



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Diplomarbeit

LEAN CAN

Lean-Methoden in der Dosenabfüllung

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)

Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Tanja Nemeth

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

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

von

Patrick Vonbrül

0826524

Guassweg 8

6834 Übersaxen

Übersaxen, im Juni 2016

Patrick Vonbrül



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 weiter 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.

Weiter 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

Zum Abschluss dieser Diplomarbeit möchte ich gerne einigen Menschen danken, welche mir mit Ratschlägen und Hilfestellungen zur Seite gestanden haben.

Als erstes möchte ich mich bei Herrn Krammer und Herrn Rauch dafür bedanken, dass sie mir die Möglichkeit gegeben haben, diese Diplomarbeit in Ihrem Unternehmen durchzuführen.

Ein großes Dankeschön gebührt Stefan Kerschbaumer, meinem Betreuer von Seiten der Firma, welcher sich immer Zeit für meine Fragen genommen hat. Er hat meine Vorschläge innerhalb kürzester Zeit durchgesehen und mich mit Ratschlägen unterstützt.

Natürlich gehört mein Dank allen Schlossern der Firma, welche mir Rede und Antwort standen, wenn ich manche Aspekte des Umbaus nicht verstanden habe. Besonderer Dank geht an die Schlosser Herr Amritzer und Herr Pastuszka welche eng mit mir an dem Projekt gearbeitet haben und für viele der Lösungsvorschläge verantwortlich sind. Oft konnten sie zur Vereinfachung meiner Lösungsvorschläge beitragen, wenn ich zu kompliziert an die Sache heranging.

Zum Schluss möchte ich mich noch bei meiner Freundin Julia bedanken, welche mir half die Texte zu korrigieren.

Kurzfassung

Ein führender österreichischer Getränkeproduzent stellt sich die Frage, welche Prozesse bei der Produktion von Dosenprodukten verbessern kann. Als Ziel dieser Diplomarbeit wird die Untersuchung der bestehenden Produktionsprozesse mittels der bekannten Lean-Methoden (SMED, Poka Yoke, 5S-Methode, PDCA-Cycle) und die Erarbeitung von Verbesserungsvorschlägen definiert.

Im ersten Teil wird die IST-Situation der Prozesse rund um die Getränkedosen dargestellt und eine Einführung in die Getränkedosenproduktion gegeben. Dabei erfolgt eine Beschreibung der verschiedenen Anlagen, die im Betrieb vorhanden sind. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sind Grundlage für die anschließend erläuterten Verbesserungspotentiale. Insbesondere hat sich die Anwendung der SMED-Methode auf den Umbau des Dosenformats sowie die Erleichterung des Informationsflusses in der Produktion als zielführende Verbesserungen herauskristallisiert.

Im zweiten Teil der Arbeit wird die IST-Situation des Umbauprozesses und Informationsflusses genau dargestellt und untersucht. Anschließend werden Verbesserungsvorschläge vorgestellt durch deren Umsetzung die Umbauzeit stark reduziert werden kann. Durch eine teilweise Umsetzung dieser Maßnahmen konnte bereits eine Zeiteinsparung von ca. 25% erreicht werden.

Zur Verbesserung des Informationsflusses wurde ein Konzept in Form einer Softwarelösung erarbeitet, welche die Übermittlung von Informationen zwischen Schichtleiter und Staplerfahrer vereinfacht.

Abstract

A leading Austrian juice producer asked himself which of their can filling production processes could be improved. The analysis of the existing processes was performed with Lean-Methods (SMED, Poka Yoke, 5S-Method, PDCA-Cycle). The development of optimization strategies was set as goal of this master thesis.

Section one describes the current can filling processes used in production. It also provides insights of can filling production in general. All machines that are used in the company's production environment are listed and described in detail. These findings are considered groundwork for the improvement concepts described further on. One essential improvement is the application of the SMED method for the changeover process at the can seamer. Another one is the simplification of information flow in production.

The current changeover process and information flow are described and analysed in section two. Some improvement concepts are presented which have potential to strongly reduce changeover time when implemented. A time reduction of 25% could be achieved in changeovers where some of these concepts had been applied.

A concept of a software solution was created for improvements of the information flow. It has the potential to smoothen information transfer between supervisor and production workers throughout all processes.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
I.	Grundlagen der Lean-Produktion.....	2
2	Lean-Entstehung und Methoden.....	2
2.1	Die fünf Hauptelemente von Lean	2
2.2	Wichtige Begriffe	4
2.3	SMED-Methode.....	8
	The Three Steps of SMED	9
2.4	Poka Yoke	13
2.5	5S-Methode.....	16
2.5.1	Eine saubere Arbeitsumgebung.....	17
2.5.2	Die fünf Säulen	19
2.6	PDCA-Cycle	23
II.	Prozessoptimierung einer Dosenabfüllanlage durch den Einsatz von Lean.....	27
3	Beschreibung des Dosenabfüllprozesses	27
3.1	Ablaufdiagramm der Dosenabfüllung	40
3.2	Erkenntnisse durch die IST-Aufnahme der Produktion.....	42
3.3	Festlegung der zu bearbeitenden Potentiale	42
4	Der Umrüstprozess	43
4.1	Aufnahme und Auswertung des ersten Umbaus	43
4.1.1	Bildmaterial des ersten Umbaus	46
4.1.2	Auswertung der Arbeitszeiten	47
4.1.3	Wirkungsgrad der wertschöpfenden Arbeitszeit.....	54
4.1.4	Analyse der Wege eines Schlossers.....	55
4.1.5	Zeitverluste durch das Holen von Werkzeug	57
4.1.6	Parallele Arbeitszeit	59
4.1.7	Deckelzuführung.....	60
4.1.8	Erkenntnisse der IST-Analyse des Umbaus	63
4.2	Ableitung des weiteren Vorgehens.....	64

4.2.1	Teambuilding	65
4.2.2	Ablaufbeschreibung des Umbaus	67
4.2.3	Veränderungsvorschläge	80
5	Informationsfluss Produktion 4	91
5.1.1	IST-Zustand des Informationsflusses	91
5.1.2	Lösungsvorschlag	94
5.1.3	Vor- und Nachteile der vorgestellten Lösung	100
6	Ergebnisse	101
6.1	Ergebnisse des Themas „Umbau“	101
6.2	Ergebnis des Themas „Informationsfluss-Optimierung“	104
7	Zusammenfassung und Ausblick	105
8	Literatur- und Quellenverzeichnis	106
9	Abbildungsverzeichnis	109
10	Formelverzeichnis	111
11	Tabellenverzeichnis	112
12	Abkürzungsverzeichnis	113

1 Einleitung

Diese Arbeit befasst sich mit der Anwendung von Lean-Methoden auf eine Abfüllproduktion von Getränkedosen im Lebensmittelbereich.

Das Standardwerk zum Thema Lean-Methoden ist das Buch von James P. Womack, Daniel T. Jones und Daniel Roos in dem die Autoren eine Studie in den Toyota Werken in Japan durchgeführt haben, um das Erfolgskonzept Lean für die westliche Welt zugänglich zu machen.¹

Wer von Lean redet, kommt unausweichlich auf die SMED-Methode zu sprechen. Diese ermöglicht es jede Umbauzeit um ein Vielfaches zu reduzieren. Durch die Formel 1 wurde diese Methode weltweit bekannt, dort werden heutzutage die Reifen im einstelligen Sekundenbereich gewechselt.

Der Erfinder der SMED-Methode Shigeo Shingo beschreibt in seinem Buch „A Revolution in Manufacturing: The SMED System“ die Entwicklungsgeschichte der Methode mit vielen Anwendungsmöglichkeiten, welche in anderen Rüstprozesse angewendet werden können.²

Die Herren Pawel Gorecki und Peter Pautsch haben sich ebenfalls mit der SMED-Methode befasst und einen interessanten Artikel erstellt, in dem sie darstellen wie eine hohe Variantenvielfalt durch effektives und schnelles Rüsten bewerkstelligt werden kann.³

¹ Womack, James P. u.a. (1991).

² Shingō, Shigeo (1985).

³ Pawel Gorecki und Peter Pautsch (2011).

I. Grundlagen der Lean-Produktion

2 Lean-Entstehung und Methoden

Lean wurde durch das „Toyota Produktionssystem“ (TPS) nach Hr. Taiichi Ohno bekannt. Das „Toyota Produktionssystem“ besteht aus mehreren Methoden und Tools, welche einen gemeinsamen Gedanken verfolgen: ständige Verbesserung in allen Punkten – dies wird auch „Lean thinking“ genannt.⁴

Lean thinking wurde durch Womack, Jones und Roos (1990) bekannt, diese haben diese Mentalität durch ihr Buch „The Machine That Changed the World“⁵ geprägt. Im Jahr 2003 erfassten sie mit einer Neuauflage des Buches die fünf Prinzipien von Lean.⁶

1. Definiere den Wert
2. Identifiziere den Wertstrom und eliminiere Verluste
3. Bringe den Wert zum fließen
4. Lass den Kunden die Produktion steuern (Pull - Prinzip)
5. Strebe nach Perfektion

Der Fokus liegt auf dem Fluss der Güter. Produkte sollen in einem bestimmten Takt von Prozess zu Prozess durch das Unternehmen wandern. Dabei sollte es zu keinen Liegezeiten kommen, in denen das Produkt nicht bewegt wird. Daher kommt der Begriff Fluss, da das Produkt wie ein Stück Holz in einem Fluss von einem Ende zum anderen treibt.⁷

2.1 Die fünf Hauptelemente von Lean⁸

Der oben genannte Fluss ist einer der fünf Hauptelemente von Lean, diese sind 1 Produktionsfluss, 2 Organisation, 3 Prozess Kontrolle, 4 Kennzahlen, 5 Logistik. Diese fünf Punkte, auf welche im Weiteren genauer eingegangen wird, stellen die verschiedenen Facetten dar, welche für eine stabile Lean-Produktion benötigt werden.

⁴ vgl. Sheila Belayutham u.a. (2016), S. 135.

⁵ Womack, James P. u.a. (1991).

⁶ vgl. Satish Tyagi u.a. (2015), S. 208.

⁷ vgl. Dickmann, Philipp (hrsg) (2009), S. 1–11.

⁸ vgl. Feld, William M. (2001a), S. 4–6.

- Produktionsfluss: Dieser Aspekt beinhaltet physikalische Veränderungen und Umstellungen der Produktionsanlagen im Unternehmen.
- Organisation: Dieser Punkt ist auf die Rollen und Aufgaben der Personen im Unternehmen fokussiert. (Mitarbeitertraining, Kommunikationsverbesserung)
- Prozess Kontrolle: Dieser Bereich beinhaltet die Überwachung sowie Anpassung der Prozesse.
- Kennzahlen: Hier werden Resultate durch Zahlen sichtbar gemacht.
- Logistik: Dieser Bereich ist für die Verwaltung von Material verantwortlich.

<p>Manufacturing Flow</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Product/quantity assessment (product group) 2. Process mapping 3. Routing analysis (process, work, content, volume) 4. Takt calculations 5. Workload balancing 6. Kanban sizing 7. Cell layout 8. Standard work 9. One-piece flow 	<p>Process Control</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Total productive maintenance 2. Poka-yoke 3. SMED 4. Graphical work instructions 5. Visual control 6. Continuous improvement 7. Line stop 8. SPC 9. 5S housekeeping 	<p>Metrics</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. On-time delivery 2. Process lead-time 3. Total cost 4. Quality yield 5. Inventory (turns) 6. Space utilization 7. Travel distance 8. Productivity
<p>Organization</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Product-focused, multi-disciplined team 2. Lean manager development 3. Touch labor cross-training skill matrix 4. Training (lean awareness, cell control, metrics, SPC, continuous improvement) 5. Communication plan 6. Roles and responsibility 		<p>Logistics</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Forward plan 2. Mix-model manufacturing 3. Level loading 4. Workable work 5. Kanban pull signal 6. A,B,C parts handling 7. Service cell agreements 8. Customer/supplier alignment 9. Operational rules

Abbildung 1: Die Methoden der jeweiligen Lean-Aspekte⁹

In Abbildung 1 sind die verschiedenen Lean-Methoden dargestellt.

Für den Praxisteil dieser Arbeit wurden folgende Methoden verwendet:

- SMED
- 5S-Methode
- PDCA
- Poka-Yoke

⁹ vgl. Feld, William M. (2001), S. 5.

Die vier eben genannten Methoden gehören zum Lean-Aspekt Prozess Kontrolle, da sich diese Arbeit mit der Optimierung eines Umbauprozesses befasst.

2.2 Wichtige Begriffe

*Kundentakt*¹⁰

In einer Produktion müssen alle Arbeitsprozesse aneinander angepasst werden. Um dies zu erreichen wird bei der Lean-Produktion ein Kundentakt bestimmt. Dies ist ein Zeitwert den jeder Prozess in einer Produktionsstrecke für ein Werkstück zur Verfügung hat.

Wenn alle Prozesse auf den Kundentakt ausgerichtet sind, gibt ein Prozess ein Werkstück an den nächsten Prozess weiter, wenn dieser mit einem Werkstück gerade fertig wird. Dadurch entstehen keine Wartezeiten in der Produktion, in denen eine Arbeitskraft auf Material warten muss, bzw. Überhänge, bei denen sich ein Lager mit Vorprodukten vor einer Arbeitskraft anhäuft.

Der Kundentakt wird mit der folgenden Formel berechnet.

$$KT = \frac{\text{verfügbare Betriebszeit pro Jahr}}{\text{Kundenbedarf pro Jahr}} = \frac{FT \times AZ}{\text{Stück}} = \frac{AZ}{TB}$$

Formel 1: Kundentakt¹¹

- KT Kundentakt [Zeiteinheit/Stück]
- FT Fabriktag [Tag/Jahr]
- AZ [tägliche Arbeitszeit [Zeiteinheit/Tag]
- Stück Jahresstückzahl [Stück/Jahr]
- TB Tagesbedarf [Stück/Tag]

In Formel 1 ist die Berechnung des Kundentaktes dargestellt. Dafür wird die verfügbare Betriebszeit in einem Jahr durch den durchschnittlichen Kundenbedarf pro Jahr dividiert. Somit erhält man die Zeitspanne nach der jeweils ein Produkt die Produktion verlassen soll.

In den folgenden Kapiteln sind einige Lean-Methoden beschrieben, welche bei der Umsetzung dieser Diplomarbeit angewendet wurden.

¹⁰ vgl. Nguyen Thi Lam u.a. (2016), S. 437 ff.

¹¹ vgl. Erlach, Klaus (2010), S. 48.

*Wertschöpfende Tätigkeiten*¹²

Wertschöpfende Tätigkeiten sind jene Tätigkeiten, welche zu einer Wertsteigerung des Produktes führen und für die der Kunde daher bereit ist zu bezahlen.

Im Praxisteil wird der Umbau des Verschleißers als wertschöpfende Arbeitszeit ausgewertet, darunter fiel die Montier-Tätigkeiten im bzw. am Verschleißer. Tätigkeiten wie das Holen von Ersatzteilen und Werkzeug sowie Reinigungsarbeiten gehören zu der Rubrik Verschwendung. (siehe Kapitel 2.2)

Nicht wertschöpfende Tätigkeiten^{13, 14}

Nicht wertschöpfende Tätigkeiten bzw. Verschwendung werden alle Tätigkeiten und Prozesse bezeichnet welche keine Wertsteigerung für den Kunden liefern.

Nicht wertschöpfende Tätigkeiten werden nach Toyota in die folgenden sieben „Mudas“ eingeteilt.

Ein Unternehmen mit perfekten Prozessabläufen hat diese Punkte ganz abgeschafft bzw. auf ein Minimum reduziert.

Überproduktion

Produkte die über die Auftragsmenge produziert werden, verursachen mehrere Kosten.

1. Die Zeit für die Arbeiter, welche am Produkt gearbeitet haben.
2. Die verlorenen Einnahmen welche man durch andere Aufträge während dieser Zeit erwirtschaften hätte können.
3. Die Entsorgungs- bzw. Lagerkosten
4. Die Kosten für das überflüssige Material, welches für die Erstellung dieser Produkte verwendet wurde.

Bestände

Bestände werden von vielen Unternehmen eingesetzt um die Lieferfähigkeit und daher die Flexibilität zu erhöhen, aber verursachen auf lange Sicht das Gegenteil. Produkte

¹² vgl. George Ellis (2015), S. 180.

¹³ vgl. Brunilde Verrier u.a. (2016), S. 152 ff.

¹⁴ vgl. W. Sihn u.a. (2014), S. 147 ff.

welche eingelagert werden, können durch neue Entwicklungen rasch veraltet sein. Wenn dies der Fall ist, müssen diese entweder entsorgt bzw. günstiger an den Kunden gebracht werden, was ähnliche Kosten wie bei Überproduktion zur Folge hat. Zudem müssen Kosten für das Lagergebäude (Gebäudekosten, Stromkosten, ...) sowie die Verwaltung (Mitarbeiter, PC Programm) aufgebracht werden.

Transport

Transporte benötigen Hilfsmittel wie Hubwagen, Stapler und Förderbänder, welche Anschaffungs-, Energie- und Wartungskosten verursachen. Zu diesen Kosten kommen noch jeweils die Kosten für das Personal hinzu, welches die verschiedenen Hilfsmittel bedient.

Warte- und Liegezeiten

Jeder Moment in der Produktion währenddem am Produkt keine wertschöpfenden Tätigkeiten durchgeführt werden, gelten nach Toyota als Verschwendung. Die Ursache liegt darin begründet, dass die einzelnen Prozesse der Produktion keine einheitliche Taktzeit besitzen.

Toyota verwendet den Begriff Kundentakt für Taktzeit, dieser sagt aus, wie viel Zeit vergeht, bis das nächste fertige Produkt produziert ist. Alle Prozesse während dem Produktionsvorgang sollten für die Durchführung die gleiche Zeit wie denselben Kundentakt benötigen damit es zu keinen Warte- und Liegezeiten kommt.

Bewegung

Überflüssige Bewegungen sind alle Bewegungen, welche ein Mitarbeiter während der Durchführung eines Prozesses unnötig durchführt. Zum Beispiel sagt Shigeo Shingo, dass nur das Einsetzen und das Anziehen einer Schraube notwendig sind. Alle anderen Drehvorgänge mit dem Schraubenschlüssel sind unnötig.

Überflüssige Bewegungen werden oft von der Anlage vorgegeben, beispielsweise sind Quittierungsknöpfe oft nicht an der Stelle angebracht, an welcher der vorherige bzw. nachfolgende Arbeitsschritt passiert.

Prozesse

Prozesse welche sich „natürlich entwickelt“ haben, besitzen oft unnötige Vorgänge. Mit „natürlich entwickelten“ Prozessen sind Abläufe gemeint, welche nicht strukturiert

geplant und festgelegt wurden, sondern von den Mitarbeitern intuitiv mit nur groben Vorgaben entwickelt worden sind.

Ausschuss / Nacharbeit

Ausschuss und Nacharbeit fallen durch fehlerhafte Teile an, welche nicht direkt an Kunden verkauft werden können. Fehlerhafte Teile werden durch Prozessfehler bzw. menschliches Versagen produziert. Dieser muss entsorgt und nachproduziert bzw. nachgearbeitet werden, was Kosten für Arbeit, Zeit, Energie, Rohstoffe und Verpackungsmaterial verursacht.

Bei der Analyse wird darauf geachtet, dass Verschwendung (Muda) nach Toyota von der wertschöpfenden Tätigkeitszeit getrennt wird.

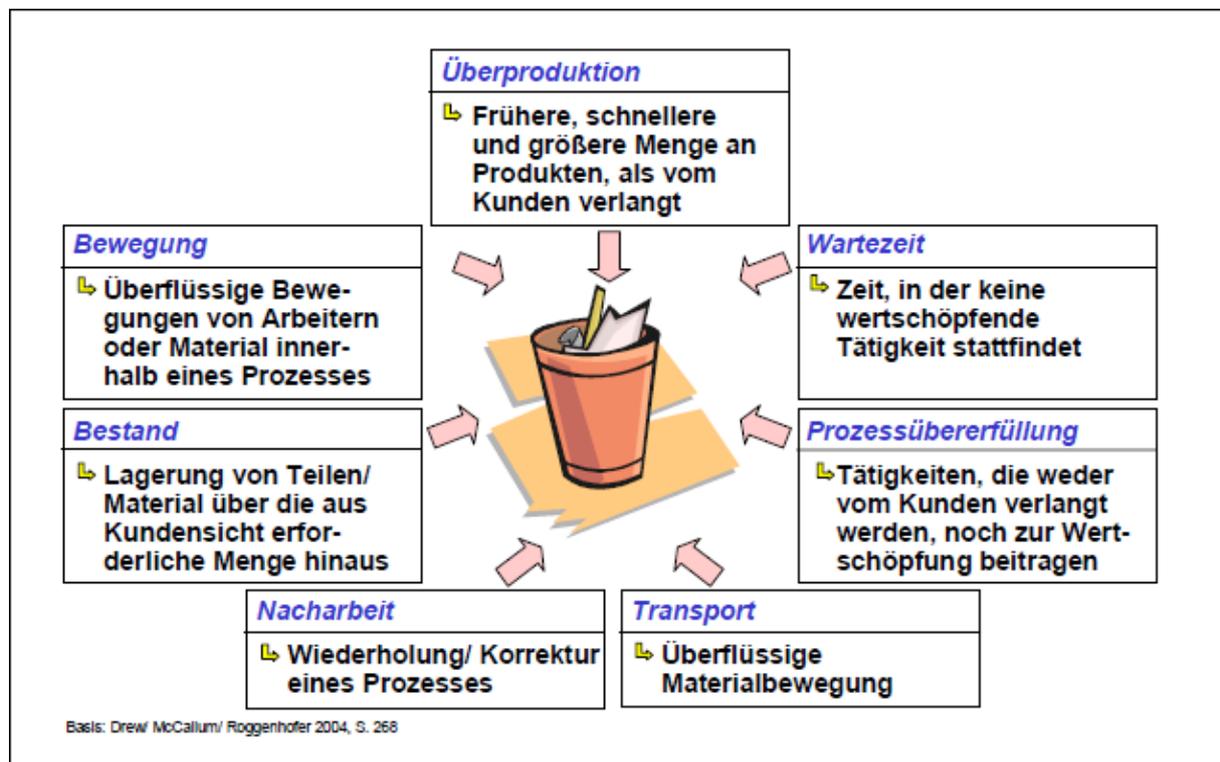


Abbildung 2: Die Formen von Verschwendung nach Toyota¹⁵

In Abbildung 2 sind die sieben Formen von Muda dargestellt. Diese Formen sind für die Produktion entwickelt worden. Für den Praxisteil dieser Arbeit (Umrüstprozess) treffen daher nicht alle Punkte zu. Die möglichen Punkte für einen Umbau sind Transport, Wartezeit, Bewegung und Nacharbeit. Wenn Tätigkeiten ausgeführt

¹⁵ vgl. Töpfer, Armin (hrsg) (2009).

wurden, welche unter diese Kriterien fallen, wurde die Arbeit als unterbrochen festgelegt und die Zeit wurde nicht als wertschöpfende Zeit gewertet.

Zwei Tätigkeiten welche als Verschwendungen gewertet werden, haben sich häufig wiederholt, daher wurden diese bei der Auswertung zusätzlich untersucht. Diese Punkte sind *die Wege eines Schlossers* und *das Holen von Werkzeug* (Gabelschlüssel, Inbusschlüssel...). Die genaue Auswertung dieser Punkte wird in den folgenden Kapiteln dargestellt.

Störungen

Während des Rüstprozesses sind mehrere Störungen aufgetreten. Störungen sind Arbeitstätigkeiten, welche unplanmäßig auftreten und daher nicht zur Routine des Umbaus gehören. Darunter fällt der Austausch eines defekten Maschinenelements (Dichtungsring, Schraube, ...), Ausfall der Maschinenelektronik und zusätzliche Reinigungsarbeiten für die Entfernung von Rückständen defekter Maschinenelemente.

2.3 SMED-Methode

SMED steht für „Single Minute Exchange of Die“. Es handelt sich hier um eine Lean-Methode welche die Rüstzeit von Anlagen reduziert. Shigeo Shingo ist der Erfinder dieses Systems, das er mithilfe von Erfahrungen aus mehreren Arbeitsstudien entwickelt hat. Dabei entdeckte er, dass sich Rüstzeiten um 40 bis 50 Prozent verkürzen lassen, wenn der Ablauf des Rüstprozesses standardisiert festgelegt, der Rüstprozess in Internes (Anlage steht) und Externes (Anlage läuft) aufgeteilt und Werkzeug standardisiert wird.¹⁶

Die entscheidenden Maßnahmen für die SMED Methode, entdeckte Shigeo Shingo, als Toyota ihn im Jahr 1969 beauftragte den Umbau der Pressen zu untersuchen. Die Umbauzeit lag bei vier Stunden. Toyota hatte aus Deutschland die Informationen, dass ähnliche Pressen von Volkswagen in der halben Zeit (zwei Stunden) umgebaut werden. Durch die Zusammenarbeit mit Mitarbeitern von Toyota konnte die Rüstzeit auf 90 Minuten verringert werden. Toyota verlangte, dass diese Zeit auf unter zehn Minuten verbessert werden sollte. Shigeo versuchte interne Rüsttätigkeiten in externe Rüsttätigkeiten umzuwandeln. Dafür entwickelte er Konzepte wie Schraubverbindungen schneller gelöst bzw. montiert und mehrere Teile gemeinsam

¹⁶ vgl. Andreia Simões und Alexandra Tenera (2010), S. 297 ff.

montiert bzw. ausgebaut werden konnten. Durch diese Idee wurden Rüstzeiten im einstelligen Minutenbereich möglich und die SMED Methode war geboren.¹⁷

Die SMED Methode wurde in vielen Unternehmen umgesetzt, da sie durch folgende drei Punkte besonders erfolgreich ist:

Vereinfachen:

Der Umbau wird durch einfache Hilfsmittel erleichtert, wodurch viele Fehler nicht entstehen können.

Kommunikation (hauptsächlich zuhören)

Informationen werden von den richtigen Leuten gesammelt. Man arbeitet mit den Personen zusammen, welche den Umbau durchführen und sammelt die Erfahrungen von diesen. Dadurch erhält man Informationen wie die Situation aktuell ist und nicht wie sie sein soll.

Starkes Nachvollziehen der Prozesse

Der Rüstprozess wird gezielt untersucht und nachvollzogen, dadurch werden Probleme und dazugehörige Lösungen sichtbar.

The Three Steps of SMED

Die SMED Methode wird je nach Autor auf drei bis fünf Schritte aufgeteilt. Der Unterschied liegt rein in der Aufteilung der Schritte. Die drei, vier bzw. fünf Schritt Methoden sind ansonsten ident.

Schritt eins: Trennung intern/extern¹⁸

Hierfür muss der Ablauf des Rüstprozesses analysiert werden. Der Umbau wird aufgenommen und in die einzelnen Vorgänge eingeteilt, welche darauf untersucht werden ob sie externe oder interne Tätigkeiten sind.

Interne Tätigkeiten

¹⁷ vgl. Shingō, Shigeo (1985).

¹⁸ vgl. R. Sundar u.a. (2014), S. 1878.

Unter interne Tätigkeiten fallen alle Prozessschritte, welche nur ausgeführt werden können, wenn die Maschine abgeschaltet ist und direkt an der Maschine gearbeitet wird. Darunter fallen zum Beispiel Ein- und Ausbau eines Werkzeugsatzes.

Externe Tätigkeiten

Unter externe Tätigkeiten fallen alle Prozessschritte, welche vor bzw. nach dem Abschalten der Anlage durchgeführt werden können. Darunter fallen beispielsweise Holen, Reinigen und Schmieren des einzubauenden Werkzeugsatzes.

Rüstprozess aufnehmen



Prozesse analysieren



Auftrennung von intern und externen Tätigkeiten

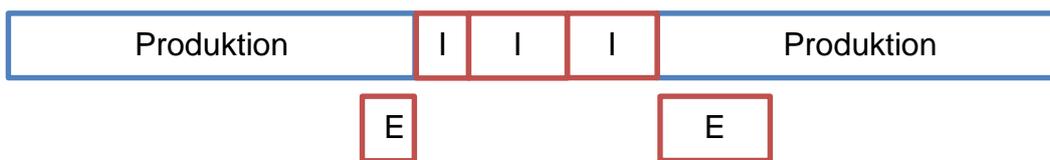


Abbildung 3: Erster Schritt der SMED Methode

In Abbildung 3 ist der erste Schritt der SMED Methode dargestellt. Dazu nimmt man den Rüstprozess mithilfe einer Kamera auf. Das erhaltene Filmmaterial wird auf interne und externe Tätigkeiten untersucht. Wenn man die Tätigkeiten aufgeteilt hat, wird ein Prozessablauf erstellt bei dem jeder Person, welche am Umbau teilnimmt, die Aufgaben in einer bestimmten Reihenfolge zugeteilt werden. Externe Tätigkeiten werden vor bzw. nach dem Stillstand der Anlage angeordnet.

Schritt zwei: Umwandlung interner Tätigkeiten in externe¹⁹

Manche internen Tätigkeiten können in externe Tätigkeiten umgewandelt werden. Hin und wieder ist es möglich Baugruppen vorzumontieren, welche anschließend eingebaut werden können.

¹⁹ vgl. M. Kemal Karasu u.a. (2013), S. 462 ff.

Schritt drei: Optimieren der internen und externen Tätigkeiten²⁰

Im letzten Schritt wird versucht die einzelnen Tätigkeiten so zu gestalten, dass sie schneller durchführbar sind. Beispiele sind Montagevorrichtungen, welche das Einstellen und Positionieren übernehmen, weniger Schraubenverbindungen und effizientes Positionieren von Werkzeug und Ersatzteilen.

Shigeo Shingo erkannte das Anziehen von Schrauben als großen Zeitverlust, da die Schraube zuerst positioniert werden muss, anschließend einige Male gedreht, bis sie mit dem letzten Zug angezogen werden kann. Daher hat er nach Möglichkeiten gesucht, mit denen es ihm möglich war Verbindungen mit einer Umdrehung zu befestigen.

In Abbildung 4 sieht man einige seiner Lösungen, welche er in seinem Buch „A Revolution in Manufacturing: The SMED System“ (1985) vorstellt.

Die meisten dieser Methoden sind selbsterklärend. „The Split Thread Method“ stellt eine Schraube und Bohrung dar, bei denen das Gewinde an drei Stellen weggefräst wird. Dadurch lässt sich die Schraube ohne Umdrehungen in das Gewinde setzen. Nur für das Anziehen der Schraube wird eine Umdrehung gebraucht.

Diese Methoden können an einigen Anlagen durch wenig Kostenaufwand umgesetzt werden. Es lassen sich auch durch einfache Konzepte Lösungen für Schraubverbindungen finden, welche mithilfe von Spannvorrichtungen umgesetzt werden.

²⁰ vgl. Pablo Guzmán Ferradás und Konstantinos Salonitis (2013), S. 601 ff.

