

Bernburg
Dessau
Köthen



Hochschule Anhalt
Anhalt University of Applied Sciences

emw

Fachbereich
Elektrotechnik, Maschinenbau
und Wirtschaftsingenieurwesen

Bachelorarbeit

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

Benjamin Weidner

Vorname Nachname

Maschinenbau, 2012, 4057412

Studiengang, Matrikel, Matrikelnummer

Thema:

**Qualitätsmanagement im Gießereibetrieb. Die
ISO 9001:2015 und das Lean Management**

Prof. Dr. Andrea Jurisch

Vorsitzende(r) der Bachelorprüfungskommission

Dr. Horst Lewy

1. Prüfer(in)

Frau Dipl.-Ing. Christine Ihloff

2. Prüfer(in)

19.12.2016

Abgabe am

Eidesstattliche Erklärung

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

Köthen, 15.12.2016

Ort, Datum

Unterschrift/en der/des Studierenden

Angaben zum Unternehmen

Logo des Unternehmens



Name des Unternehmens

Gebr. Lohmann GmbH

Kontaktdaten

Anschrift des Standortes,
an dem die Arbeit verfasst
wurde

Gebr. Lohmann GmbH

An der Tumpe 12, 58791 Werdohl

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	v
Tabellenverzeichnis	vi
Abkürzungsverzeichnis	vii
1 Motivation und Zielsetzung	1
1.1 Zielsetzung der Arbeit	1
1.2 Einleitung in die Thematik	1
1.3 Unternehmensbeschreibung	2
2 Stand von Wissenschaft und Technik	4
2.1 Der Gießprozess	4
2.2 Gießereibegriffe	6
2.2.1 Schmelzebehandlung	6
2.2.2 Schichten	7
2.2.3 Gussfehler	8
2.3 Qualität	11
2.3.1 Definition Qualität	11
2.3.2 Qualitätsmanagement und Qualitätsmanagementsystem	11
2.3.3 Nichtkonformitäten	12
2.4 Lean Management	12
2.4.1 Definition	12
2.4.2 Prinzipien	13
2.4.3 Unnötige Verschwendung	17
2.4.4 Methoden und Werkzeuge	19
3 Analyse und Anwendung	27
3.1 Vergleich ISO 9001:2015 und ISO 9001:2008	27
3.1.1 Struktur	27
3.1.2 Inhaltliche Änderungen	29
3.1.3 Risiken- und Chancenbetrachtung	46
3.2 Handlungsanweisung	48
4 Zusammenfassung und Ausblick	55

Anhang	ii
Literaturverzeichnis	iii
Lebenslauf	vii
Danksagung	viii

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht der Fertigungsverfahren nach DIN 8580	4
Abbildung 2: Übersicht der Gießverfahren	5
Abbildung 3: Ablauf der Fertigung	48
Abbildung 4: Kategorisierung	50
Abbildung 5: Überarbeiteter Ablauf der Fertigung	52
Abbildung 6: Spaghetti-Diagramm der Fertigung	53
Abbildung 7: Spaghetti Diagramm der Fertigung nach dem Kaikaku	53

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:High Level Structure	28
Tabelle 2: Vergleich der Basiskapitelstrukturen	29
Tabelle 3: Inhaltlich übereinstimmende Kapitel	30
Tabelle 4: Ausschuss	51

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bezeichnung
Abb.	Abbildung
Bspw.	Beispielsweise
Bzw,	Beziehungsweise
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
MA	Mitarbeiter
QMH	Qualitätsmanagementhandbuch
QMS	Qualitätsmanagementsystem
Tab.	Tabelle
Vgl.	Vergleich

1 Motivation und Zielsetzung

1.1 Zielsetzung der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, auftretende Fehler im Gießereibetrieb mithilfe von Lean Management-Ansätzen zu identifizieren und künftig zu vermeiden. Dazu werden der Gießprozess, das Qualitätsmanagement und das Lean Management beschrieben und die jeweilig wichtigen Begriffe definiert. Des Weiteren wird die aktuelle Revision der Qualitätsmanagementsystemnorm diskutiert. Basierend auf den Ergebnissen der Diskussion werden mögliche Strategien zur Umsetzung entwickelt und Handlungsempfehlungen auf Basis des Lean Managements für das Unternehmen ausgesprochen.

1.2 Einleitung in die Thematik

Mit Beginn der ersten industriellen Revolution Ende des 18. Jahrhunderts begannen Unternehmen und Ingenieure, sich mit dem Thema Qualität auseinander zu setzen. Anfangs bezogen sich die Betrachtungen auf die Maschinen der mechanischen Produktionsanlagen und damit vor allem auf die Langlebigkeit dieser.

Mit Einführung der Fließfertigung zum Ende des 19. Jahrhunderts änderte sich die Betrachtungsweise hin zu einer Gewährleistung gleichbleibender Qualität der hergestellten Produkte. Infolge dessen wurden erste Standards und Normen eingeführt, die eine Wiederholbarkeit der Herstellungsprozesse und damit eine gleichbleibende Qualität sicherstellen sollten.

