanzenseitig)	200	684	X	
	10	obere Multikupplungen lösen und in Halterung fixieren	106	790	X	
	11	Schrauben lösen (ofenseitig)	270	1060	X	
	12	Presse öffnen	15	1075	X	
	13	Roboter 2 nach hinten schieben	37	1112	X	
	14	untere Multikupplungen + Kodierungsstecker	104	1216	X	
	15	Abdeckungen der Gewindestangen entfernen	10	1226	X	
	16	Tisch rausfahren	75	1301	X	
	17	Presswerkzeug 1 (alt) an den Kran hängen	10	1311	X	
	18	Presswerkzeug 1 (alt) zum Vorbereitungsplatz neben Linie 3 fahren + abhängen	210	1521	X	
	19	Roboter 1 in Greiferausbauposition fahren (Richtung Presse)	30	1551	X	
	20	Ausbau des Nadelgreifers und Fixierung auf Greiferwagen	85	1636	X	
	21	Roboter 1 in Greifereinbauposition fahren (Richtung Ofen)	130	1766	X	
	22	Greiferwagen inkl. Nadelgreifer zu Roboter 1 fahren + Montage	120	1886	X	
	23	Positionierkegel auf Presstisch setzen	60	1946	X	
	24	Presswerkzeug 1 (neu) einfahren	230	2176	X	
	25	Presswerkzeug 2 (alt) wegfahren	196	2372	X	
	26	Positionierkegel auf Presstisch setzen	60	2432	X	
	27	Presswerkzeug 2 (neu) einfahren	210	2642	X	
	28	Presstisch einfahren	75	2717	X	

29	Abdeckungen der Gewindestangen einfügen	15	2732	X	
30	untere Multikupplungen + Kodierungsstecker montieren	115	2847	X	
31	Roboter 1 in Betriebsposition fahren	145	2992	X	
32	Programm laden	60	3052	X	
33	Presse zufahren	10	3062	X	
34	Schrauben einsetzen und anziehen (stanzenseitig)	350	3412	X	
35	Schrauben einsetzen und anziehen (ofenseitig)	350	3762	X	
36	obere Multikupplungen montieren	100	3862	X	
37	Presse öffnen und Distanzringe entfernen	46	3908	X	
38	Referenzfahrt	60	3968	X	
39	Endschalter einstellen	60	4028	X	
40	Regloplast Temperatur einstellen	190	4218	X	
41	Roboter 2 in Betriebsposition fahren	73	4291	X	
42	Ofenprogramm, Portalroboter, Rovinge	600	4891	X	
Gesamtzeit aller Arbeitsschritte:			4891	Sekunden	
			81.52	Minuten	

Tabelle 8: SMED-Workshop Arbeitsschritte Presse

Anhand dieser gewonnenen Daten kann der IST-Zustand beschrieben werden. Aufbauend auf dieser Analyse wird im folgenden Kapitel der optimale Zustand, also der SOLL-Zustand, ausgearbeitet.

5.2.3.4 Katalog technischer Mängel

Im Rahmen des SMED-Workshops haben Teilnehmer des Workshops bei einem Rundgang um die Anlage Mängel identifiziert und dokumentiert. Auf Basis dieser Daten wurde ein Katalog mit technischen Mängeln der Anlage erstellt. In Summe konnten 16 technische Mängel festgestellt werden. Der Mängelkatalog wurde der Instandhaltung übergeben, um alle Mängel zeitnah zu beheben und damit mögliche Störungen und Betriebsunterbrechungen zu vermeiden. Der Mängelkatalog befindet sich im Anhang der Arbeit.

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

5.2.4 Vorhandene Unterlagen

Schon vor dieser Diplomarbeit wurden Versuche im Unternehmen unternommen die Produktwechselzeit systematisch zu reduzieren. Dazu wurde seinerzeit ein SMED-Workshop durchgeführt. Das Ergebnis dieses Workshops besteht aus dem in Abbildung 28 dargestellten Produktwechsels in Form einer Karte.

		autoneum		
Abi.	Anlageführer	Mitarbeiter 1(Hinten)	Mitarbeiter 2(Vorne)	Mitarbeiter 3
1	Presse zufahren	Distanzringe einlegen Presse	Distanzringe einlegen Presse	Altes Layout versorgen Distanzringe in Stanze
2	Roboter in Parkposition fahren	Spannschrauben lösen vorne (MA 2 helfen)	Spannschrauben und Multikupplungen lösen	Stanze zufahren
3	Presse hochfahren und verriegeln	Kodier und Hilfs- funktionsstecker lösen	Tisch rausfahren	Spannschrauben hinten + vorne am Tisch + Stößel lösen
4	Temperiergeräte ausschalten	WZ anhängen Stößel + Tisch reinigen	WZ anhängen Stößel + Tisch reinigen	Kodier und Hilfs- funktionsstecker lösen
5	Altes WZ mit Kran wegtransportieren	Parallelzylinder wechseln nach TV	Tisch reinigen + Zentrier- kegel nach TV montieren	Altes WZ mit Stapler wegtransportieren
6	Neues WZ mit Kran positionieren	Neues WZ anhängen und mithelfen zu positionieren	Neues WZ anhängen und mithelfen zu positionieren	Tisch reinigen Zentrierkegel nach TV
7	Neues Program laden, Presse zufahren+ Roboter in GWP fahren	Kodier und Hilfs- funktionsstecker mont.	Tisch reinfahren	Neues WZ mit Stapler einbauen
8	Temperiergeräte einschalten und Linie 2 HK Ofen mit GMT füllen	Spannschrauben be- festigen am Stößel (vorne)	Spannschrauben und Multikupplungen befestigen	Spannschrauben hinten + vorne am Tisch + Stößel befestigen
9	Referenzfahrt machen (Presse)	Greifer wechseln an Roboter 1 und 2	Greifer wechseln an Roboter 1 und 2	Greifer wechseln an Roboter 1 und 2
10	Kontrolle: Schrauben angezogen, Greifer fest montiert und richtiges Datum im Presswerkzeug	Spannschrauben be- festigen am Tisch nach der Referenzfahrt	Spannschrauben be- festigen am Tisch nach der Referenzfahrt	Referenzfahrt machen und neues Layout ein- richten

← MA Presse → MA Stanze →

Abbildung 28: Werkzeugwechselkarte

Diese Karten wurden an die Mitarbeiter ausgeteilt, die in der Regel den Produktwechsel durchführen. Bei der Analyse mehrerer Produktwechsel musste festgestellt werden, dass aufgrund mangelnder Schulungen nicht nach diesen Karten gearbeitet werden kann.

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

http://www.ub.tuwien.ac.at

5.3 Wertstromanalyse

Um den gesamten Herstellungsprozess zu visualisieren, wurde für dasselbe Produkt, welches für den SMED-Workshop herangezogen wurde, eine Wertstromanalyse erstellt. Auf dieser Wertstromanalyse ist, wie schon im Theorieteil beschrieben, der Material- und Informationsfluss durch die gesamte Produktion dargestellt.

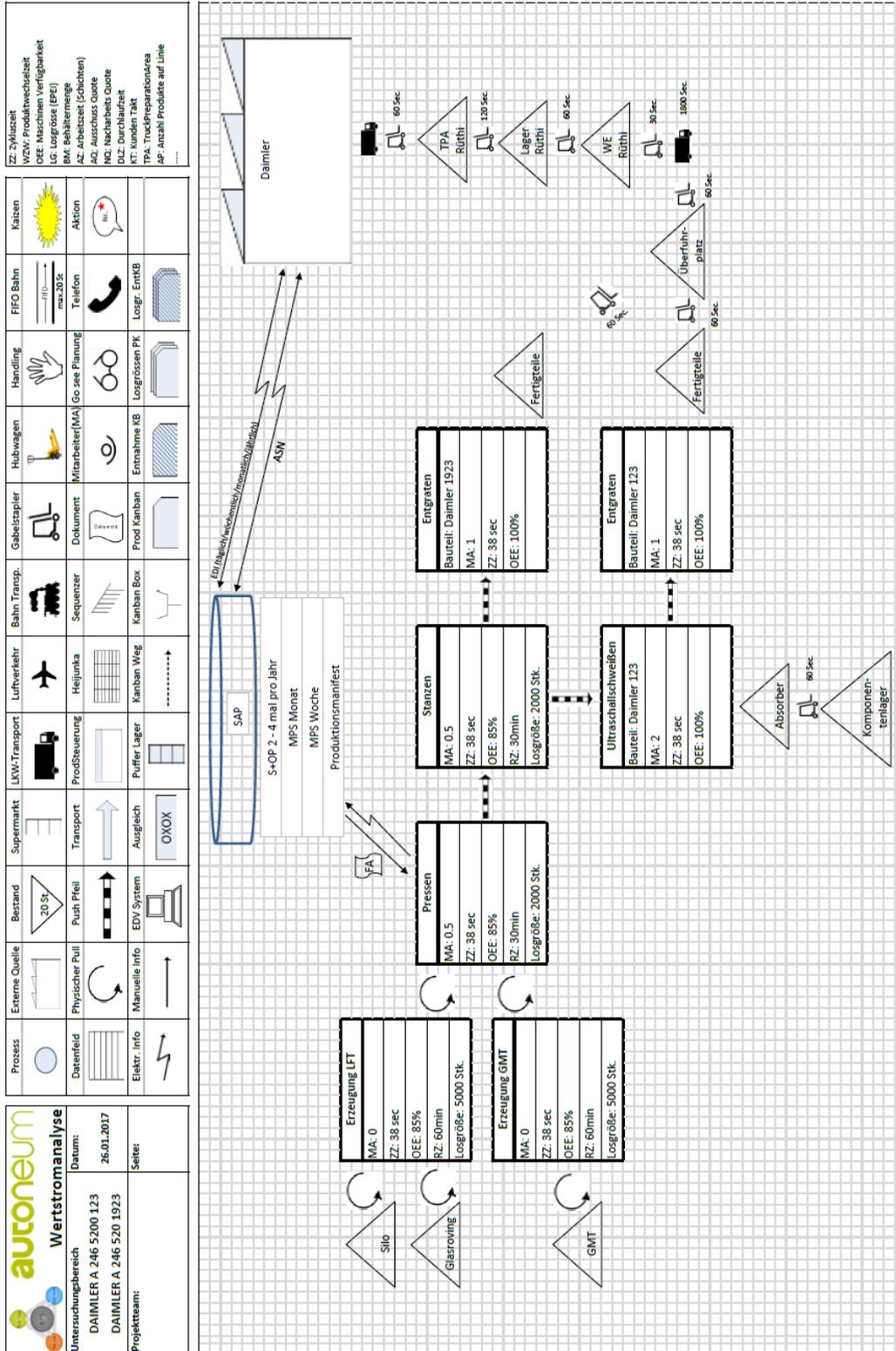


Abbildung 29: VSM DAIMLER 0123/1923 (eigene Darstellung)

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

5.4 Optimierungen des Produktwechsels

The approved original version of this diploma or master thesis is available in the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/>

Im folgenden Kapitel wird das im Rahmen dieser Diplomarbeit erarbeitete Konzept zur Reduzierung der Produktwechselzeit erläutert. Im Zuge der Optimierung steht nicht nur der primären Produktwechsel im Fokus, sondern auch die organisatorischen Schnittstellen werden beleuchtet, um die Problemstellung ganzheitlich zu betrachten und um ein bestmöglichstes Ergebnis zu erzielen. In der Abbildung 30 ist schematisch dargestellt wie das Konzept zur Reduzierung der Produktwechselzeit aussieht.