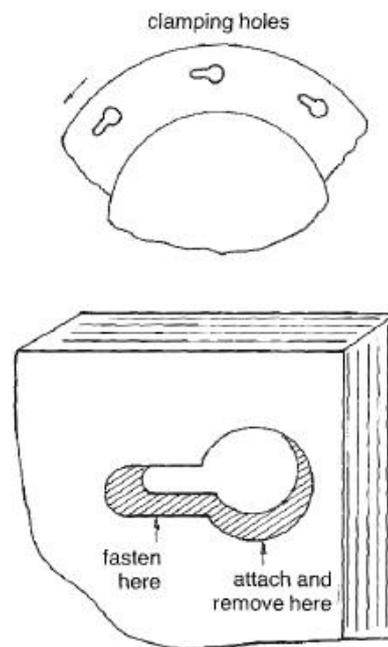


FIGURE 5-2. Pear-Shaped Holes for Clamping

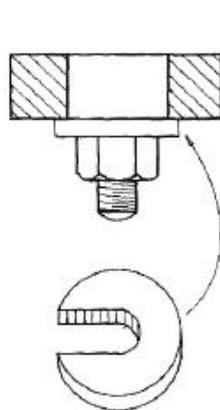


FIGURE 5-3. The U-Shaped Washer

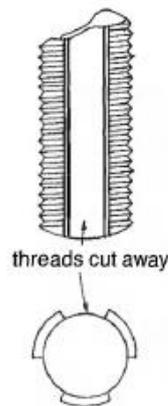


FIGURE 5-4. The Split Thread Method

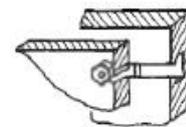


FIGURE 5-5. The U-Slot Method

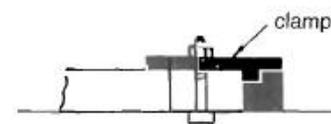


FIGURE 5-6. The Clamp Method

Abbildung 4: Ersatzmöglichkeiten der herkömmlichen Schraubenverbindung²¹

Fest zugeteilte Abläufe sind sehr wichtig während eines Umbaus. Dies ermöglicht jedem beliebigen Team von zwei Schlossern den Umbau schnellst möglich ohne Einspielzeit durchzuführen.

In dem Buch „Quick Changeover Simplified“²² von Fletcher Birmingham und Jim Jelinek (2007) gibt es folgendes Beispiel:

²¹ vgl. Shingō, Shigeo (1985), S. 57–61.

²² vgl. Birmingham, Fletcher und Jelinek, Jim (2007), S. 8.

Man stelle sich vor, dass man bei einem Formel 1 Rennen ist. Der favorisierte Fahrer befindet sich auf dem ersten Platz. Nach einigen Runden muss er zum Auftanken und Reifenwechsel in die Box. Sobald er in der Box steht, begutachtet die Boxencrew das Auto. Nach kurzer Besichtigung teilt ein Crew-Mitglied die Aufgabenbereiche zu. Die Mechaniker gehen zurück in die Garage und holen die benötigten Reifen, Werkzeuge und Sprit. Nach kurzer Zeit werden die Reifen gefunden und zum Auto gebracht. Ein Mitarbeiter bemerkt, dass der Schlüssel zu klein ist. Er geht in die Garage und holt den richtigen Schlüssel, während die anderen auf ihn warten. Nun kann mit dem Wechsel der Reifen begonnen werden. Bis zu diesem Zeitpunkt sind ca. zwei Minuten vergangen, nach weiteren 15 Sekunden ist das Auto bereit und kann wieder losfahren.

Weder Fahrer, Fan noch Rennstallbesitzer wären mit dieser Leistung zufrieden.

Boxenstopps im Rennsport haben einen genau bestimmten Ablauf mit festgelegten Tätigkeiten für jede Person. Während dem Boxenstopp weiß daher jede Person, was sie nach der Reihe durchzuführen hat. Diese Vorgänge werden immer wieder eingeübt. Auch Ersatzpersonal muss diese Abläufe einüben, damit sie bei einem Ausfall eines Mitglieds der Hauptcrew dies übernehmen können. Dadurch werden Wartezeiten abgeschafft bei denen die Personen die aktuelle Situation zuerst beobachten müssen, um zu überlegen was als nächstes durchgeführt werden muss.

Natürlich können Probleme auftreten, zum Beispiel eine defekte Spannvorrichtung oder ein Werkzeug das während der Verwendung beschädigt wird. Bei solchen Vorfällen müssen Personen intuitiv vorgehen, was einige Zeit in Anspruch nehmen kann, bis die Störung behoben ist und der geplante Ablauf fortgeführt werden kann.

2.4 Poka Yoke^{23, 24}

Dieses Lean-Konzept besteht aus den zwei japanischen Wörtern Poka (der unbeabsichtigte Fehler) und Yoke (die Vermeidung). Poka Yoke wird mehr als Denkweise anstatt als eine Lean-Methode verstanden. Es basiert darauf, dass jeder Mensch Fehler macht. Das Verschulden liegt allerdings nicht an der Person selbst, sondern an dem System welches Fehler zulässt.

²³ vgl. Dickmann, Philipp (hrsg) (2009), S. 46 ff.

²⁴ vgl. Liker, Jeffrey K. (2004), S. 186 ff.

Durch diese Denkweise muss sich der Mitarbeiter nicht für Fehler rechtfertigen, welche im normalen Arbeitsablauf passieren. Dies führt dazu, dass für die Mitarbeiter ein angenehmeres Arbeitsumfeld herrscht, was wiederum dazu führt, dass sich die Person mehr auf das Lösen von Problemen fokussieren kann, anstatt damit beschäftigt zu sein mögliche Fehler zu vermeiden.

Jeder kann während dem Arbeitsalltag Fehler produzieren. Die Ursachen liegen dabei meistens bei Müdigkeit und Unachtsamkeit, besonders wenn dieselbe Tätigkeit schon mehrmals durchgeführt wurde. Hinweise auf diese Fehler durch das Management lösen das Problem nicht.

Wenn eine Methode Fehler zulässt, werden diese auch gemacht. Daher ist es sinnvoll Maßnahmen zu treffen um diese zu verhindern.

Solche Maßnahmen können unterschiedlich aussehen. Sie reichen von einfachen Hilfsmitteln wie Checklisten bis zu intuitiven Maßnahmen wie Farbmarkierungen bzw. Formen, welche Einbau- bzw. Einlegestellen von Bauelementen kennzeichnen bzw. den richtigen Einbau des Bauelements gewährleisten.

Neue Mitarbeiter werden meist von Personen angelernt, welche die Anlage entwickelt (Maschinenlieferant führt die Schulung durch) bzw. schon jahrelange Erfahrung auf dieser bzw. einer ähnlichen Maschine haben (Produktionsmitarbeiter). Für diese Personen sind einige Tätigkeiten trivial und daher nehmen sie an, dass es für andere ebenfalls der Fall ist. Dies führt anschließend zu Fehlern, wenn die angelernte Person die Arbeit ausführen muss, da für neue Mitarbeiter diese Handgriffe schlichtweg nicht trivial sind.

Fehler die wiederholt auftreten, sollten genauestens untersucht und analysiert werden. Nur durch das Verstehen der Ursache kann eine passende Lösung gefunden werden.

Falsch verstandene Arbeitsschritte werden wiederholt unkorrekt ausgeführt. Dies kann durch einfache Lösungen wie individuelles Training bzw. spezielle Vorrichtungen behoben werden.

Bei Problemen ist es wichtig, dass die Mitarbeiter an der Entwicklung von speziellen Methoden, welche diesen entgegen wirken, beteiligt sind. Diese sind täglich damit konfrontiert und werden daher einfache und praktische Methoden vorschlagen, welche

für sie keinen zusätzlichen Arbeitsaufwand produzieren. Somit sind diese Methoden realitätsnahe und werden von den Mitarbeitern besser angenommen.

Poka Yoke zielt darauf ab, einfache und günstige Lösungen zu finden und zu entwickeln, welche schnell und ohne großen Kosteneinsatz umsetzbar sind.

Sechs Methoden um Fehlern vorzubeugen²⁵

1. Fehlervorbeugung durch Neukonstruktion des Produktes, damit Arbeitsprozesse bzw. verschiedene Teile nicht mehr notwendig sind. Z.B.: Vereinfachung oder Verbesserung des Produktes, damit Teile nicht mehr beschädigt werden können.
2. Verlässlichere Prozesse, welche die Kontinuität fördern. Z.B.: Verwendung von Robotern welche Zusammenbaufehler verhindern oder Spender, welche die aufgebrauchte Menge an Klebstoffen reguliert.
3. Vorbeugungen entwickeln für das Produkt bzw. den Prozess damit Fehler unmöglich werden.
4. Schritte erleichtern und kombinieren damit sie leichter ausgeführt werden können. Z.B.: Farbmarkierungen, Labels und Nummerierungen für den Zusammenbau
5. Erkennung von Fehlern beinhaltet die Identifizierung dieser bevor weitergearbeitet werden kann, damit diese schnell behoben werden können. Z.B.: Sensoren, welche erkennen, wenn Teile nicht korrekt zusammengebaut werden.
6. Abschwächungen suchen um die Auswirkungen von Fehlern zu reduzieren. Z.B.: Prozesse neu gestalten, wenn ein Fehler entdeckt wird und Redundanzen reduzieren.

In der Abbildung 5 sieht man die Verwendung einer Poka Yoke Lösung für die Aufbewahrung von Werkzeug. Während Revisionen arbeiten meistens mehrere Personen mit ihrem eigenen Werkzeug an derselben Maschine. Wenn die Arbeiten abgeschlossen sind, können nicht zuordenbare Werkzeuge zu Streitigkeiten führen. Der Grund liegt darin, dass unklar ist wem welches Werkzeug gehört. Bis bestimmt werden kann wem welches Werkzeug gehört, geht oft einige Zeit verloren.

²⁵ vgl. Mital, Anil (2008), S. 76, abgerufen am 21.07.2016, <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=328607>.

Die Ursache liegt darin begründet, dass im durchschnittlichen Werkzeugwagen die verschiedenen Werkzeuge nicht wie in Abbildung 5 geordnet, sondern ungeordnet in den Schubladen liegen.

Ebenfalls kommt es vor, dass Werkzeug liegen gelassen wird. Wenn Werkzeug während der Revision unter die Maschine fällt bzw. in der Maschine abgelegt wurde, fällt das beim Zusammenräumen nicht auf und wird vergessen.

Durch diese einfache Methode werden diese Probleme umgangen. Nach dem Zusammenräumen weiß die jeweilige Person, nach einem kurzen Blick in die Schubladen seines Werkzeugwagens, welche Werkzeuge noch fehlen.

In Abbildung 5 sieht man auf den ersten Blick, durch den Farbkontrast der roten Bodenmatte, dass ein Gabel-Ringschlüssel fehlt.

Dieses Lösungskonzept wird oft bei der Anwendung der 5S-Methode eingesetzt.



Abbildung 5: Shadow Tool Box mit einem fehlendem Gabel-Ringschlüssel²⁶

2.5 5S-Methode

Der Name dieser Methode entspricht den Anfangsbuchstaben von fünf japanischen Wörtern welche zu den Bereichen Sortieren, Reinigen und Organisieren gehören. Das

²⁶ vgl. (2016), <http://www.foamfittools.com/details00042.php>.

Hauptaugenmerk der Methode liegt darin den Mitarbeitern anzugewöhnen, dass sie ihr Arbeitsumfeld sauber und ordentlich halten.²⁷

Wenn die Methode gut umgesetzt wird, werden die Mitarbeiter in regelmäßigen Zyklen die Ordnung mit geringem Reinigungsaufwand selbständig immer wieder herstellen.

Die Konzepte der Methode beschreiben auf leicht verständliche Art, wie Ordnung geschaffen wird und durch regelmäßiges Durchführen diese erhalten wird.

Leider wird die Ordnung in vielen Betrieben vernachlässigt. Beispielsweise passiert es, dass Werkzeugwagen überfüllt mit Werkzeug sind, sodass jeder Griff nach einem bestimmten Werkzeug einige zusätzliche Sekunden in Anspruch nimmt. Oder Schreibtische sind beispielsweise mit ausgedruckten Dokumenten überhäuft, sodass das Auffinden des gesuchten Dokuments im besten Fall ein bis zwei Minuten benötigt.

Ein solcher Fall ist in dem Zeitungsartikel „Information 5S“ von Dan Markovitz (2012) beschrieben. Im Artikel werden die Probleme der Anästhesistin Allison beschrieben. Allisons Schreibtisch ist überfüllt mit ausgedruckten Dokumenten und selbstverfassten Notizzetteln. Sie verbringt jeden Tag einen großen Anteil ihrer Arbeitszeit mit dem Suchen nach Dokumenten. Dadurch verliert sie so viel Zeit, dass sie manche Aufgabenbereiche ihrer Arbeit vernachlässigen muss.²⁸

Im Wall Street Journal wird berichtet, dass der Konzern Chevron herausfand, dass Mitarbeiter durchschnittlich 1,5 bis 3 Tage im Monat mit der Suche nach Informationen verbringen.²⁹

2.5.1 Eine saubere Arbeitsumgebung³⁰

Bevor die große Optimierungsmethode einführt wird, ist die 5S-Methode in vielerlei Hinsicht sinnvoll. Zum einen ist eine saubere Arbeitsumgebung immer die beste Ausgangslage. Gerade bei einem SMED Prozess muss das Werkzeug für den Rüstprozess gut und ordentlich bereitgestellt sein um unnötige Hol- und Suchprozesse zu vermeiden. Zum anderen werden Optimierungskonzepte oft in Unternehmen eingesetzt, welche nur wenige Veränderungen bis dahin durchgeführt haben.

²⁷ vgl. Feld, William M. (2001), S. 85 ff.

²⁸ vgl. Markovitz, Dan (2012).

²⁹ vgl. Tam, Pui-Wing (2007), <http://www.wsj.com/articles/SB117858327214895176>.

³⁰ vgl. Santos, Javier u.a. (2006), S. 420 ff.

Arbeitsprozesse haben sich seit der Entstehung auf „natürliche Art“ entwickelt. Jeder Mitarbeiter hat sich Reihenfolge bzw. Handgriffe seiner Arbeitsprozesse zu einem gewissen Maß selbst angeeignet und führt sie auf diese Weise seit Jahren gleichbleibend aus. Ein Mitarbeiter der seine Arbeitsweise seit einem langen Zeitraum gleich ausführt, steht Veränderungen oft negativ gegenüber.

Es ist wie mit einer Wohnung. Aus mehreren Gründen ist es einfacher aus einer Wohnung auszuziehen, in der man erst seit einem kurzen Zeitraum wohnt. Einerseits hat man sich noch nicht vollkommen eingerichtet, da man in die aktuelle Wohnung mit dem Gedanken eingezogen ist, dass es sich nur aktuell um die beste Lösung handelt. Dadurch hat man sich auch noch nicht allzu viele Gewohnheiten angeeignet bzw. Erinnerungen gesammelt, welche den Umzug psychologisch schwer zu verkraften machen würden. Zudem bekommt bzw. besorgt man sich über die Zeit verschiedene Gegenstände, dies können Möbel, Kleidung, Bücher und viele andere Dinge sein welche vielleicht eine Zeit lang benötigt werden, jedoch nach einem gewissen Zeitraum kaum noch verwendet werden. Solche Gegenstände können jederzeit entsorgt, verkauft bzw. verschenkt werden, ohne dass sie eines Tages dringend benötigt werden.

So gut wie niemand geht in regelmäßigen Abständen durch seine Wohnung und sortiert solche Gegenstände aus. Sobald etwas in Schränken, Kellern oder Dachböden verschwindet, sind diese aus den Augen und bleiben lange dort. Man hat dadurch auch das Gefühl der Sicherheit, dass wenn es der Zufall so will man den benötigten Gegenstand noch zu Hause hat. Meist wird dann der Gegenstand neu gekauft, da der vorhandene eine veraltete Version ist bzw. optisch nicht mehr den aktuellen Wünschen entspricht. Auf diese Weise sammeln sich immer mehr Gegenstände an, welche bei einem Umzug aus der alten Wohnung entfernt werden müssen und den Aufwand des Umzuges erhöhen.

Dasselbe geschieht mit Mitarbeitern welche lange Zeit eine Arbeit durchführen ohne diese jemals verändert zu haben. Sie sammeln Gewohnheiten an von denen sie sich ungern trennen wollen.

Eine einfache und schnell umsetzbare Methode welche ersichtliche Vorteile bringt, ermöglicht es bei solchen Mitarbeitern Akzeptanz gegenüber Veränderungen zu fördern.

2.5.2 Die fünf Säulen^{31, 32}

Die 5S-Methode besteht aus fünf Begriffen, welche alle mit dem Buchstaben S beginnen. In Abbildung 6 sind die Begriffe der Reihenfolge nach aufgelistet. Die Methode startet mit dem japanischen Begriff Seri (englischer Begriff: Sort) und endet mit dem japanischen Begriff Shitsuke (englischer Begriff: Sustain).

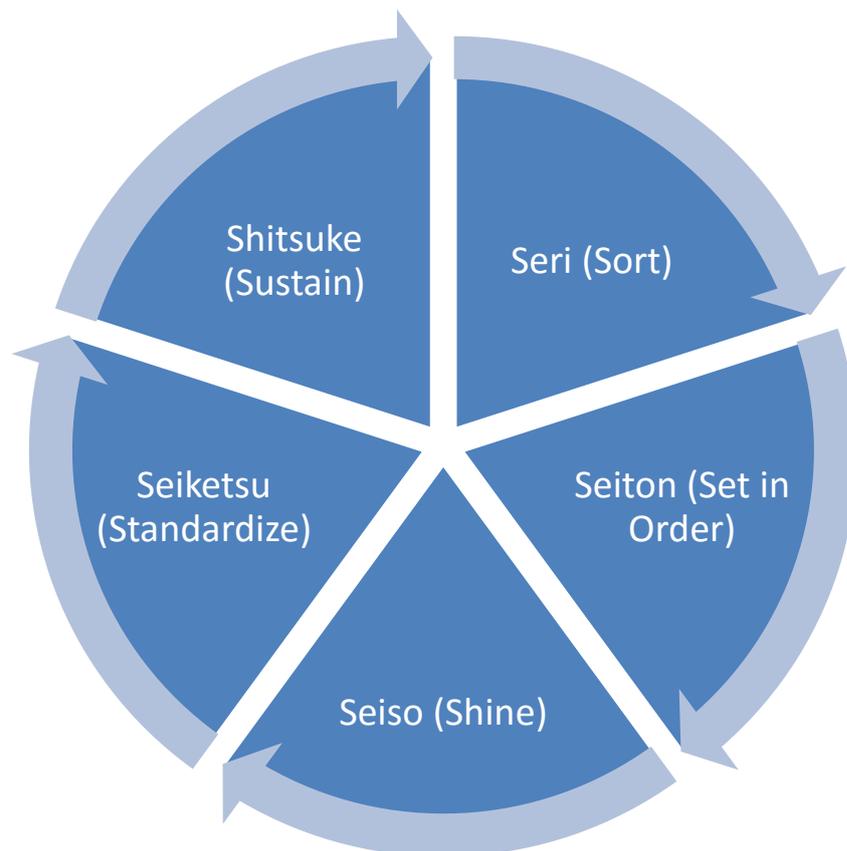


Abbildung 6: Die fünf Bereiche der 5S-Methode

Seiri (Sort)

Dieser Bereich ist für die Vorbereitung des Arbeitsplatzes verantwortlich. Um einen Arbeitsplatz zu organisieren, müssen ungebrauchte Gegenstände entfernt werden.

Nicht benötigte Gegenstände sammeln sich schnell in einem Unternehmen an. Werkzeuge welche nicht mehr benötigt werden, da eine neuere Version des Werkzeugs vorhanden ist, werden oft etwas abseits der Arbeitsfläche aufbewahrt. Solange dieses nicht den Arbeitsablauf stört, wird es weder entfernt noch entsorgt.

³¹ vgl. Dennis, Pascal (2007), S. 32 ff.

³² vgl. Aartsengel, Aristide Van (2013), S. 497 ff.

Alte Ausdrucke von E-Mails, Tabellen und Zeitplänen stapeln sich auf dem Schreibtisch. Ist es der Fall, dass man kurz suchen muss nach einem bestimmten Dokument, werden diese neu ausgedruckt und erhöhen anschließend den Dokumentenstapel. Diese Stapel müssen immer wieder auf dem Arbeitsplatz verschoben werden, da sie die Arbeit behindern indem sie Arbeitsfläche belegen.

Alle Gegenstände, welche sich auf einem Arbeitsplatz befinden, werden nach drei Kategorien sortiert:

- Notwendig
- Nicht Notwendig
- Vielleicht Notwendig

Unter die Kategorie „Notwendig“ fallen alle Gegenstände, welche für die Erfüllung der Arbeit benötigt werden.

Unter „Nicht Notwendig“ fallen alle Gegenstände welche nicht benötigt werden bzw. keine regelmäßige Verwendung finden. Diese Gegenstände können sofort vom Arbeitsplatz entfernt bzw. entsorgt werden.

In die Kategorie „Vielleicht Notwendig“ fallen Gegenstände, bei denen man unschlüssig ist, ob sie benötigt werden. Diese werden in einer Kiste nahe dem Arbeitsplatz verstaut. Wenn ein Gegenstand aus der Kiste benötigt wird, kann dieser wieder zurückgeholt werden. Nach zwei bis drei Wochen kann die Kiste mit den restlichen enthaltenen Gegenständen entfernt bzw. entsorgt werden, falls man sie bis dahin nicht zur Arbeit gebraucht hat.

Eine bekannte Methode ist das „Red Tagging“. Alle Gegenstände welche nicht für die direkte Erbringung der Leistung benötigt werden, erhalten eine Markierung durch ein rotes Klebeband und werden in einem festgelegten Bereich gesammelt. Nun werden einige Arbeitstage abgewartet. In diesem Zeitraum können die Angestellten die Gegenstände aus dem festgelegten Bereich holen und das rote Klebeband entfernen falls diese benötigt werden. Nach zwei bis drei Wochen sollten alle wirklich notwendigen Arbeitsutensilien gebraucht worden sein, somit kann alles auf dem noch ein rotes Klebeband klebt und in dem festgelegten Bereich liegt entfernt bzw. entsorgt werden.

Seiton (Set in Order)

Bevor man mit diesem Bereich anfängt, muss der vorherige Bereich Seri abgeschlossen sein, damit man keine unnötige Zeit und keinen Platz für überflüssige Gegenstände verschwendet.

Der Fokus bei der Anordnung liegt darin die Gegenstände so auszurichten, dass der Bewegungsaufwand auf ein Minimum reduziert wird. Hier hilft die Frage: „Wo wird der jeweilige Gegenstand, wie oft, benötigt?“

Die genauen Positionen der Gegenstände können durch Klebeband bzw. Farben markiert werden.

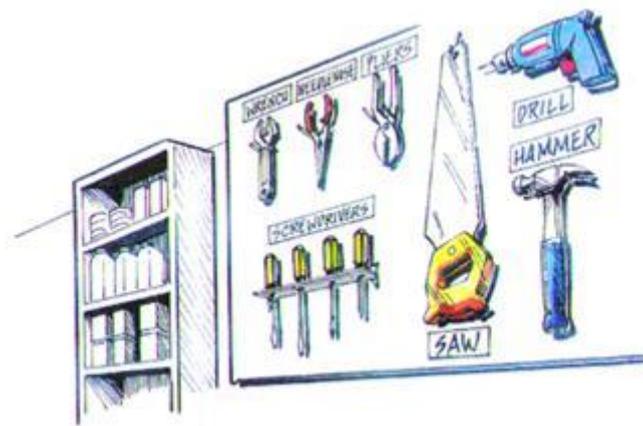


Abbildung 7: Exemplar einer geordneten Werkzeugwand³³

In der Abbildung 7 ist eine Werkzeugwand dargestellt. Jedes Werkzeug hat einen genau bestimmten Platz, dadurch muss keine Zeit für das Suchen von Werkzeug aufgebracht werden, was sich über die Zeit zu einer massiven Zeitersparnis aufsummiert.

Seiso (Shine)

Durch die Schritte S1 und S2 wurden die Arbeitsflächen freigelegt. Nun fehlt noch die Durchführung einer weiteren Tätigkeit für einen ordentlichen und organisierten Arbeitsplatz. Mit Seiso (Shine) wird der Arbeitsbereich gereinigt. Hierfür muss festgelegt werden, was gereinigt wird, wer reinigt und wie oft gereinigt wird. Damit sich ein gleichbleibender Stand einstellt, muss das Reinigungsverhalten festgelegt werden.

³³ vgl. Lean Six Sigma (2016), <http://www.lean6-sigma.co.uk/5sInner.php?id=2>.

Mit Checklisten, welche für jede Reinigung ausgefüllt werden, wird die Einhaltung überprüft.

Ein sauberer und aufgeräumter Arbeitsplatz erhöht nicht nur den Komfort der Arbeit, sondern auch die Sicherheit und die Maschinenlaufzeit. Durch eine regelmäßige Reinigung wird Schmutz und Staub von der Maschine entfernt, wodurch die Verschmutzung der Maschine und somit möglichen Beschädigungen vorgebeugt wird.

Seiketsu (Standardize)

Nachdem ein sauberer und ordentlicher Arbeitsbereich geschaffen wurde, soll jener Zustand auch erhalten bleiben. Um dies zu erreichen werden Standards für S1 und S3 festgelegt.

Für „Sort“ werden Standardrichtlinien festgelegt welche vorschreiben wann alte Werkzeuge ausgetauscht bzw. entsorgt werden müssen.

Die Standards für „Set in Order“ beschreiben wie alle Werkzeuge am Ende eines Arbeitsschrittes bzw. Arbeitstages an die festgelegte Position gebracht werden, welche Werkzeuge fehlen und wo sie zu finden sind.

„Shine“ erhält Standards welche festlegen, was gereinigt wird, wer reinigt und wie gereinigt wird.

Alle Standards sollten mithilfe von Checklisten festgelegt werden. Der Grund hierfür ist einfach. Wenn man über einen längeren Zeitraum ein Blatt kopiert und weitergibt, ist dies nach dem zehnten Mal immer noch die gleiche Kopie der vorgeschriebenen Standards wie beim ersten Mal. Wenn man hingegen die Standards immer mündlich weitergibt, werden bei jeder Weitergabe verschiedene Details durch die unterschiedlichen Personen herausgehoben bzw. vernachlässigt, was wiederum zu einer ständigen Veränderung der Standards führt.

Shitsuke (Sustain)

Dies ist der schwierigste Punkt denn es einzuhalten gilt. Wenn die 5S-Methode nicht in das natürliche Verhalten der Arbeiter übergeht, stellt sich über kurz oder lang wieder der alte Zustand ein. Altes Werkzeug sammelt sich an und die Reinigungsgründlichkeit lässt immer mehr und mehr nach.

Eine weitere 5S-Methode lässt sich schwerer durchführen als die Erste. Also muss darauf geachtet werden, dass die neuen Verantwortungen zu Alltagsgewohnheiten für die Mitarbeiter werden.

Regelmäßige Kontrollen sind ein guter Anfang, jedoch sollte mit ihnen ein einfaches Belohnungssystem verbunden sein, damit diese nicht nur als negative Überwachung angesehen werden. Hierzu helfen öffentliche Aushänge, wie zum Beispiel der Mitarbeiter des Monats in 5S.

Die Kontrollgänge können auf die Angestellten aufgeteilt werden, wodurch sich das Verantwortungsgefühl des einzelnen steigert. Jede Woche wechselt der Angestellte für die Einhaltung der Standards.

Oft ist es auch nützlich die Fortschritte der Gruppe darzustellen.

2.6 PDCA-Cycle

PDCA steht für „Plan“, „Do“, „Check“ und „Act“ und wird auch DENIM-Kreis genannt. Diese Methode ist ein schrittweises Vortasten bei Veränderungen.³⁴

Wenn in der Praxis ein Vorgang optimiert wird, können nicht alle Auswirkungen der geplanten Veränderung im Voraus berücksichtigt werden. In der Praxis können geplante Maßnahmen Umgebungsprozesse beeinflussen und dadurch andere Arbeiten stören. Zum Beispiel kann die Veränderung des Lagerorts Transportwege blockieren.

Daher ist es vorteilhaft Maßnahmen nur Schritt für Schritt umzusetzen, vergleichbar mit dem Durchqueren eines dunklen Raumes. Wenn man sich in einem dunklen Raum fortbewegt, geht man einen Schritt und überprüft ob ein Hindernis vorhanden ist. Wenn man kein Hindernis ertastet, macht man vorsichtig den nächsten Schritt. Dadurch kann man immer überprüfen, dass man nicht gegen eine Wand läuft.³⁵

Dies beschreibt der PDCA-Cycle. Man kennt die aktuelle Position und geht Schritt für Schritt dem gewünschten Ziel entgegen.

³⁴ vgl. Dickmann, Philipp (hrsg) (2009), S. 75 ff.

³⁵ vgl. Rother, Mike (2010), S. 133 ff.

*PDCA Phasen*³⁶

1. Plan: In der Planphase wird das Problem definiert und anschließend die Maßnahme, welche das Problem lösen soll. Die hier aufgestellte Hypothese wird mit den nächsten Schritten überprüft.
2. Do: Dies ist die Ausführungsphase. Die zuvor festgelegte Maßnahme wird wie sie beschrieben wurde umgesetzt und analysiert.
3. Check: In der Überprüfungsphase wird der SOLL-Plan mit dem IST-Zustand verglichen. Sind während der Durchführung Probleme in der Umgebung entstanden, müssen diese untersucht werden wenn sie durch die neue Maßnahme verursacht wurden.
4. Standards: Wenn die Verbesserungsmaßnahme die gewünschten Resultate liefert, ohne andere Probleme zu verursachen, kann diese als neuer Standard aufgenommen werden und können die nächsten Verbesserungsschritte mit einem weiteren PDCA-Cycle begonnen werden. Wenn sich die Durchführung der Maßnahme als problematisch erwiesen hat bzw. komplett fehl schlug, muss entschieden werden, ob die Maßnahme als Ganzes nicht funktionieren kann bzw. ob sie sich abändern lassen würde, damit sie funktioniert. Sollte sie sich anpassen lassen, wird ein PDCA mit der neu formulierten Lösung durchlaufen. Sonst wird die Maßnahme als Fehlschlag eingestuft und nicht länger verfolgt. Der PDCA-Cycle wird in diesem Fall mit einer neuen Maßnahme durchgeführt.

In Abbildung 8 ist der PDCA-Cycle von Toyota dargestellt. Diese Vorgehensweise wurde vermutlich um 1959 in Japan durch W. Edwards Deming vorgestellt. Daher wird diese Methode auch häufig als Demingkreis bezeichnet.³⁷

Deming hat in Japan die Schritt für Schritt Vorgehensweise mit „Plan“, „Do“, „Check“ und „Act“ vorgestellt. Als Toyota die Methode aufgegriffen und in ihre Unternehmen eingeführt hat, wurde das „Gemba“ Prinzip („Go and See“) zu jeder Phase hinzugefügt.

„Gemba“ ist ein japanischer Begriff und bedeutet „der reale Ort“. Toyota geht davon aus, dass jedes Problem vor Ort beobachtet werden kann und damit die beste Lösung ebenfalls dort gefunden wird. Aus diesem Grund ist es für Toyota wichtig, dass die Informationen in der Produktion gesammelt werden und nicht aus Zahlen und Fakten analysiert werden, welche dem Management zur Verfügung stehen. Diese können von

³⁶ vgl. Töpfer, Armin (hrsg) (2009), S. 114 ff.

³⁷ vgl. Liker, Jeffrey K. (2004).

der Wirklichkeit abweichen, da die Vorstellung vom Management oft nicht dem IST-Zustand der Produktion entspricht.³⁸



Abbildung 8: Darstellung des PDCA-Cycle nach Toyota mit Go and See³⁹

Akzeptanz zu Standards

In der moderneren westlichen Welt werden Standards oft als Einschränkung und Kontrolle empfunden. In Japan ist die Bevölkerung durch den Konfuzianismus geprägt, welcher die Notwendigkeit beschreibt sich an Regeln zu halten. Daher ist es (in der modernen westlichen Welt) schwieriger Akzeptanz zu erreichen, um Mitarbeitern zu vermitteln Standards und Abläufe pflichtbewusst einzuhalten und umzusetzen.

In der westlichen Welt ist man davon überzeugt, dass Standards die Kreativität einschränken. Abläufe werden immer gleich durchgeführt, wodurch einem der Gewinn von neuen Erfahrungen genommen wird, welche durch Abweichungen der Arbeit erhalten werden.

Wie sollen Standards helfen ständige Verbesserung zu erreichen, wenn sie die Kreativität einschränken? Dickmann gibt hierfür in seinem Buch „*Schlanker Materialfluss*“ eine hervorragende Antwort.