Im Jahr 1987 wurde im Zuge dieser Entwicklung erstmals eine internationale Normenreihe vorgelegt, die sich im Laufe der Jahre als eine der weltweit führenden etabliert hat: Die ISO 9000 ff. Den praktischen Kern dieser Reihe bildet die ISO 9001. Diese definiert die Mindestanforderungen, die das Qualitätsmanagementsystem (nachfolgend als QMS bezeichnet) eines Unternehmens erfüllen muss, um nach dieser Norm zertifiziert zu werden. Ohne ein solches Zertifikat kann die nationale und internationale Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen nicht gewährleistet werden, da weltweit Kunden auf dieses bestehen [1].

Revidiert wurde die Norm zuletzt 2015 und ist damit auf dem aktuellsten Stand, was das QMS in Unternehmen betrifft. Schon in der letzten großen Revision 2008 zeigten sich erste Elemente des an das Toyota-Produktionssystem angelehnten Lean

Management innerhalb der Norm. Diese wurden zum Teil vertieft und neue kamen hinzu.

Einem Unternehmen, welches Schritte hin zu einem Lean Management geführten Unternehmen einleiten will, bietet sich mit der Zertifizierung ein möglicher Startpunkt damit zu beginnen, da wesentliche Kernelemente des Lean Management bereits in der Revision gefordert werden.

Um einen theoretischen Einblick in die Thematik zu bekommen, soll die vorliegende Arbeit in groben Zügen die Grundbegriffe des Gießereiwesens darlegen. Ebenso werden die zugrundeliegenden Prinzipien des Lean Managements erläutert und ausgewählte Methoden dessen vorgestellt. Im nächsten Schritt werden die zurückgezogene und die aktuelle Revision der ISO 9001 miteinander verglichen, mit dem Ziel wesentliche Unterschiede zu identifizieren. Es wird weiterhin eine erste Handlungsanweisung vorgeschlagen, wie ein erster Schritt zur Einführung eines Lean Managements aussehen könnte. Im letzten Schritt werden die Ergebnisse dieser Arbeit zusammengefasst und die Gemeinsamkeiten der ISO 9001:2015 sowie der Prinzipien des Lean Managements herausgearbeitet und ein möglicher Ausblick gegeben.

1.3 Unternehmensbeschreibung

Die Firma Gebr. Lohmann GmbH ist eine 1946 durch Günter Lohmann gegründete Kokillengießerei zur Auftragsfertigung in Werdohl mit derzeitig ca. 85 Mitarbeitern (nachfolgend mit MA bezeichnet). Im Jahr 1979 zog der Gießereibetrieb im Zuge einer Vergrößerung in ein Gewerbegebiet außerhalb Werdohls. Die Verwaltung und mechanische Bearbeitung verblieben bis zum Jahr 1990 im Zentrum des Ortes. In der firmeneigenen Gießerei werden Aluminiumgussteile hergestellt. Das familiengeführte Unternehmen wurde im Jahr 2011 an den derzeitigen Geschäftsführer Hans Rohdenburg verkauft, welcher seitdem die Firma leitet. Im Jahr 2014 vergoss die Firma Gebr. Lohmann GmbH mehr als 600 t Rohaluminium aus 10 angebotenen Legierung und erwirtschaftete damit einen Umsatz von 9,2 Mio. €. Zum Kundenkreis des Betriebes gehören Firmen aus dem Bereich der Labor- und Medizintechnik sowie der Elektrotechnik und dem Maschinenbau im Allgemeinen.

Zur Nachbearbeitung der Rohgussteile stehen eine Sägerei, eine Schleiferei und eine Entgraterei zur Verfügung. Kokillen werden im eigenen Werkzeugbau gefertigt und aufbereitet. Für die mechanische Bearbeitung stehen verschiedene CNC-Bearbeitungszentren und Drehmaschinen zur Verfügung.

2 Stand von Wissenschaft und Technik

2.1 Der Gießprozess

Gießen bezeichnet die Formgebung eines Werkstoffes, der in flüssigem, breiigem oder festem Zustand unter Einfluss der Schwerkraft, Fliehkraft oder unter Druck in eine dem Fertigungserzeugnis endkonturnahe Form gefüllt wird und darin erstarrt [2].

Als Fertigungsverfahren ist Gießen den Urformverfahren zuzuordnen. Abb. 1 zeigt die Einordnung in die Fertigungsverfahren nach DIN 8580 [3]:

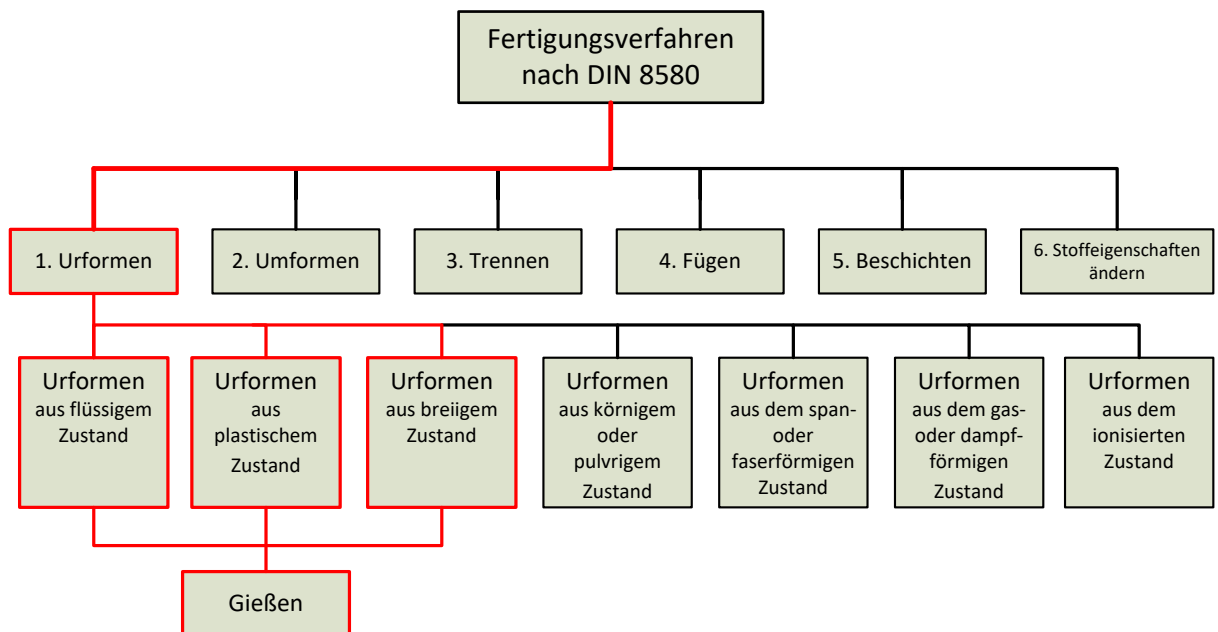


Abbildung 1: Übersicht der Fertigungsverfahren nach DIN 8580

Die Hauptgruppen 1-6 in Abb. 1 sind hierbei die Fertigungskette. Vor allen Bearbeitungsschritten ist es notwendig den Werkstoff in einer definierten Form vorliegen zu haben. Dafür wird dieser zuvor urgeformt. Das Gießen als Urformverfahren lässt sich in verschiedene Arten der Gussteilherstellung untergliedern (vgl. Abb. 2).

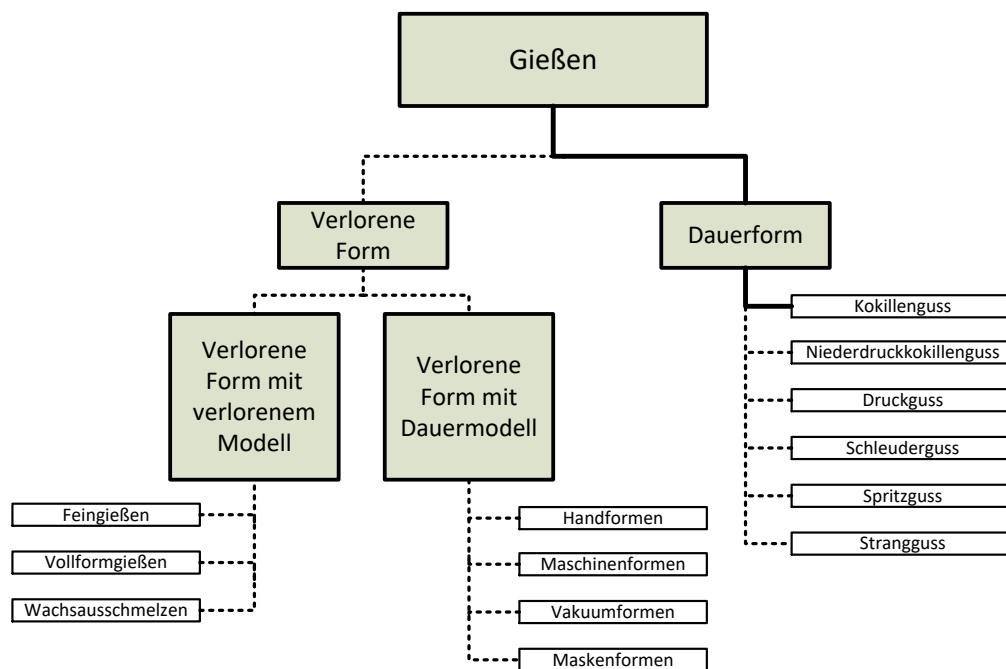


Abbildung 2: Übersicht der Gießverfahren

Beim Gießen wird zwischen dem Gießen mit Dauerformen und verlorenen Formen unterschieden. Mischformen werden als Nischenprodukte nicht näher betrachtet. Verlorene Formen sind Formen, die nach einmaligem Abguss zur Gussteilentnahme zerstört werden. Dauerformen hingegen können immer wieder verwendet werden. Die Firma Gebr. Lohmann GmbH verwendet ausschließlich Dauerformen für Kokillenguss, weshalb in dieser Arbeit verlorene Formen sowie Druckguss mit Dauerformen nicht näher betrachtet werden.