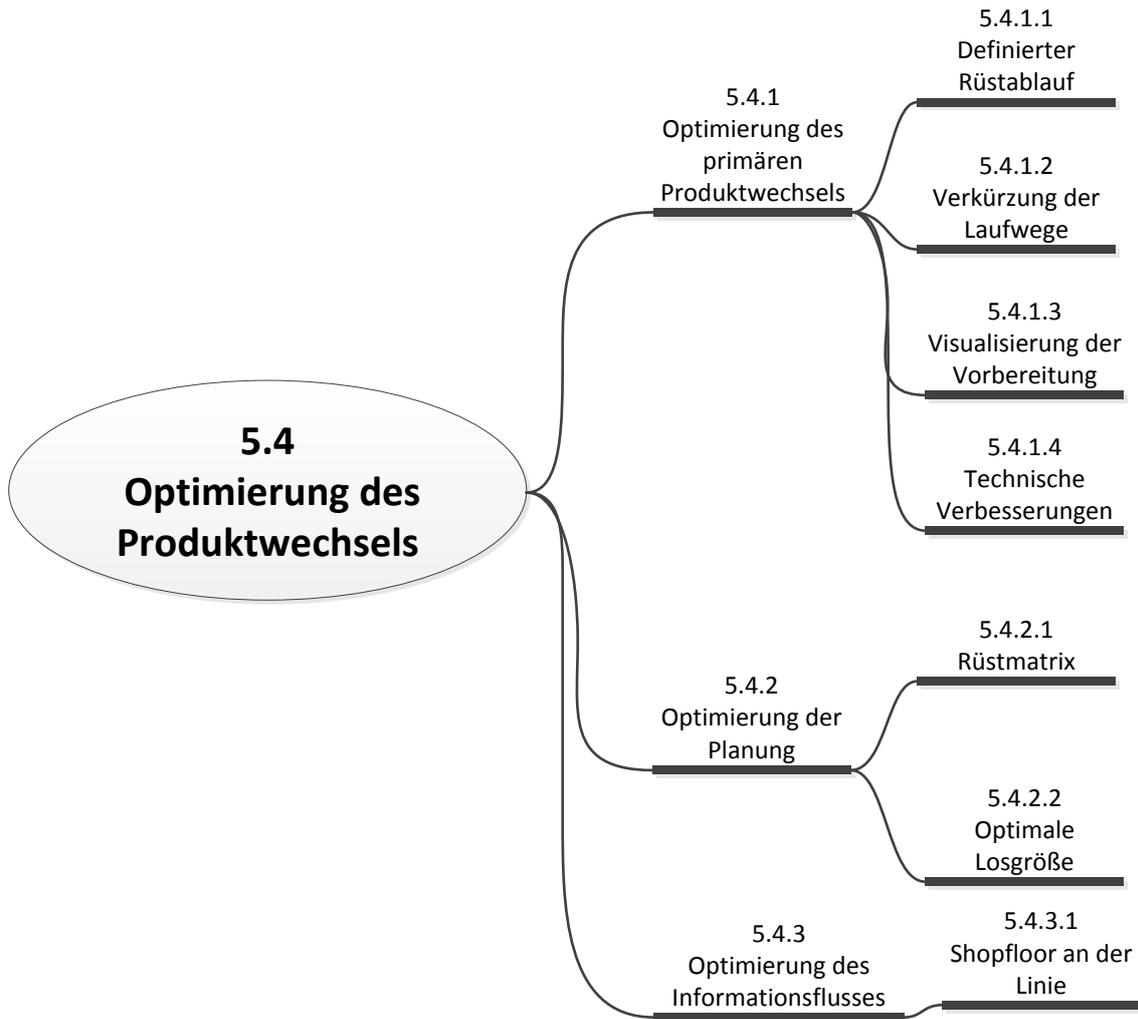


Abbildung 30: Optimierungszusammenhang

5.4.1 Optimierung des primären Produktwechsels

Nachfolgend wird die Optimierung des primären Produktwechsels erläutert. In diesem Zusammenhang wird der Ablauf des Prozesses verdeutlicht und wie im Theorieteil beschrieben, die Methoden der Rüstzeitoptimierung (SMED) eingesetzt.

5.4.1.1 Definierter Rüstablauf

Der organisatorische Ablauf des Produktwechsels stellt den größten Hebel zur Reduzierung der Produktwechselzeit dar. Wie bereits in der Erläuterung des Ausgangszustands dokumentiert, wird aktuell nicht nach dem vorgegebenen Ablauf gearbeitet. Dieses Vorgehen führt dazu, dass keine Abstimmung der Arbeitsabläufe vorhanden ist und somit zu keinem Zeitpunkt das Optimum der Produktwechselzeit erreicht werden kann. Aufgrund dieses Zustandes wurde in Zusammenarbeit mit den verantwortlichen Prozessoptimierern, Anlagenführern und Werkzeugwechslern ein optimaler Ablauf des Produktwechsels definiert und auf der folgenden Seite veranschaulicht.

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

The approved original version of this diploma or master thesis is available in the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

Ablauf Produktwechsel UFS					
Anlagenführer	MA Presse (ofenseitig)	MA Presse (stanzenseitig)	MA Stanze	Zeit	
Auftrag und Mitarbeiter scannen + Rückschub	Unterstützung AF mit Rückschub		Stanzabfallband wegschieben	5 min	
	IO Band wegrollen		Distanzringe montieren und Stanze zufahren		
	Distanzringe einlegen		Stanzabfallschieber abmontieren und Stanzabfälle entsorgen		
Roboter 2 in GWP fahren	Abdeckung Gewindestangen entfernen	Presse zufahren	Sensorkabel und Druckluft abhängen	10 min	
Ausbau Entnahmegreifer			Schrauben lösen		
Einbau Entnahmereifer				Schrauben lösen	
Roboter 2 in Parkposition	obere Multikupplungen lösen und in Halterung fixieren		Stanze öffnen		15 min
Programme Ofen, Extruder, Presse laden und Rovinge einstellen	untere Multikupplungen lösen und in Halterung fixieren		Kodierungsstecker abhängen	10 min	
	Schrauben lösen (ofenseitig)	Schrauben lösen (stanzenseitig)	Ausbau und Reinigung des ersten Werkzeugs (mit Stapler)		
			Reinigung Bereich vor der Stanze		
			Parallelzylinder wegmontieren		
			Einfahren des ersten neuen Stanzwerkzeug		
	Roboter 2 nach hinten schieben	Presse öffnen	Ausbau und Reinigung des zweiten Werkzeugs (mit Stapler)		
			Reinigung des Stanztisches (Entfernen der Plastikfolie und Reinigung mittels Besen)		
	Presstisch rausfahren				Setzen der Zentrierkegel laut TV
	Presswerkzeug 1 (alt) wegfahren	Parallellzylinder wechseln	Programm laden		
			Kodierungskabel einstecken		
Schrauben ansetzen erstes Werkzeug Unterteil					
Einfahren des zweiten neuen Stanzwerkzeug					
Presswerkzeug 1 (neu)einfahren	Reinigung Presse	Kodierungskabel einstecken			
		Stanze schließen			
Presswerkzeug 2 (alt) wegfahren	Positionierkegel laut TV setzen	Schrauben montieren			
		Sensorkabel und Druckluft anhängen			
Roboter 2 in GWP fahren	Reinigung Presse	Stanze öffnen und Distanzringe entfernen	25 min		
Ausbau Nadelgreifer	Presswerkzeug 2 (neu)einfahren	Ausbau Nadelgreifer	Ausbau Nadelgreifer		
Einbau Nadelgreifer		Einbau Nadelgreifer	Einbau Nadelgreifer		
Presstisch einfahren			Referenzfahrt	30 min	
Roboter 1 in Betriebsposition fahren	Abdeckung Gewindestangen einfügen	Presse zufahren	Abfallschieber montieren	35 min	
	Schrauben fixieren (ofenseitig)	Schrauben fixieren (stanzenseitig)	Reinigung Bereich vor der Stanze		
	Roboter 2 nach vorne schieben		Stanzabfallband vor die Stanze fahren		
Roboter 2 in Betriebsposition fahren	untere Multikupplung montieren		Endschalter positionieren	40 min	
	obere Multikupplung montieren		Stanze öffnen		
Presse öffnen und Distanzringe entfernen			Parallelzylinder montieren		
Referenzfahrt	IO Band zurückrollen		Layout einrichten		
Endschalter einstellen	Regloplas Temperatur einstellen				

Abbildung 31: Ablauf Werkzeugwechsel

Um einen optimalen Produktwechselprozess zu definieren, wurde ein visueller Ablauf ausgearbeitet, welcher eine detaillierte Reihenfolge der Arbeitsschritte und den dazugehörigen zeitlichen Aufwand abbildet. Der visuelle Ablauf lässt sich im Rahmen der gedruckten Form der Arbeit nicht darstellen. Wie in der Abbildung 31 ersichtlich, wurde zu diesem Zweck eine vereinfachte Version erarbeitet. Bereits durch ein erstes Umsortieren der im SMED-Workshop erfassten Arbeitsschritte wird ersichtlich, dass ein Produktwechsel mit einer Dauer von knapp 45 Minuten erreicht werden kann. Damit ist erwiesen, dass eine deutliche Reduzierung der Produktwechselzeit ohne zusätzliche Investitionen möglich ist. Um den in der Theorie erarbeiteten Ablauf in der Praxis umzusetzen, wurden dieselben Mitarbeiter, die schon im SMED-Workshop involviert waren, herangezogen. Bei diesem Durchlauf wurde eine Zeit von knapp über 45 Minuten erzielt. Berücksichtigt man die Tatsache, dass die Mitarbeiter bei dem Testlauf keine Routine hatten, so ist davon auszugehen, dass die Zeit von 45 Minuten unterschritten werden kann.