„Standards mögen als trivial, antiquiert oder formalistisch gelten, aber sie ermöglichen in großem Umfang, Ideen und Innovationen gerichtet zu kanalisieren.“⁴⁰

³⁸ vgl. Levinson, William A (2013), S. 92 ff.

³⁹ vgl. Rother, Mike (2010), S. 135.

⁴⁰ vgl. Dickmann, Philipp (2009), S. 77.

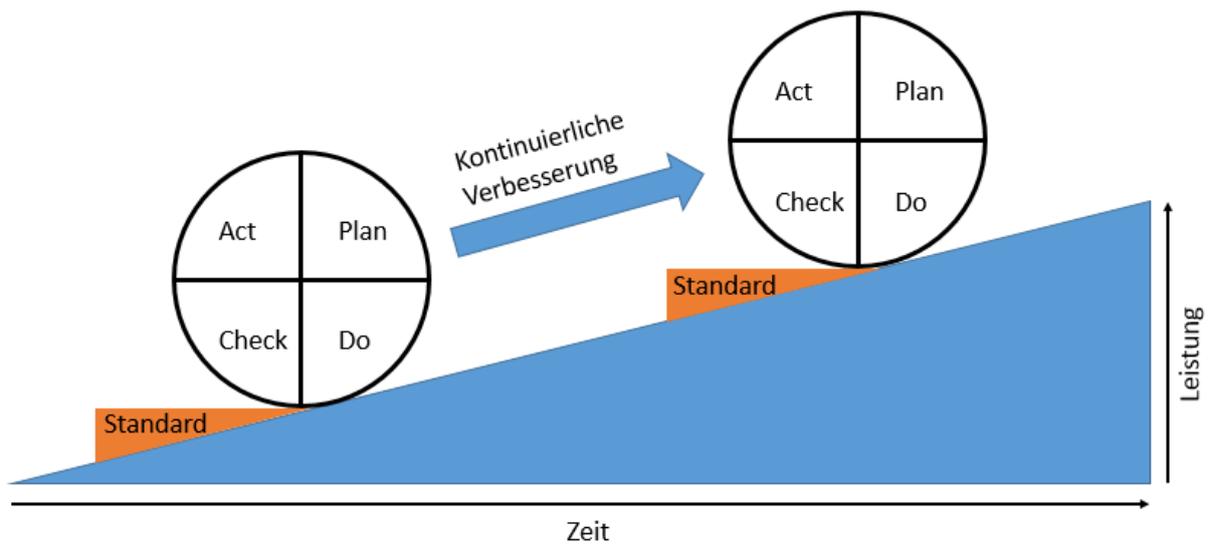


Abbildung 9: Ständige Verbesserung durch Anwendung des PDCA-Cycle⁴¹

Das Erstellen von Standards hat für die Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen eine sehr wichtige Funktion. In Abbildung 9 ist die Auswirkung dargestellt, welche ein Standard (als Keil dargestellt) während der kontinuierlichen Verbesserung eines Prozesses hat. Standards sorgen dafür das erreichte Level zu halten. Wenn die neuen Veränderungen nicht zum Standard gemacht werden, fallen Mitarbeiter gerne auf ihr altes Verhaltensmuster zurück und ein Großteil des erreichten Optimierungspotentials geht verloren.

⁴¹ vgl. M. Sokovic u.a. (2010), S. 478.

II. Prozessoptimierung einer Dosenabfüllanlage durch den Einsatz von Lean

Das Unternehmen für welches die Prozessoptimierung durchgeführt wird, ist der führende Fruchtsaftproduzent in Österreich. Es hat ein umfangreiches Sortiment an Produkten mit unterschiedlichen Verpackungen. Dazu gehören die sehr bekannten Orangen- und Apfelsäfte im Tetra Pak, Eistee in der PET-Flasche, Fruchtsäfte in der Glasflasche, bis hin zu den eher unbekannteren Produkten in Dosen wie z.B.: Orangenlimonade.

3 Beschreibung des Dosenabfüllprozesses

(Anhand der Dosenabfüllanlage 8)

Im folgenden Text werden die verschiedenen Komponenten der AFA (Abfüllanlage) erklärt. Die leeren Dosen werden mittels LKW oder direkter Verbindung vom Leerdosenproduzenten angeliefert.

Bei der Anlieferung und der kurzen Zwischenlagerung sind die Dosen auf einer Palette mit Folie eingepackt. Dies ist in Abbildung 10 dargestellt. Bevor sie für die Produktion benötigt werden, werden sie auf vorgeschriebenen Lagerplätzen für die jeweilige Abfüllanlage (AFA) zwischengelagert. Startet nun ein Abfüllauftrag, werden die dazu benötigten Leerdosen aus dem Lager mit einem elektrischen Stapler von einem Mitarbeiter an ein Förderband vor dem Palettentransportlift im Erdgeschoss angeliefert. Der Palettentransportlift transportiert alle benötigten Güter in den zweiten Stock, auf welchem sich die Produktion befindet. Ein Mitarbeiter überprüft die Dosen für den jeweiligen Auftrag, bevor sie über das Förderband zum Lift transportiert werden. Anschließend folgt der weitere Transport automatisch. Oben angekommen wird die Palette zuerst überprüft bevor die Umreifungsbänder und die Folie von der Palette händisch entfernt werden. Die Überprüfung findet durch eine Sichtkontrolle und durch Scannen des Etiketts statt. Bei der Sichtkontrolle achtet der Mitarbeiter darauf, dass sich die beschriebenen Dosen auf der Palette befinden.

Abschieber

Wie in der folgenden Abbildung 10 dargestellt, sind die gestapelten Dosen durch einen Karton voneinander getrennt. Der Abschieber ist eine Hebevorrichtung welche mit mehreren Werkzeugen kombiniert ist, damit die Dosen Lage für Lage auf das Förderband aufgebracht werden. Als Erstes wird die Palette so weit hochgehoben, dass die oberste Lage aus Dosen auf der gleichen Höhe des Förderbandes liegt. Ein Roboterarm mit Saugnäpfen entfernt die oberste Zwischenlage aus Karton, bevor eine Schiebevorrichtung die Dosen auf das Förderband bewegt. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis die unterste Dosenlage von der Palette entfernt ist. Die Dosen werden mithilfe des Förderbands weiter transportiert.



Abbildung 10: Fotografie einer Leerdosenpalette

Die leere Palette wird durch den Abschieber auf eine Zwischenlagerstelle gebracht und dort mit anderen leeren Paletten gestapelt. Wenn der Stapel 15 Paletten erreicht, werden diese gebunden und mit dem Lift nach unten transportiert. Von hier aus werden sie entweder mit einem Stapler ins Palettenlager transportiert oder vom Leerdosenproduzent abgeholt.

Vakuumbrücke

Die Vakuumbrücke ist ein Kontrollorgan der AFA. Die Dosen werden durch Unterdruck angehoben, Dosen welche liegen, eingedrückt bzw. oval sind, können durch den Unterdruck nicht angehoben werden. Die aussortierten Dosen fallen durch eine Auslassung des Förderbandes (siehe Abbildung 11) in einen Auffangbehälter, welcher nach Ende jeder Schicht entleert wird. Das Konzept der Brücke kann aus Abbildung 11 entnommen werden.

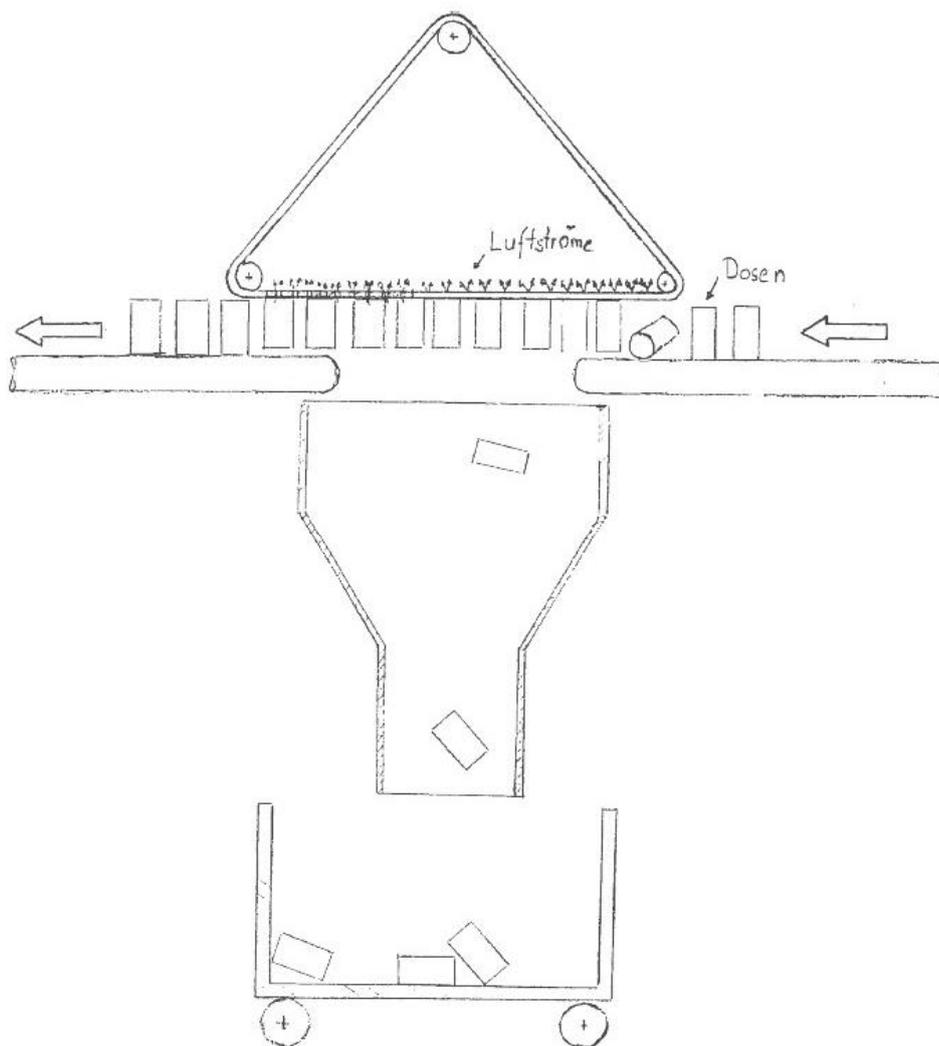


Abbildung 11: Konzept Vakuumbrücke

Luftrinser

Durch die Produktion und Lagerung können sich noch Fremdkörper (Staub, etc.) in der Dose befinden. Der Luftrinser entfernt diese durch einen Luftstrahl, mit dem die Dose ausgeblasen wird.

Die Dosen werden für diesen Prozess durch eine Führung auf den Kopf gestellt. Die Führung ist eine Schnecke, durch welche die Dosen gedrückt werden. Dies geschieht mithilfe des Drucks, welchen die herangeführten Dosen auf die vorderen Dosen ausüben. Nach diesem Vorgang werden die Dosen, durch eine weitere Schnecke, wieder auf die Ausgangsposition zurückgedreht.

Leerdoseninspektor

Der Leerdoseninspektor untersucht die Dosen auf weitere Mängel. Hier werden Flansch, Innenwand und Boden mithilfe einer Kamera optisch geprüft. Dieses Prüfverfahren ist genauer als die Vakuumbücke. Der Pusher ist nach der Kontrolleinheit montiert, er ist ein Stift welcher bei der fehlerhaften Dose ausfährt und diese vom Förderband in den Auswurf schiebt. Die aussortierten Dosen wandern ebenfalls in einen Auffangbehälter für makelhafte Leerdosen.

Wasserrinser

Der Wasserrinser ist für die Reinigung der Dosen verantwortlich. Vor dem Wasserrinser werden die Dosen durch einen Dosenwender geführt. Diese Wendung erfolgt in einem Drehwinkel von 150°, dadurch befindet sich die Dose in der optimalen Position um das desinfizierende Wasser, welches der Rinser für die Reinigung in die Dose sprüht, beim Abfließen die komplette Innenseite ausspülen zu lassen. Nachdem das Wasser ausgeronnen ist, wird die Dose zurückgewendet.

Mixer

Die Dosen werden vom Wasserrinser zum Füller geführt, welcher im nächsten Kapitel beschrieben wird. Der Füller ist mit einigen Anlagen verbunden, welche jedoch nicht direkt mit dem Förderband verbunden sind.

Der Saft zum Füllen der Dosen wird vom Mixer produziert. Der Mixer fügt einen Grundsaft, welcher im Erdgeschoss in einem Mischtank lagert, mit Wasser, Zucker

und Kohlendioxid zusammen, damit der Saft in der gewünschten Zusammensetzung für die Abfüllung bereitgestellt wird.

Füller

Der Füller nimmt die Leerdosen mithilfe eines Einlaufsterns auf und führt sie direkt unter einem Abfüllventil im Kreis herum. Das Abfüllventil bringt den Saft in die leere Dose ein bevor diese den Füller verlässt. Kurz nach dem Füller wird Flüssigstickstoff in die Dose gefüllt. Dieser Vorgang wird ausgeführt, damit die verschlossene Dose eine höhere Stabilität erhält.

Deckelzuführung

Die zum Verschluss benötigten Deckel werden auf einer Palette antransportiert. Beim Antransport durchlaufen diese denselben Weg wie die leeren Dosen, jedoch werden sie nach dem Transport durch den Lift zur AFA nicht in den Abschieber gebracht, sondern mithilfe eines Staplers vom Förderband gehoben und zu der Deckelzuführungsanlage gebracht. Die Deckel, welche sich aktuell noch in Tüten befinden, werden von einem Mitarbeiter auf einen Fördertisch aufgelegt. Der Fördertisch schiebt die verpackten Deckel einzeln in die Anlage, welche die Deckel einspannt und anschließend die Papierhülle entfernt. Anschließend werden die Deckel automatisch in ein sogenanntes Revolverkarussell geführt (ein Pufferlager das aus mehreren Rohren besteht, welche im Kreis wie in einer Revolvertrommel angeordnet sind.) und von dort aus zur Verschleißeinheit weitergeschoben.

Verschleißeinheit

Der Deckel, welcher sich nun auf der Dose befindet, wird nach unten gepresst, bevor diese zwei Komponenten durch zwei Walzschritte miteinander verschlossen werden. In Abbildung 12 und Abbildung 13 sieht man die zwei Falzschritte.

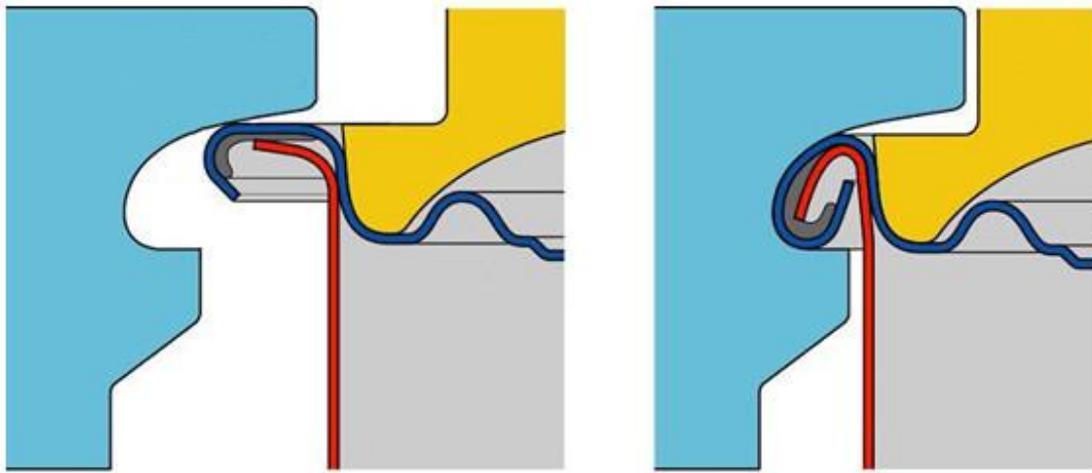


Abbildung 12: Falzschrift OP 1. Der Querschnitt der Dosenwand ist rot dargestellt. Die dunkelblaue Fläche stellt den Querschnitt des Dosenendeckels dar.⁴²

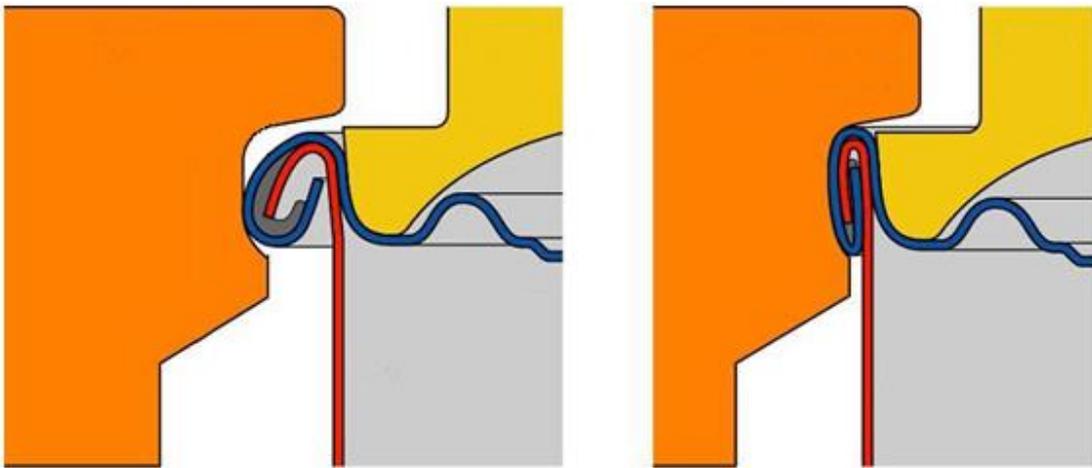


Abbildung 13: Falzschrift OP 2⁴³

Die Falze aus den Abbildung 12 und Abbildung 13 sind vergrößert dargestellt, in Wirklichkeit ist der Falz zwischen 2 – 3 mm lang. Der Verschlussvorgang muss mit größter Genauigkeit durchgeführt werden, da die Dose sonst undicht verschlossen wird und im weiteren Verlauf der Produktion ausläuft und deswegen ausgeschieden werden muss bzw. undicht auf den Markt kommt.

Erste Füllstandsmessung

Der Transport zwischen den Anlagen erfolgt mithilfe eines Förderbandes.

Nach dem Füller wird die Dose auf dem Förderband zur ersten Füllstandsmessung geführt. Durch ein Röntgengerät wird der Füllstand der Dose gemessen. Falls die Dose

⁴² vgl. JBT FoodTech (2016), <http://www.jbtfoodtech.com/en/Solutions/Equipment/Closers/Closer-X-59%20Series/Principle>.

⁴³ vgl. Ebenda.

nicht den gesetzlich vorgeschriebenen Füllstand besitzt, wird sie durch einen Pusher gezielt aussortiert. Die ausgeworfenen Dosen landen in einem Auswurfbehälter. Wenn in kürzerer Zeit mehrere Dosen ausgeworfen werden, muss ein Arbeiter diese auf die Ursache des Auswurfs untersuchen. Sollte der Verschluss die Ursache sein, müssen gegebenenfalls die Einstellungen für die Walzen an der Verschleißeinheit nachgestellt werden.

Sprüheinheit

Da durch den Füllvorgang die Außenseite der Dose mit Saft in Verbindung kommen kann, wird die Dose durch eine Reinigungseinheit abgesprüht. Der Kunde nimmt nur saubere Dosen ab, daher wird dieser Reinigungsvorgang nicht nur aus hygienischen Gründen ausgeführt, sondern auch damit die Bildung von Keimen auf der Außenseite vermieden wird. Ebenfalls werden dadurch Transportstörungen vorgebeugt, welche entstehen könnten wenn sich die Dosen verkleben.

Pasteur

Der Pasteur erhöht die Haltbarkeit der Dose indem der Saft erhitzt wird um vorhandene Mikroorganismen abzutöten bzw. zu inaktivieren. Damit sich keine Oxidationsstellen (sogenannte Brunnenwasserschwärze) an den Deckeln bzw. den Falzstellen der Dose bilden, steht die Dose mit der Bodenfläche nach oben. Kurz vor dem Pasteur wird die Dose ein weiteres Mal gewendet.

Die Erhitzung im Pasteur erfolgt durch Wasserstrahlen, welche auf die Dose treffen. Dabei besitzen diese Wasserstrahlen, je nach Abschnitt im Pasteur, unterschiedliche Temperaturniveaus.

Erste Abblasung

Da die Dosen während dem Pasteur mit Wasser besprüht wurden, befindet sich Wasser an der Außenseite und in der Mulde der Bodenfläche, welche sich aktuell oben befindet, da die Dosen vor dem Pasteur auf den Kopf gewendet wurden. Ein erwärmter Luftstrahl befreit die Dose vom Wasser.

Zweite Füllstandsmessung

Da die Dose während der Pasteurisierung auf dem Kopf stand, kann bei einem undichten Verschluss Saft zwischen Dosenwand und -deckel austreten. Um dies zu kontrollieren wird eine zweite Füllstandsmessung durchgeführt. Jede Dose welche durch den Pusher dieser Anlage ausgestoßen wurde, muss von einem Produktionsmitarbeiter kontrolliert werden. Das Hauptaugenmerk der Kontrolle liegt auf dem Verschluss des Deckels mit dem Flansch der Dose.

Datumsdrucker

Ein Datumsdrucker versieht die Dose mit Erzeugungs- und Ablaufdatum sowie Chargennummer auf der Unterseite der Dose, bevor sie durch eine Wendeeinheit mit dem Deckel nach oben gestellt wird.

Kontrollkamera

Eine Kamera überprüft ob ein Druck auf der Dose vorhanden ist. Wenn keine Codierung auf der Dose vorhanden ist, wird das ganze Band abgestellt.

Zweite Abblasung

Um nun auch den Dosendeckel zu trocknen, welcher sich zuvor auf dem Förderband befunden hat, wird die Dose abgeblasen. Die Dose muss durch die zwei Abblasungsanlagen komplett von Tropfen befreit werden, damit sich keine Kalkflecken auf der Dose bilden.

Multipacker

Der Multipacker kann je nach Produktionsauftrag an- bzw. umfahren werden. Die Dosen werden auf zwei Spuren aufgegliedert und anschließend in einer Zweierreihe in die Anlage geführt. Die Anlage faltet eine Kartonage um die Dosenpaare. Diese Kartonage wird „Cluster“ genannt. Je nach Produktionsauftrag, werden die Dosen in 4er, 6er, 8er oder 12er Clustern verpackt. In Abbildung 14 ist ein Karton für ein 4er Cluster und daneben ein fertig verpacktes 4er Cluster nach dem Multipacker zu sehen.

Die Kartons für die 4er Cluster werden, wie die Dosendeckel, über den Lift angeliefert und von dort mithilfe eines elektrischen Hubwagens zum Befüllungstisch der Clusterverpackungsanlage geführt.

Wenn sich nach dem Auftragswechsel die Cluster wechseln, muss die Palette wieder abtransportiert und ins Lager gebracht werden.



Abbildung 14: Fotografie eines Clusterkartons, offener und verpackter Karton

Traypacker

Die Dosen bzw. Cluster werden für den Endverkauf auf einem Traykarton gestellt, welcher mit Folie umwickelt wird. Ein Tray ist ein stabiler Karton an dem sich die Seitenflächen hochschlagen lassen, damit wird eine nach oben hin offene Kartonage

erhalten. Die Anlage benötigt für die Verpackung drei unterschiedliche Nebenprodukte, welche auf Paletten angeliefert werden. Diese sind Leim, Tray-Karton und Folie. Die Anlieferung erfolgt wie bei den vorherigen Nebenprodukten (Deckel und Clusterkartons) über den Lift und Weitertransport mittels elektrischem Hubwagen zu den jeweiligen Befüllungsstandorten, bevor sie für den Verbrauch ausgetauscht bzw. aufgelegt werden. Es stehen zwei Größen von Trays zur Verfügung: der Standardtray, auf welchem 24 Dosen lose bzw. Cluster verpackt werden können sowie der 12 Tray, auf welchem 12 Dosen lose bzw. Cluster verpackt werden können.

Bei der Einfahrt in die Maschine werden die Dosen für die Aufbringung auf den Tray mithilfe von Führungswänden auf sechs Spuren aufgeteilt oder bei Clustern je nach Größe ausgerichtet. Kurz bevor sie auf den Karton geschoben werden, wird die benötigte Anzahl von Reihen durch die Anlage zusammen weitergeschoben. Wenn sich die Dosen bzw. Cluster auf dem Traykarton befinden, werden die Laschen an vier Stellen mit Leim versehen und hochgefaltet. In dem darauffolgenden Schritt wird eine Folie um den Tray geschlagen.

Schrumpftunnel

Die Folie ist aktuell lose um den Tray gewickelt. Damit diese den gewünschten Zusammenhalt für die Dosen im Tray liefern kann, wird sie in einem Schrumpftunnel, welcher ein Ofen ist, erhitzt. Im Tunnel herrscht eine Temperatur von ca. 150°C, bei welcher sich die Folie zusammenzieht. Zusätzlich schmelzen die Foliendenen, welche auf der Unterseite des Trays überlappen, zusammen.

Traywaage

Für den Fall, dass ein Tray nicht vollgefüllt wurde bzw. einzelne Dosen einen Defekt haben und dadurch nicht die benötigte Füllmenge enthalten, kommt an dieser Stelle des Förderbandes eine weitere Kontrollstation. Diese enthält einen Pusher für die Ausscheidung von mangelhaften Trays.

Die Trays fahren über eine Waage, welche ein Kontrollgewicht mit einer oberen und unteren Grenze eingespeichert hat. Fällt der Tray nicht in die Grenzen des Kontrollgewichtes, wird er vom Pusher ausgesondert. Der mangelhafte Tray wird von einem Mitarbeiter auf die Ursache des Ausschlusses untersucht. Sollten mehrere

Trays aus einer Charge an dieser Stelle ausgegliedert werden, müssen Maßnahmen zur Behebung des Problems getroffen werden.

Trayetikettierer

Das Trayetikettiergerät beklebt jeden Tray für die Kennzeichnung mit einer eigenen Etikette. Hier werden Rollen mit Etiketten benötigt. Diese werden wie alle anderen Hilfsstoffe angeliefert.

Auf dem Etikett werden folgende Informationen dargestellt:

- Abfüllungsdatum
- Voraussichtliches Ablaufdatum
- Erstellungsort
- Importeur
- Typ
- Menge
- Chargennummer

Belader

Wenn das Produkt fertig erzeugt wurde, fährt es durch eine Wendelförderrutsche ein Stockwerk nach unten und wird durch ein Förderband zum Belader transportiert. Im ersten Schritt werden die Trays durch zwei Roboterarme nach einem bestimmten Muster verschoben bzw. gedreht, damit sie durch eine Schranke zu einer Lage angestaut werden. Wenn die Lage komplett ist, wird die Schranke nach oben geschoben und die Trays werden weiterbefördert. Während dem Transportieren werden sie zusammengepresst, damit sich die einzelnen Seitenflächen berühren, bevor sie durch einen Lift nach unten auf die Palette gehoben werden. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die Palette die gewünschte Anzahl an Lagen erreicht hat. Bei 0,25 Liter Dosen beträgt die Lagenhöhe neun, diese Anzahl variiert je nach Paletten- und Dosentyp und Auftrag.

Hier gestaltet sich der Antransport der Paletten einfacher als bei den vorherigen Hilfsstoffen, da sich diese Station im Erdgeschoss befindet und der Stapler die Paletten direkt an die Anlage anliefern kann.

Wicklungsanlage

Damit die Trays nicht während dem Transport von der Palette fallen, wird die Palette in eine Wicklungsanlage gefahren. Dies ist ein Arm der in einer Kreisbewegung um die Palette gedreht wird und dabei diese mit einer Folie einwickelt. Dadurch erhält die Palette mehr Stabilität, damit sie bei einem schnellen Stopp beim Transport nicht um- bzw. auseinanderfällt.

Die Palette mit der Folie kann vom Stapler direkt an die Anlage angeliefert werden.

Palettenetikettierer

Der Palettenetikettierer bringt zwei Etiketten an der Palette an. Das Etikett wird auf einer Seite der Palette aufgeklebt.

Die Palette mit diesen Etiketten kann ebenfalls mit dem Stapler direkt bis zum Palettenetikettierer geliefert werden ohne weitere Transportmittel.

I-Punkt Scanner

Bevor die Palette in das Hochregal bzw. Palettenlager befördert wird, wo es sich bis zur Abholung des Gesamtauftrages befindet, wird das Etikett von dem I-Punkt Scanner gescannt. Durch das Einscannen des Etiketts wird die Palette im ERP-System (SAP) angelegt.

Nachdem die Palette im System erstellt wurde, wird diese mit dem Stapler zum Hochregallager oder Blocklager gebracht.

CIP

CIP steht für „Cleaning in Place“. Diese Anlage ist eine automatisierte Reinigungseinheit, welche die einzelnen Anlagen reinigt. Früher mussten Teile der Anlage abgeschraubt werden, um eine Reinigung durchführen zu können. Die CIP ermöglicht die Reinigung der Leitungen der Anlagen ohne mechanischen Eingriff. Dadurch konnte die Rüstzeit der Reinigung massiv reduziert werden.

Wasseraufbereitungsanlage

Die Wasseraufbereitungsanlage reinigt das Wasser von Fremdpartikeln und reduziert den Kalkgehalt. Das gereinigte Wasser wird für Pasteur, Rinser, CIP, ... verwendet damit die Leitungen nicht durch Kalk bzw. andere Fremdpartikel verstopft werden.

In Abbildung 15 ist die Aufbereitungsanlage ohne Verbindungen dargestellt, da es sich hier nur um einen Subprozess handelt, sind nur Anlagen des Hauptablaufes durch Pfeile verbunden.

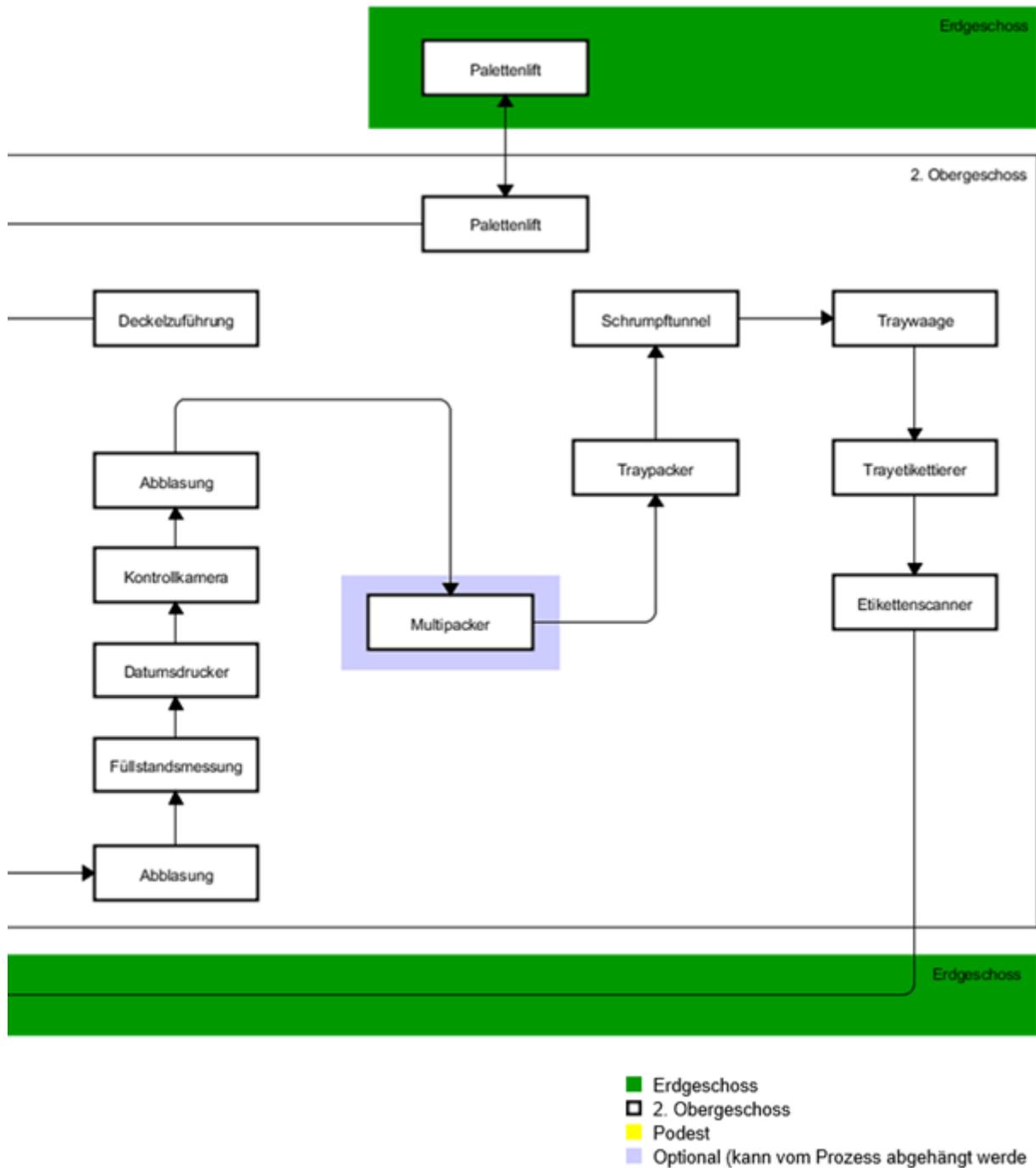


Abbildung 15: Abfüllanlage im Unternehmen

In Abbildung 15 sind die Prozesse nach dem jeweiligen Standort in der Produktion ausgerichtet. Daher befindet sich der Prozessanfang im grün gekennzeichneten Erdgeschoss Label oben links im Bild.