Dauerformen sind meist metallische oder keramische Formen und werden Kokillen genannt. Sie dürfen während des Produktionsprozesses weder eine Änderung der Oberflächengüte noch der Geometrie aufweisen [4]. Durch die hohe Wechseltemperaturbeanspruchung der Werkzeuge werden hohe mechanische Anforderungen an die Wärmeleitfähigkeit und Wechseltemperaturbeständigkeit des Werkstoffes gestellt. Geeignete Werkzeugmaterialien sind Gusseisen oder Einsatzstahl¹.

¹ Als Einsatzstahl werden un- bzw. niedriglegierte Stähle verstanden, welche aufgrund ihres niedrigen Kohlenstoffanteils niedrige Festigkeitseigenschaften aufweisen und deshalb besonders behandelt werden müssen, damit sie ausreichende Festigkeitseigenschaften erreichen [5].

Kokillenguss

Das Gießereilexikon definiert eine Kokille als eine „[...] metallische Dauerform zur Herstellung von Gusserzeugnissen [...]“ [6]. Man unterscheidet zwischen zwei Kokillengießverfahren: Zum einen der Schwerkraftkokillenguss mit einer Formfüllung durch die Wirkung der Schwerkraft und dem Niederdruckkokillengießverfahren, wobei die Schmelze hier durch die „[...] pneumatische Druckbeaufschlagung im Gießofen über ein Steigrohr entgegen der Schwerkraft in die Kokille gefördert wird [...]“ [7].

Im Gegensatz zum Sandguss hat das Metall der Kokille eine höhere Wärmeleitfähigkeit, was zu einer schnelleren Erstarrung führt. Dies hat ein feinkörniges und dichtes Gefüge zur Folge, womit bessere Festigkeitseigenschaften erreicht werden [8].

2.2 Gießereibegriffe

2.2.1 Schmelzebehandlung

Entgasung

Entgasung bezeichnet eine Reinigungsbehandlung, welche bei der Vorbereitung der Schmelze für das Gießen durchgeführt werden muss. Die Entgasung dient zur Entfernung gelöster Gase aus der Schmelze, um Gasporositäten in erstarrten Gussteilen zu vermeiden. Aus Aluminiumschmelzen wird gelöster Wasserstoff entfernt. Hierfür gibt es zwei Verfahren: Tauchen reaktiver Tabletten mit einer Tauchglocke oder ein nicht bzw. wenig reaktives Gas mithilfe eines sogenannten Impellers² in die Schmelze injizieren. Bei Schmelzen, die in Warmhalteöfen über einen längeren Zeitraum warmgehalten werden, muss dieser Durchgang regelmäßig wiederholt werden [9]. In Kapitel 2.2.3 werden unterschiedliche Arten von Gussfehlern im Detail erläutert.

Gefügebeeinflussung

Als Gefüge wird der kristalline Aufbau eines Metalls in seiner erstarrten Form bezeichnet. Die Kornbildung beginnt mit der Erstarrung der Schmelze. Korn ist die Bezeichnung für die größte Einheit, die das Kristallwachstum in einem Gefüge

² Impeller: rotierender Injektor zur Spülgasbehandlung von Metallschmelzen [10].

hervorbringt [11]. Keime bilden das Wachstumszentrum der Körner [12]. Sie wachsen bis sie an die Außengrenzen des Nächsten treffen. Die Berührungsflächen werden Korngrenzen genannt.

Form, Größe und Homogenität der gewachsenen Körner haben sehr großen Einfluss auf die Eigenschaften des Metalls. Diese Parameter werden von den Legierungsbestandteilen, der Gießtemperatur und der Abkühlgeschwindigkeit beeinflusst. Da es nicht immer möglich ist diese Faktoren prozesssicher zu reproduzieren, gibt es Schmelzebehandlungen zur Erreichung eines feinen und homogenen Gefüges.

Bei der Schmelzebehandlung wird zwischen Kornfeinung und Veredelung unterschieden. Weil die Kornfeinung nur bei Primäraluminium wirkt, wendet man diese bei untereutektischen³ sowie bei AlMg und AlCu-Legierungen an. Je höher die Beimischungen anderer Legierungsbestandteile sind, desto weniger wirkt die Kornfeinung.

Veredelt hingegen werden AlSi-Legierungen mit einem Silizium Anteil von 7 - 12 % durch die Zugabe von Natrium oder Strontium. Ohne Veredelung vor Gießbeginn kann das Gussteil hart und spröde werden [13].

2.2.2 Schlichten

Eine Schlichte ist eine Suspension, d.h. ein Gemisch verschiedener Stoffe in relativ groben Teilchen. Sie besteht im gebrauchsfertigen Zustand aus einer Trägerflüssigkeit, Feuerfeststoffen, Bindern und Suspensionsstoffen. Trägerflüssigkeiten sind Wasser oder Alkohol. Als Feuerfeststoffe werden Graphit, Zirkonsilikat und ähnliche Stoffe eingesetzt. Für Binder kommen verschiedene natürliche oder synthetische Harze, Kunststoffe, Additive und Silikate zum Einsatz [15].