Um eine Produktwechselzeit unter 45 Minuten zu erreichen, ist eine optimale Vorbereitung des Wechsels und eine Schulung der Mitarbeiter unumgänglich.

5.4.1.2 Verkürzung der Laufwege

Die Verkürzung der Laufwege betrifft im Wesentlichen Strecken, die zur Vorbereitung des Produktwechsels zurückgelegt werden müssen. Eine Kürzung der Laufstrecken führt zu einer direkten Reduzierung der Vorbereitungszeit. Dies ist besonders wichtig, wenn mehrere Produktwechsel in einer Schicht durchzuführen sind. Dieses Vorgehen beschreibt die Reduzierung eines externen Vorganges, was der fünften Stufe des SMED-Ablaufs entspricht.

- **Einlegen der Entgratlehren in die Stanzwerkzeuge**

Die Entgratlehren haben dieselben Abmessungen wie die Produkte und können vor dem Schließen der Stanze dort eingelegt werden. In einigen Fällen war es notwendig, die im folgenden Bild rot dargestellten Distanzringe zu verlängern, um genügend Platz für die Lehren zu schaffen. Da die Entgratlehren nun mit der Stanze im Lager verstaut werden können, entfallen der Lagerplatz und der zuvor notwendige Laufweg um die Lehren an die Linie zu bringen.

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>



Distanzring

Abbildung 32: Entgratlehren in Stanzwerkzeug

Entgratlehre

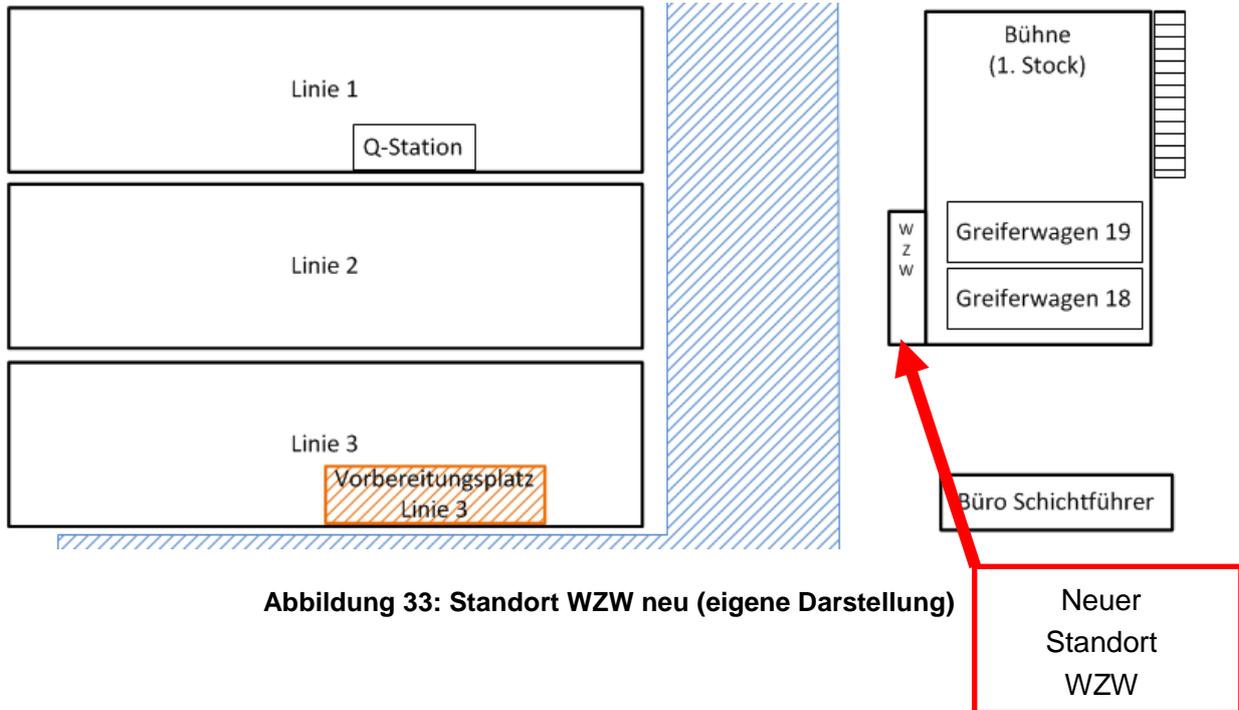
Distanzring

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.at/>

• **Standort der Werkzeugwechselwagen**

Der Stellplatz für die Werkzeugwechselwagen hinter den Pressen ist nicht optimal gelegen, da weite Wege zurückgelegt werden. Um unnötige Laufwege zu vermeiden, würde ein neuer Standort für die Wagen definiert. Dieser Standort befindet sich auf der Seite der Presse, wo sie auch tatsächlich benötigt werden.



• **Werkzeugwechselwagen an den Linien**

Die bestehenden Werkzeugwechselwagen, welche für mehrere Linien herangezogen werden, sind durch neue Werkzeugwechselwagen ersetzt worden, die einen fixen Platz an jeder Linie haben. In diesen Wägen ist das an der Linie benötigte Werkzeug übersichtlich angeordnet und visualisiert. Somit konnten hier die Prinzipien des 5S angewandt werden.



Abbildung 34: Werkzeugwechselwagen

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/>

• **Ergebnis Optimierung der Laufwege**

Durch die beschriebenen Maßnahmen sehen die Laufwege für die Vorbereitung eines Produktwechsels nun folgendermaßen aus:

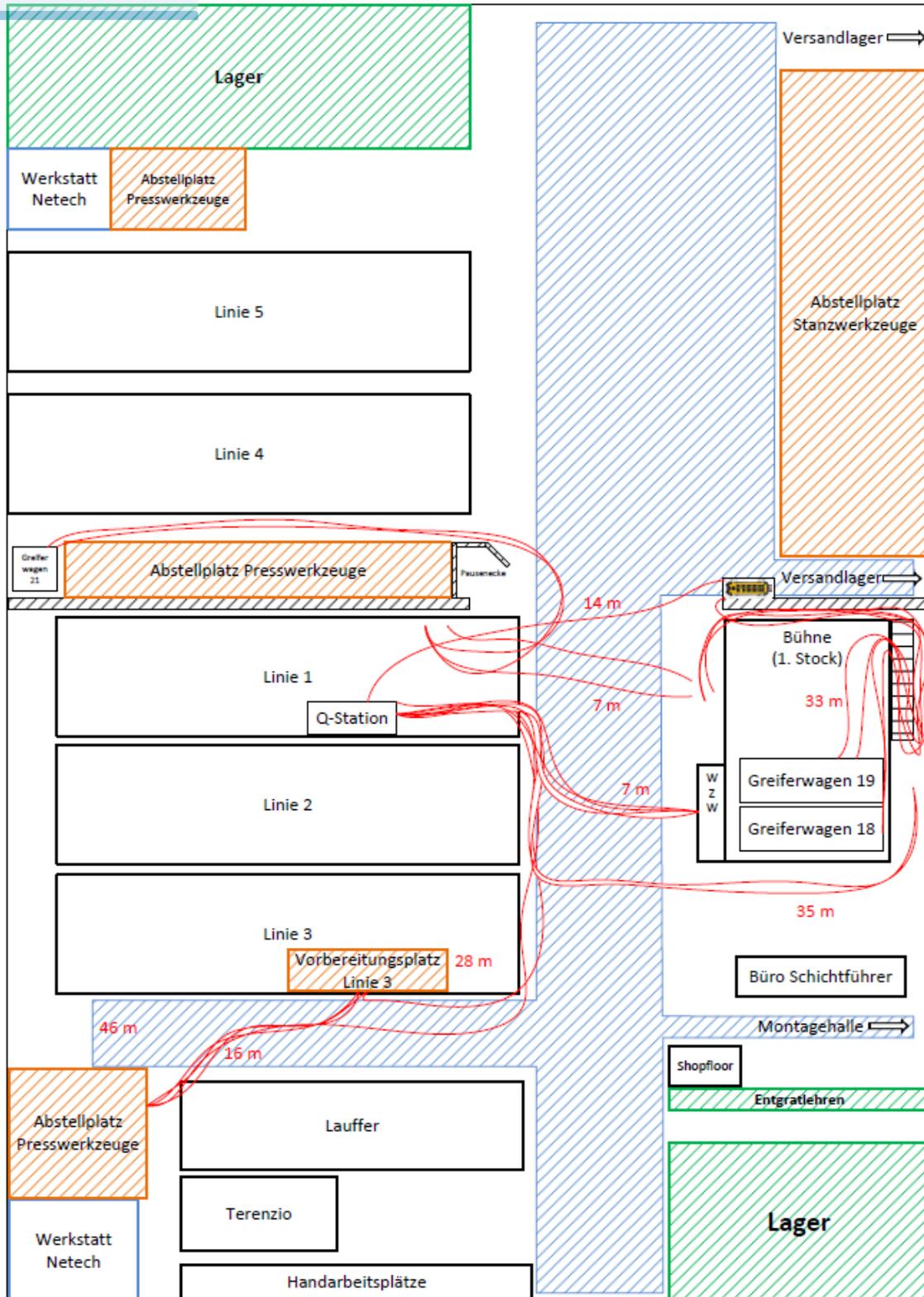


Abbildung 35: Laufwege optimiert (eigene Darstellung)

Zurückgelegte Wege für die Vorbereitung			
Beschreibung der Strecke	Länge pro Weg [m]	Anzahl	Gesamtlänge [m]
Q-Station --> Fernbedienung Kran	14	1	14
Fernbedienung Kran --> Bühne 1. Stock	33	1	33
Bühne 1. Stock --> Abstellposition Kran	33	3	99
Abstellposition Kran --> Linie 1	7	2	14
Q-Station --> Vorbereitungsplatz Linie 3	28	2	56
Vorbereitungsplatz Linie 3 --> Abstellplatz Presswerkzeuge	16	4	64
Q-Station --> Parkplatz Werkzeugwagen	7	4	28
Q-Station -> Entgratlehren	42	4	168
Q-Station --> Ständer für Entgratlehren	35	2	70
Suche nach Werkzeug	116	1	116
		Summe:	378

Tabelle 9: Laufwege optimiert

Da die Entgratlehren mit den Stanzwerkzeugen angeliefert werden, entfallen diese Laufwege komplett. Durch die umgesetzten der 5S Maßnahmen entfällt des Weiteren die Suche nach den notwendigen Werkzeugen. Der Weg von der Q-Station zu den Werkzeugwechselwagen hat sich von 46 auf 7 Meter je Weg reduziert. Somit ergibt sich ein Laufweg von 378 Metern pro Produktwechsel. Dies entspricht im Vergleich zur Ausgangssituation mit 818 Metern einer Reduzierung des Laufwegs um 53,8%.