3.2 Erkenntnisse durch die IST-Aufnahme der Produktion

- Die Abfüllungsanlage ist sehr automatisiert
- Die Taktfrequenz wird von der Maschine vorgegeben
- Der Eingriff der Produktionsarbeiter/innen beschränkt sich während der Produktion auf das Befüllen von Hilfsstoffen (Folie, Etiketten, Kleber) und Stichproben für Qualitätstests
- Informationsfluss wird durch die Stockwerk im Produktionsgebäude beeinträchtigt
- Es gibt rund um die Produktion zwei Rüstprozesse:
 - Reinigung ebenfalls stark automatisiert (Rüstzeit ist nicht durch die Produktionsarbeiter/Innen beeinflussbar)
 - Umbau der Anlage auf eine andere Dosengröße (0,33 Liter <> 0,25 Liter)
- Umbau der Dosengröße
 - Hohe Rüstzeit (8 bis 14 Stunden)
 - Rüstzeit variiert stark je nach Umbauteam

3.3 Festlegung der zu bearbeitenden Potentiale

Nach der Besprechung der IST-Aufnahme haben sich die Verantwortlichen des Unternehmens darauf geeinigt Verbesserungsmöglichkeiten mithilfe der Lean-Methoden für den Umbau der Dosengröße und Verbesserung des Informationsflusses auszuarbeiten. Der Schwerpunkt wurde auf den Umbau gelegt.

Gründe für den Fokus auf Umbau:

- 2016 wurde geplant, dass eine Abfüllanlage alle zwei Wochen umgebaut wird (vorheriger Zyklus ein bis zwei Monate)
- Während des Umbaus muss die Anlage 8 bis 14 Stunden stillstehen
 - Alleine für diese Anlage muss die Kapazität von 2 400 000 Dosen (Annahme 10 Stunden per Umbau) von anderen bzw. zusätzlichen Anlagen kompensiert werden
- Der Umbau muss von der Abteilung „Instandhaltung“ durchgeführt werden
 - Zusätzliche Aufgaben für die Instandhaltung
 - Die Abteilung Instandhaltung muss Mitarbeiter anlernen

4 Der Umrüstprozess

Beim Umrüstprozess wird der Verschleißer (siehe Kapitel 3) der Dosenabfüllanlage auf ein anderes Dosenformat umgebaut. Dieser Prozess wird von der Abteilung Instandhaltung durchgeführt und ist aktuell mit acht Stunden eingeplant. Diese Zeit beinhaltet vom ersten Handgriff an der Anlage alle Tätigkeiten bis zu den Falztests (Siehe Kapitel 3 Falztest). Die tatsächliche Dauer für den Umbau weicht stark von der festgelegten Dauer ab.

Bis Anfang 2016 war der durchschnittliche Zeitraum von einem Umbautermin bis zum nächsten ein bis zwei Monate. Seit Anfang des Jahres wurde dieser Zeitraum für die Dosenabfüllanlage 6 auf zwei Wochen gesetzt. Damit die Planung erleichtert wird, besteht der Wunsch nach einer stabileren und kürzeren Umbauzeit.

Dieses Ziel sollte mit der Analyse des Umbauprozesses und der Anwendung eines SMED Projektes (siehe Kapitel 2.3) erfüllt werden.

4.1 Aufnahme und Auswertung des ersten Umbaus

Der erste Umbau, welcher aufgenommen und dokumentiert wurde, fand am Mittwoch dem 03.02.2016 zwischen 00.00h - 10.00h statt.

Für die Aufnahme wurde Bildmaterial mithilfe von zwei unterschiedlichen Kameras gesammelt. Mithilfe einer Videokamera wurden die Arbeitstätigkeiten im Verschleißer aufgenommen. Dadurch konnte die Reihenfolge der Tätigkeiten und die Geschwindigkeit der Arbeitskräfte während der Auswertung analysiert und nachvollzogen werden.

Die Arbeitsgeschwindigkeit der Arbeitskräfte (Schlosser) wurde anhand des Videomaterials auf 100% festgelegt. Die Arbeiten wurden ausreichend schnell durchgeführt um einerseits einen möglichst raschen Umbau zu gewährleisten und andererseits die Arbeitskräfte nicht zu ermüden, was zu einem Konzentrationsverlust führen könnte. Ermüdung kann zu einer erhöhten Störungsbildung durch falsches Handling führen.

Der Umgebungsbereich des Verschleißers wurde mithilfe der zweiten Kamera aufgenommen. Diese nahm jede Sekunde ein Bild von dem Arbeitsplatz auf und speicherte dieses mit einer fortlaufenden Identifikationsnummer (BildID) ab.

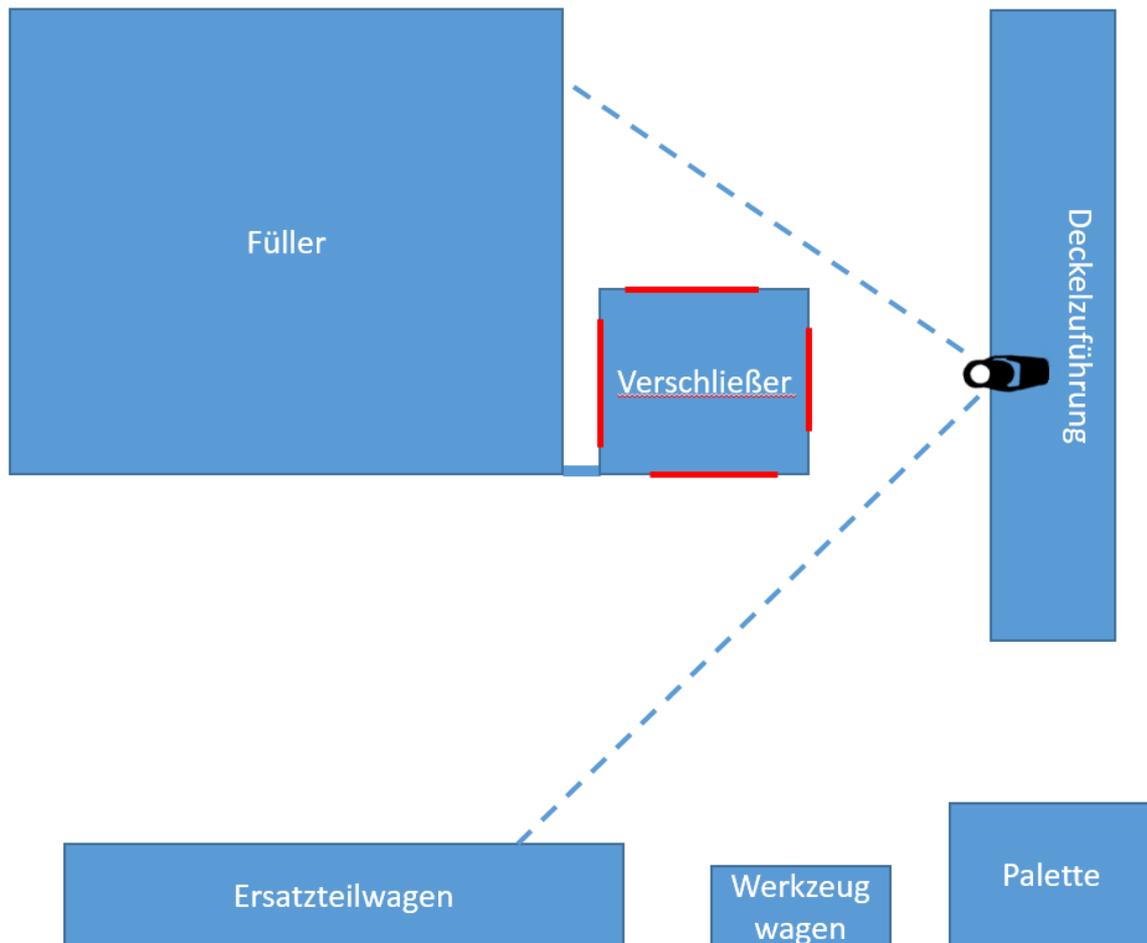


Abbildung 16: Eigene Darstellung des Arbeitsplatzes anhand einer Skizze. Die Kamera wurde auf der Deckelzuführungsanlage positioniert. Die blauen Linien stellen den Blickwinkel der Kamera auf den Verschleißer dar.

In Abbildung 16 ist der Grundriss des Arbeitsplatzes in einer Skizze dargestellt. Die Webcam wurde wie auf der Skizze dargestellt, auf der Deckelzuführungsanlage (siehe Kapitel 3) montiert. Durch diese Position konnten alle Bewegungen des Umrüstprozesses bestimmt werden.

Das mit der Webcam gesammelte Bildmaterial beläuft sich auf 28.286 Bilder. Die Bilder sind durch die ID chronologisch geordnet. Jedes Bild stellt eine Sekunde während des Umbaus dar.

Das Material wurde auf folgende Punkte untersucht:

- Arbeitszeiten der Schlosser einzeln
- Arbeitszeit gemeinsam
- Zeit in welcher kein Schlosser an dem Verschleißer arbeitet
- Anzahl der Schritte eines Schlossers

- Holen von Werkzeug (Schraubenschlüssel und ähnliches Werkzeug)
- Reihenfolge der Tätigkeiten

Im Folgenden wird näher auf die oben genannten Punkte eingegangen.

4.1.1 Bildmaterial des ersten Umbaus

Während der Analyse wurde wie folgt vorgegangen: Das gesammelte Material wurde Bild für Bild durchgesehen. Dabei wurde die BildID aufgeschrieben, wenn der jeweilige Schlosser am Verschleißer die Arbeit beginnt bzw. unterbricht. Ein Beispiel für eine Bilderreihe ist in Abbildung 17 zu sehen.



Abbildung 17: Ausschnitt der Bilderreihe aus der Aufnahme während dem Ausbau der Führungsschienen

Es ist zu erkennen, dass die Person im weißen T-Shirt bis zum dritten Bild an dem Verschleißer arbeitet. Anschließend wird die Arbeit unterbrochen.

4.1.2 Auswertung der Arbeitszeiten

Tabelle 1: Ausschnitt der ausgewerteten Zeiten in Sekunden

Person 1		Person 2		Per. 1	Per. 2	Zeit Störung
Störung Dichtungsring						274
10274	10442	10446	10507	168	61	
10503	10605	10649	10654	102	5	
10642	11326	10646	10746	684	100	
11367	11413	11477	11598	46	121	
11664	11757	12165	12190	93	25	
		12217	12366	0	149	
12415	12745	12415	12470	330	55	
		12501	12630	0	129	
		12694	12745	0	51	
12785	13024	12790	13024	239	234	
13449	13529			80	0	
Problem Bedienung der Anlage ca. 31 min.						1425
14954	15007	14954	15007	53	53	
15156	15176	15150	15169	20	19	
		15379	15408	0	29	
15453	15510	15453	15510	57	57	
15571	15653	15571	15653	82	82	
15719	15731	15719	15731	12	12	
15747	15869	15747	15869	122	122	

In Tabelle 1 ist ein Ausschnitt der dokumentierten Zeitwerte in Sekunden zu sehen. Da der aufgenommene Umbau von zwei Schlossern durchgeführt wurde, sind die Spalten für die jeweiligen Zeiten mit Person 1 und Person 2 gekennzeichnet. Die erste Spalte

ist der jeweilige Anfangszeitpunkt und die zweite Spalte der Endzeitpunkt eines Arbeitsvorgangs. Die letzten zwei Spalten mit den Bezeichnungen Per. 1 und Per. 2 geben die jeweilige wertschöpfende Arbeitszeit in Sekunden an.

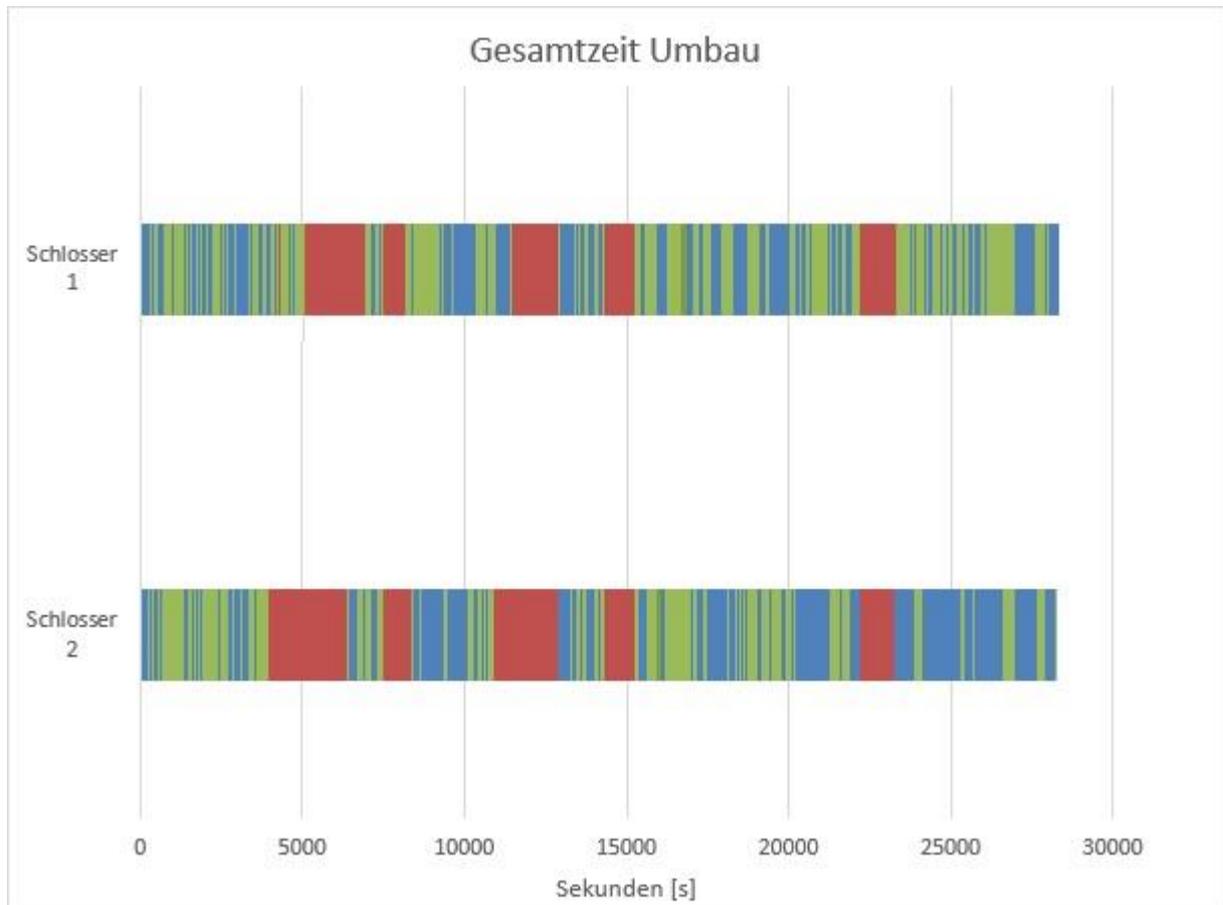


Abbildung 18: Zeitgraphen der Gesamtzeit des Umbaus

Abbildung 18 stellt die gesammelten Zeiten als Zeitgraph des jeweiligen Schlossers dar. Die wertschöpfenden Tätigkeiten sind blau dargestellt. Die nichtwertschöpfenden Tätigkeiten grün und die Störungen sind rot eingefärbt. (siehe Kapitel 2.2)

Störungen fallen unregelmäßig auf und können daher nicht eingeplant werden. Deshalb wurden sie gezielt analysiert und nicht in die Zeitrechnung miteinbezogen, somit kommt es zu keiner Verfälschung der Zeitwerte.

Die Störungen wurden in drei Kategorien eingeteilt:

- Defekter Dichtungsring 2681 Sekunden
- Bedienung der Anlage 2513 Sekunden
- Reinigung Gewinde 924 Sekunden



Abbildung 19: Zeitgraph Störungen

In Abbildung 19 sind die Zeitgraphen der Störung der zwei Schlosser dargestellt. Die orangenen Stücke der Graphen sind die Abschnitte in denen der Umbau vollzogen wurde (wertschöpfende und nichtwertschöpfende Zeit). Die roten Stücke des Graphen stellen die Zeiträume dar, in der die Arbeit für die Behebung von Störungen unterbrochen wurde. Bei der Betrachtung der Zeitgraphen lässt sich erkennen, dass der Ablauf des Umbaus immer wieder für größere Zeiträume unterbrochen wurde, damit sich die Schlosser der Behebung der Störung widmen konnten. Die Abschnitte des Graphen welche die Störungen darstellen, beziehen sich auf große Zeitabschnitte (von 10 bis 40 Minuten) und würden daher die Auswertung massiv verfälschen. (Kapitel 2.2 Störungen)

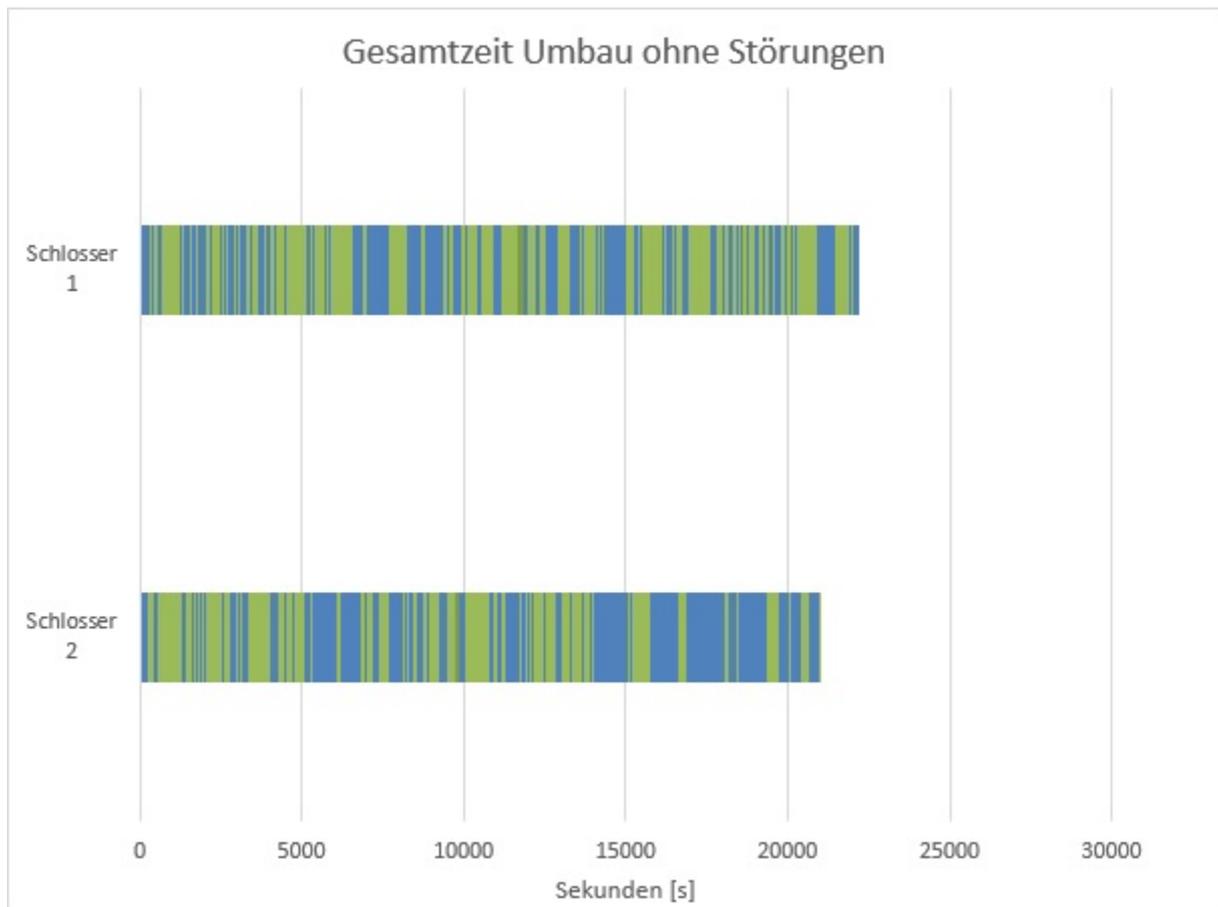


Abbildung 20: Zeitgraph des Umbaus ohne Störungen

In Abbildung 20 sind die Zeitgraphen ohne Störungen dargestellt. Ohne die Störungszeiten ergab sich eine Umbaudauer von 6 Stunden und 10 Minuten, gemessen vom ersten Handgriff am Verschleißer bis zu den Falztests (bezogen auf Schlosser 1). Mit der Störungszeit ergab sich eine Dauer von 7 Stunden und 50 Minuten.

Falztest

Die Falztests und die dazugehörige Einstellungszeit sind nicht in der Umbauzeit von 8 Stunden enthalten.

Die Falzwalzen walzen den Deckel auf die Dose. In Abbildung 21 sind die Walzen eines Falzhebels mit den Nummern |1| und |2| abgebildet (für eine Darstellung der Falzschriffe siehe Kapitel 3 Verschleißeinheit).

Die Falztests und die eventuell benötigte Justierung werden einmal täglich und zusätzlich nach jedem Umbau durchgeführt. Die erhaltenen Messwerte liefern Aufschluss, ob die Dosen dicht verschlossen werden.

Die Falzwalzen können nach dem Einbau beim ersten Falztest die richtigen Messwerte liefern. Wenn die Testwerte nicht in den erlaubten Wertebereich fallen, kann die Einstellarbeit mehrere Stunden in Anspruch nehmen bis die benötigten Testwerte erreicht sind.

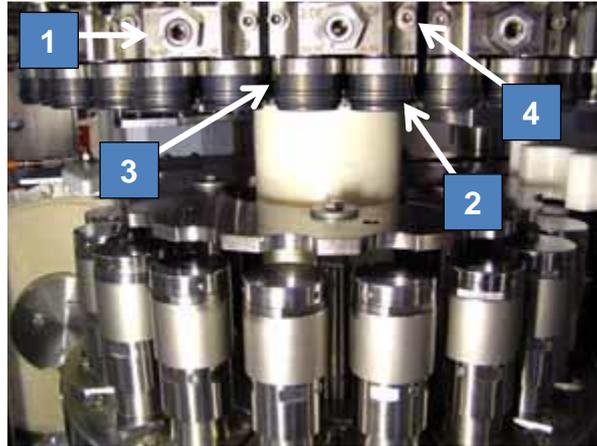


Abbildung 21: Falzhebel mit den Falzwalzen OP1 und OP2⁴⁴

In der obigen Abbildung 21 sind die Falzhebel |1| im Verschleißer abgebildet. Jeder Falzhebel besitzt zwei Falzwalzen (OP1 |2| und OP2 |3|).

Für den Falzwalzentest wird die gleiche Anzahl von Dosen wie Falzhebel vor dem Verschleißer auf die Förderstrecke gestellt. Die Dosen werden auf der Bodenfläche, ausgehend von der Nummer Eins fortlaufend nummeriert, damit die Testwerte den jeweiligen Falzhebeln zugeordnet werden können. Beim Test für die OP1 wird der Deckel nur mittels der OP1 Walze an die Dose angewalzt. Eine Falzdarstellung der OP1 ist im Kapitel Verschleißereinheit in Abbildung 21 dargestellt.

Anschließend werden die zu testenden Dosen mit einer Messeinrichtung geprüft. Diese Messeinrichtung misst die Falzbreite (Abstand von der Innenwand des Deckels bis zum äußersten Punkt der umgewalzten Lasche). Dies wird von der Messeinrichtung an drei Stellen der Dose mit einem Abstand von jeweils 120° gemessen. Die Wertebereiche liegen im Durchschnitt in einem Intervall der Größe von 0,2 mm.

Sollten die Messwerte einer bzw. mehrerer OP1 Walzen von dem erlaubten Wertebereich abweichen, werden diese Walzen an den jeweiligen Falzhebeln nachjustiert. Dazu wird die Schraube für die OP1 |4| gelockert und die Walze gedreht.

⁴⁴ vgl. Ferrum AG (2009), S. 3–3.

Das Drehen der Walze, um die Abweichung zu korrigieren, erfordert hohes Feingefühl und Erfahrung. Anschließend wird die Schraube [4] angezogen und der Test wird mit neuen Dosen wiederholt.

Sobald alle Werte im erlaubten Wertebereich liegen, wird die Anlage eingestellt, sodass beide OP Falzschnitte ausgeführt werden. Die Vorbereitung der Dosen für die Messung und die Einstellung erfolgt analog. Für die Messung werden die Dosen mithilfe einer automatischen Säge eingeschnitten, damit der Querschnitt des Falzes freigelegt ist. Anschließend wird der Querschnitt mithilfe einer hochauflösenden Kamera in ein Computermessprogramm eingespielt. In Abbildung 22 ist ein Screenshot der Falzmessung mit den Maßen dargestellt. Das System versucht alle dargestellten Maße von selbst zu erfassen. Da es zu Ungenauigkeiten wegen Spanresten kommt, müssen die Messpunkte für die jeweiligen Maße kontrolliert und nachjustiert werden. Wenn alle Messpunkte eingestellt sind, vergleicht das System ob die Messwerte im Toleranzbereich liegen. Dieser liegt in einem Intervall der durchschnittlichen Größe von 2^{-10} mm.

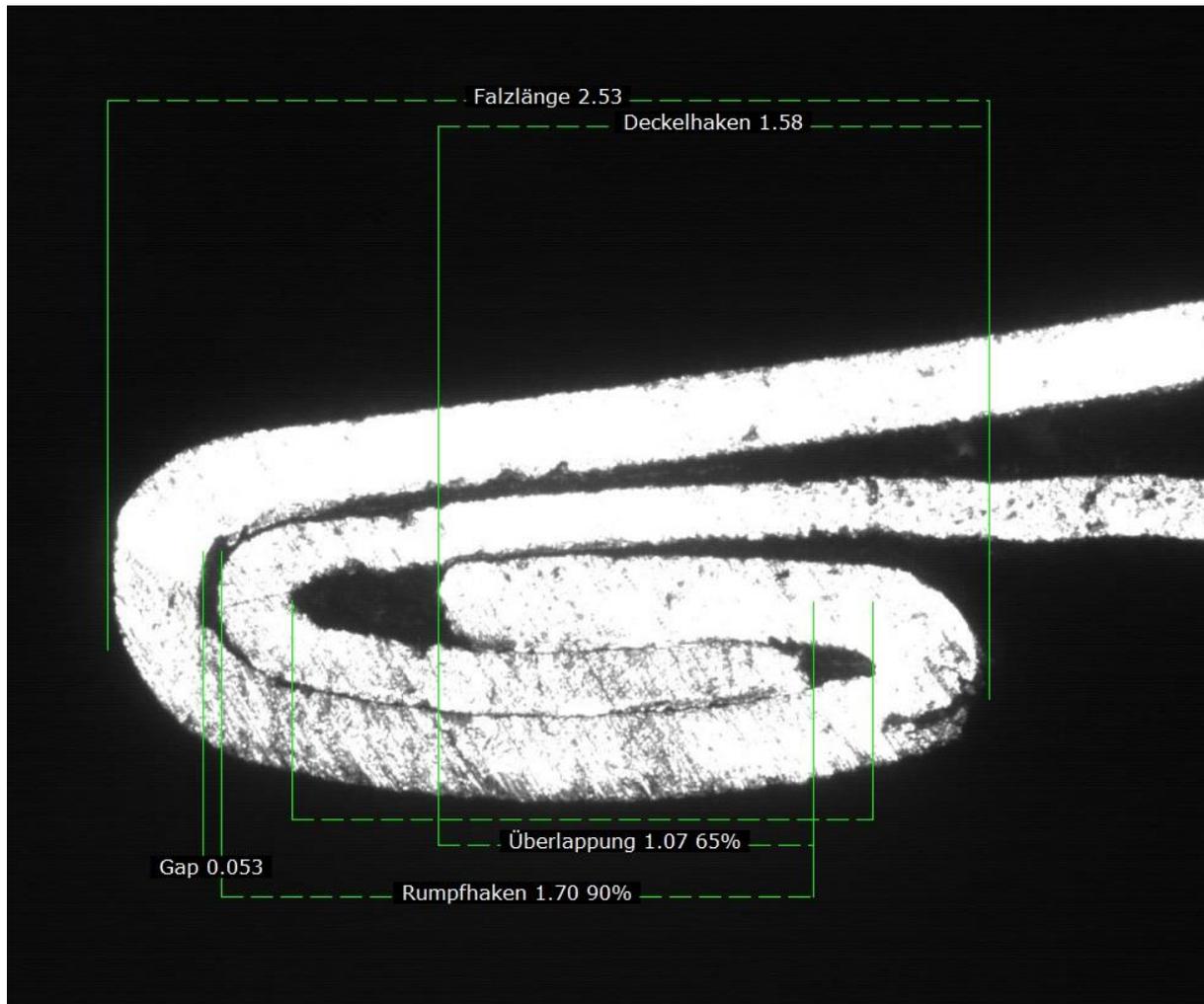


Abbildung 22: Screenshot der Falzmessung mit den dazugehörigen Maßen

Die Justierung der Falzrollen wird wie bei der Nachjustierung der OP1 Falzen durchgeführt.

Die Falzdarstellung für die OP2 ist im Kapitel Verschleißeinheit mit Abbildung 22 dargestellt. Erst nach der erfolgreichen Prüfung der Falze ist der Verschleißer für die Produktion bereit.

Erkenntnisse:

- Ein Falztest muss wegen der hohen Genauigkeit penibel durchgeführt werden
- Umgehen des Falztests könnte eine große Menge beschädigter Ware produzieren
- Für die Justierung der Falzhebel wird Feingefühl benötigt, welches nur durch Erfahrung erreicht werden kann

- Die Bohrung für die Falzhebel ist schneckenförmig damit die Falzhebel näher zur Dose bzw. weiter weg positioniert werden können. Daher würde eine Messskala keine Erleichterung bringen
- Die Messeinrichtungen sind sehr empfindlich, daher müssen sie in einem von der Produktion getrennten Raum aufgebaut sein. Dadurch kann auch der Weg nicht ohne weiteres verkürzt werden
- Der Zeitaufwand für Falztests besteht aus:
 - Weg zwischen Anlage und Schichtleiterbüro in dem sich die Messeinheiten befindet
 - Zeit welche die Messeinheit für die Aufnahme benötigt
 - Nachjustieren

Die drei oben angeführten Unterpunkte sind nicht variabel und lassen daher keine Veränderung zu. Daher ergibt sich, dass hier kein markantes Verbesserungspotential vorhanden ist.