Schlichten kommen in flüssiger oder pastöser Form vor und werden mit Pinsel, Blaspistole oder durch Eintauchen aufgetragen. Die Grundaufgaben einer Schlichte

³ Ein Eutektikum ist ein Gemisch von mindestens zwei verschiedenen Kornarten, das beim Erstarren entstanden ist. Es zeigt außerdem den niedrigsten möglichen Schmelzpunkt [14].

sind Wärmeisolierung, Glättung der Oberfläche, Bildung einer Trennschicht zwischen Form und Metall und die Erhöhung der Abriebbeständigkeit.

Die Schlichte verringert den Wärmeaustausch zwischen der Schmelze und dem Metall der Kokille, um einen Abschreckungseffekt⁴ vorzubeugen. Andersherum ist es durch gezielte Anwendung der Schlichte auch möglich, eine gerichtete Erstarrung zu erreichen. Dafür isoliert man bspw. das Anschnittsystem⁵, sodass in diesen Bereichen die Schmelze länger flüssig bleibt. Dies speist gefährdete Stellen dicht. Bei lunkeranfälligen Stellen hingegen kann man eine frühere Erstarrung herbeiführen, um Gussfehler zu vermeiden. In Kapitel 2.2.3 werden unterschiedliche Arten von Gussfehlern im Detail erläutert.

Im Kokillenguss gibt es Schichten, welche eine raue Oberfläche erzeugen und damit eine bestmögliche Formfüllung gewährleisten. Hier wird die Oxidhaut permanent von den Feuerfeststoffen aufgerissen [16]. Glatte Schichten hingegen nutzt man bei Gusstücken, die ohne Nachbearbeitung eine glatte Oberfläche haben sollen.

Die sachgemäße Anwendung einer Schlichte erhöht zusätzlich die Standzeit einer Kokille. Die Bildung einer Trennschicht zwischen dem flüssigen Metall und dem Werkstoff der Kokille vermindert Auswaschungen oder Erosion.

Die Standzeit der Schlichte hängt maßgeblich von der Kontur des Bauteils, der Art und Weise des Auftrages, der Anzahl der Abgüsse, der Art der Schlichte und den Herstellerangaben ab. Bei vorgeschriebener Anwendung ist eine Schlichte mindestens acht Stunden einsatzfähig. Es können sogar ohne Nachschichten mehrere hundert Abgüsse hergestellt werden [18].

2.2.3 Gussfehler

Kaltschweißstellen

Kaltschweißstellen sind Oberflächenfehler an Gusstücken, bei denen die Schmelze zu früh erstarrt ist [19]. Hierfür gibt es im Kokillenguss die im Folgenden dargestellten Gründe:

⁴ Abschrecken ist eine Temperatursenkung mit hoher Abkühlgeschwindigkeit [17].

⁵ Das Anschnittsystem beinhaltet den Anguss und die Speiser.

Die Kokille hat nicht die optimale Gießtemperatur. Tritt bei Schichtbeginn oder nach einem Rüstvorgang auf. Mit Erreichen der Arbeitstemperatur nach dem zweiten oder dritten Abguss treten diese nicht mehr auf.

Die Schmelze hat nicht die geeignete Gießtemperatur. Bspw. ist kurz nach einer Metallzugabe in den Schmelzofen aufgrund der Temperaturunterschiede die richtige Gießtemperatur noch nicht homogen in der Schmelze verteilt.

Die Gießgeschwindigkeit ist zu niedrig, sodass die Schmelze erstarrt, bevor sie die Form an allen Stellen vollständig ausfüllen kann.

Außerdem können Kaltschweißstellen an Eingießteilen wie Lagerbuchsen o.ä. vorkommen. Es ist Aufgabe des Gießers, diese vorher auf die benötigte Temperatur zu erhitzen.

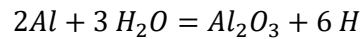
Lunker

Lunker sind Schwindungshohlräume innerhalb der erstarrten Schmelze [20]. Im Gegensatz zu Wasser, welches beim Erstarren eine sprunghafte Volumenausdehnung erfährt, ziehen sich Metalle während der Erstarrung zusammen [21]. Diese Volumenkontraktion führt dazu, dass in den zuletzt erstarrten Bereichen, wie bspw. dickwandigen Stellen, im Gussteil Lunker auftreten. Lunker lassen sich innerhalb eines Gusses nicht vermeiden. Bei der Konstruktion des Anschnittsystems ist darauf zu achten, dass die Lunkerbildung außerhalb des Gussstückes stattfindet. Dafür muss das Modul⁶ des Speiser 20% größer sein, als das Modul des Gussstückes [22]. Außerdem muss die Position der Speiser so gewählt sein, dass sie die gefährdeten Stellen über eine ausreichende Zeitspanne mit flüssigem Metall versorgen. Im Idealfall sind die Speiser direkt oberhalb der gefährdeten Querschnitte angebracht, um mithilfe der Schwerkraft direkt nachzuspeisen.

⁶ Das Modul ist das Verhältnis vom Volumen zur Oberfläche [25].