Wenn man dies in eine Zeitersparnis umrechnet, mit einer durchschnittlichen Schrittgeschwindigkeit von einem Meter pro Sekunde, so ergibt sich eine Zeitersparnis von 6 Minuten im Vergleich zur Ausgangssituation. Somit kann die Vorbereitungszeit für einen Produktwechsel auf 36 Minuten reduziert werden.

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.at>

5.4.1.3 Visualisierung der Vorbereitungstätigkeiten

Um einen schnellen und reibungslosen Produktwechsel durchführen zu können, ist es notwendig die benötigten Materialien und Werkzeuge zur richtigen Zeit am richtigen Ort zu haben. Um dies zu erreichen, wurde ein einfaches System erarbeitet, welches dem Anlagenführer signalisiert, ob das benötigte Material vor Ort ist und der Produktwechsel beginnen kann.

Für jedes Produkt wurden Karten der benötigten Materialien für den bevorstehenden Produktwechsel angefertigt. Jede Karte hat dabei eine grüne und eine rote Seite. In der Abbildung 36 und 37 sind die Karten eines Produktes dargestellt.

STANZWERKZEUG	STANZWERKZEUG	STANZWERKZEUG	STANZWERKZEUG
Produkt	Produkt	Produkt	Produkt
BMW 7 213 673-05 BMW 7 213 674-06			
Equipmentnummer	Equipmentnummer	Equipmentnummer	Equipmentnummer
40002283	40002283	40002285	40002285
2006886	2006886	2006888	2006888
Lagerplatz	Lagerplatz	Lagerplatz	Lagerplatz
Stanzenlager	Stanzenlager	Stanzenlager	Stanzenlager
Bemerkungen	Bemerkungen	Bemerkungen	Bemerkungen
Linkes Werkzeug	Linkes Werkzeug	Rechtes Werkzeug	Rechtes Werkzeug

PRESSWERKZEUG	PRESSWERKZEUG	PRESSWERKZEUG	PRESSWERKZEUG
Produkt	Produkt	Produkt	Produkt
BMW 7 213 673-05 BMW 7 213 674-06			
Equipmentnummer	Equipmentnummer	Equipmentnummer	Equipmentnummer
40002284	40002284	40002282	40002282
2006887	2006887	2006885	2006885
Lagerplatz	Lagerplatz	Lagerplatz	Lagerplatz
Lager Presswerkzeuge	Lager Presswerkzeuge	Lager Presswerkzeuge	Lager Presswerkzeuge
Bemerkungen	Bemerkungen	Bemerkungen	Bemerkungen

Abbildung 36: Vorbereitungskarten Produktwechsel

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

http://www.ub.tuwien.ac.at

The approved original version of this master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

http://www.ub.tuwien.ac.at/eng

ENTNAHMEGREIFER	ENTNAHMEGREIFER	NADELGREIFER	NADELGREIFER
Produkt	Produkt	Produkt	Produkt
BMW 7 213 673-05 BMW 7 213 674-06			
Equipmentnummer	Equipmentnummer	Equipmentnummer	Equipmentnummer
40005448	40005448	40005447	40005447
5812	5812	5811	5811
Lagerplatz	Lagerplatz	Lagerplatz	Lagerplatz
Wagen Nr. 21 Linie 4	Wagen Nr. 21 Linie 4	Wagen Nr. 19 Bühne Primeranlage	Wagen Nr. 19 Bühne Primeranlage
Bemerkungen	Bemerkungen	Bemerkungen	Bemerkungen
LAYOUT	LAYOUT	WERKZEUGWAGEN	WERKZEUGWAGEN
Produkt	Produkt	Produkt	Produkt
BMW 7 213 673-05 BMW 7 213 674-06			
Equipment	Equipment	Presse	Presse
Tisch	Tisch	12x Spannpratzensett 50	12x Spannpratzensett 50
		12x Tellerset	12x Tellerset
		Stanze	Stanze
		8x Inbussschraube	8x Inbussschraube
		8x Spannpratzenset 50	8x Spannpratzenset 50

Abbildung 37: Vorbereitungskarten Produktwechsel

Steht ein Produktwechsel an, so kommen die Karten mit dem Auftrag im Produktordner an die Linie. Der Anlagenführer hat nun die Aufgabe, die Karten mit der roten Seite nach außen in eine Halterung zu stecken. Rot bedeutet, dass noch keine Vorbereitung stattgefunden hat. Der Mitarbeiter, der für die Vorbereitung verantwortlich ist, entnimmt die Karten und stellt die benötigten Materialien und Werkzeuge bereit. Ist die jeweilige Komponente für den Produktwechsel bereit, so darf er die Karte mit der grünen Seite nach außen stecken. Erst wenn alle Karten auf grün gesteckt sind, darf mit dem Produktwechsel begonnen werden. In der Abbildung 38 ist zu sehen, wie die Visualisierung an der Anlage aussieht.



Abbildung 38: Visualisierung der Vorbereitung

Durch diese Art der Visualisierung ergeben sich folgende Vorteile:

- Der Anlagenführer hat sofort eine visuelle Bestätigung, wie weit fortgeschritten die Vorbereitungstätigkeiten sind.
- Durch die Informationen auf den Karten, wie beispielsweise der Werkzeugnummer, dem Lagerort oder der Materialstückzahl, vereinfacht sich die Suche nach den Komponenten.
- Es wird sichergestellt, dass alle benötigten Teile vor Ort sind und es dadurch zu keinen Unterbrechungen während des Produktwechsels kommt.
- Durch strikte Einhaltung der Visualisierung können mehrere Personen an der Vorbereitung arbeiten.
- Bei einer Vorbereitungstätigkeit, welche sich über einen Schichtwechsel hinweg erstreckt, ist der neue Mitarbeiter sofort informiert, was noch vorbereitet werden muss.
- Es ist für alle Beteiligten klar, wann ein Werkzeugwechsel starten darf.

5.4.1.4 Technische Verbesserungen

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde untersucht, welche technischen Optimierungen vorgenommen werden können, um den Produktwechsel zu beschleunigen. Hydraulische Spanner dienen dazu, die Werkzeuge hydraulisch auf dem Pressentisch zu befestigen. Bei neuen Anlagen gehören diese im Regelfall bereits zur Grundausstattung. Allerdings müssen dazu die Werkzeuge mit entsprechenden Spannnuten ausgestattet sein. Wenn man die Werkzeuge, die auf der Linie eins verwendet werden, betrachtet, so besitzen nur fünf der Werkzeuge solche Spannnuten. Alle anderen Werkzeuge müssen mit herkömmlichen Spannpratzen montiert werden.

Produktbezeichnung	Presswerkzeug 1	Presswerkzeug 2	Kompatibel für hydraulische Spanner?
FUE 38 DAIMLER A 246 5200 123 /223/1923/1823/1623/	40002544 2007164	40002542 2007162	JA
BMW 7 213 673-05 BMW 7 213 674-06	40002284 2006887	40002282 2006885	NEIN
BMW 7 293 610-08 BMW 6 850 067-03	40002764 2007395	40002709 2007329	JA
FUE44 BMW 7 345 168/177	2008006		NEIN
FUF38 BMW 7 905 274-05	40002535 2007155		JA
FUF38 Daimler A 253 6931 100	40005966		JA
FUF38 Daimler A 253 6931 200	40005968		NEIN
FUE38 BMW 8 049 956-09	40002537 2007157		JA
FUF38 Daimler A 242 6840 418	2008117		NEIN

Tabelle 10: Werkzeuge der Linie eins

Durch die Verwendung solcher hydraulischer Spanner kann die Produktwechselzeit der Anlage um 3 Minuten verringert werden. In Zahlen ausgedrückt bedeutet diese Zeitersparnis eine Kostenersparnis von 25,50 CHF pro Produktwechsel. Geht man nun davon aus, dass die Werkzeuge, welche hydraulisch gespannt werden können, einmal pro Woche auf der Anlage sind, so ergeben sich pro Jahr 250 Produktwechsel, bei denen diese Einsparung zum Tragen kommt. Multipliziert man nun diese 250 Produktwechsel mit der 25,50 CHF Einsparung pro Produktwechsel, so ergibt sich ein Einsparungspotential von 6.375 CHF pro Jahr.

Die Linie eins müsste mit solchen hydraulischen Spannern nachgerüstet werden. Um die Kosten für eine Nachrüstung zu bestimmen, wurde ein entsprechendes Angebot eingeholt. Der Materialpreis für die Spanner liegt bei 30.000 CHF. Zuzüglich der Montagekosten beläuft sich die Beschaffung auf 35.000 CHF. Bei einem Einsparungspotential von 6.375 CHF pro Jahr, liegt der Break-Even-Point der

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/>

Investition bei fünfeinhalb Jahren. Aufgrund dieser langen Amortisationszeit ist von einem Kauf einer solchen Spannmöglichkeit derzeit abzuraten. Für die Zukunft sollte jedoch schon bei der Bestellung von Werkzeugen darauf geachtet werden, dass solche Spannnuten vorhanden sind.