4.1.3 Wirkungsgrad der wertschöpfenden Arbeitszeit

Nachdem die wertschöpfenden von den verschwendeten Tätigkeiten getrennt wurden, haben sich für die Schlosser folgende Zeitwerte ergeben:

- Für Schlosser 1 gab es eine wertschöpfende Zeit von 12.415 Sekunden (3 Stunden und 27 Minuten), was bei einer Gesamtzeit (ohne Störung) von 22.168 Sekunden (6 Stunden und 10 Minuten) einen Wirkungsfaktor von 56% ergibt.
- Für Schlosser 2 gab es eine wertschöpfende Tätigkeitszeit von 9.442 Sekunden (2 Stunden und 37 Minuten), was bei einer Gesamtzeit (ohne Störung) von 21.029 Sekunden (5 Stunden und 50 Minuten) einen Wirkungsfaktor von 44,9% ergibt.

$$\text{Wirkungsfaktor} = \frac{\text{wertschöpfende Zeit}}{\text{Gesamtzeit (ohne Störung)}} * 100\%$$

Formel 2: Wirkungsfaktor der wertschöpfenden Tätigkeiten

Die Wirkungsgrade der wertschöpfenden und nichtwertschöpfenden Zeit sind in Abbildung 23 ersichtlich dargestellt. Die grünen Teile des Graphen stellen die wertschöpfenden und die blauen die nicht wertschöpfenden Zeitanteile des Umbaus dar.

Die Gesamtzeit für Schlosser 2 ist um 1.139 Sekunden kürzer als die Gesamtzeit des Schlossers 1, da Schlosser 2 mehr Zeit für die Behebung von Störungen aufbringen musste.

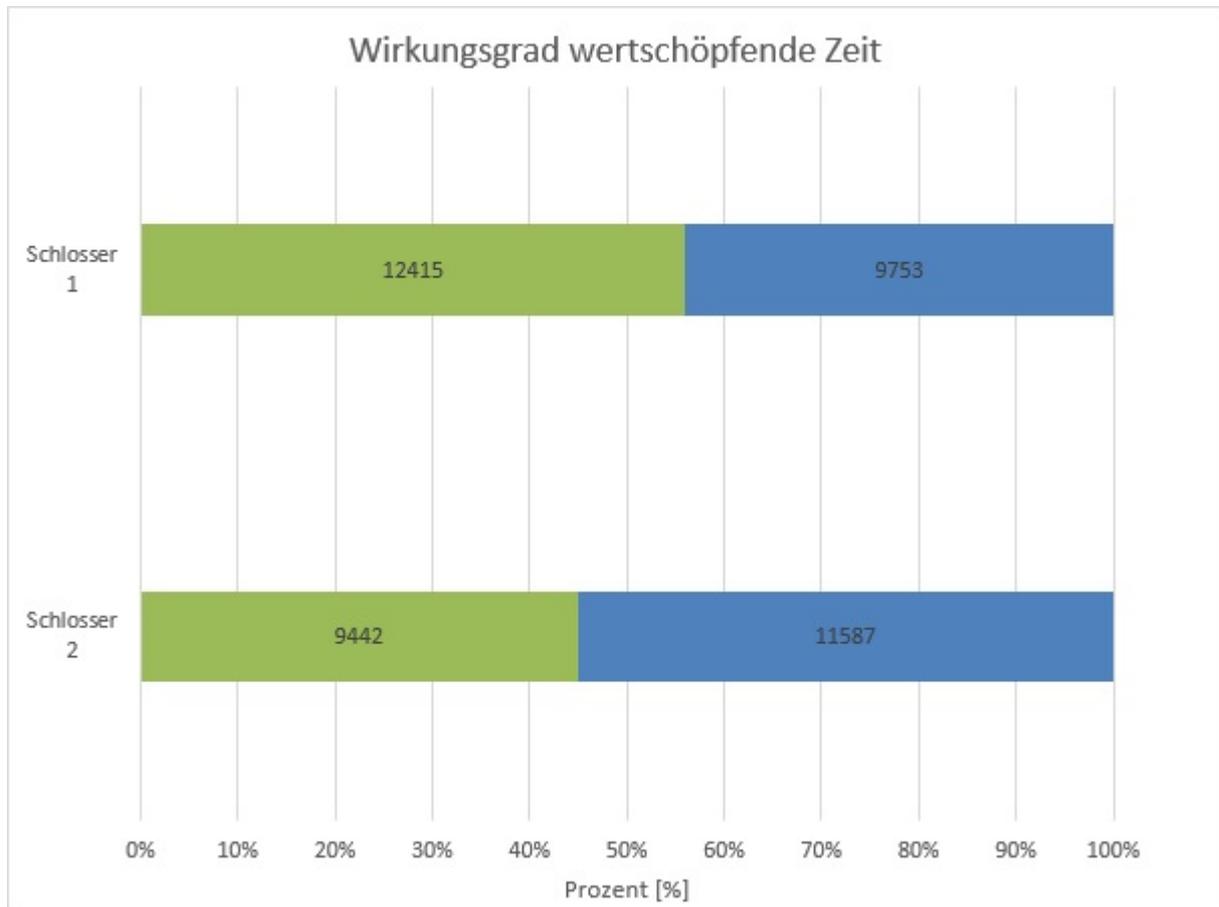


Abbildung 23: Wertschöpfende und nichtwertschöpfende Zeit prozentual dargestellt

4.1.4 Analyse der Wege eines Schlossers

Während der Analyse der wertschöpfenden Tätigkeitszeit ist aufgefallen, dass Person 1 immer wieder die gleichen Wege zurücklegen musste. Diese Pfade wurden definiert und die Anzahl, wie oft der jeweilige Pfad zurückgelegt wurde, mithilfe des Bildmaterials bestimmt.

In Abbildung 24 sieht man die festgelegten Pfade. Die Zahlen an den Pfaden geben die Schritte mal der Anzahl wie oft sie zurückgelegt wurden an. Für die Bestimmung der Anzahl der zurückgelegten Schritte wurden die Pfade auf direktem Wege von einem Punkt der Anlage zum jeweiligen Zielort abgegangen und gezählt.

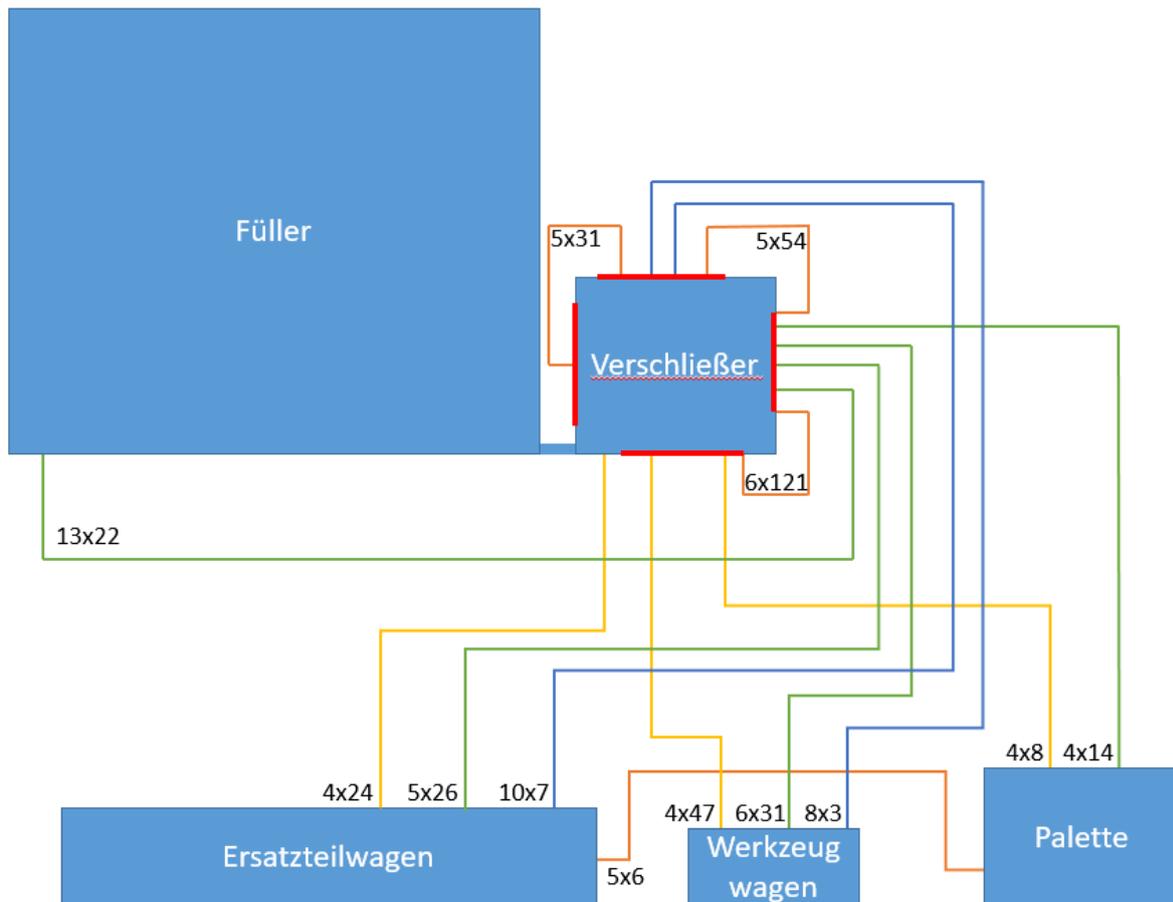


Abbildung 24: Häufig verwendete Pfade um bzw. zum Verschleißer

Die Angabe „Schritte“ in Tabelle 2 sind die jeweiligen Schritte der einzelnen Pfade aus Abbildung 24. „Anzahl“ ist die jeweilige Zahl wie oft die Pfade benützt wurden. „Produkt“ ist das Ergebnis der Multiplikation der einzelnen Schritte mit der dazugehörigen Anzahl. Am Ende der Tabelle 1 befindet sich das Ergebnis der gesamten Schritte („Schritte Gesamt“), welches sich aus der Summe aller Produkte ergibt.

Bei der Analyse hat sich ergeben, dass der Schlosser mindestens 2.249 Schritte für den Umbau zurückgelegt hat.

Tabelle 2: Schritte während dem Rüstprozess

Schritte	Anzahl	Produkt
5	31	155
5	54	270
8	3	24
10	7	70
6	121	726
13	22	286
4	24	96
5	26	130
4	47	188
6	31	186
5	6	30
4	14	56
4	8	32
Schritte Gesamt:		2249

4.1.5 Zeitverluste durch das Holen von Werkzeug

Die Analyse der Pfade aus Abbildung 24 hat ergeben, dass die Anlage immer wieder umrundet werden musste, damit z.B. ein Gabelschlüssel oder anderes Werkzeug von einem anderen Arbeitsplatz geholt werden konnte. Dies hat einige Zeit in Anspruch genommen. In Tabelle 3 ist die Auswertung der Zeit für Person 1 beim Holen des Werkzeuges zu sehen.

Tabelle 3 besitzt drei unterschiedliche Spalten. Die Spalten „Anfang“ führen die jeweilige BildID an, bei der die Arbeit für das Holen eines Werkzeuges (Gabelschlüssel, Inbusschlüssel ...etc.) unterbrochen wird. Die Spalten „Ende“ geben die BildID an, bei der die Arbeit wieder aufgenommen wurde. Die Spalten „Zeit[s]“ geben die jeweilige Dauer in Sekunden an, welche sich durch die Differenz der BildIDs ergab. Die Gesamtzeit ist die Summe aller Werte aus den Spalten „Zeit[s]“.

Tabelle 3: Zeitanalyse Werkzeug holen von Werkzeug Schlosser 1

Anfang	Ende	Zeit[s]	Anfang	Ende	Zeit[s]
2807	2817	10	17300	17319	19
3079	3091	12	17576	17610	34
3878	3897	19	20492	20512	20
4020	4028	8	21109	21128	19
4095	4122	27	22154	22167	13
4263	4277	14	22222	22239	17
5159	5167	8	22354	22385	31
9015	9029	14	22354	22385	31
9287	9293	6	23274	23303	29
9474	9486	12	23468	23481	13
13122	13132	10	23636	23695	59
13284	13428	144	25303	25330	27
13508	13516	8	25797	25910	113
13529	13546	17	26205	26214	9
14349	14362	13	26464	26475	11
14362	14376	14	26480	26490	10
14575	14586	11	27678	27744	66
14916	14962	46	27942	27950	8
15578	15585	7	28046	28055	9
16370	16383	13	29883	29895	12
16693	16701	8	29974	29993	19
16748	16760	12	----- ---	----- ---	-----
Gesamtzeit			1002	Sekunden	
			16,7	Minuten	

Es ist erkennbar, dass es sich meist um einen Vorgang von 10 bis 20 Sekunden handelt. Zusätzlich ist ersichtlich, dass es einige Peaks gibt. Die Peaks schlagen mit 66 Sekunden bis 144 Sekunden zu Buche. Diese Werte ergaben sich daraus, dass das Werkzeug gesucht werden musste bzw. die Person durch etwas bzw. jemanden, wie zum Beispiel einem Produktionsmitarbeiter, abgelenkt wurde.

4.1.6 Parallele Arbeitszeit

Da zwei Personen den Umbau durchführten, wurde die parallele Arbeitszeit analysiert. Dies ist die Zeit bei der die zwei Schlosser gleichzeitig an der Anlage arbeiten. Hierfür wurde die Zeit berechnet bei der sich die BildID der zwei Schlosser überschneiden.

Parallele Arbeitszeit ist für die Zeitstudie sehr interessant. Da jede Minute welche parallel gearbeitet wird, zwei Minuten benötigt, wenn die zwei Arbeitskräfte nicht parallel arbeiten können.

Dabei ergab sich eine gemessene Zeit von 8.089 Sekunden (2 Stunden und 15 Minuten).

Damit ersichtlich wird wie lange parallel gearbeitet wurde und wie lange die jeweilige Arbeitskraft noch zusätzlich gearbeitet hat, wurden folgende Zeiten berechnet: erstens wie lange jeweils Person 1 bzw. Person 2 gearbeitet hat und zweitens wann niemand an der Anlage zugange war.

Hierzu wurden von der jeweiligen Arbeitszeit der Person die 8.089 Sekunden gemeinsame Arbeitszeit abgezogen.

Die Zeiten ergaben Folgendes:

- 8.089 Sekunden parallele Arbeitszeit
- 4.326 Sekunden arbeitet Person 1 zusätzlich alleine
- 1.511 Sekunden arbeitet Person 2 zusätzlich alleine

Durch aufsummieren dieser drei Zeiten wird die gesamte Arbeitszeit an der Anlage mit 13.926 Sekunden (3 Stunden 52 Minuten) festgehalten.

Anschließend wird der Wirkungsgrad für die parallele Arbeitszeit berechnet:

$$\frac{8089}{13926} * 100\% = 58\%$$

Der Wirkungsgrad für die gesamte Umbaudauer ohne Störung ergibt Folgendes:

$$\frac{8089}{22169} * 100\% = 36,4\%$$

Nach Abzug effektiver Arbeitszeit von der gesamten Arbeitszeit ohne Störung ergeben sich $22169 - 13926 = 8243$ Sekunden für die Zeit in welcher nicht am Verschleißer gearbeitet wurde.

In Abbildung 25 ist mit dem „Ist“-Balken die aktuelle Situation des Umbaus dargestellt. Der „Soll“-Balken stellt ein mögliches Ergebnis durch die Anwendung der SMED-Methode dar, welche den Arbeitsablauf parallelisieren soll (Erhöhung der gemeinsamen Arbeit und Verringerung der einzelnen Arbeit von Person 1 und 2) und nicht wertschöpfende Arbeitszeit reduzieren soll (Verringerung der Zeit an der niemand an Anlage arbeitet). Der blaue Balken (Gemeinsame Arbeit) ist im Vergleich mit dem „Ist“-Zustand von 53% auf 70% gewachsen und der violette Balken (keiner arbeitet an der Anlage) ist um die Hälfte reduziert. Würde sich dieser Fall einstellen, wird eine Zeiteinsparung von eineinhalb Stunden erwartet.

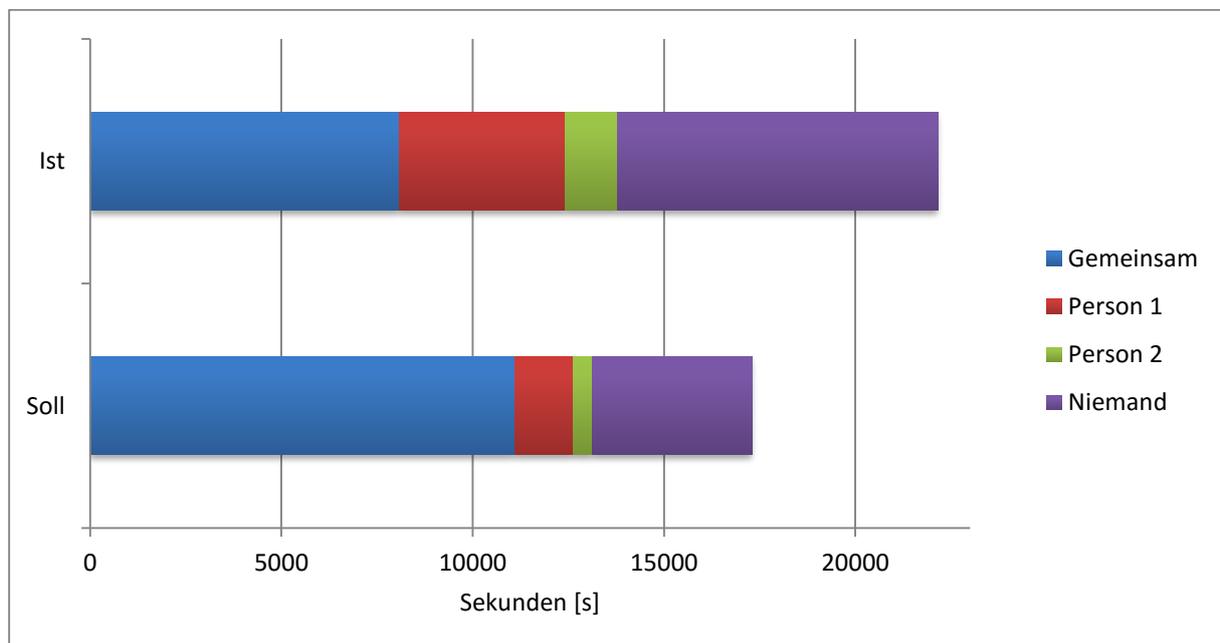


Abbildung 25: Zeitgraph IST- und möglicher SOLL-Zustand

4.1.7 Deckelzuführung

Die Deckelbremse ist auf dem Verschleißer montiert und verbindet die Deckelzuführschiene mit dem Verschleißer. In Abbildung 26 ist die Deckelbremse mit der Bezeichnung |1| markiert. In der Deckelbremse werden die Deckel durch Reibung

zurückgehalten, damit nicht das gesamte Gewicht der zugeführten Deckel auf den Bauelementen des Verschließers lastet. Die Deckelbremse muss während des Umbaus ausgetauscht werden, da sich der Durchmesser der Deckel um zwei Millimeter verändert.

Für den Ausbau muss der Schlosser nach dem Entfernen der Schrauben auf einer Leiter stehend die Deckelzufuhrschiene anheben (die Deckelzufuhrschiene ist in Abbildung 26 mit der Bezeichnung |2| markiert).

Dieser Vorgang wird durch folgende Punkte erschwert:

- Es gibt keinen Griff bzw. Haltepunkt an dem sich die Schiene gut greifen lässt
- Die Deckel üben in der Schiene einen hohen Druck nach unten aus, was zu einem hohen Kraftaufwand während des Umbaus führt



Abbildung 26: Foto des Verschließers mit Fokus auf der Deckelbremse

Zum Umbau der Deckelbremse müssen nach der Reihe folgende Schritte ausgeführt werden:

- Herausschrauben von jeweils 4 Schrauben zwischen Verschließer und Deckelmagazinstange |4|
- Herausschrauben von jeweils 4 Schrauben zwischen Deckelzufuhrschiene |2| und Deckelbremse |1|

- Herausschrauben von jeweils 4 Schrauben zwischen Deckelbremse |1| und Deckelmagazinstange |4|
- Anheben der Deckelzuführschiene |2| und Herausheben der Deckelbremse |1|
- Deckelmagazinstange |4| herausheben
- Neue Deckelmagazinstange |4| einsetzen
- Anheben der Deckelzuführschiene |2| und Einsetzen der neuen Deckelbremse |1|
- Einsetzen und Anschrauben von jeweils 4 Schrauben zwischen Deckelbremse |1| und Deckelmagazinstange |4|.
- Herausschrauben von jeweils 4 Schrauben zwischen Deckelzuführschiene |2| und Deckelbremse |1|
- Herausschrauben von jeweils 4 Schrauben zwischen Verschleißer und Deckelmagazinstange |4|
- Schritte 1 – 10 für die andere Seite wiederholen

Für den Umbau müssen an dieser Stelle des Verschleißers 24 Schrauben gelöst und wieder befestigt werden, was einen hohen Zeitaufwand verursacht.

Tabelle 4: Auswertung des Bildmaterials für den Umbau der Deckelzuführung

Schlosser 1

3072	3341	269
3483	3523	40
3555	3580	25
3595	3680	85
3817	3854	37
4120	4165	45
4207	4261	54
4278	4320	42
4336	4555	219
4587	4686	99
4711	4856	145
5389	5458	69
5529	5889	360
6828	7135	307
Gesamt Zeit		1796
		29,9
		Sekunden
		Minuten

Der genaue Zeitaufwand ist in Tabelle 4 dargestellt, hier sind die Zeitwerte für den Umbau der Deckelführung aufgelistet. Es handelt sich hier um rein wertschöpfende Tätigkeitszeit für den Umbau der Deckelzuführung. Dieser Umbau schlägt durch die hohe Anzahl von Schrauben, welche gelöst und wieder montiert werden müssen, mit ca. 30 Minuten zu Buche.

4.1.8 Erkenntnisse der IST-Analyse des Umbaus

- Der Ablauf ist nicht festgelegt
- Die Schlosser haben die weitere Vorgehensweise immer wieder absprechen müssen
- Oft musste ein Schlosser warten, da die Tätigkeitsbereiche nicht optimal verteilt waren

- Werkzeug war nicht immer zur Hand und musste daher gesucht bzw. geholt werden
- Schwere Ersatzteile mussten über weite Strecken transportiert werden
- Die Deckelzuführung hat wegen den vielen Schrauben einen hohen Arbeitsaufwand verursacht
- Die Anlage wurde ständig umrundet
- Der Wirkungsgrad von wertschöpfender Tätigkeitszeit liegt sehr niedrig
- Schlosser ermüden schnell durch die hohe Anzahl von Schritten
- Einstellung der Falzhebel besitzt wenig Verbesserungspotential
- Hoher Anteil von nichtwertschöpfender Tätigkeitszeit wegen:
 - Abstimmung Ablauf
 - Holen von Werkzeug
 - Suchen von Werkzeug
 - Transport von Ersatzteilen
 - Reinigungsarbeiten während des Umbaus

4.2 Ableitung des weiteren Vorgehens

Nach der Analyse und Auswertung des Umbaus, werden die Wirkungsgrade erhalten, welche als Ausgangspunkt herangezogen werden können.

Als nächster Schritt wird ein Team mit zwei zusätzlichen Schlossern aufgestellt, welches sich jede Woche für eine Stunde trifft um verschiedene Maßnahmen mithilfe des Demingkreis (nähere Informationen siehe Kapitel 2.6) auszuarbeiten. Diese Maßnahmen werden bei weiteren Umrüstprozessen umgesetzt und analysiert. Funktionierende Maßnahmen werden als Standard definiert. Maßnahmen welche nicht funktionieren werden daraufhin untersucht, ob diese positiv abgeändert werden können bzw. ganz ausgeschlossen werden sollen.

Die erste Maßnahme ist den ersten Schritt der SMED-Methode durchzuführen. Hierzu wird ein Ablauf erstellt in dem die internen von den externen Rüsttätigkeiten getrennt werden. Dabei wird darauf geachtet, dass die Aufgaben der Schlosser fest zugeteilt

werden, damit der Wirkungsfaktor der parallelen Arbeitszeit erhöht wird (der Ablauf ist in dem Kapitel 4.2.2 dargestellt).

Als zweite Maßnahme wird die Verkürzung der Distanz ins Auge gefasst bzw. versucht gewisse Wege zum Werkzeug bzw. Ersatzteile komplett abzuschaffen.

Hierzu wird versucht die Ersatzteile auf mehrere Paletten aufzuteilen, welche vor die jeweilige Öffnung gebracht werden. Wenn sich das Konzept als nützlich erweist, werden die Paletten durch kleinere Rüstwagen ersetzt. Kleinere Wagen können näher an die jeweiligen Öffnungen am Verschleißer gebracht werden, als es mit dem großen Rüstwagen der Fall ist.

Hier könnte die Gefahr entstehen, dass Ersatzteile vertauscht werden. Um das zu verhindern, wäre es sinnvoll den ganzen Satz an Ersatzteilen, der für einen Umbau benötigt wird, einzufärben. Zum Beispiel kann der Satz für 0,25 Liter Dosen blau und jener für 0,33 Liter Dosen rot lackiert werden. Dadurch würde das Vertauschen auf einfachem und günstigem Wege verhindert werden.

4.2.1 Teambuilding

Ein Team wurde mit den zwei Schlossern Paul Auer und Christian Amritzer aufgestellt. Im ersten Meeting wurde das Projekt mit dem Fortschritt bis zum damaligen Zeitpunkt vorgestellt.

Da die Schlosser noch keine Erfahrung mit der Lean-Methode hatten, wurde ihnen diese Methodik anhand des Kapitels 2.3 SMED erklärt. Anschließend wurden ihnen die bis dahin angeeigneten Erfahrungen und die dazugehörige Analyse mit der Vorgehensweise nach Kapitel 4.1 erläutert.

Als die aufgenommenen Arbeitszeiten besprochen wurden, hat sich herausgestellt, dass die festgelegte Zeit von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Instandhaltung anders aufgefasst wurde als sie vom Management festgelegt war.

Die Schlosser hatten die Auffassung, dass die acht Stunden für den Umbau inklusive Falztestkontrolle und anfallenden Störungen festgelegt sind.

Das Management hat die acht Stunden vor einigen Jahren anhand eines Umbaus festgelegt, welcher keine Störungen beinhalten hatte.

Die Falztestkontrollen und die dazugehörigen Einstellarbeiten sind ebenfalls nicht in den acht Stunden berücksichtigt worden, der Arbeitsaufwand für den Test und die Einstellarbeiten sind nur schwer abschätzbar. Genauere Informationen zu dieser Tätigkeit können am Ende des Kapitels 4.1.2 nachgelesen werden.

Anschließend wurden auf die Wege (siehe Kapitel 4.1.4) und das Werkzeug (siehe Kapitel 4.1.5) eingegangen. Hierbei wurden den Schlossern die Vorteile erläutert, welche entstehen wenn alle Schlosser einen standardisiert festgelegten Ablauf beim Umbau verwenden.

Vorteile eines standardisierten Ablaufs:

- Ein gemeinsamer standardisierter Ablauf ermöglicht allen Schlossern das gleiche Ziel mit der gleichen Qualität zu erreichen, da es nicht zu Abweichungen wegen unterschiedlichen Abläufen kommt.
- Da es weniger Abweichungen wegen des Ablaufes geben wird, wird die Zeit für den Umbau konstanter.
- Einige Störungen, wie zum Beispiel Probleme mit der Anlagenbedienung, können durch einen gut geplanten Ablauf verhindert bzw. reduziert werden.
- Einige Arbeitsschritte sind leichter ausführbar wenn andere Arbeitsschritte davor absolviert wurden, wie zum Beispiel das Montieren der Deckelzähler. Diese lassen sich am schnellsten am Ende des Umbaus montieren, da sich zu diesem Zeitpunkt schon Deckel in der Deckelführung befinden. Die Sonden können mithilfe der Deckel auf Anschlag montiert werden.
- Erfahrungen von einzelnen Schlossern können in einem gemeinsamen Ablauf gesammelt und weitergegeben werden.
- Ebenfalls lassen sich neue Erfahrungen leichter testen und gemeinsam umsetzen, wenn sich die Auswirkungen als positiv erweisen.

Anschließend wurden anhand der Ergebnisse aus der Analyse der parallelen Arbeitszeit (Kapitel 4.1.6) die Auswirkungen dargestellt. Hier wurde den Schlossern dargestellt, dass eine Erhöhung des Prozentanteils für parallele Arbeitszeit das schnellste und am einfachsten umsetzbare Mittel für die Reduzierung der Gesamtarbeitszeit ist.

Das erhaltene Feedback auf die Vorstellung fiel sehr positiv aus. Beide Schlosser haben sich in den weiteren Meetings stark integriert um Vorschläge und Maßnahmen

für die Verbesserung des Umbaus zu finden und auszuarbeiten. Diese und weitere Veränderungsvorschläge sind im gleichnamigen Kapitel gesammelt worden.

4.2.2 Ablaufbeschreibung des Umbaus

Im zweiten Meeting wurde der nun folgende Ablauf ausgearbeitet. Dieser wurde ab diesem Zeitpunkt für jeden weiteren Umbau eingehalten. In der linken Spalte sind die Tätigkeiten für Person 1 beschrieben in der rechten für Person 2. Wenn eine Tätigkeit beide Personen benötigt, sind die Spalten in dieser Zeile verbunden.

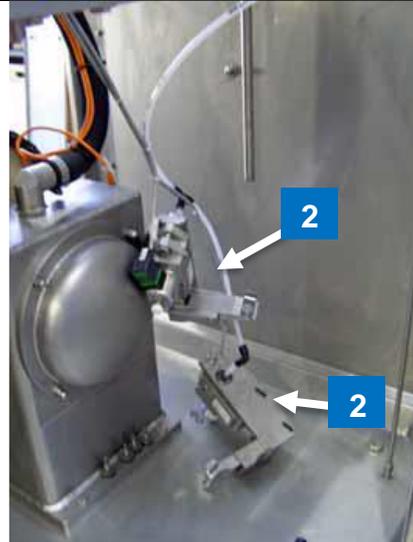
Person 1	Person 2
<p>Höhe des Dosenverschließers auf max. Höhe einstellen.</p>	<p>Druckluftzufuhr unterbrechen.</p>
<div data-bbox="204 831 751 1240" data-label="Image"> </div> <p>Zentralsternhälfte 2 und 3 demontieren; Schrauben 1 lösen und entfernen und die Zentralsternhälften herausheben.</p>	<p>Deckel aus dem Deckelmagazin entfernen und Deckelkanal verstopfen.</p>
<div data-bbox="204 1476 751 1886" data-label="Image"> </div> <p>Falzköpfe 1 mit Falzkopfschlüssel 2 ausbauen, dazu einen Gummihammer verwenden;</p>	<div data-bbox="874 1476 1294 2020" data-label="Image"> </div>

nach zwei bis drei Falzköpfen jeweils weiterdrehen, damit die jeweiligen Falzköpfe besser erreichbar sind.

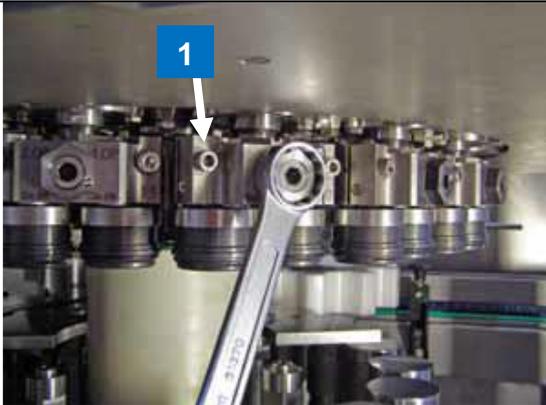
Luftschlauch |1| entfernen und Schrauben |2| lösen.