Gasporosität

Infolge der hohen Affinität⁷ von Wasserstoff und flüssigem Aluminium bilden sich Gasporen innerhalb eines Gussstückes. Hier entsteht demnach:



Die Löslichkeit des Wasserstoffes nimmt mit sinkender Temperatur der Schmelze ab. Bei der Änderung des Aggregatzustands von flüssig zu fest sinkt diese Löslichkeit unvermittelt, wodurch der ausgeschiedene Wasserstoff Gasporen bildet, die als Gussfehler erkennbar sind [25]. Wasserstoff kann aufgrund unterschiedlicher Ursachen in die Schmelze gelangen, bspw. durch feuchtes Rohmaterial, hohe Luftfeuchtigkeit oder ein feuchtes Ofenfutter.

Sowohl Gasporen als auch Lunker sind Hohlräume innerhalb der erstarrten Schmelze. Unterscheiden lassen sich diese anhand ihrer Oberflächenbeschaffenheit der Innenflächen. Im Gegensatz zu Lunkern bilden Gasporen eine glatte, kugelförmige Oberfläche aus. Bei Lunkern entstehen rauhwandige Hohlräume, da Dendritenäste⁸ in den Hohlraum hineinragen, die am Erstarren gehindert wurden.

Gießgrat

„[...] Gießgrate sind am Gussstück anhaftende, dünnwandige Metallreste, die beim Gießen durch das Eindringen der Schmelze in Formteilung oder in Passfugen von Formeinsätzen oder Kernen entstanden sind [...]“ [24].

Ursache hierfür kann das Alter der Kokille sein. Eine hohe Anzahl an Abgüssen kann die Formteilungen ausspülen. Außerdem können Metallreste, infolge unzureichender Reinigung der Kokille, den vollständigen Schluss der Kokille verhindern. Der fehlerhafte Aufbau der Kokille kann eine weitere Ursache sein. Auch ein Defekt der Gießmaschine, sodass diese nichtmehr genug Druck aufbringen kann, um die Form gegen den Druck des Metalls zu halten, ist denkbar.

⁷ Affinität ist die Fähigkeit zweier Stoffe, miteinander in Reaktion zu treten [23].

⁸ „Stengelige Kristallform mit mehreren ausgeprägten Wachstumsachsen, entstanden durch spießförmiges Hineinwachsen der festen Phase in die Schmelze bei der Erstarrung.“ [28]

Einschlüsse

Einschlüsse sind Fremdbestandteile im Gefüge. Diese können exogener Natur sein, also von außen in die Schmelze gelangt, wie bspw. Reste eines Sandkerns. Endogene Einschlüsse hingegen sind Bestandteile, die durch die metallurgische Schmelzebehandlung oder durch eine chemische Reaktion in die Schmelze gelangen. Hier seien vor allem Oxide, Sulfide und Desoxidationsrückstände genannt [27].

2.3 Qualität

2.3.1 Definition Qualität

Nach der ISO 9000:2005 ist Qualität der „[...] Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale erfüllt sein muss. Inhärent bedeutet dabei, als ständiges Merkmal einer Einheit innewohnend. [...]“ [29].

In der ISO 9000:2015 hingegen wird die Qualität der Produkte und Dienstleistungen dadurch bestimmt, wie zufrieden das Unternehmen seine Kunden stellt [31]. Die Betrachtung der Qualität eines Produktes oder einer Dienstleistung geht mittlerweile über die Beschaffenheit dieser hinaus und betrachtet den Wert und Nutzen, den diese für den Kunden haben.

2.3.2 Qualitätsmanagement und Qualitätsmanagementsystem

Nach ISO 9000:2015 liegt der Hauptschwerpunkt des Qualitätsmanagements darin alle Kundenanforderungen zu erfüllen und die Kundenerwartungen zu übertreffen [30]. Dies beinhaltet alle Maßnahmen, die notwendig sind, um die Prozessqualität und Prozessleistungen zu verbessern.

Ein QMS „[...] umfasst Tätigkeiten, mit denen die Organisation ihre Ziele ermittelt und die Prozesse⁹ und Ressourcen bestimmt, die zum Erreichen der gewünschten Ergebnisse erforderlich sind [...]“ [32].

⁹ „Satz Zusammenhängender oder sich gegenseitig beeinflussender Tätigkeiten, der Eingaben zum Erzielen eines Ergebnisses verwendet.“ [34]

Die Aufgabe eines QMS ist es, die notwendigen werterzeugenden Prozesse und Ressourcen zu steuern. Es stellt die Mittel und Kompetenzen zur Verfügung, um notwendige Maßnahmen einzuleiten, Prozesse zu überwachen und zu analysieren und bei Nichtkonformitäten entsprechend zu handeln.

2.3.3 Nichtkonformitäten

Als Nichtkonformität nach ISO 9000:2015 wird die „[...] Nichterfüllung einer Anforderung [...]“ verstanden [33]. Anforderungen sind vorher festgesetzte Ergebnisse, die es zu erreichen gilt. Dies können Anforderungen an das Produkt, die Dienstleistung, ein Prozessergebnis oder an das QMS selbst sein. Bestimmt werden die Anforderungen vom Unternehmen selbst, dem Kunden, gesetzlichen Vorgaben oder durch andere interessierte Parteien.

Tritt ein Fehler bzw. eine Nichtkonformität auf, ist es Aufgabe des QMS sowohl den Fehler zu beseitigen, als auch Maßnahmen zu ergreifen, dass dieser nicht wiederholt wird.