The approved original version of this diploma/master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

http://www.ub.tuwien.ac.at

5.4.2 Optimierung der Planung

Bei Gesprächen mit den Schicht- und Anlagenführern während der Durchführung der Diplomarbeit wurden folgende Auffälligkeiten bezüglich der Planung festgestellt:

- Die Produktreihenfolge ist nicht optimal - somit kommt es zu unnötigen Produktwechsel.
- Die Losgröße von Produkten, die wöchentlich gefertigt werden, ist nicht an den Herstellungsprozess angepasst.

Nach Rücksprache mit der Planung konnte festgestellt werden, dass diese weder über eine Rüstmatrix, noch über eine Berechnung der minimalen Losgröße verfügt.

5.4.2.1 Rüstmatrix

Die Rüstmatrix soll die Planung bei der Reihenfolgebildung der Produkte unterstützen. In einer Rüstmatrix sind die Zeiten aufgeführt, die angeben, wie lange der Wechsel von einem Produkt zum nächsten dauert. Somit kann in weiterer Folge eine optimierte Reihenfolge der Produkte erarbeitet werden. Durch optimale Aneinanderreihung der Produkte können Produktwechsel teilweise eliminiert oder verkürzt werden. In der Abbildung 39 ist die erarbeitete Rüstmatrix für die Linie eins dargestellt.

VON \ AUF	Daimler A 246 5200 123	Daimler A 246 5200 123	Daimler A 246 5200 223	Daimler A 246 5200 223	Daimler A 246 5200 123	Daimler A 246 5201 923	Daimler A 246 5200 123 Nissan	Daimler A 246 5200 123	Daimler A 246 5200 1923 Nissan	Daimler A 246 5200 223	Daimler A 246 5201 823	Daimler A 246 5200 223	Daimler A 246 5201 623	BMW 7 345 168	BMW 7 345 177	Daimler A 253 693 1200	Daimler A 253 693 1100	Daimler A 242 6840 418	BMW 7 905 274-05	BMW 8 049 956-09	BMW 7 213 673-05	BMW 7 213 674-06	BMW 7293 610-08	BMW 6 850 067-03	
Daimler A 246 5200 123		20 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min
Daimler A 246 5200 223	20 min		20 min	20 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min
Daimler A 246 5200 123	5 min	20 min		5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min
Daimler A 246 5200 123 Nissan	5 min	20 min	5 min		5 min	20 min	20 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min
Daimler A 246 5200 123	5 min	5 min	5 min	5 min		5 min	5 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min
Daimler A 246 5200 223	5 min	5 min	5 min	20 min	5 min		5 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min
Daimler A 246 5200 223	5 min	5 min	5 min	20 min	5 min	5 min		45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min
Daimler A 246 5201 623	5 min	5 min	5 min	20 min	5 min	5 min	5 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min
BMW 7 345 168	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	5 min		45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min						
BMW 7 345 177	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	5 min		45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min						
Daimler A 253 693 1200	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min		20 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min						
Daimler A 253 693 1100	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	20 min		45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min						
Daimler A 242 6840 418	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min		20 min	20 min	45 min	45 min	45 min	45 min						
BMW 7 905 274-05	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	20 min		20 min	45 min	45 min	45 min	45 min						
BMW 8 049 956-09	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	20 min	20 min		45 min	45 min	45 min						
BMW 7 213 673-05	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min		45 min	45 min						
BMW 7 213 674-06	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min		45 min						
BMW 7293 610-08	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min							
BMW 6 850 067-03	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min							

Abbildung 39: Rüstmatrix Linie 1

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.at>

5.4.2.2 Optimale Losgröße und EPEI

Um das Maximum an Flexibilität zu erreichen, sind kleine Lose Grundvoraussetzung. Kleine Lose können nur durch vermehrte Produktwechsel realisiert werden. Zur Gewährleistung möglichst niedriger Lagerstände, wird ein EPEI-Wert von 1 angestrebt, was bedeutet, dass jedes Teil einmal täglich gefertigt wird. Die hohe Anzahl an Produktwechsel führt allerdings zu einer niedrigeren Anlagenverfügbarkeit. Somit stehen die Lagerkosten und die Kosten für einen Produktwechsel in einem Spannungsverhältnis zueinander. Im folgenden Beispiel soll mithilfe einer betriebswirtschaftlichen Berechnung die Sinnhaftigkeit von kleinen Losen hinterfragt werden.

Da die Optimierung der Produktwechselzeit und somit die Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit in späterer Folge auf alle Linien der UFS ausgerollt werden soll, wird für die Berechnung ein Produkt der Linie zwei herangezogen.

Bei dem Endprodukt „Daimler A 242 5200 023“ handelt es sich um ein Teil, welches aus den beiden Rohschalen „Daimler A 242 5240 130“ und „Daimler A 242 5240 230“ besteht. Diese beiden Rohschalen werden auf der Linie zwei produziert und in einem separaten Arbeitsschritt miteinander vernietet. Zur Erhebung der produzierten Mengen inklusive der Produktwechselzeiten, wurde der Monat Juli 2016 (KW 26 – 30) herangezogen. Die Dauer für die Produktwechsel stammt wie vorige Auswertungen aus dem Betriebsdatenerfassungssystem.

Zur Berechnung wurden folgende Zahlenwerte herangezogen:

Behälter:	Länge [m] 1	Breite [m] 1.2	Fläche [m ²] 1.2	max. Stapelhöhe 6
Maschine:	Stundensatz [CHF] 270.55			
Mitarbeiter:	Stundensatz [CHF] 60	Anzahl MA 4		
Lager:	Kosten pro m ² pro Tag [CHF] 12.5			
Behälteraufteilung:	Daimler A 242 5240 130	60		
	Daimler A 242 5240 230	30		
Betrachteter Zeitraum:	35 Tage			
Herstellkosten:	Daimler A 242 5240 130	8.85 CHF		
	Daimler A 242 5240 230	9.4 CHF		

Tabelle 11: Berechnungsgrundlage Losgrößenberechnung

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

http://www.ub.tuwien.ac.at/

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

http://www.ub.tuwien.ac.at/eng

Im betrachteten Zeitraum wurden folgende Mengen produziert und folgende Rüstkosten sind angefallen:

Bauteil:	Daimler A 242 5240 130		Endprodukt:	Daimler A 242 5200 023
	Daimler A 242 5240 230			
Linie:	2			

Kalenderwoche	Teil	Stück	Rüstzeit [min]	Rüstzeit [h]	Rüstkosten [CHF]
KW 30:	Daimler A 242 5240 130	180	40	0.67	340.37 CHF
KW 29:	Daimler A 242 5240 130	180	66	1.10	561.61 CHF
	Daimler A 242 5240 230	150	55	0.92	468.00 CHF
KW 27:	Daimler A 242 5240 230	180	47	0.78	399.93 CHF
KW 26:	Daimler A 242 5240 230	80	33	0.55	280.80 CHF
	Daimler A 242 5240 130	230	95	1.58	808.37 CHF
Summe:					2'859.08 CHF

Tabelle 12: Produktionsmengen 130/230

Aus Tabelle 11 ist ersichtlich, dass in diesem Zeitraum sechs Werkzeugwechsel stattgefunden haben und sich dadurch Rüstkosten i.H.v. 2.859 CHF angefallen sind. Es wurden dabei 590 Stück der Rohschale „Daimler A 242 5240 130“ und 410 Stück der Rohschale „Daimler A 242 5240 230“ produziert.

Geht man nun davon aus, dass die Gesamtmenge nur einmal am Monatsbeginn produziert wird, so ergibt sich folgende Behältermenge die im Lager abgestellt werden muss:

Summe:	Daimler A 242 5240 130	590	Stück	9.83	10.00	Behälter
	Daimler A 242 5240 230	410	Stück	13.67	14.00	Behälter
Summe:					24.00	Behälter

Tabelle 13: Produktionsmenge und Behälteranzahl

Da die Behälter maximal in sechs Lagen gestapelt werden können, ergeben sich aus 24 Behältern vier Stapel.

Bei der Berechnung der Lagerkosten wird nun vereinfacht davon ausgegangen, dass sich zur Monatsmitte die Anzahl der Behälter aufgrund der Kundenabrufe halbiert. So ergeben sich folgende Lagerhaltungskosten:

Kosten Lagerhaltung	Tage am Lager		Anzahl Stapel	Lagerkosten
	Tag 1-18	18	4.00	86.40 CHF
Tag 18-35	17	2.00	40.80 CHF	
Summe:			127.20 CHF	

Tabelle 14: Lagerhaltungskosten

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.
<http://www.ub.tuwien.ac.at>
 The approved original version of this diploma/master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.
<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

Da es durch die Lagerhaltung zu einer Bindung von Kapital kommt, muss die Kapitalbindung in die Berechnung mit einbezogen werden. Es ergeben sich für den Zeitraum und für einen Zinssatz von 8% folgende Kapitalbildungen:

Bezeichnung	Tag 1-18 [Stück]	Tag 18-35 [Stück]	Warenwert Tag 1-18	Warenwert Tag 18-35
Daimler A 242 5240 130	590	295	5'221.50 CHF	2'610.75 CHF
Daimler A 242 5240 230	410	205	3'854.00 CHF	1'927.00 CHF

Zinssatz	Zinsen Tag 1-18	Zinsen Tag 18-35	Summe
8.00%	726.04 CHF	363.02 CHF	1'089.06 CHF

Tabelle 15: Kapitalbindungskosten

Wenn man nun die Kosten der wöchentlichen Produktion, den Kosten der monatlichen Produktion gegenüberstellt so ergibt sich eine Kostenersparnis von 1.642,82 CHF.

Kosten wöchentliche Produktion	Kosten monatliche Produktion	
Produktwechselkosten	Lagerhaltungskosten	Kapitalbindung
2'859.08 CHF	127.20 CHF	1'089.06 CHF
	1'216.26 CHF	
Differenz:	1'642.82 CHF	

Tabelle 16: Kostenersparnis

Rechnet man dies nun auf ein Jahr hoch, so ergibt sich eine Einsparung von ca. 20.000 CHF. Dem gegenüber stehen jedoch die Lagerkosten, welche für die Behälter benötigt werden.