Niederhalteringhälften demontieren.

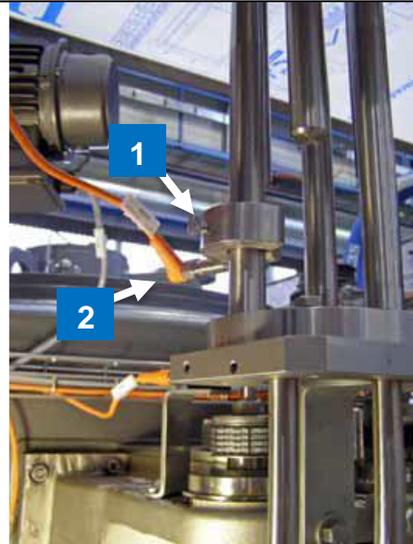


Die Rückhaltezyylinder |2| ablegen.



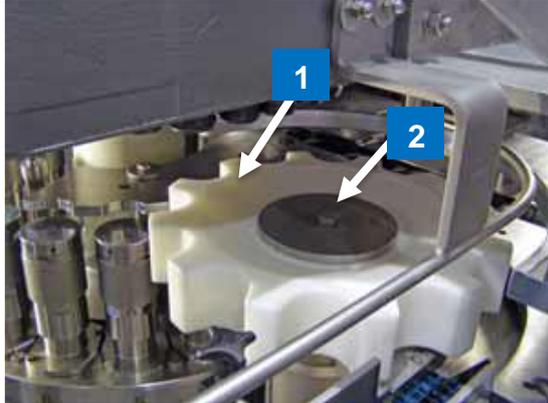
Falzhebel demontieren;
 Kontermutter mit mindestens einer halben Umdrehung lösen;
 Zentrierbolzen mit einem Inbusschlüssel demontieren;
 Falzhebel nach unten abziehen;
 nach zwei bis drei Falzhebeln jeweils weiterdrehen, damit die Falzhebel besser erreicht werden.

Tipp1: Wenn sich ein Falzhebel schwer abziehen lässt, kann die Position der OP1 markiert und die

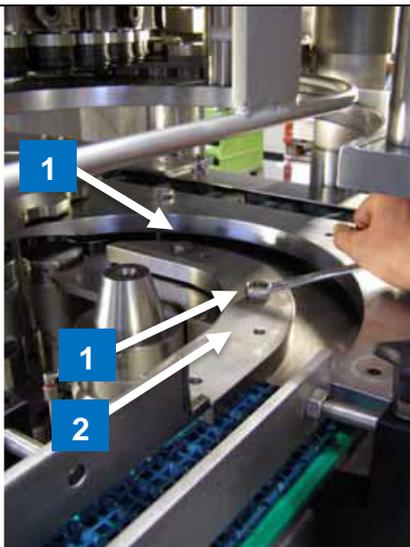


Deckelsonden |1| demontieren, dazu Schraube |1| lösen.

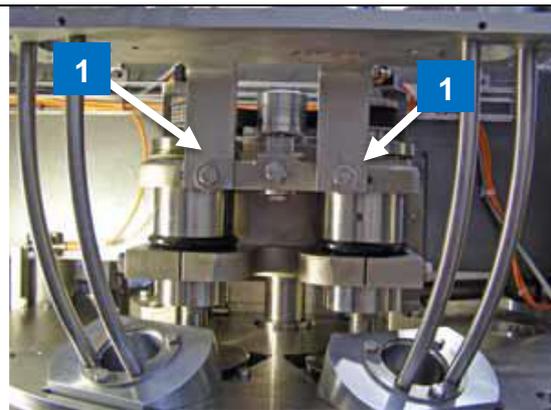
Schraube |1| leicht gelöst werden. Jetzt sollte sich der Falzhebel leicht abziehen lassen – Nach dem Ausbau Schraube |1| wieder anziehen.



Zur Öffnung nach hinten wechseln und den Ausgangssterne |1| demonstrieren.



Innere Dosenführung |2| demonstrieren.



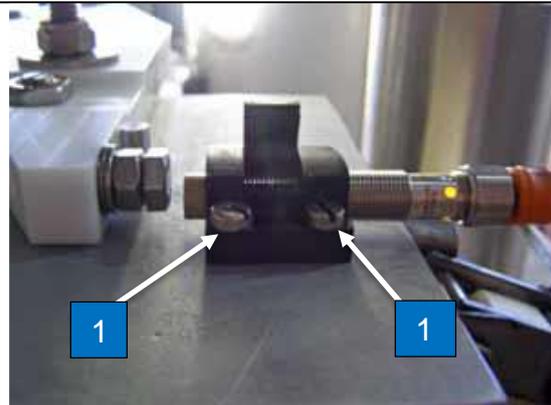
Deckelmagazinhalterung demonstrieren; dazu die Schrauben |1| lösen, sowie die vier Schrauben an der Unterseite der Arbeitsplatte; anschließend die Deckelmagazinhalterung nach oben drücken und herausheben.

Alle 8 Schrauben der beiden Deckelmagazinsterne demonstrieren.

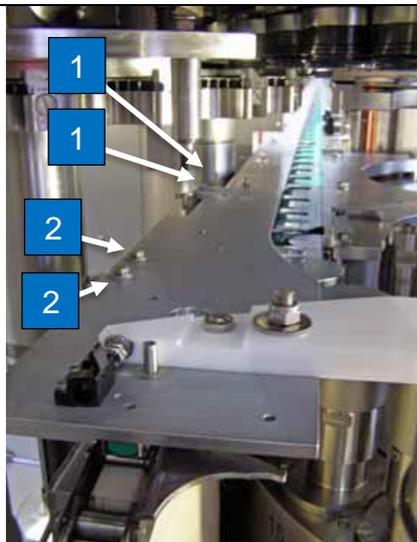
 <p>Innere Dosenführung am Einführtisch lösen und nach innen schieben.</p>	<p>Auf die Leiter steigen und die Deckelbremsen demontieren.</p>
<p>Schutzblech beim Doseneingang demontieren; Schraube lösen.</p>	<p>Neue Deckelmagazinstange einsetzen und neue Deckelbremse montieren; anschließend von der Leiter steigen.</p> <p>Alle 8 Schrauben der beiden Deckelmagazinstangen montieren</p>
	<p>Dosenführung unten 1 demontieren; Person 1 arbeitet in der Öffnung zwischen Verschießer und Füller; Person 2 arbeitet gegenüber; Person 2 hebt die Führung aus dem Verschießer und auf den Umbauwagen.</p>
	<p>Dosenführung oben 1 demontieren</p>



Obere Dosenführung beim Doseneingang ausbauen

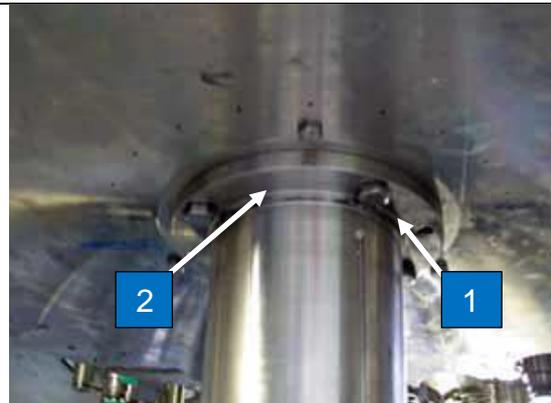


Sonde demontieren. Schrauben |1| lösen.

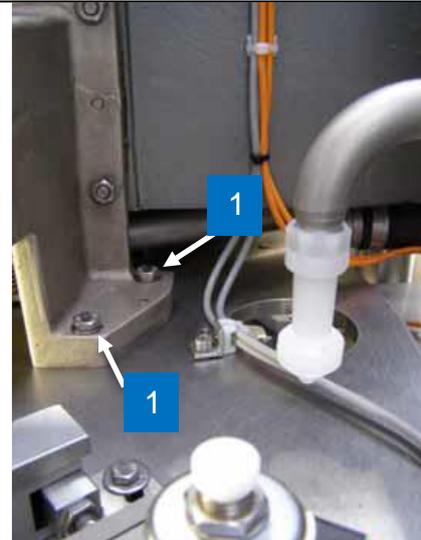


Dosenführung außen demontieren;
 Person 1 entfernt die Schrauben |1| (Öffnung Deckelzuführung);
 Person 2 entfernt die Schrauben |2|; anschließend die Führung aus dem Verschleißer heben und auf den Umbauwagen legen.

Ameise und Hilfsscheibe holen und vorbereiten;
 anschließend Person 2 bei der Begasungsrotorverbindung unterstützen, damit die Nabe gehalten und langsam abgesenkt wird.



	Schrauben 1 an der Begasungsrotorverbindung 2 lösen.
<p>Mit der Ameise die Hilfsplatte vorsichtig unter den Begasungsrotor heben; Ameise langsam und vorsichtig ablassen und Begasungsrotor mit der Ameise herausheben und absetzen. (in Abhängigkeit von Person 2).</p>	 <p>Begasungsrotor mit der Ameise leicht anheben; Schraube 1 herausdrehen.</p>
 <p>Zweite Hilfsscheibe auf die Ameise auflegen und mit der Ameise unter die Arbeitsplatte führen.</p>	

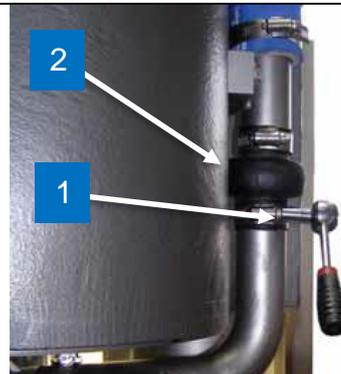


Person 2 löst die Schrauben |3| links von der Ameise;
 Person 1 führt des gleiche am Verschleißer, rechts
 von der Ameise aus.

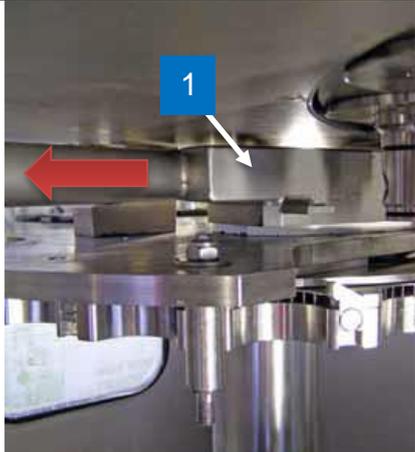
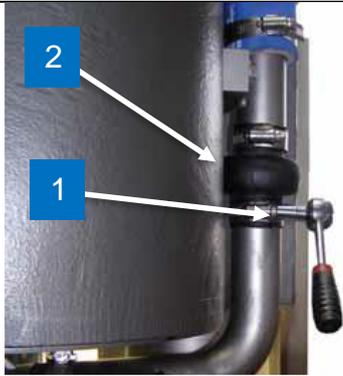
Ameise vorsichtig ca. 10 cm ablassen.

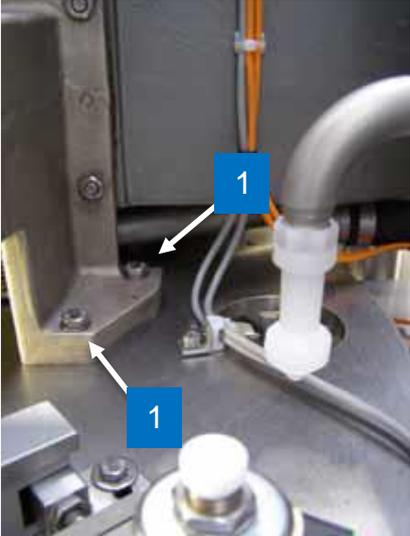


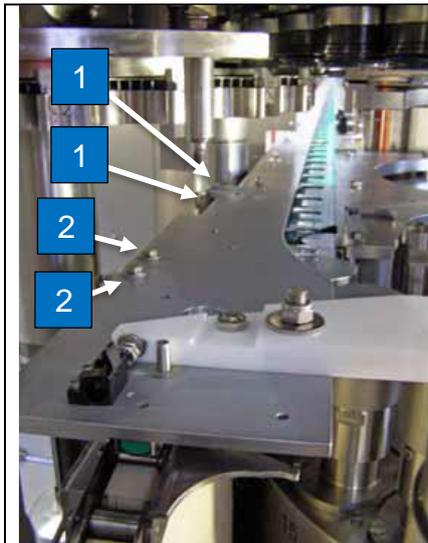
Person 1 löst die Schrauben |1| von der
 Deckelzuführungsöffnung aus;
 Person 2 wechselt nach rechts zur
 nächsten Öffnung und entfernt die
 gleichen Schrauben auf der Rückseite.



Schraube |1| am Balg |2| lockern.

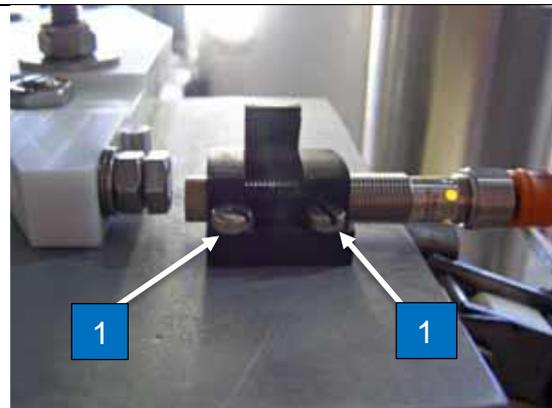
<p>Ameise leicht ablassen.</p>	 <p>Steuerscheibe Begasung 1 demontieren und herausziehen.</p>
<p>Mit der Ameise die Arbeitsplatte herausheben und absetzen.</p>	<p>Werkzeugwagen umdrehen, damit die einzubauenden Ersatzteile zum Verschleißer zeigen.</p>
<p>Mit der Ameise die Arbeitsplatte in den Verschleißer heben; Anschließend die Arbeitsplatte vorsichtig nach oben heben, damit sie montiert werden kann.</p>	<p>Steuerscheibe Begasung montieren.</p>
	 <p>Schraube 4 am Balg 5 anziehen.</p>
	<p>Person 1 schraubt die Schrauben 1 von der Deckelzuführungsöffnung aus; Person 2 montiert die gleichen Schrauben auf der Rückseite.</p>

<p>Arbeitsplatte mit der Ameise anheben.</p>	
	<p>Person 2 zieht die Schrauben 1 links von der Ameise an; Person 1 führt das gleiche am Verschleißer, rechts von der Ameise aus.</p>
<p>Hilfsscheibe mit der Ameise aus dem Verschleißer herausheben.</p>	
<p>Mit der Ameise den neuen Begasungsrotor in den Verschleißer heben; Begasungsrotor vorsichtig in die richtige Position bringen.</p>	 <p>Schraube 1 montieren.</p>
<p>Hilfsscheibe mit der Ameise herausheben; Anschließend Person 2 bei der Begasungsrotorverbindung unterstützen, damit die Nabe beim montieren nicht hinunterfällt.</p>	 <p>Schrauben 1 an der Begasungsrotorverbindung befestigen.</p>



Dosenführung außen vom Umbauwagen in den Verschleißer heben, damit diese montiert wird; Person 1 setzt die Schrauben, welche mit den schwarzen Pfeilen markiert sind, ein (Öffnung Deckelzuführung);

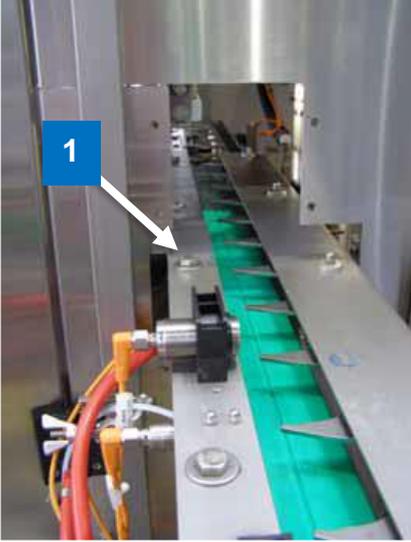
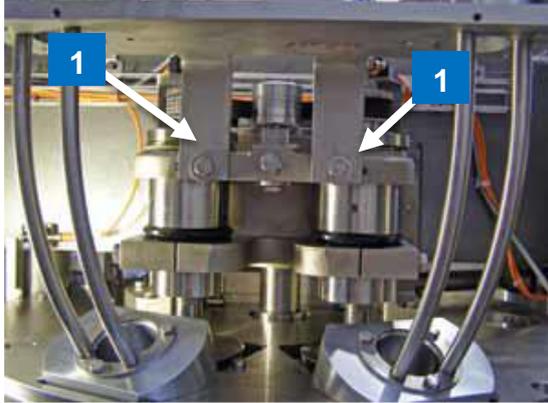
Person 2 setzt die Schrauben, welche mit den weißen Pfeilen markiert sind, ein.

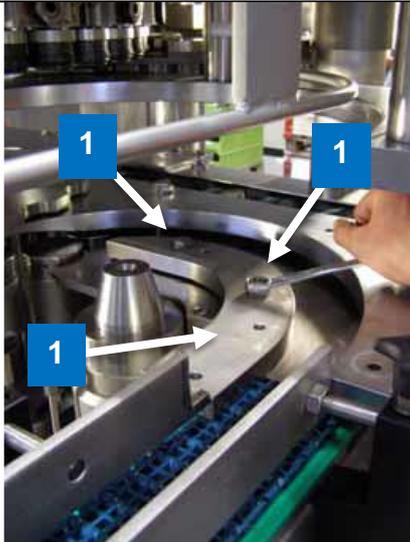


Sonden-Support montieren; Schrauben |1| montieren.

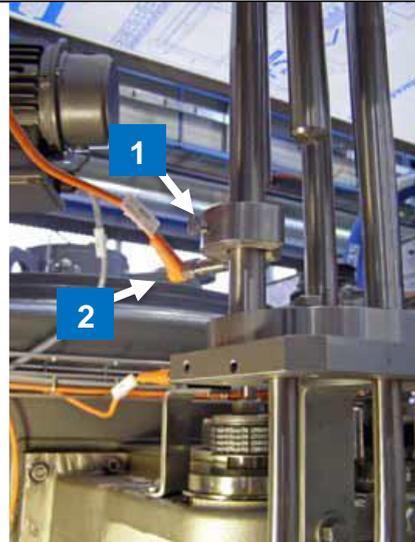


Obere Dosenführung beim Doseneingang einbauen.

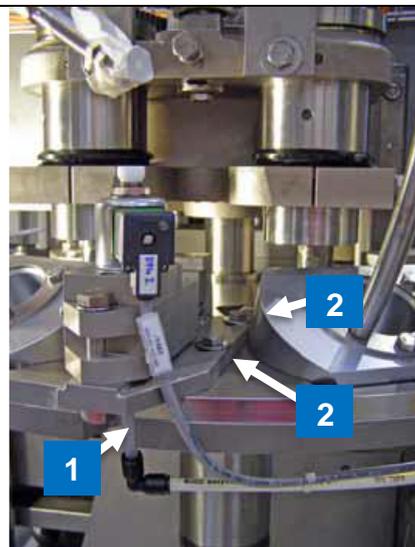
	<p>Person 2 hebt die Führung vom Umbauwagen in den Verschleißer; Dosenführung oben montieren; Person 1 arbeitet in der Öffnung zwischen Verschleißer und Füller; Person 2 arbeitet gegenüber.</p>
	<p>Person 2 hebt die Führung vom Umbauwagen in den Verschleißer; Dosenführung unten montieren; Person 1 arbeitet in der Öffnung zwischen Verschleißer und Füller; Person 2 arbeitet gegenüber.</p>
<p>Schutzblech beim Doseneingang montieren.</p>	
 <p>Die innere Dosenführung am Einführtisch zurück schieben und befestigen (bei Schraube 1).</p>	 <p>Deckelmagazinalterung beim Einsetzen etwas nach oben heben, damit sie positioniert werden kann; Deckelmagazinalterung montieren, dazu die Schrauben 1 einsetzen und anziehen, sowie die vier Schrauben an der Unterseite der Arbeitsplatte.</p>
	<p>Rückhaltstifte aus dem Deckkanal entfernen und die Deckel vorsichtig mit der Hand nach unten führen.</p>



Innere Dosenführung |2| montieren (Schrauben |1|).



Deckelsonden montieren.



Schrauben |2| montieren und Luftschlauch |1| einsetzen.

Ausgangssterne montieren.



Falzköpfe von Hand vormontieren.

Falzhebel gemeinsam montieren;
 Person 1 zieht die Falzhebel mit den zwei Drehmomentschlüsseln |1| an;
 Person 2 gibt Acht, dass der Drehmomentschlüssel den „Klick“ macht, wenn die Schraube mit 40 Nm angezogen ist;
 Person 2 kann in der Zwischenzeit die

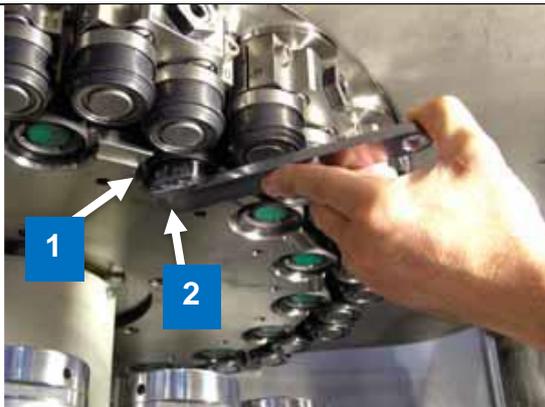
TIPP 1: Falzhebel in der richtigen Position halten, damit sich dieser nicht mehr verschiebt, wenn der Zentrierbolzen montiert wird. Ansonsten drückt der Zentrierbolzen den Falzhebel während der Montage nach oben. Dabei kann die Dichtung am Zentrierbolzen beschädigt werden.

TIPP 2: Wenn ein Falzhebel sich schwer aufbringen lässt, die Position der OP1 Walze markieren und die dazugehörige Schraube bis zum Einbau lockern.



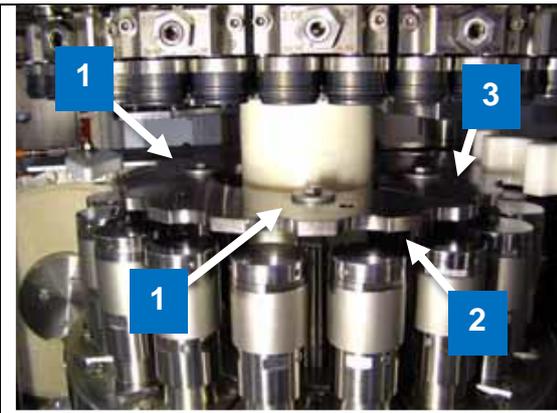
Niederhalteringhälften montieren.

Entfernt das Werkzeug aus den Öffnungen am Verschleißer, an denen nicht mehr gearbeitet wird und bereitet diese Bereiche für den Dosentest vor.



Falzköpfe |1| mit Falzkopfschlüssel |2| einbauen bzw. wenn sie schon vorher per Hand vormontiert wurden, anziehen; Gummihammer verwenden; nach zwei bis drei Falzköpfen jeweils weiterdrehen, damit die jeweiligen Falzköpfe besser erreicht werden.

Person 2 stellt die Dosenführungen vom Füller bis zum Verschleißer ein.



Zentralsternhälfte |2| und |3| montieren. Schrauben |1| einsetzen und anziehen und die Zentralsternhälften herausheben.

Werkzeug aus dem Verschleißer heben und Dosenverschleißer auf die richtige Höhe einstellen.

4.2.3 Veränderungsvorschläge

Reduzieren der Wege

In den folgenden Meetings wurden Lösungen für das Reduzieren der Wege gesucht. Dabei wurden die folgende Vorschläge gesammelt und ausgearbeitet, was den Schritten eins und zwei der SMED Methode entspricht:

Aufteilen der Ersatzteile auf kleinere Umbauwägen

Nach der Erstellung des Ablaufs wurde ersichtlich, dass die schweren Ersatzteile, wie Begasungsrotor (Markierung |1| in Abbildung 27) und Arbeitsplatte an der Vorderseite des Verschleißers benötigt werden. Zwei Umbauwägen wurden für diese Problemstellung konzipiert. Dabei hat sich Folgendes ergeben:

Der alte Umbauwagen, in Abbildung 27 dargestellt, bleibt erhalten. Der Begasungsrotor |1| und die Arbeitsplatte |2| werden entfernt.

Die Entfernung des Begasungsrotors führt zu einer hohen Arbeitserleichterung, da dieser nicht mehr auf den Ersatzteilwagen aufgehängt werden muss. Dieser musste nach dem Ausbau bzw. für den Einbau von Hand vom bzw. auf die Halterungen gehoben werden, was wegen des hohen Gewichtes sehr mühsam und auch gefährlich war.

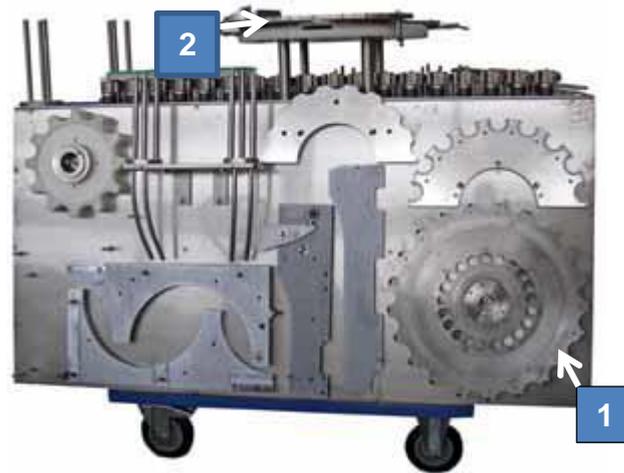


Abbildung 27: Rüstwagen mit allen Ersatzteilen für den Verschleißer.⁴⁵

Für den Ausbau wird ein elektrischer Hubwagen als Hilfe verwendet, dieser wird auch Ameise genannt.

Bei der Planung für das Konzept des zweiten Ersatzteilwagens wurde drauf geachtet, dass sich der Begasungsrotor mit der Ameise direkt auf dem Ersatzteilwagen aufbringen lässt, damit er nicht von Hand angehoben werden muss.

In Abbildung 28 ist ein Prototyp des zweiten Umbauwagens dargestellt. Die Einlageflächen besitzen von oben gesehen eine E-Form, damit die Werkzeuge mit der Ameise aufgenommen bzw. abgelegt werden können, ohne zusätzlichen Kraftaufwand für die Schlosser zu verursachen.

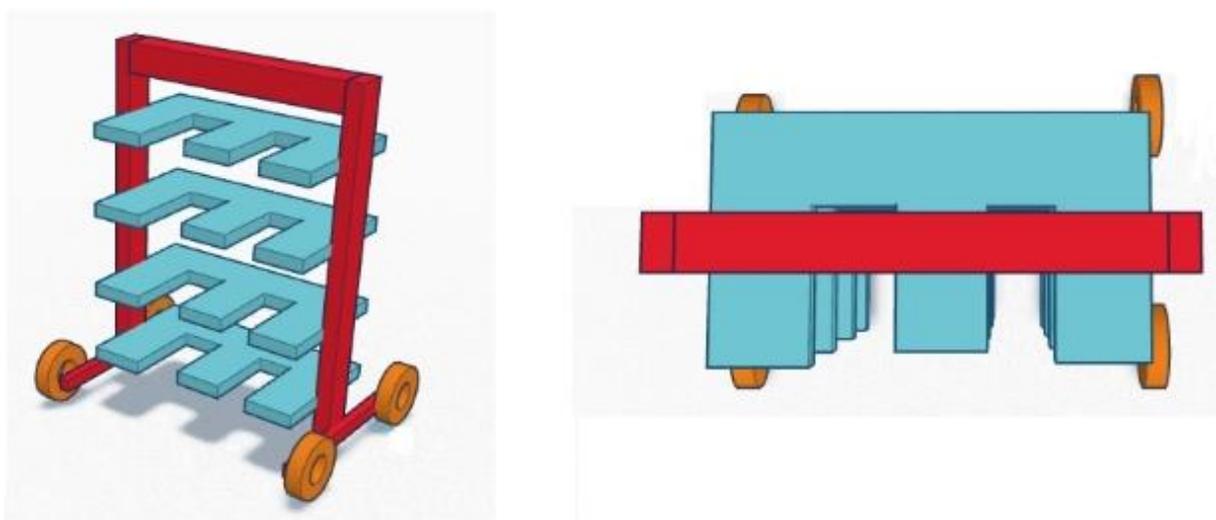


Abbildung 28: Prototyp des Umbauwagens

⁴⁵ vgl. Ebenda, S. 1–4.

Anmerkung: Bei einem Versuch mit einem Holzprototypen hat sich ergeben, dass die Flächen aus Gittern bestehen müssen, da sonst das Schmutzwasser nach der Reinigung nicht abfließen kann.

Während Tests mit den zwei Umbauwagen, ergab sich, dass die Falzhebel mit dieser Lösung immer noch einen hohen Arbeitsaufwand verursachen. Da nur zwei gleichzeitig getragen werden können, verursachen jene einen hohen Arbeits- und Kraftaufwand, obwohl sie nach der Änderung lediglich zwei Schritte vom Verschließer entfernt sind. Daher wurde ein Meeting für die Lösung dieses Problems angesetzt.

Die ausgearbeitete Lösung ist in Abbildung 29 dargestellt, dieser Umbauwagen soll die Wege mit den Falzhebeln und Falzköpfen sowie den Kraftaufwand verringern.

Der Wagen wird ein paar Schritte vom Verschließer entfernt abgestellt, damit der Bewegungsraum um den Verschließer nicht eingeschränkt wird. Wenn die Falzhebel und -köpfe ausgebaut werden, wird der Wagen zu der Verschließeröffnung herangezogen damit die ausgebauten Hebel und Köpfe direkt hinübergehoben werden können. Anschließend wird der Wagen wieder etwas vom Verschließer entfernt positioniert, bis er für den Einbau der Falzhebel und -köpfe wieder herangebracht wird.

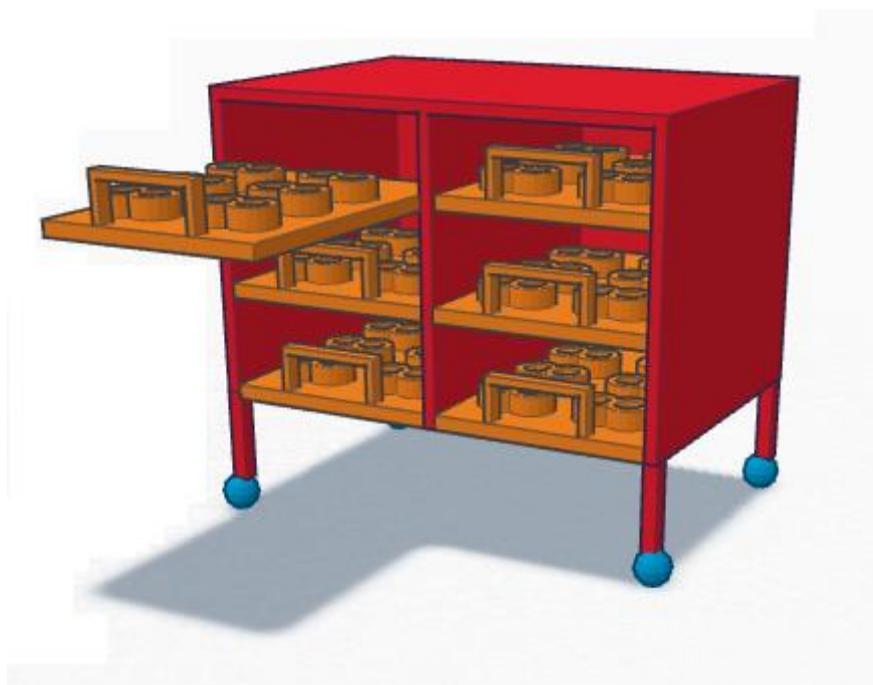


Abbildung 29: Kleiner Umbauwagen für Falzhebel und Falzköpfe

Werkzeugmatten

In einem weiteren Meeting wurde der Werkzeugwagen für den Umbau besprochen (Kapitel 4.1.5).