2.4 Lean Management

2.4.1 Definition

Der Begriff Lean Management leitet sich vom Begriff Lean Production ab. Diese Namensgebung geht auf John Krafcik, Forscher im International Motor Vehicle Program am Massachusetts Institute of Technology, zurück. Lean Production meint eine ‚schlanke‘ Produktion, da sie die Faktoren Personal, Produktionsfläche, Zeit und Lagerbestände sparsamer einsetzt als die Massenfertigung [37].

Seit Beginn der 1990er-Jahre hat auf begrifflicher Ebene eine Änderung von Lean Production hin zu Lean Management stattgefunden: So geht es bei Lean Management um die Prozessbetrachtung im gesamten Unternehmen, nicht nur in der Produktion. Das Unternehmen muss Verschwendungen auf allen Ebenen beseitigen, welche beim Einsatz verschiedener Produktionsfaktoren vorkommen. Zu Produktionsfaktoren zählen unter anderem Planung, Personal, Werkstoffe und Betriebsmittel sowie die Organisation aller Bereiche des Unternehmens. Eine Forderung des Lean Managements ist der sparsame Einsatz dieser

Produktionsfaktoren. Der Kunde und sein Interesse an Qualität sind Ausgangspunkt und Ziel jeder Handlung [38].

Ein weiteres Kernelement des Lean Management ist die Beziehung zwischen Führungskräften und Personal. Ein vertrauensvolles Verhältnis ist Voraussetzung jeder Zusammenarbeit. Wünsche, Probleme, Absichten und Ziele des Kunden müssen der Ausgang aller zu erbringenden Leistung sein. Grundlage des Lean Management ist das Wissen, dass die geforderten ständigen Verbesserungen von allen MA über alle Ebenen hinweg getragen werden müssen.

2.4.2 Prinzipien

Ausgehend von ihren Untersuchungen des Toyota-Produktionssystems entwickelten James P. Womack und Daniel T. Jones fünf Prinzipien für die Einführung und dauerhafte Umsetzung des Lean Managements [36]. Diese werden im Folgenden näher betrachtet. Anders als im sonst ganzheitlichen Ansatz des Lean Management werden die nachfolgenden Prinzipien hier nur auf den Bereich der Produktion bezogen.

Wert

Kern des Lean Management ist es, den Wert eines Produktes aus Sicht des Kunden zu kennen. Was sind Bedürfnisse des Kunden und wie stimmt man das Produkt daraufhin ab. Anschließend muss das Produkt in der erforderlichen Menge, zur abgesprochenen Zeit und zu einem Preis bereitgestellt werden, der der Qualität gerecht wird.

Es müssen die exakten Kosten jedes Prozessschrittes bekannt sein, die ein Produkt während der Planung, Fertigung und Lagerung verursacht. Dafür wird der vollständige Produktionsprozess bis zum kleinsten Teilschritt zerlegt und mit Hilfe verschiedener Kennzahlen dargestellt. Der gesamte Betrieb ist eine Abfolge sequenzieller Tätigkeiten. Erst wenn alle Prozesse transparent dargestellt sind, werden Tätigkeiten sichtbar, die nicht den Wert des Produktes im Sinne des Kunden

erhöhen. Diese Tätigkeiten werden Muda¹⁰ genannt und „[...] die Beseitigung der Verschwendung muss das erste Ziel eines Unternehmens sein [...]“ [39].

Ist der gesamte Produktionsprozess analysiert und von den Verschwendungen bereinigt, kann der Wert eines hergestellten Produktes ermittelt werden. Der Wegfall, der nicht direkt für den Kunden erbrachten Leistung, ist der Beginn eines ständigen Verbesserungsprozesses [40].

Wertstrom

Der Wertstrom enthält alle Tätigkeiten, ob wertschöpfend oder nicht, die zur Herstellung eines Produktes notwendig sind.

Die Bestimmung des Wertstroms erfolgt mithilfe der Identifikation und Analyse des vollständigen Wertschöpfungsstroms ausgehend von der Angebotserstellung bis hin zur Auslieferung.

Dazu wird zunächst eine vollständige Identifizierung des IST-Wertstroms vorgenommen. Dies beinhaltet alle Tätigkeiten wie Produktentwicklung, Informationsmanagement und die Umwandlung vom Rohmaterial bis zur Fertigstellung des Produktes. Man stellt sowohl die wertschöpfenden als auch die nicht-wertschöpfenden Tätigkeiten dar, die zur Herstellung notwendig sind. Infolge der IST - Analyse des aktuellen Wertstroms lassen sich alle Tätigkeiten in Nutz-, Stütz-, Blind- und Fehlleistung unterteilen. Ziel bei der Planung des SOLL-Wertstromes ist im Anschluss die Steigerung der Nutz- und Stützleistung und die Minimierung der Blind- und Fehlleistung [41]:

Nutzleistungen sind alle Tätigkeiten, die zur Erhöhung des Produktwertes aus Sicht des Kunden beitragen. Dazu zählen bei der Firma Gebr. Lohmann GmbH bspw. das Gießen des Produktes, die Montage oder die Konstruktion der Kokillen.