Durch die monatliche Produktion ergibt sich ein EPEI-Wert von 20. Erkennbar ist, dass das Bestreben eines kleinen EPEI-Wertes nicht immer betriebswirtschaftlich Sinn macht. Diese Berechnung soll als Anstoß für die Planung dienen, um eine Mindestlosgröße für die zu produzierenden Produkte in Betracht zu ziehen. Denn speziell in diesem Fall würden pro Monat sechs Werkzeugwechsel entfallen, was eine höhere Anlagenverfügbarkeit zur Folge hätte.

5.4.3 Optimierung des Informationsflusses

Um den Produktwechsel kontinuierlich zu verbessern und Probleme während eines Produktwechsels aufzeigen zu können, wurde ein Shopfloor auf Anlagenebene eingeführt.

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.at>

5.4.3.1 Shopfloor an der Linie

The approved original version of this diploma or master thesis is in the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.at>

An jeder Linie der UFS wurde ein standardisiertes Shopfloor-Board errichtet. Die für diesen Bereich zuständigen Personen wie der Produktionsleiter, der Planer, der Instandhaltungsteamleiter sowie die Prozessoptimierer, gehen jeden Morgen durch die Produktion und der Anlagenführer der Linie gibt Informationen über die letzten 24 Stunden. Auf diesem Board werden die Produktwechselzeiten mitgeschrieben und bei einer Abweichung von den geforderten 45 Minuten muss der Grund für die Abweichung niedergeschrieben werden. Im Rahmen der Shopfloor Runde können somit Aktionen eingeleitet werden, diesen Abweichungen entgegenzuwirken. In der folgenden Abbildung ist ein Shopfloor-Board dargestellt.



Abbildung 40: Shopfloor-Board

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/>

Die Formulare für die Aufzeichnung der Produktwechselzeiten sind in den Abbildungen 41 und 42 dargestellt.

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng/>

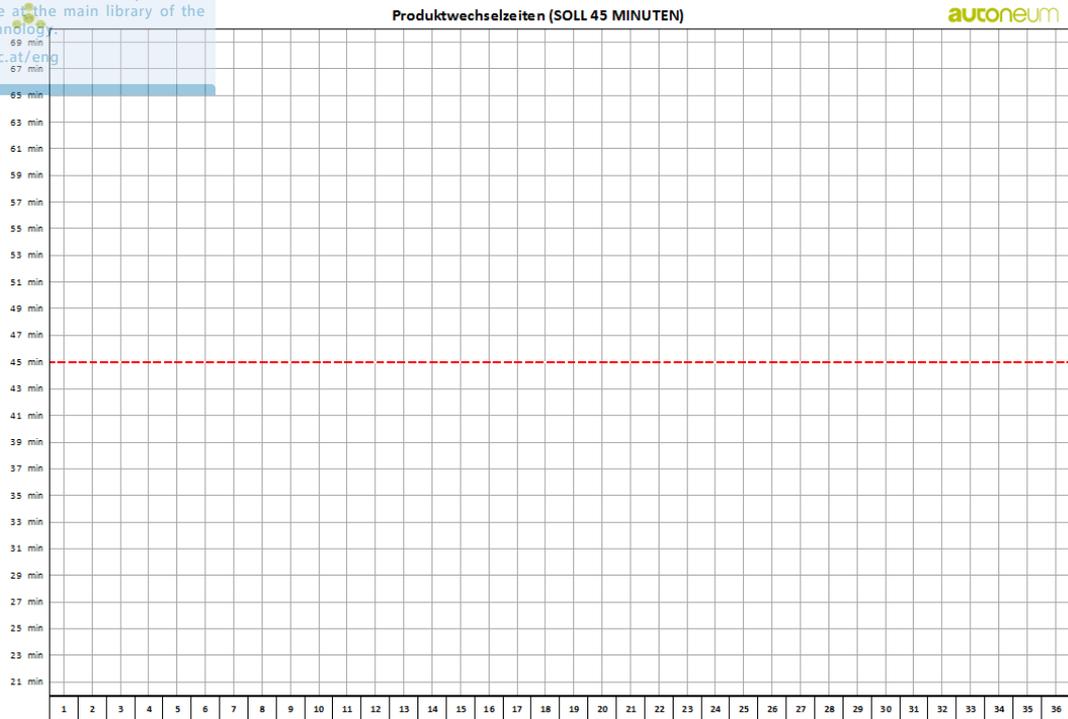


Abbildung 41: Diagramm Produktwechsel

#	Datum	Wechsel von	auf	Was hat uns daran gehindert den Produktwechsel in 45 Minuten zu machen?	#	Datum	Wechsel von	auf	Was hat uns daran gehindert den Produktwechsel in 45 Minuten zu machen?
1					19				
2					20				
3					21				
4					22				
5					23				
6					24				
7					25				
8					26				
9					27				
10					28				
11					29				
12					30				
13					31				
14					32				
15					33				
16					34				
17					35				
18					36				

Abbildung 42: Formular Abweichung Sollzeit

Durch die tägliche Kontrolle der Produktwechselzeiten werden die Anlagenführer in die Verantwortung genommen, die Produktwechsel in der geforderten Sollzeit zu erreichen.

In diesem Kapitel werden die Resultate in Bezug auf die angewendeten Methoden, die Problemstellung und die Forschungsfrage beleuchtet.

6.1 Resultat der angewendeten Methode

Durch die Anwendung der SMED-Methode konnte die Produktwechselzeit systematisch ohne die Erhöhung von eingesetzten Mitteln von durchschnittlich 71 auf 45 Minuten reduziert werden. Dies entspricht einer Zeitersparnis von 26 Minuten pro Produktwechsel, somit wurde die Zeit um 37% reduziert.

Durch das Erstellen eines Spaghetti-Diagramms während des SMED-Workshops wurden unnötige Wege aufgedeckt und konnten in einem zweiten Schritt eliminiert werden. Die Wegstrecke, die von einem Mitarbeiter für einen Produktwechsel zurückgelegt werden muss, konnte von 818 auf 378 Meter reduziert werden. Die eingesparten 440 Meter entsprechen einer Reduktion des Weges um 53,8%. Werden diese 440 Meter in eine Zeitersparnis umgerechnet, so reduziert sich die benötigte Zeit für die Vorbereitungstätigkeiten um 6 Minuten.

Die 5S Methodik wird herangezogen, um die SMED-Methode zusätzlich zu unterstützen, indem das Material, welches für den Produktwechsel benötigt wird, klar gekennzeichnet und an einem festen Platz gelagert wird.

6.2 Resultate in Bezug auf die Problemstellung

Durch die Anwendung der SMED-Methode, Spaghetti-Diagramm und 5S, konnte die Zeit für die Vorbereitung und den Produktwechsel deutlich reduziert werden. Diese Zeitersparnis kann auch in eine Kostenersparnis umgerechnet werden. Für die folgenden Berechnungen werden dieselben Maschinen- und Personalkosten wie für die EPEI-Berechnung herangezogen.

Eine Minute Produktwechsel kostet:

$$PW_{Kosten_{min}} = \text{Zeit [h]} * (\text{Maschinenkosten [CHF]} + \text{Anzahl Mitarbeiter [Stk]} * \text{Personalkosten [CHF]})$$

$$PW_{Kosten_{min}} = 0,01667h * (270CHF + 4 * 60CHF) = 8,51CHF$$

Somit ergibt sich bei einer Zeitersparnis von 26 Minuten eine Kostenersparnis von:

$$PW_{Kostenersparnis} = \text{Zeitersparnis [min]} * WZW_{Kosten_{min}} [CHF]$$

$$PW_{Kostenersparnis} = 26 \text{ min} * 8,51CHF = 221,40CHF$$

Es lassen sich also pro Produktwechsel 221,40 CHF einsparen.

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/>

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

Bei durchschnittlich 37 Produktwechsel pro Monat und einer Produktionszeit von 12 Monaten, ergibt sich pro Jahr eine Kostenersparnis von:

$$PW_{\text{ErsparnisJahr}} = PW_{\text{Kostenersparnis}} * \text{Produktwechsel pro Monat} * \text{Anzahl Monate}$$

$$PW_{\text{ErsparnisJahr}} = 221,40\text{CHF} * 37 * 12 = \mathbf{98.302\text{CHF}}$$

Ausgehend von einer durchschnittlichen Produktwechselzeit von 71 Minuten, wie zu Beginn dieser Diplomarbeit erwähnt, und einer resultierenden Zeitersparnis von 26 Minuten pro Werkzeugwechsel, welche durch die Anwendung der beschriebenen Methoden und Werkzeuge resultiert, lassen sich pro Jahr rechnerisch 98.302 CHF einsparen.

Das in dieser Arbeit erstellte Konzept konnte zum Jahresbeginn 2017 in der Produktion umgesetzt werden. In der nachfolgenden Grafik ist der Verlauf der Produktwechselzeit auf der Linie eins seit der Implementierung dargestellt.