Es wurde nach einer Lösung gesucht, welche es ermöglicht die benötigten Schraubenschlüssel direkt an den benötigten Stellen im Verschleißer zu positionieren.

Daher wurde zuerst ein Konzept gebildet, welches vorgesehen hätte, dass alle Schrauben durch einen gleichgroßen Schraubenkopf vereinheitlicht werden. In diesem Fall würden nur wenige Schraubenschlüssel benötigt werden, welche direkt am bzw. im Verschleißer angebracht werden sollten. Dies wurde jedoch vom Management untersagt, da bei einem Austausch der Schrauben der Produzent des Verschleißers die Garantie aufheben würde. Die Anbringung der Werkzeuge in bzw. am Verschleißer wurde aus Gründen der Hygiene ebenfalls untersagt.

Anschließend wurde ein anderes Konzept mithilfe einer Poka Yoke (Kapitel 2.4) Methode entwickelt.

Geplant wurden Werkzeugmatten wie Shadow Tool Boxen, welche vor dem Umbau in die vorgesehenen Öffnungen des Verschleißers gelegt werden können. Jede Matte besitzt genau die Werkzeugschlüssel, welche an dieser Position benötigt werden.

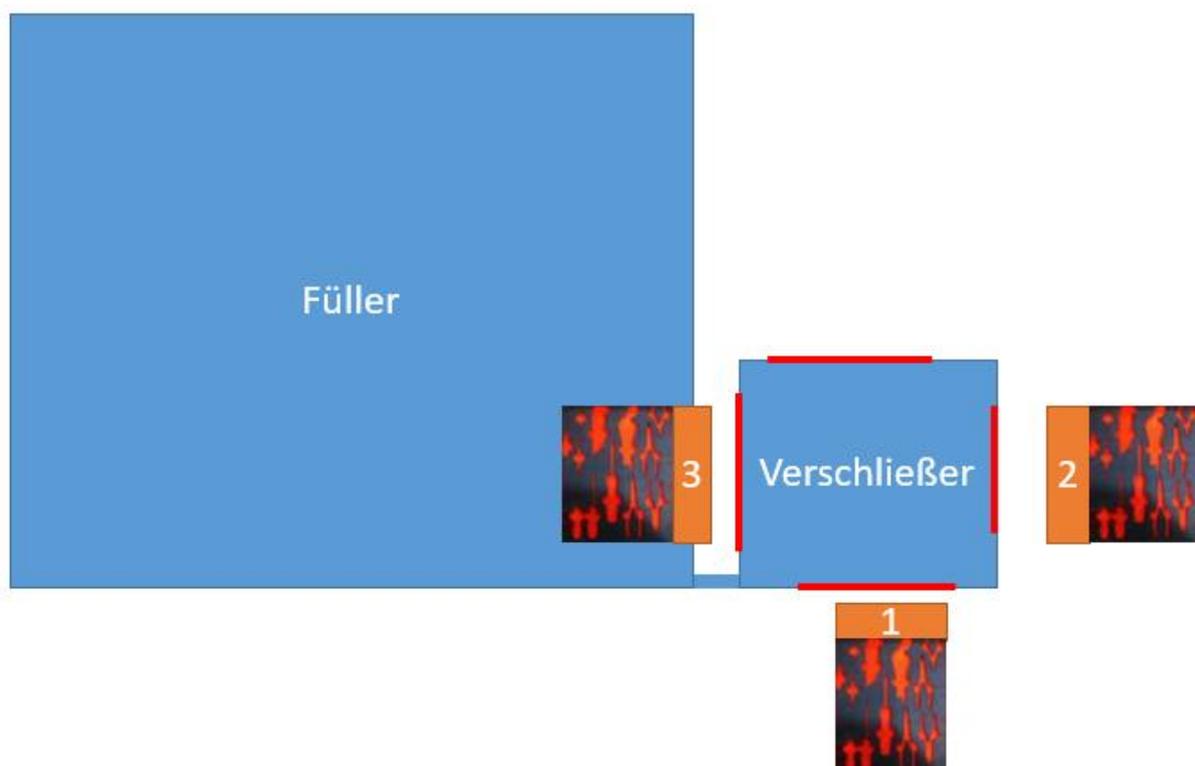


Abbildung 30: Benötigte Werkzeugmatten für den Umbau

In Abbildung 3 sind die Öffnungen zu sehen, an welchen eine Werkzeugmatte für den Umbau positioniert werden muss. Nach einer Analyse des Umbaus haben sich folgende Werkzeuge für die jeweiligen Matten ergeben:

Werkzeugmatte 1:

- Ring-Gabelschlüssel Gr. 18
- Ring-Gabelschlüssel Gr. 16
- Ring-Gabelschlüssel Gr. 13
- Inbusschlüssel Gr. 8
- Falzkopfschlüssel
- Gummihammer
- Ratsche Stecknuss
- Schlitzschraubendreher
- Drehmomentschlüssel 40 Nm Inbus Gr. 8
- Drehmomentschlüssel 40 Nm Stecknuss Gr. 24

Werkzeugmatte 2:

- Ring-Gabelschlüssel Gr. 24
- Ring-Gabelschlüssel Gr. 18
- Ring-Gabelschlüssel Gr. 16
- Ring-Gabelschlüssel Gr. 13
- Inbuss Gr. 6
- Inbuss Gr. 8

Werkzeugmatte 3:

- Ring-Gabelschlüssel Gr. 18
- Ring-Gabelschlüssel Gr. 16

Auf dem kleinen Umbauwagen für die Falzhebel (Abbildung 29) könnte eine Box angebracht werden in der diese Matten gelagert werden.

Vorteile dieser Methode:

- Das Werkzeug ist immer griffbereit
- Es liegt immer an derselben Stelle und muss nicht gesucht werden
- Werkzeug lässt sich durch die Matte leicht greifen.
- Während dem Abbau und nach dem Umbau geht kein Werkzeug verloren
- Geringer Zeitaufwand für Auf- und Abbau

Reduzierung von Arbeitsaufwand

In den weiteren Meetings wurden einzelne Aspekte des Umbaus auf Aufwandreduzierung untersucht. Hierbei wurden folgende Konzepte ausgearbeitet.

Deckelbremse Ausbauhilfe & Deckelrückhaltevorrichtung

Die Deckelrückhaltevorrichtung wie sie in Abbildung 31 abgebildet ist, ist auf der AFA 7 montiert. Die Rückhaltevorrichtung erleichtert die Vorbereitung für den Umbau, da der Deckelzuführungskanal nicht verstiftet werden muss. Beim Verstiften müssen die Deckel an einer Stelle mit den Fingern hochgedrückt werden, damit sich ein Stift zwischen zwei Deckeln einführen lässt. Durch die Vorrichtung muss nur der Hebel umgelegt werden, wodurch die Deckel mithilfe des Gumminoppens festgehalten werden. Diese Deckelrückhaltevorrichtung soll bei der Dose 6 auf beiden Deckelkanalzuführungen montiert werden.

Wenn die Vorrichtung stabil ausgeführt wird, kann diese als Hebel verwendet werden, damit die Deckelzuführschiene beim Ausbau der Deckelbremse leichter angehoben werden kann. Dadurch lässt sich die Problemstellung des vorherigen Vorschlags ebenfalls lösen.



Abbildung 31: Deckelrückhaltevorrichtung von Dose 7

Clamp-Verbindung für Deckelzuführung und Deckelbremse

Die Deckelzuführung und die Deckelbremse werden jeweils mithilfe von vier Schrauben verbunden. Dies könnte durch eine Clamp-Verbindung erleichtert werden. Diese würde die beiden Bauteile verbinden und durch ihre Form zentrieren.

In Abbildung 32 ist eine Clamp-Verbindung dargestellt. Diese lässt sich durch das Öffnen der Mutter demontieren und abnehmen. Die Mutter kann durch einen Griff ersetzt werden, wodurch sich diese ohne Werkzeug montieren bzw. demontieren lässt.



Abbildung 32: Clamp-Verbindung⁴⁶

Deckelbremse mit Deckelmagazinstange fix verbinden

Indem die Deckelbremse mit der Deckelmagazinstange fix verbunden wird, kann diese gemeinsam montiert bzw. demontiert werden. Eine Deckelbremse wird aktuell mit vier Schrauben auf der Deckelmagazinstange montiert. Diese müssten beim Ein- und Ausbau nicht mehr gelöst bzw. montiert werden.

Ein Problem ist das Gewicht der Deckelmagazinstange. Wenn die Deckelbremse fest mit der Deckelmagazinstange verbunden wird, müssen beide gemeinsam herausgehoben werden, was wegen des schlechten Stands (Arbeitsposition Leiter) und des hohen Gewichts erschwert wird.

Deckelmagazinstange wie bei Dose 7 umsetzen

Bei Dose 6 werden nur die Stäbe der Deckelmagazinstange ausgetauscht. Dadurch müssen die jeweils vier Schrauben (der Verschießer der AFA 6 benötigt zwei Deckelmagazinstangen, daher ergeben sich acht Schrauben) zwischen Verschießer und Deckelmagazinstange montiert bzw. demontiert werden.

⁴⁶ vgl. (2016), <http://www.achilles-connectors.de/start.html>.

Deckelmagazinstange Schraubenverbindung abändern

Die jeweils vier Schrauben an der Deckelmagazinstange, welche diese mit dem Verschleißer verbinden, könnten durch die U-Shaped Washer Methode bzw. durch die Clamping Methode umgesetzt werden.

In Abbildung 33 sind diese zwei Methoden nochmals dargestellt. Bei beiden Methoden muss die Schraube bzw. die Mutter mit nur wenigen Umdrehungen gelockert werden, bevor das Werkstück ausgebaut werden kann. Dies verkürzt die Montagezeit des jeweiligen Maschinenteils um einen hohen Prozentanteil, da die Schraube nicht komplett heraus bzw. hineingedreht werden muss. Zusätzlich fällt die Zeit weg, bei der die Schraube in das Gewinde eingepasst wird, was ebenfalls einige Sekunden in Anspruch nimmt.

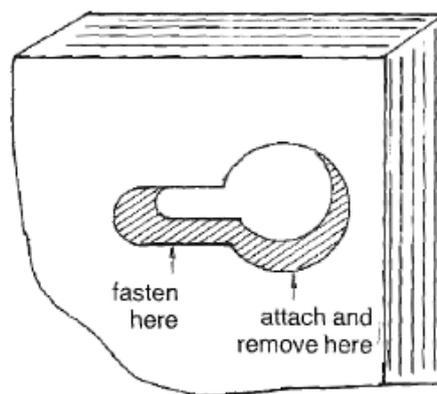


FIGURE 5-2. Pear-Shaped Holes for Clamping

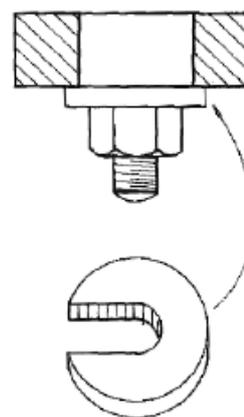


FIGURE 5-3. The U-Shaped Washer

Abbildung 33: Clamping und C-Shaped Washer Methode⁴⁷

Türscharniere

Manche Schlosser bauen die Tür für den Umbau aus. Dies ist sehr vorteilhaft, da dadurch der geringe Bewegungsraum um den Verschleißer nicht durch die offene Tür verringert wird. Jedoch ist der Aus- und Einbau wegen den aktuellen Scharnieren zeitaufwendig. In Abbildung 34 sind die Scharniere zu sehen. Zum Lösen der Scharniere muss auf beiden Seiten gleichzeitig die Schraube mittels Inbusschlüssel gelöst werden. Durch herkömmliche Scharniere könnte die Tür nach dem Öffnen der

⁴⁷ vgl. Shingō, Shigeo (1985), S. 57.

Sicherheitsverschlüsse von einer Person einfach herausgehoben werden, wodurch keine zusätzlichen Schraubtätigkeiten anfallen.



Abbildung 34: Türscharniere am Verschleißer

Elektrischer Umbauwagen

Die Schlosser haben darauf hingewiesen, dass bei den Schulungen des Herstellers des Verschleißers ein spezieller Umbauwagen eingesetzt wird mit dem sie den Begasungsstern und die Arbeitsplatte bewegen. Dieser hat gegenüber der herkömmlichen Ameise folgende Vorteile:

- Die Gabel ist schwenkbar und kann daher das Niveau der Produktionshalle ausgleichen.
- Die Gabel ist dünner als die der Ameise, mehr Spielraum im Verschleißer wird erhalten.

Anschlaghilfe für die Ameise

Für den Ausbau und Einbau des Begasungsrotors und der Arbeitsplatte muss die Ameise auf eine genaue Position geführt werden. Durch eine Anschlaghilfe kann die Ameise immer direkt auf die genaue Position gefahren werden. Dadurch reduziert sich die Gefahr den Verschleißer zu beschädigen, wenn die Arbeitsplatte bzw. der Begasungsrotor in den Verschleißer gehoben werden.

Vorsichtsmaßnahmen wegen Verwechslungsgefahr

Vor einigen Jahren wurde versucht die Ersatzteile während des Umbaus in den Verschleißer zu legen. Dabei kam es vor, dass die ausgebauten Ersatzteile mit den

eingebauten vertauscht wurden. Daraufhin wurde festgelegt, dass Ersatzteile sofort nach dem Ausbau auf den Ersatzteilwagen gelegt werden müssen.

Die Verwechslungsgefahr lässt sich durch einfache Maßnahmen verhindern. Zum Beispiel lassen sich die Teile der unterschiedlichen Formate wie schon im Kapitel 4.1.7 angesprochen durch eine Markierung bzw. Farbe kennzeichnen.

Während dem Gespräch mit Herrn Amritzer hat sich ergeben, dass die Reinigungschemie, welche im Verschleißer verwendet wird, die Farbe angreifen und auflösen kann. Daher muss darauf geachtet werden, falls eine Kennzeichnung mittels Farbstoffe verwendet wird, der Farbstoff gegen die Reinigungschemie resistent ist.

Entfernen bzw. austauschen von unhandlichen Verbindungselementen

In Abbildung 35 ist eine Verbindungsstelle zwischen Sprüheinheit und Innenwand des Verschleißers dargestellt. Das linke Bild stammt vom Verschleißer der Dose 6. Hier ist eine Verbindungsschraube vorhanden damit das Verdrehen der Sprüheinheit während dem Betrieb verhindert wird. Auf dem rechten Bild ist die gleiche Stelle des Verschleißers der Dose 7 abgebildet. Hier wurde das Verbindungselement entfernt. Dies hat bei Dose 7 keine Vorfälle bzw. Störungen verursacht, daher wurde vorgeschlagen diese Verbindungselemente auch bei Dose 6 zu entfernen. Die Montage der Verbindungselemente ist wegen der Position kompliziert und nimmt daher unnötige Zeit in Anspruch.



Abbildung 35: Verbindungselement Dose 6 links und Dose 7 rechts

5 Informationsfluss Produktion 4

5.1.1 IST-Zustand des Informationsflusses

Da die Produktionsanlage im zweiten Obergeschoss im Produktionsgebäude 4 steht, muss der Informationsaustausch zwischen Produktion und Logistik besser geplant werden, als dies bei anderen Produktionsanlagen der Fall ist. Normalerweise erfolgt die Anlieferung durch den Stapler direkt an die Anlage. Dies hat den Vorteil, dass der Staplerfahrer die aktuelle Situation sieht bzw. die Produktionsmitarbeiter ihm mitteilen, welche Paletten sie noch benötigen.

Zum Beispiel sieht der Staplerfahrer, dass sich die Paletten vor dem Abschieber stapeln, wenn die Anlage stillsteht. So wird verhindert, dass bei einem Stillstand weiterhin Leerdosenpaletten angeliefert werden. Im Produktionsgebäude sind im zweiten Obergeschoss insgesamt drei AFAs geplant. Ein Puffer an Paletten ist auf der Förderstrecke vorhanden, dieser kann jedoch nur eine begrenzte Anzahl aufnehmen bevor das Förderband vollgestellt ist.

Bei den anderen Anlagen im Betrieb können die Produktionsmitarbeiter/Innen bei Bedarf dem Staplerfahrer berichten.

Diese und weitere Punkte werden durch den Stockwerkunterschied erschwert und müssen auf anderem Wege gelöst werden.

Aktuell druckt der Staplerfahrer zum Schichtbeginn den Produktionsplan aus, auf diesem sind alle benötigten Paletten aufgelistet. Benötigt die Produktion eine bestimmte Palette, welche unregelmäßig anfällt (z.B.: Hilfsstoffe wie Folie, Kleber, ...) wird der Staplerfahrer per Handy angerufen. Dies ist eine sehr einfache, praktische und günstige Lösung. Bei genauerer Betrachtung fallen jedoch folgende Punkte auf:

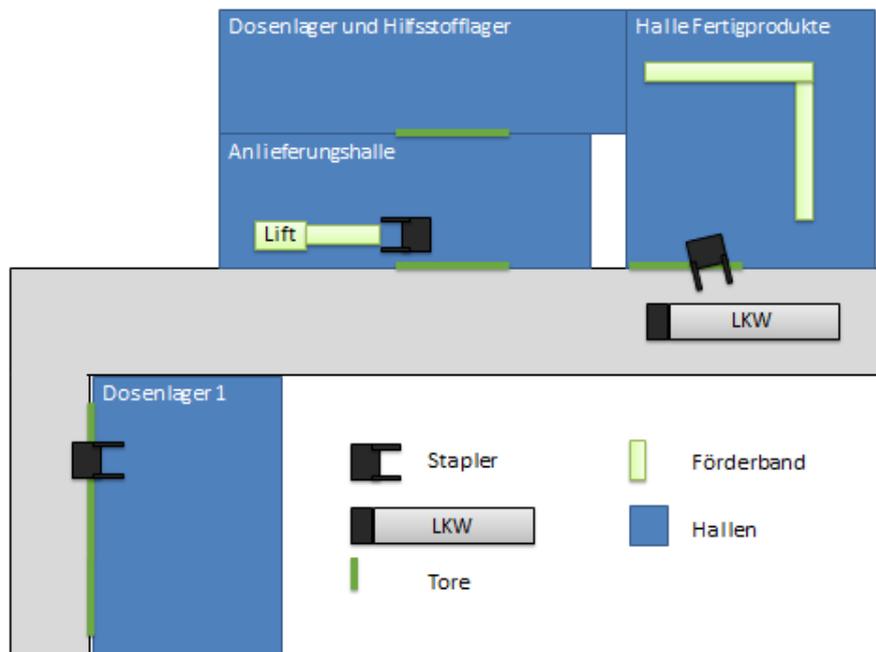


Abbildung 36: Grundrissplan der Produktionsumgebung des Gebäudes 4

Während des Anrufs muss der Staplerfahrer aus Sicherheitsgründen stillstehen. Anhand Abbildung 36 ist zu sehen, dass der Stapler größere Wege zurücklegen muss. Während sich der Stapler auf dem (in der Abbildung) grauen Weg befindet, ist ein Halten an Ort und Stelle nicht immer möglich. Da für Zucker- und Leerdosenlieferungen die LKWs ebenfalls diese Wege benützen, muss hier auf den Sicherheitsaspekt geachtet werden, was das Stillstehen an Ort und Stelle nicht erlaubt.

Bis das zweite Hochregallager gebaut ist, muss der Staplerfahrer sowohl die Hilfsstoffe- und Dosenpaletten anliefern, als auch einen LKW mit den fertig produzierten Paletten beladen, welcher diese ins Lager transportiert.

Während dem Beladen eines LKWs wird der Staplerfahrer diesen fertig laden damit er ins Lager fahren kann bevor der Staplerfahrer wieder Paletten an die Anlage anliefert.

Beim Beladen des LKWs kann es vorkommen, dass der angenommene Auftrag vergessen wird, bis der LKW fertig beladen ist. Bestenfalls hat der Staplerfahrer nur vergessen welche Palette er genau liefern soll. Um das zu klären, muss er nur zurückrufen. Wenn jedoch die Annahme eines Auftrages vergessen wird, kann dieser erst ausgeführt werden, wenn die Produktion nach längerer Wartezeit sich nach der Palette erkundigt.

In der Produktion herrscht eine hohe Lärmbelastung, welche das Telefonieren erschwert. Sollte das Gespräch wegen der Maschinengeräusche nicht verstanden

werden, muss der Produktionsmitarbeiter zu Stellen gehen, an denen die Maschinengeräusche niedriger sind, zum Beispiel das Stiegenhaus bzw. das Schichtleiterbüro.

Zusammenfassend die Vor- und Nachteile der aktuellen Lösung:

Vorteile:

- Keine Investitionskosten
- Einfach anwendbar

Nachteile:

- Unflexibel
- Produktionslärm
- Keine Dokumentation
- Wenn andere Arbeiten zwischen dem Anruf erledigt werden, kann die Bestellung untergehen
- Staplerfahrer kann nicht fahren während dem Telefonat
- Wenn mehrere Anlagen in Betrieb sind, wird die Abstimmung per Handy komplizierter für den Staplerfahrer

Welche Punkte sollen beachtet bzw. verbessert werden:

- In der Produktion können Mitarbeiter am PC ein Ticket aufgeben, welches der Staplerfahrer erhält
- Der Staplerfahrer kann ein Ticket annehmen (Dies hat den Vorteil, dass es möglich ist, dass zwei bzw. mehrere Stapler die Produktionshalle bedienen ohne sich zu überschneiden)
- Beim Abschluss des Tickets kann dieses als ausgeführt abgelegt werden
- Die Lösung darf die Sicherheit des Staplerfahrers nicht gefährden
- Das System muss sowohl für die Produktion als auch für den Staplerfahrer leicht zu handhaben sein
- Dringend benötigte Hilfsstoffpaletten müssen priorisiert werden können
- Es muss verhindert werden, dass offene Aufträge untergehen bzw. vergessen werden

- Bei einem Stillstand der Anlage müssen die Leerdosenpaletten für die jeweilige AFA auf pausieren gestellt werden können
- Produktionsgeräusche dürfen keinen Einfluss haben
- Eine SAP-Schnittstelle wird benötigt, damit nicht alle Datensätze von Hand eingegeben werden

5.1.2 Lösungsvorschlag

Als Lösung wurde ein einfaches Ticketsystem überlegt. Die Mitarbeiter in der Produktion können am PC bzw. Handy (optional) die gewünschten Paletten in Auftrag geben. Der Staplerfahrer erhält die Aufträge mittels einer App auf ein Tablet, welches im Stapler angebracht wird (Nachteil: Investitionskosten) bzw. Handy (Nachteil: muss immer wieder aus der Tasche geholt und kontrolliert werden).

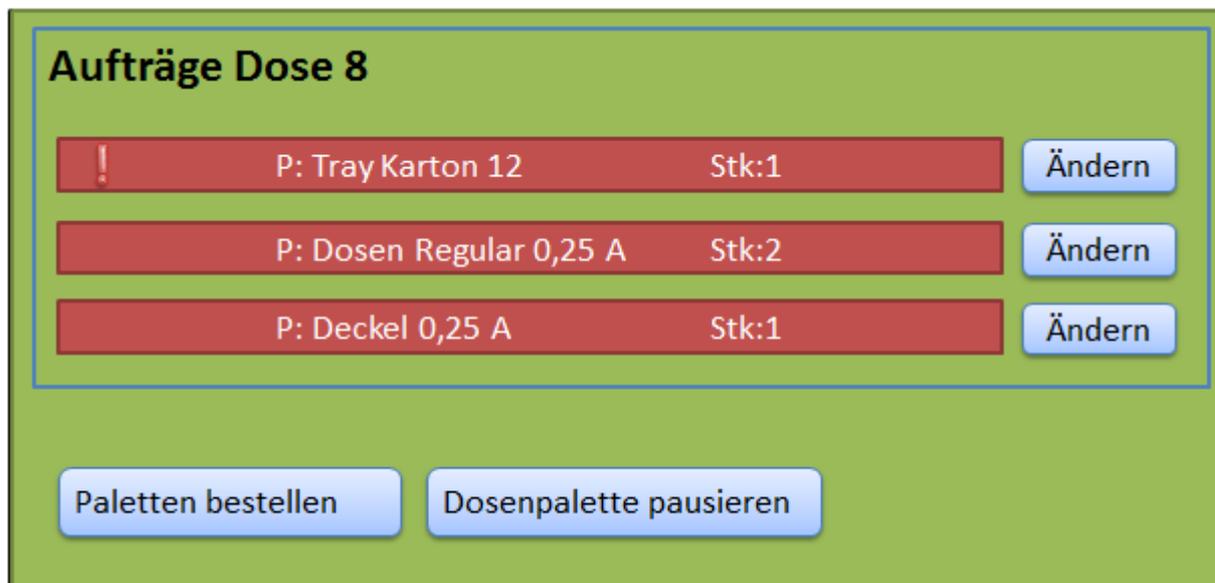


Abbildung 37: Möglicher Startoberfläche der App

In der Abbildung 37 ist eine mögliche Oberfläche für den Startbildschirm für den Produktionsbereich dargestellt. Es wurde Rücksicht genommen, dass die Bedienoberfläche sehr einfach gehalten ist. In einem Ausschnitt werden alle offenen Bestellungen der Anlage angezeigt. Mit den „Ändern“-Buttons kann ein Auftrag gelöscht bzw. angepasst werden.

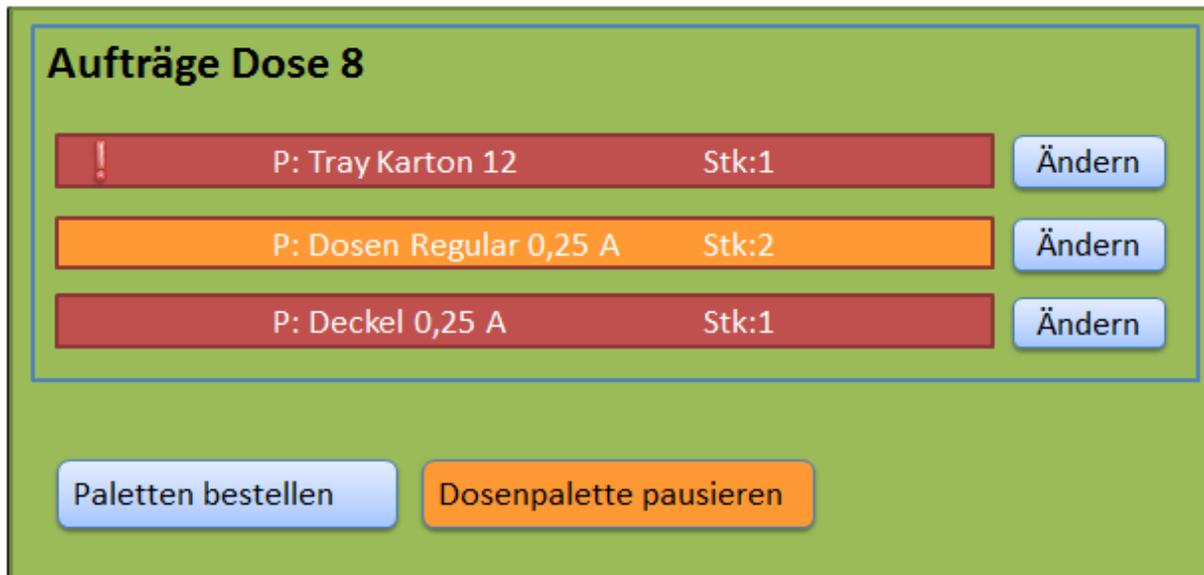


Abbildung 38: Startoberfläche mit aktiviertem Button-„Dosenpalette pausieren“

Wenn auf den Button „Dosenpalette pausieren“ gedrückt wird, wird dieser orange eingefärbt, damit erkennbar ist, dass die Dosenlieferung wegen einem Stillstand der Anlage pausiert ist. Eine andere Möglichkeit wäre eine elektronische Verbrauchsberechnung, welche durch Sensoren auf dem Versorgungsband umgesetzt wird. Die Sensoren überprüfen ob das Förderband Raum für neue Hilfsstoffe besitzt.

Bei beiden Methoden können in diesem Fall die Datensätze der Leerdosenpaletten orange hinterlegt werden. Eine Darstellung ist in Abbildung 38 zu sehen.

Werden zusätzliche Paletten benötigt, können diese über den „Paletten bestellen“-Button angefordert werden.

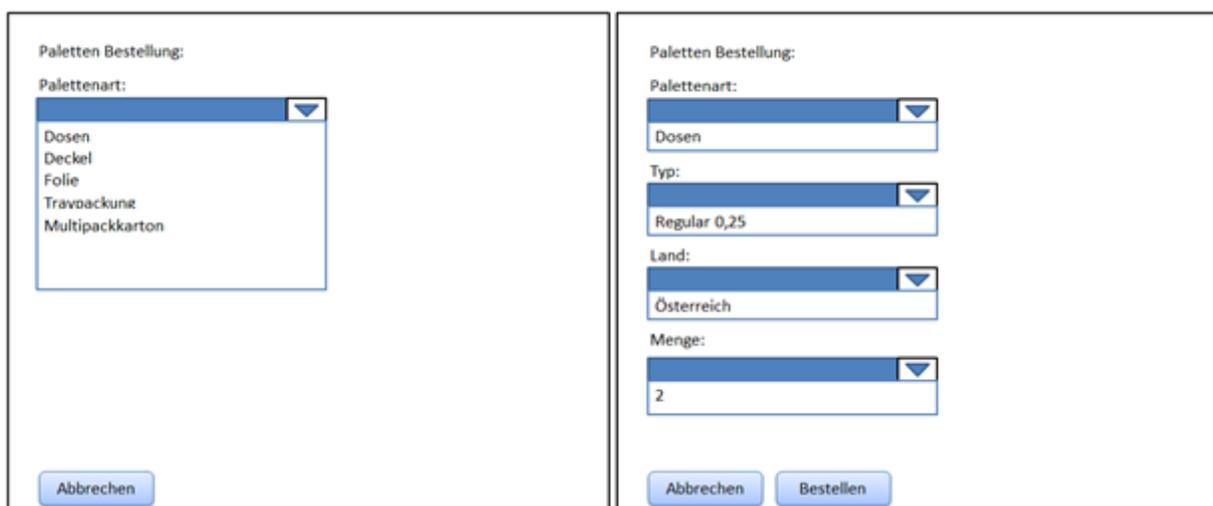
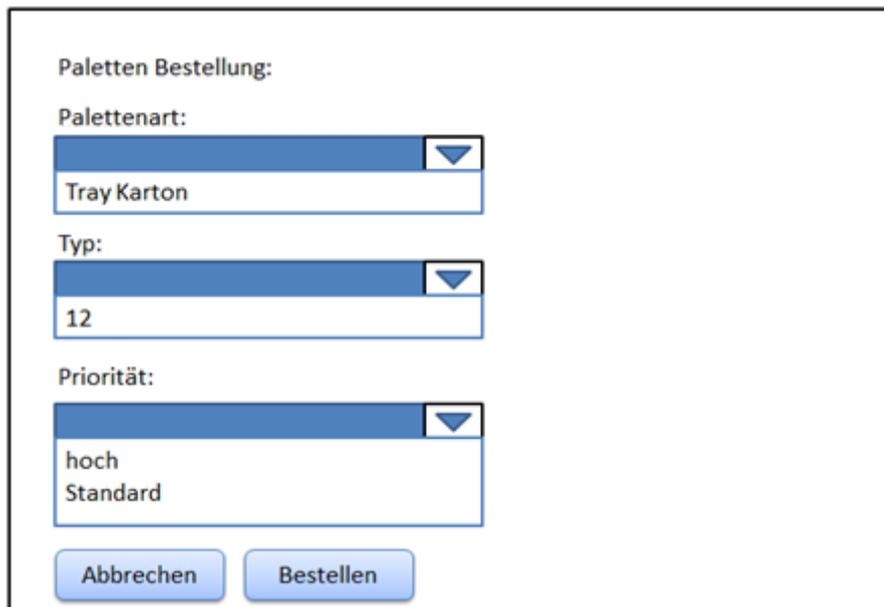


Abbildung 39: Mögliche Bestelloberfläche

Sobald auf den „Bestell“-Button gedrückt wird, verändert sich die Ansicht. In Abbildung 39 ist eine mögliche Version zu sehen. Die Abbildung besteht aus zwei Ansichten, welche aneinander gefügt sind. Links ist die Startansicht zu sehen auf welcher sich eine Dropdown-Liste befindet. Rechts ist eine komplett ausgefüllte Ansicht zu sehen. Zudem ist jetzt ein „Bestellen“-Button vorhanden.