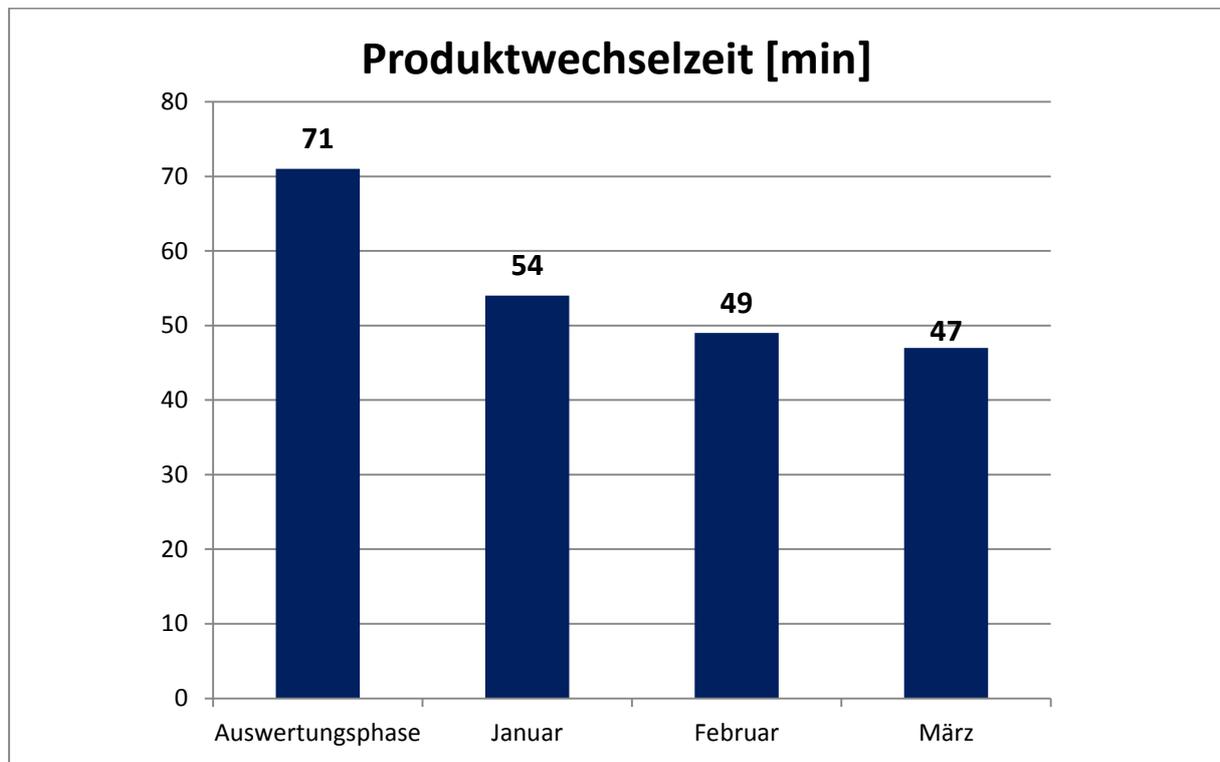


Abbildung 43: Produktwechselzeiten nach Implementierung

6.3 Resultate in Bezug auf die Forschungsfrage

Der erste Teil der Forschungsfrage setzt sich damit auseinander, welche Methoden und Werkzeuge aus dem Lean-Management Baukasten herangezogen werden können, um die Produktwechselzeit auf einer Produktionslinie zur Herstellung von Kunststoffteilen zu reduzieren. Im Rahmen dieser Arbeit wurde gezeigt, dass sich durch die Anwendung der Methoden SMED und 5S, sowie des Spaghetti-Diagramms, sich die Produktwechselzeit signifikant reduzieren lässt. Unter Einbeziehung des zweiten Teils der Forschungsfrage, der Reduzierung der Produktwechselzeit ohne Steigerung des Mitteleinsatzes, lässt sich die Aussage treffen, dass sich die Produktwechselzeit ohne Erhöhung des Mitteleinsatzes um 37% reduzieren lässt. Weitere Reduzierungen lassen sich nur durch erhebliche Investitionen realisieren.

7 Schlussfolgerungen und Ausblick

In der Abbildung 43 ist ersichtlich, dass sich das in dieser Diplomarbeit erarbeitete Konzept in der Praxis wirkungsvoll implementieren lässt. Um den positiven Trend der Reduzierung der Produktwechselzeit aufrecht zu erhalten, ist es notwendig, die beteiligten Mitarbeiter stetig weiter zu entwickeln. Durch Schulungen und Trainings sollten diese in der Zukunft befähigt werden, den Prozess des Produktwechsels eigenständig und kontinuierlich zu verbessern. Zum Abschluss dieser Diplomarbeit werden noch einige Maßnahmen erläutert, um einen Ausblick zu schaffen, wie die Produktwechselzeit noch weiter reduziert werden kann.

- **Ausrollung des Konzepts**

Da sich das Konzept auf der Linie eins bewährt hat, wäre es sinnvoll den Ablauf des Produktwechsels auf die anderen Linien auszuweiten und einen übergreifenden neuen Standard zu etablieren. Somit werden die kalkulierten Einsparungen auf allen Linien wirksam.

- **Erhöhung des Automatisierungsgrades**

Die Roboter der Linie eins müssen manuell in eine Position gefahren werden, um die Greifer wechseln zu können. Hier wäre es sinnvoll, ein System zu beschaffen, welches in der Lage ist, die Greifer automatisch zu wechseln. In anderen Bereichen des Unternehmens ist ein solches System schon vorhanden. Die Produktwechselzeit könnte mit dieser Maßnahme um 5 Minuten reduziert werden.

- **Beschaffung eines zweiten Hallenkrans**

Stünde ein zweiter Hallenkran zur Verfügung, so könnten beide Werkzeuge zur gleichen Zeit ein- und ausgebaut werden. Dies würde eine Zeitersparnis von 6 Minuten bedeuten.

- **Standardisierung von Werkzeugen**

In der Tabelle 10 ist ersichtlich, dass aufgrund von unterschiedlichen Werkzeugbauweisen nicht alle Werkzeuge mit hydraulischen Spannern montiert werden können. Bei der Neubeschaffung und Auslegung von Werkzeugen sollte ein automatisches Spannsystem berücksichtigt werden. Die Vorteile eines solchen Systems liegen nicht nur in einer Reduzierung der Produktwechselzeit, sondern auch in einer Erhöhung der Sicherheit. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass es aufgrund mangelnder Befestigung vermehrt zu Unfällen kommen kann. Mit einem hydraulischen Spannsystem wären diese Unfallrisiken ausgeschlossen. Die Kosten eines solchen Systems sind in Kapitel 5.4.1.4 dargelegt.

• **Auslagerung der Ersatzteilproduktion**

Das Unternehmen ist verpflichtet 15 Jahre nach dem Ende der Serienproduktion, Ersatzteile an den Kunden auszuliefern. Über diese Zeitspanne nehmen die Kundenabrufe stetig ab, was dazu führt, dass bestimmte Werkzeuge nur noch halb- oder vierteljährig eingebaut werden müssen. In der Abbildung 23 ist deutlich zu erkennen, dass der Anteil an produzierten Ersatzteilen, im Vergleich zu den Serienteilen, hoch ist. Der Einbau solcher Werkzeuge dauert meist sehr lange, da durch die langen Standzeiten Schäden an den Werkzeugen entstehen können. Die aufgrund der Gegebenheiten (kein Werkzeugwechseltisch, lange Transportwege mit Kran, etc.) entstehenden Produktwechselzeiten stehen im negativen Verhältnis zu den produzierten Mengen. Die Produktionslinien des Standorts Sevelen sind auf eine Ersatzteilproduktion nicht ausgelegt. Es würde sich aus betriebswirtschaftlicher Sicht anbieten, die Ersatzteilproduktion an externe Firmen zu übergeben, welche in der Lage sind, Teile in kleinen Stückzahlen effizient zu produzieren.

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

8

TU
WIENAnhang
Universitätsbibliothek

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

8.1

Katalog technischer Mängel

Mängelkatalog LINIE 1	
	
Ort des Defekts:	Türe bei Roboter 1, Ofen seitlich
Beschreibung:	Türgriff verbogen und lose, Türe klemmt, abgeschnittene Drähte sind scharfkantig und lose
Erliegt am:	(Datum und Unterschrift)

Mängelkatalog LINIE 1	
	
Ort des Defekts:	Portalroboter
Beschreibung:	Schleuse 2 fährt des öfteren bei Produktion nicht zu -> Störung
Erliegt am:	(Datum und Unterschrift)

Mängelkatalog LINIE 1	
	
Ort des Defekts:	Türe bei Roboter 1, Ofen seitlich
Beschreibung:	Abdeckung für Lampe fehlt
Erliegt am:	(Datum und Unterschrift)

Mängelkatalog LINIE 1	
	
Ort des Defekts:	Roboter 1, Ofen seitlich
Beschreibung:	Haltegriffe für Parallelzylinder fehlen
Erliegt am:	(Datum und Unterschrift)

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

Mängelkatalog LINIE 1



Ort des Defekts:

Kühlgeräte auf Seite Linie 4

Beschreibung:

Kühlgerät 202170 defekt (B3) und alle anderen haben nicht 100% Leistung!

Erliegt am:

(Datum und Unterschrift)

Mängelkatalog LINIE 1



Ort des Defekts:

Kühlgeräte auf Seite Linie 4

Beschreibung:

Verschraubung des Wasserfilters undicht -> viel Wasser am Boden

Erliegt am:

(Datum und Unterschrift)

Mängelkatalog LINIE 1



Ort des Defekts:

Pressen oben

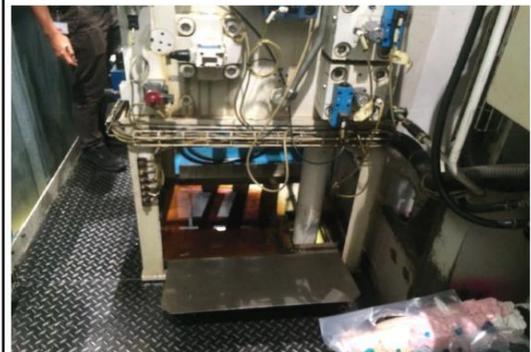
Beschreibung:

Leckage Zylinderblock und viel Öl auf der Presse (Laut Foto besteht die Leckage seit dem 12.10.2015)

Erliegt am:

(Datum und Unterschrift)

Mängelkatalog LINIE 1



Ort des Defekts:

Pressen oben

Beschreibung:

Leckage Zylinderblock und viel Öl in der Wanne

Erliegt am:

(Datum und Unterschrift)

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>



The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

Mängelkatalog LINIE 1



Ort des Defekts: Presse oben

Beschreibung: Spannpratzen liegen auf der Presse. Wie kommen die dorthin??? (SS)

Erfledigt am: (Datum und Unterschrift)

Mängelkatalog LINIE 1

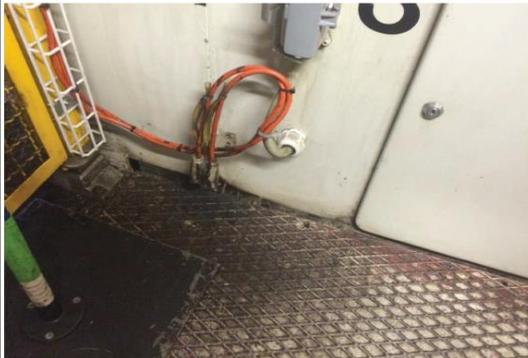


Ort des Defekts: Presse oben

Beschreibung: Leckage unter Hydraulikmotor

Erfledigt am: (Datum und Unterschrift)