Es müssen verschiedene Spezifikationen ausgewählt werden. Wenn die nächste Dropdown-Liste erst erscheint, wenn eine Auswahl in der aktuell angezeigten Liste getroffen wurde, können nur vollständig ausgefüllte Bestellungen aufgegeben werden. Zudem werden keine unpassenden Listen angezeigt, welche für die Palettenart nicht relevant sind. Wie zum Beispiel das Feld „Land“, welches bei einer Dosenpalette notwendig, jedoch bei einer Folienpalette überflüssig ist.



Paletten Bestellung:

Palettenart:
Tray Karton

Typ:
12

Priorität:
hoch
Standard

Abbrechen Bestellen

Abbildung 40: Bestellansicht bei Hilfsstoffen mit Priorität

Hilfsstoffe (alle Palettenarten außer Dosen) fallen in unregelmäßigen Abständen an. In den meisten Fällen werden sie erst nachbestellt, wenn ein Produktionsmitarbeiter sieht, dass die aktuelle Palette leer wird bzw. schon leer ist. In solchen Fällen wird schnell eine Ersatzpalette benötigt, damit Paletten für diese Situation vorgezogen werden können, kann die Priorität bei einer Bestellung auf hoch gesetzt werden. Der Stapler sieht anhand eines Rufzeichens am Datensatz (siehe Abbildung 42), dass diese Palette als nächstes geliefert werden muss.

Dies kann auch durch eine „Drag and Drop“-Funktion gelöst werden, welche eine Veränderung der Reihenfolge der Datensätze zulässt.



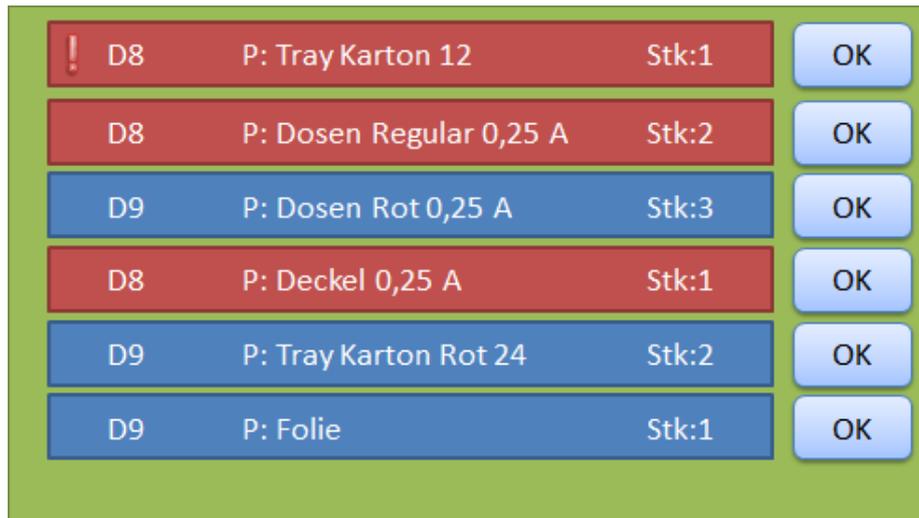
Abbildung 41: Gabelstapler mit Touchscreen.⁴⁸

Weiters ist noch zu überlegen, ob sich die benötigten Dosen- und Deckelpaletten nicht aus dem SAP auslesen bzw. durch den Produktionsauftrag einscannen lassen. Damit nicht jede Palette von Hand eingegeben werden muss.

Im Gabelstapler ist wie in Abbildung 41 dargestellt ein Touchscreen angebracht, auf welchem die Aufträge dargestellt und bearbeitet werden können. Der Touchscreen erfüllt nach mehreren Überlegungen die meisten Anforderungen. Er ist im Blickfeld, lenkt jedoch nicht ab, daher würde er nicht zu einer Gefahrenquelle werden.

Nach dem Abschluss einer Arbeit, kann man mit einem kurzen Blick den nächsten Auftrag ablesen. Das Handy würde die gleichen Qualifikationen erfüllen um die App darzustellen, müsste jedoch immer wieder aus einer Tasche gezogen und danach verstaut werden. Dies ist bei oftmaligem Gebrauch unpraktisch, auch wenn dadurch Investitionskosten eingespart werden können.

⁴⁸ vgl. Peters, Sascha (2016), <http://www.haute-innovation.com/de/magazin/energie/gabelstapler-mit-energieueckfuehrung.html>.



!	D8	P: Tray Karton 12	Stk:1	OK
	D8	P: Dosen Regular 0,25 A	Stk:2	OK
	D9	P: Dosen Rot 0,25 A	Stk:3	OK
	D8	P: Deckel 0,25 A	Stk:1	OK
	D9	P: Tray Karton Rot 24	Stk:2	OK
	D9	P: Folie	Stk:1	OK

Abbildung 42: Programmoberfläche für Gabelstapler

Das Programm für den Staplerfahrer hat nur eine Ansicht. Diese ist in Abbildung 42 dargestellt. Die Datensätze derselben Anlage sind jeweils in der gleichen Farbe dargestellt. Dadurch kann der Staplerfahrer den richtigen Heber mittels kurzen Blicks auf die Farbe des Datensatzes bestimmen, wenn ein zusätzlicher Palettenheber (Lift) installiert wird.

Das Rufzeichen, sollte die Funktion für die Priorität umgesetzt werden, stellt hier eine Hilfsstoffpalette mit hoher Priorität dar und sollte daher vom Staplerfahrer vorrangig behandelt werden.

Wenn eine Palette angeliefert wurde, kann diese im System mittels „OK“-Button als abgeschlossen verbucht werden.

Hier stellt sich die Frage, ob es vorteilhafter wäre jede Palette als eigenen Datensatz darzustellen bzw. gleiche Paletten mithilfe der Stückzahl zu kombinieren. Bei Datensätzen mit Stückzahlen, wird ein einmaliges drücken des „OK“-Buttons die jeweilige Stückzahl um eins verringern.

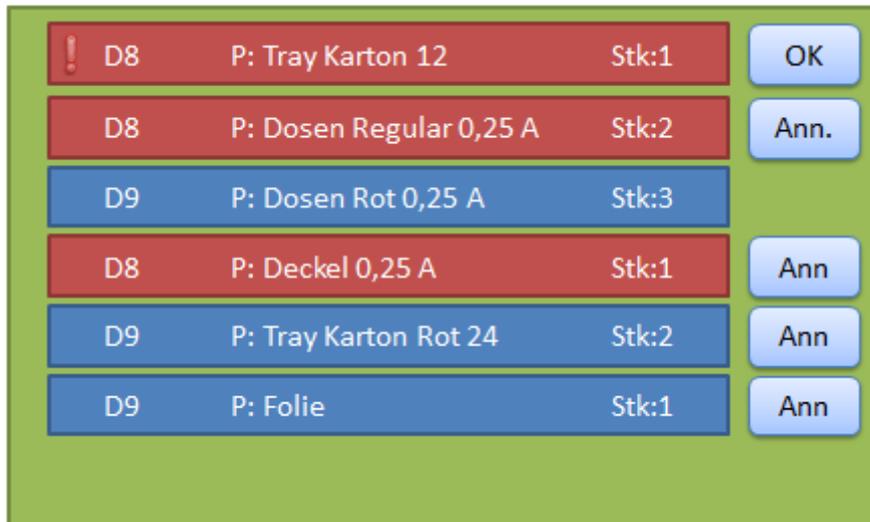


Abbildung 43: Programmoberfläche für Gabelstapler bei Einsatz mehrerer Stapler

Sollten zwei bzw. mehrere Stapler für die Zulieferung verantwortlich sein, muss eine Möglichkeit gegeben sein, dass ein Staplerfahrer den Datensatz welchen er gerade ausführen will, reservieren kann. Eine mögliche Lösung dazu ist in Abbildung 43 zu sehen. Der einzige Unterschied zwischen Abbildung 42 und Abbildung 43 sind dabei die Buttons. In Abbildung 43 ist ein Button ganz verschwunden und bis auf einen haben alle die Bezeichnung „Ann“, was für Annehmen steht.

Wenn ein Staplerfahrer einen Auftrag ausführen möchte, klickt er bei dem jeweiligen Auftrag auf den Button „Ann“, dadurch wird dieser Button auf seinem Touchscreen zum Button „OK“ und verschwindet am Touchscreen des anderen Staplers. Dadurch wird verhindert, dass zwei Stapler den gleichen Auftrag annehmen können. Nach der Lieferung kann der Auftrag wieder mittels „OK“-Buttons als erledigt verbucht werden wie bei der obigen Version.

5.1.3 Vor- und Nachteile der vorgestellten Lösung

Vorteile:

- Flexibel
- Einfach anwendbar
- Produktionslärm hat keinen Einfluss
- Bestellungen können nicht verloren bzw. vergessen werden
- Die Inbetriebnahme mehrerer Anlagen hat keinen Einfluss
- Die Möglichkeit für die Dokumentierung ist vorhanden
- Es können ohne Probleme mehrere Stapler eingesetzt werden

Nachteile:

- Investitionskosten

6 Ergebnisse

6.1 Ergebnisse des Themas „Umbau“

Während eines Umbaus wurden einige Vorschläge provisorisch umgesetzt und angewendet, diese sind:

- Neue Umbauwägen

Die Falzhebel wurden auf einem normalen Servierwagen gelagert, damit sie näher an den Verschleißer gebracht werden konnten. Die Arbeitsplatte und der Begasungsrotor wurden von zwei zusätzlichen Mitarbeitern auf und von der Ameise gehoben.

- Deckelbremse

Die einzubauende Deckelbremse wurde vor dem Umbau auf den Verschleißer gelegt, damit sie während des Umbaus nicht geholt werden muss.

- Werkzeugmatten

Das Werkzeug wurde vor dem Umbau in den Verschleißer gelegt.

- Standardisierter Ablauf

Der erstellte Ablauf wurde eingehalten. Dieser ist in Kapitel 4.2.2 zu finden.

Mit diesen Maßnahmen hat sich eine Zeit von 4 Stunden und 38 Minuten ergeben, was eine Zeitersparnis von eineinhalb Stunden gegenüber der ersten Aufnahme darstellt. Umgerechnet bedeutet dies, dass 180.000 Dosen mehr abgefüllt wurden.

Anzumerken ist hierbei, dass keine Störungen aufgetreten sind. Dies liegt daran, dass der geplante Ablauf die Störungen, welche im Kapitel 4.1.2 aufgelistet sind, verhindert.

Die Störung „Defekter Dichtungsring“ hatte beim ersten Umbau eine Zeit von 2.681 Sekunden beansprucht. Dies wurde verursacht, indem Falzhebel nicht in der richtigen Position mit der Hand gehalten wurden. Dadurch musste die Schraube, während sie angezogen wurde, den Falzhebel anheben, wodurch der Dichtungsring an einem Grat, welcher auf dem Gewinde vorhanden war, aufgeschlitzt wurde.

Die Störung „Bedienung der Anlage“, welche 2.531 Sekunden betrug konnte ebenfalls nicht entstehen, da die Anlage mit der neuen Ablaufbeschreibung nur noch vor dem

Öffnen des Verschließers bedient wird. Während des Umbaus werden die Falzhebel der Anlage nun immer mit einer Ratsche weitergedreht, welche am Antrieb montiert ist, diese leichter für den Ein- bzw. Ausbau zugänglich sind.

Die Störung „Reinigung Gewinde“, ist damals aufgefallen, da Rückstände des defekten Dichtungsringes entfernt werden mussten, daher wird auch diese Störung von nun an verhindert.

Wege

Durch die gefundenen Lösungen haben sich die Wege um ein Vielfaches verringert. Dies ist in Abbildung 44 zu sehen.

Zu sehen ist, dass vor der Veränderung alleine Schlosser 1 bei den IST-Pfaden nahezu die gleiche Anzahl von Schritten besaß, als die Schlosser 1 und 2 zusammen an SOLL-Pfaden.

Die Pfade wurden durch den festgelegten Ablauf und die kleineren Umbauwägen um ein Vielfaches kürzer, wodurch weniger nichtwertschöpfende Tätigkeitszeiten verursacht werden.

Tabelle 5: Schritte Schlosser 1 IST mit Schlosser 1 und 2 SOLL

Schlosser 1 - IST			Schlosser 1 - SOLL			Schlosser 2 - SOLL		
Schritte	Anzahl	Produkt	Schritte	Anzahl	Produkt	Schritte	Anzahl	Produkt
5	31	155	5	9	45	5	7	35
5	54	270	5	8	40	5	3	15
8	3	24	5	4	20	2	9	18
10	7	70	2	4	8	6	5	30
6	121	726	2	8	16	5	5	25
13	22	286	6	2	12	8	2	16
4	24	96	7	6	42	20	1	20
5	26	130	4	1	4			
4	47	188	6	3	18			
6	31	186						
5	6	30						
4	14	56						
4	8	32						
Schritte Gesamt:		2249	Schritte Gesamt:		205	Schritte Gesamt:		159

In Tabelle 5 sind die Schritte von Schlosser 1 beim ersten Umbau, den SOLL Schrittzahlen von Schlosser 1 und 2 gegenübergestellt. Schlosser 1 benötigte 2.249 Schritte während des ersten Umbaus. Sollten alle Veränderungen ausgeführt werden, benötigt dieser nur noch 205 Schritte für den kompletten Umbau. Mit den 159 Schritten, welche Schlosser 2 benötigt, wird eine Gesamtschrittzahl von 364 erreicht. Dies sind ungefähr 16 Prozent der alten Schrittzahl von Schlosser 1.

Diese Einsparung wird zu einer großen Steigerung der Produktion führen.

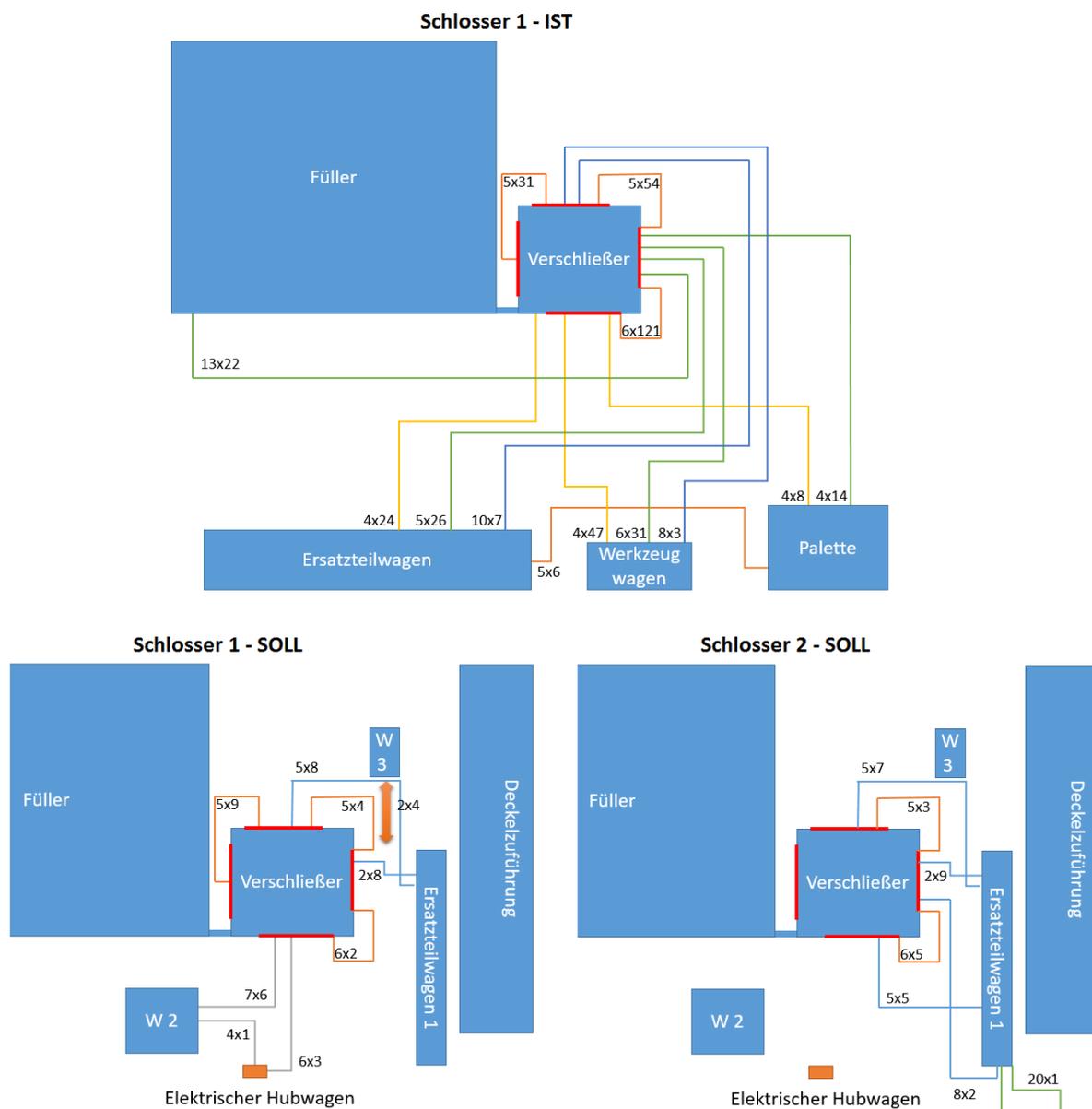


Abbildung 44: Gegenüberstellung der Wege von Schlosser 1 aus der IST-Analyse mit den SOLL-Wege von Schlosser 1 und 2

6.2 Ergebnis des Themas „Informationsfluss-Optimierung“

Die Lösung „Optimierung des Informationsflusses“ benötigt firmeninterne Abstimmungen, da das Projekt in den Aufgabenbereich mehrerer Abteilungen fällt. Zudem müsste das Projekt auf alle Werke ausgeweitet werden, wenn es umgesetzt wird.

Daher können an dieser Stelle noch keine Ergebnisse dargestellt werden.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden zahlreiche Lösungen gefunden welche den Umbau erleichtern, diese wurden am Ende des Praktikums den verantwortlichen Personen präsentiert.

Dabei wurden die Investitionen und die Veränderungen am Verschleißer besprochen. Das Unternehmen ist sehr interessiert an der Umsetzung der Vorschläge und wird diese in den nächsten Monaten Schritt für Schritt durchführen. Dies wird jedoch noch einige Zeit in Anspruch nehmen, da die Clamp-Verbindung von einem Unternehmen speziell für das benötigte Maß angefertigt werden muss. Der elektrische Hubwagen wird vom Hersteller des Verschleißers für Versuchszwecke zur Verfügung gestellt. Wenn die Versuche mit diesem positiv verlaufen, kann ein eigener elektrischer Hubwagen angefordert werden. Auf diesen müssen die Bodenführung für die Einbringung des Begasungsrotors und der Arbeitsplatte angepasst werden, zudem muss der Umbauwagen nach den Gabeln dieses Hubwagens konstruiert werden. Die Veränderungen am Verschleißer müssen noch mit dem Hersteller besprochen werden um einen Garantieverlust zu verhindern.

Bis alle Vorschläge umgesetzt werden können, wird noch einige Zeit vergehen, jedoch wird nach der Umsetzung aller Vorschläge eine Umbauzeit unter vier Stunden vermutet.

Während der Ausarbeitung des Projektes ist aufgefallen, dass es noch einige Abläufe gibt welche in der Produktion genauer untersucht werden könnten. Zum einen könnten auch die Umbautätigkeiten der ProduktionsmitarbeiterInnen genauer betrachtet werden. Dies war bis zu diesem Zeitpunkt nicht relevant, da der Verschleißerumbau einen weit größeren Zeitaufwand darstellte. Nach den Veränderungen kann es dadurch dazu kommen, dass die Umbauzeit für die Tätigkeiten der ProduktionsmitarbeiterInnen mehr Zeit in Anspruch nimmt, als die der Schlosser für den Umbau der Verschleißer benötigen.

Diese und ähnliche Abläufe sollten in Zukunft mithilfe eines KVP-Teams untersucht und angepasst werden.

8 Literatur- und Quellenverzeichnis

- Aartsengel, Aristide Van (2013):** Handbook on continuous improvement transformation: the lean six sigma framework and systematic methodology for implementation, New York, Springer, 2013, ISBN: 978-3-642-35900-2.
- Andreia Simões und Alexandra Tenera (2010):** Improving setup time in a Press Line – Application of the SMED *In: IFAC Proceedings*, Band 43, Ausgabe 17, 2010, S. 297–302.
- Birmingham, Fletcher und Jelinek, Jim (2007):** Quick changeover simplified: the manager's guide to increasing profits with SMED, New York, Productivity Press, 2007, ISBN: 978-1-56327-349-0.
- Brunilde Verrier u.a. (2016):** Lean and Green strategy: the Lean and Green House and maturity deployment model *In: Journal of Cleaner Production*, Band 116, 2016, S. 150–156.
- Dennis, Pascal (2007):** Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system, 2nd ed, New York, Productivity Press, 2007, ISBN: 978-1-56327-356-8.
- Dickmann, Philipp (hrsg) (2009):** Schlanker Materialfluss: mit Lean Production, Kanban und Innovationen, 2., aktualisierte und erw. Aufl, Berlin, Springer, 2009, ISBN: 978-3-540-79514-8.
- Erlach, Klaus (2010):** Wertstromdesign: der Weg zur schlanken Fabrik, 2., bearb. und erw. Aufl, Berlin, Springer, 2010, ISBN: 978-3-540-89866-5.
- Feld, William M. (2001):** Lean manufacturing: tools, techniques, and how to use them, Boca Raton, FL : Alexandria, VA, St. Lucie Press ; APICS, 2001, ISBN: 978-1-57444-297-7.
- Ferrum AG (2009):** F918 Dosenverschliessmaschine (Betriebsanleitung für Werkzeugumbau), Ferrum AG, 2009.
- George Ellis (2015):** Project management in product development: leadership skills and management techniques to deliver great products, 1st edition, Waltham, MA, Elsevier, 2015, ISBN: 978-0-12-802322-8.
- Levinson, William A (2013):** Lean management system LMS:2012 a framework for continual lean improvement, Boca Raton, CRC Press, 2013, ISBN: 978-1-4665-0538-4.
- Liker, Jeffrey K. (2004):** The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer, New York, McGraw-Hill, 2004, ISBN: 978-0-07-139231-0.
- Markovitz, Dan (2012):** Information 5S *In: Journal of the Institute of Management Services*, Reihe Management Services Achieving excellence through people and productivity, Band 56, 2012, S. 8–11.

- M. Kemal Karasu u.a. (2013):** A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques *In: Computers & Industrial Engineering*, Band 66, Ausgabe 2, 2013, S. 461–469.
- M. Sokovic u.a. (2010):** Quality Improvement Methodologies – PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS *In: Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, Band 43, 2010, S. 476–483.
- Nguyen Thi Lam u.a. (2016):** Lean Line Balancing for an Electronics Assembly Line *In: Procedia CIRP*, Band 40, 2016, S. 437–442.
- Pablo Guzmán Ferradás und Konstantinos Salonitis (2013):** Improving Changeover Time: A Tailored SMED Approach for Welding Cells *In: Procedia CIRP*, Band 7, 2013, S. 598–603.
- Pawel Gorecki und Peter Pautsch (2011):** Variantenvielfalt erfolgreich beherrschen *In: Productivity Management*, Band 16, 2011, S. 14–17.
- Rother, Mike (2010):** Toyota kata managing people for improvement, adaptiveness, and superior results, New York, McGraw Hill, 2010, ISBN: 978-0-07-163985-9.
- R. Sundar u.a. (2014):** A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques *In: Procedia Engineering*, Band 97, 2014, S. 1875–1885.
- Santos, Javier u.a. (2006):** Improving production with lean thinking, Hoboken, N.J, John Wiley, 2006, ISBN: 978-0-471-75486-2.
- Satish Tyagi u.a. (2015):** Lean tools and methods to support efficient knowledge creation *In: International Journal of Information Management*, Band 35, 2015, S. 204–2014.
- Sheila Belayutham u.a. (2016):** Clean–lean administrative processes: a case study on sediment pollution during construction *In: Journal of Cleaner Production*, Band 126, 2016, S. 134–147.
- Shingō, Shigeo (1985):** A revolution in manufacturing: the SMED system, Stamford, Conn, Productivity Press, 1985, ISBN: 978-0-915299-03-4.
- Töpfer, Armin (hrsg) (2009):** Lean Six Sigma: erfolgreiche Kombination von Lean Management, Six Sigma und Design for Six Sigma, Berlin, Springer, 2009, ISBN: 978-3-540-85059-5.
- Womack, James P. u.a. (1991):** The machine that changed the world: how Japan's secret weapon in the global auto wars will revolutionize western industry, 1st HarperPerennial ed, New York, NY, HarperPerennial, 1991, ISBN: 978-0-06-097417-6.
- W. Sihn u.a. (2014):** Einführung und Vertiefung in das Produktions- und Qualitätsmanagement, 1, Wien, 2014, ISBN: 978-3-902702-00-5.

- JBT FoodTech (2016):** JBT FoodTech - X-59 Principle, 2016, <http://www.jbtfoodtech.com/en/Solutions/Equipment/Closers/Closer-X-59%20Series/Principle>.
- Lean Six Sigma (2016):** Lean Six Sigma - 5s in the Manufacturing, 2016, <http://www.lean6-sigma.co.uk/5slInner.php?id=2>.
- Mital, Anil (2008):** Product development: a structured approach to consumer product development, design, and manufacture, Amsterdam; Boston, Elsevier/Butterworth-Heinemann, 2008, abgerufen am 21.07.2016, <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=328607>, ISBN: 978-0-08-055641-3, OCLC: 190787155.
- Peters, Sascha (2016):** Gabelstapler mit Energierückführung der Bremsenergie, 2016, <http://www.haute-innovation.com/de/magazin/energie/gabelstapler-mit-energieueckfuehrung.html>.
- Tam, Pui-Wing (2007):** Cutting Files Down to Size *In: Wall Street Journal*, 08.05.2007, <http://www.wsj.com/articles/SB117858327214895176>.
- (2016):** Foam Organizers for Shadowing Craftsman Wrenches, 2016, <http://www.foamfittools.com/details00042.php>.
- (2016):** Achilles Connectors: Schnellverbindungen für Rohre u.a. Bauteile, 2016, <http://www.achilles-connectors.de/start.html>.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Methoden der jeweiligen Lean-Aspekte	3
Abbildung 2: Die Formen von Verschwendung nach Toyota	7
Abbildung 3: Erster Schritt der SMED Methode.....	10
Abbildung 4: Ersatzmöglichkeiten der herkömmlichen Schraubenverbindung	12
Abbildung 5: Shadow Tool Box mit einem fehlendem Gabel-Ringschlüssel	16
Abbildung 6: Die fünf Bereiche der 5S-Methode.....	19
Abbildung 7: Exemplar einer geordneten Werkzeugwand	21
Abbildung 8: Darstellung des PDCA-Cycle nach Toyota mit Go and See	25
Abbildung 9: Ständige Verbesserung durch Anwendung des PDCA-Cycle	26
Abbildung 10: Fotografie einer Leerdosenpalette	28
Abbildung 11: Konzept Vakuumbücke.....	29
Abbildung 12: Falzschnitt OP 1. Der Querschnitt der Dosenwand ist rot dargestellt. Die dunkelblaue Fläche stellt den Querschnitt des Dosendeckels dar.	32
Abbildung 13: Falzschnitt OP 2	32
Abbildung 14: Fotografie eines Clusterkartons, offener und verpackter Karton.....	35
Abbildung 15: Abfüllanlage im Unternehmen.....	41
Abbildung 16: Eigene Darstellung des Arbeitsplatzes anhand einer Skizze. Die Kamera wurde auf der Deckelzuführungsanlage positioniert. Die blauen Linien stellen den Blickwinkel der Kamera auf den Verschleißer dar.	44
Abbildung 17: Ausschnitt der Bilderreihe aus der Aufnahme während dem Ausbau der Führungsschienen	46
Abbildung 18: Zeitgraphen der Gesamtzeit des Umbaus	48
Abbildung 19: Zeitgraph Störungen	49
Abbildung 20: Zeitgraph des Umbaus ohne Störungen	50
Abbildung 21: Falzhebel mit den Falzwalzen OP1 und OP2	51
Abbildung 22: Screenshot der Falzmessung mit den dazugehörigen Maßen.....	53
Abbildung 23: Wertschöpfende und nichtwertschöpfende Zeit prozentual dargestellt	55
Abbildung 24: Häufig verwendete Pfade um bzw. zum Verschleißer	56
Abbildung 25: Zeitgraph IST- und möglicher SOLL-Zustand	60
Abbildung 26: Foto des Verschleißers mit Fokus auf der Deckelbremse	61
Abbildung 27: Rüstwagen mit allen Ersatzteilen für den Verschleißer.	81
Abbildung 28: Prototyp des Umbauwagens.....	81
Abbildung 29: Kleiner Umbauwagen für Falzhebel und Falzköpfe	82
Abbildung 30: Benötigte Werkzeugmatten für den Umbau	84
Abbildung 31: Deckelrückhaltevorrichtung von Dose 7	86
Abbildung 32: Clamp-Verbindung	87
Abbildung 33: Clamping und C-Shaped Washer Methode	88
Abbildung 34: Türscharniere am Verschleißer.....	89

Abbildung 35: Verbindungselement Dose 6 links und Dose 7 rechts	90
Abbildung 36: Grundrissplan der Produktionsumgebung des Gebäudes 4	92
Abbildung 37: Mögliche Startoberfläche der App.....	94
Abbildung 38: Startoberfläche mit aktiviertem Button-„Dosenpalette pausieren“	95
Abbildung 39: Mögliche Bestelloberfläche	95
Abbildung 40: Bestellansicht bei Hilfsstoffen mit Priorität	96
Abbildung 41: Gabelstapler mit Touchscreen.	97
Abbildung 42: Programmoberfläche für Gabelstapler.....	98
Abbildung 43: Programmoberfläche für Gabelstapler bei Einsatz mehrerer Stapler..	99
Abbildung 44: Gegenüberstellung der Wege von Schlosser 1 aus der IST-Analyse mit den SOLL-Wege von Schlosser 1 und 2	103

10 Formelverzeichnis

Formel 1: Kundentakt	4
Formel 2: Wirkungsfaktor der wertschöpfenden Tätigkeiten.....	54

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ausschnitt der ausgewerteten Zeiten in Sekunden	47
Tabelle 2: Schritte während dem Rüstprozess	57
Tabelle 3: Zeitanalyse Werkzeug holen von Werkzeug Schlosser 1	58
Tabelle 4: Auswertung des Bildmaterials für den Umbau der Deckelzuführung	63
Tabelle 5: Schritte Schlosser 1 IST mit Schlosser 1 und 2 SOLL	102

12 Abkürzungsverzeichnis

bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heißt
etc.	et cetera
h	Stunde
ISO	International Organization for Standardization
max.	maximal
sh.	siehe
u./o.Ä.	und/oder Ähnliche/s
z.B.	zum Beispiel
AFA	Abfüllungsanlage
°C	Grad Celsius
ERP	Enterprise-Resource-Planning
CIP	Cleaning in Place
ERP	Enterprise resource planning