Mängelkatalog LINIE 1



Ort des Defekts: Presse auf der Seite von Linie 4

Beschreibung: Temperaturüberwachung des Reservekühlgeräts sind nicht angeschlossen

Erfledigt am: (Datum und Unterschrift)

Mängelkatalog LINIE 1



Ort des Defekts: NIO Band

Beschreibung: NIO Band gerissen

Erfledigt am: (Datum und Unterschrift)

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

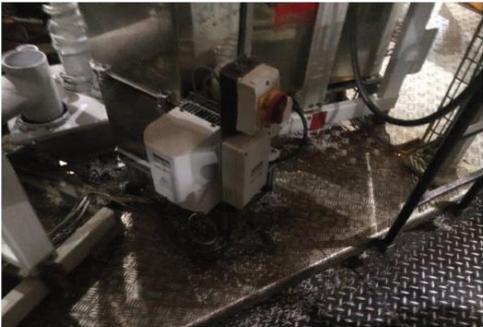


The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

Mängelkatalog LINIE 1	
	
Ort des Defekts:	Stanze auf der Seite der Linie 2
Beschreibung:	Türe verbogen -> lässt sich schwer öffnen und schliessen -> kostet Zeit beim Werkzeugwechsel
Erfledigt am:	(Datum und Unterschrift)

Mängelkatalog LINIE 1	
	
Ort des Defekts:	Stanze auf der Seite der Linie 2
Beschreibung:	Lampe für die Stanzenfreigabe ist gebrochen und notdürftig repariert
Erfledigt am:	(Datum und Unterschrift)

Mängelkatalog LINIE 1	
	
Ort des Defekts:	Presse oben
Beschreibung:	Viel Dreck am Boden (SS)
Erfledigt am:	(Datum und Unterschrift)

Mängelkatalog LINIE 1	
	
Ort des Defekts:	Presse oben
Beschreibung:	Für was liegen diese Stangen herum? (SS)
Erfledigt am:	(Datum und Unterschrift)

Brunner, F.J.: Japanische Erfolgskonzepte, KAIZEN, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance, Shopfloor Management, Toyota Production System, GD³-Lean Development, 3. überarbeitete Auflage, Carl Hanser Verlag München Wien, Wien/Ulm, 2014

Brenner, J.: Lean Production, Praktische Umsetzung zur Erhöhung der Wertschöpfung, Carl Hanser Verlag München, 2015

Dickmann, P.: Schlanker Materialfluss, mit Lean Production, Kanban und Innovationen, 3. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Grafingen bei München, 2015

Dombrowski, U.: Lean Development, aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Niedersachsen, 2015

Dombrowski, U.; Palluck, M.; Schmidt, S.: Strukturelle Analyse Ganzheitlicher Produktionssysteme, Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, erschienen März 2006, Carl Hanser Verlag München, Braunschweig, 2006

Erlach, K.: Wertstromdesign, Der Weg zur schlanken Fabrik, 2. bearbeitete und erweiterte Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Stuttgart, 2010

Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (ifaa): 5S als Basis des kontinuierlichen Verbesserungsprozess, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Düsseldorf, 2016

Koch, S.: Einführung in das Management von Geschäftsprozessen, Six Sigma, Kaizen und TQM, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Frankfurt, 2011

Kostka, C.: Der kontinuierliche Verbesserungsprozess, Methoden des KVP, 6. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2013

Kroslid, D.; Ohnesorge, D.: 5S – Prozesse und Arbeitsumgebung optimieren, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2014

Liker, J.K.: Der Toyota Weg, 14 Managementprinzipien des weltweit erfolgreichsten Automobilkonzerns, 6. Auflage, Finanz Buch Verlag, München, 2009

Lunau, S.: Six Sigma^{+Lean}, Mindset zur erfolgreichen Umsetzung von Verbesserungsprojekten, 4. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Frankfurt am Main, 2013

Matyas, K.: Supply Chain Management, Ein Konzept der unternehmensübergreifenden Optimierung von Wertschöpfungsaktivitäten, Institut für Managementwissenschaften, TU Wien, 2015

Osterloh, M.; Frost, J.: Prozessmanagement als Kernkompetenz, wie Sie Business Reengineering strategisch nutzen können, 5. überarbeitete Auflage, Gabler, 2006

VDI 2870: Ganzheitliche Produktionssysteme, Verein Deutscher Ingenieure, 2010

Westkämper, E.: Einführung in die Organisation der Produktion, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Stuttgart, 2009

Womack J.; Jones D.; Roos, D.: Die zweite Revolution in der Automobilindustrie, Konsequenzen aus der weltweiten Studie aus dem Massachusetts Institute of Technology, deutsche Übersetzung von Wilfried Hof, Campus Verlag Frankfurt/New York, 1991

Cakmakci, M.: Process improvement: performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry, Springer-Verlag London Limited, 2008

Kayis, B.; Kara, S.: Set-up reduction in injection molding process – A case study in packaging industry, 4th International Conference and Exhibition on Design and Productivity of Machine and Dies, Turkey, 2007

Van Goubergen, D.; Van Landeghem, H.: Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design. Robotics and Computer Integrated Manufacturing, vol. 18, p. 205-214, 2002

Kusar, J.; Berlec, T.; Zefran, F.; Starbek, M.: Reduction of Machine Setup Time, Journal of Mechanical Engineering 56, University of Ljubljana, p. 833-845, 2010

Rother, M.: Learning to See, value stream mapping to add value and eliminate muda, The Lean Enterprise Institute Brookline, Massachusetts, 1999

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die drei M's	8
Abbildung 2: Die 8 Arten der Verschwendung	8
Abbildung 3: Wertstrom einer Fabrik	10
Abbildung 4: Vorgehensweise Wertstromanalyse	12
Abbildung 5: Wertstromsymbole	13
Abbildung 6: Beispiel eines Spaghetti-Diagramms (eigene Darstellung)	16
Abbildung 7: KAIZEN	19
Abbildung 8: KVP (eigene Darstellung)	21
Abbildung 9: Vorgehensweise SMED (eigene Darstellung)	26
Abbildung 10: Qualität eines Produktwechsels	30
Abbildung 11: Zusammenhang Produktwechselzeit und Investition	31
Abbildung 12: Produktgruppen Autoneum Sevelen	32
Abbildung 13: Produktgruppen Autoneum Sevelen	33
Abbildung 14: Autoneum Switzerland AG Kunden	33
Abbildung 15: Luftbild Produktion Sevelen	34
Abbildung 16: Aufteilung der Abteilungen	35
Abbildung 17: Layout UFS (eigene Darstellung)	36
Abbildung 18: Dieffenbacher Linie	38
Abbildung 19: Layout Linie 1 von oben	39
Abbildung 20: Prozessbeschreibung LFT und GMT (eigene Darstellung)	40
Abbildung 21: Zusammenspiel METAVIEW	42
Abbildung 22: METAVIEW Auftragsbericht	44
Abbildung 23: Produktionshäufigkeit	48
Abbildung 24: SMED-Workshop Presswerkzeuge	49
Abbildung 25: SMED-Workshop Stanzwerkzeuge	49
Abbildung 26: SMED-Workshop Produktwechselzeiten	52
Abbildung 27: SMED-Workshop Laufwege (eigene Darstellung)	56
Abbildung 28: Werkzeugwechselkarte	61
Abbildung 29: VSM DAIMLER 0123/1923 (eigene Darstellung)	62
Abbildung 30: Optimierungszusammenhang	63
Abbildung 31: Ablauf Werkzeugwechsel	65
Abbildung 32: Entgratlehren in Stanzwerkzeug	67
Abbildung 33: Standort WZW neu (eigene Darstellung)	68
Abbildung 34: Werkzeugwechselwagen	68
Abbildung 35: Laufwege optimiert (eigene Darstellung)	69
Abbildung 36: Vorbereitungskarten Produktwechsel	71
Abbildung 37: Vorbereitungskarten Produktwechsel	72
Abbildung 38: Visualisierung der Vorbereitung	73

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/
Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Tech-
nischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/>

Abbildung 39: Rüstmatrix Linie 1	76
Abbildung 40: Shopfloor-Board.....	80
Abbildung 41: Diagramm Produktwechsel.....	81
Abbildung 42: Formular Abweichung Sollzeit	81
Abbildung 43: Produktwechselzeiten nach Implementierung	83

The approved original version of this diploma/
master thesis is available at the main library of the
Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

11 Tabellenverzeichnis

The approved original version of this diploma or master thesis is available in the main library of the Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

Tabelle 1: Gruppierung Werkzeugwechsel	24
Tabelle 2: Produkte Linie eins	46
Tabelle 3: Produkte mit demselben Werkzeug	47
Tabelle 4: Auswertung Produktwechselzeiten	50
Tabelle 5: SMED-Workshop Arbeitsschritte Vorbereitung	55
Tabelle 6: SMED-Workshop Wege Vorbereitung	57
Tabelle 7: SMED-Workshop Arbeitsschritte Stanze	58
Tabelle 8: SMED-Workshop Arbeitsschritte Presse	60
Tabelle 9: Laufwege optimiert.....	70
Tabelle 10: Werkzeuge der Linie eins	74
Tabelle 11: Berechnungsgrundlage Losgrößenberechnung	77
Tabelle 12: Produktionsmengen 130/230	78
Tabelle 13: Produktionsmenge und Behälteranzahl	78
Tabelle 14: Lagerhaltungskosten.....	78
Tabelle 15: Kapitalbindungskosten	79
Tabelle 16: Kostenersparnis	79

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>

12 Abkürzungsverzeichnis



The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>

€	Euro
bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heißt
EPEI	Every Part Every Intervall
etc.	et cetera
Fr.	Schweizer Franken
GMT	Glasmattenverstärkter Thermoplast
GPS	Ganzheitliches Produktionssystem
h	Stunde
i.H.v.	in Höhe von
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
LFT-D	Long Fiber Thermoplast Directmolding
max.	maximal
o.g.	oben genannt
OEE	Overall Equipment Efficiency
OEM	Original Equipment Manufacturer
RUS	Rieter Ultra Silent
SMED	Single Minute Exchange of Die
TM	Thermal Management
TPS	Toyota-Produktionssystem
UFS	Under Floor Systems
z.B.	zum Beispiel