Stützleistungen sind Tätigkeiten, die nur indirekt für die Wertsteigerung des Produktes verantwortlich sind. Diese sind für den Kunden nicht ersichtlich, jedoch ein Kostenfaktor und auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Bei der Firma

¹⁰ Muda ist das japanische Wort für Verschwendung. In Kapitel 2.4.3 wird darauf detaillierter eingegangen.

Gebr. Lohmann GmbH sind übliche Stützleistungen das Schlichten der Kokillen, die Behandlung der Schmelze und das Rüsten der Gießmaschinen.

Blindleistungen sind Tätigkeiten, die infolge von Fehlplanungen auftreten und weder direkt noch indirekt zur Erhöhung des Produktwertes beitragen. Diese Tätigkeiten sind zu eliminieren. Beispiele hierfür sind bei der Firma Gebr. Lohmann GmbH das Erhöhen eines Betriebsauftrages zur Ausschussvorbeugung oder unnötige Zwischenlagerung.

Fehlleistungen sind ursprünglich als Nutz- oder Stützleistung geplante Tätigkeiten, die infolge von Fehlern nicht verwertet werden können. Dies sind bspw. Fehler bei der Informationsweitergabe zwischen Produktionsleitung und Maschinenführer oder Fehlbuchungen im ERP-System.

Fluss

Im Anschluss folgt die Orientierung auf den Fluss der Produktion, auch bekannt als Flow-Prinzip. Als Flow-Prinzip wird das Ineinandergreifen aufeinanderfolgender Produktionsprozesse im Sinne eines Abteilungsgrößen-überwindenden Denkens frei von Verschwendung verstanden. Es ist eine Glättung der gesamten Produktion notwendig, um Zwischenlagerungen zu vermeiden, die den Produktionsprozess unterbrechen. Damit die MA ihren Prozess bestmöglich ausführen können, wird auf deren Bedürfnisse eingegangen. Wertschöpfende Tätigkeiten werden in den Vordergrund gestellt und mit anderen wertschöpfenden Tätigkeiten in Zusammenhang gebracht [42].

Damit ganzheitliche Wertschöpfung, ein sogenannter Flow, entstehen kann, muss nicht nur der betriebliche Ablauf, sondern auch das Denken der MA verändert werden: Trotz eines abteilungsübergreifenden Denkens müssen alle MA vom Produkt aus denken und arbeiten. Karrieren und Funktionen werden als Aspekte einer antiquierten Arbeitsorganisation möglichst aufgelöst. Um einen Wechsel im Denken der MA zu erwirken, sollen diese sich immer wieder fragen, ob und inwieweit ihre Tätigkeit(en) zur Wertschöpfung des Produkts beitragen. Diese Frage regt zu ständiger Reflexion und damit zur Verbesserung bei.

Durch die Abschaffung von Pufferbeständen werden Qualitätsprobleme und Störungen sofort offensichtlich. Fehlerhafte Teile können so nicht aus einem Pufferbestand ersetzt werden. Dies zwingt das Unternehmen zum sofortigen

Handeln. Im besten Fall führt dies zu mehr Prozesssicherheit, da die Wiederholung von Fehlern unbedingt vermieden werden muss [43].

Pull

Ziel des Pull-Prinzips ist es Produkte auf direkte Nachfrage des Kunden hin zu fertigen, statt Produkte herzustellen und diese dann zu lagern bis diese nachgefragt werden. Im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung von Betrieben wird in diesem Ansatz kein Unterschied zwischen Kunden und MA gemacht: Kunden sind in diesem Fall auch die MA der jeweiligen Teilprozesse in einem Fertigungsprozess [41].

Es wird zwischen internen und externen Kunden unterschieden. Externe Kunden sind Fremdfirmen, für die gefertigt wird. Interne Kunden sind alle MA bzw. Abteilungen, die Teil der Prozesskette sind. Gleichzeitig sind diese auch interne Lieferanten.

Innerhalb des Betriebes jedoch muss der Steuerungsprozess der Fertigung am letzten Schnittpunkt mit dem externen Kunden starten und von dort der Bedarf rückwärts bis zum letzten Prozess gemeldet werden. Dadurch wird der Materialfluss gestartet, welcher dem Informationsfluss entgegenläuft. Ein Bedarf wird am einfachsten und für alle nachvollziehbar mit einem visuellen System realisiert. Beispiele hierfür sind Kanban-Karten¹¹.

Der Vorteil des Pull-Systems gegenüber dem Push-System ist der Abbau von Lagerbeständen, da nur nach realem Bedarf gefertigt wird.

Perfektion

Das letzte Prinzip des Lean Management ist die Perfektion. Dieser wird nie beendet sein und wird immer wieder von vorn begonnen. Wie bereits in vorherigen Punkten verdeutlicht, kann nur durch ständiges Hinterfragen des eigenen Tuns, der Abläufe und im ganzheitlichen Sinne auch betriebliche Perfektion angestrebt werden. Damit der Anteil von Muda weiter minimiert wird, werden alle Prozesse wiederholt betrachtet [44].

¹¹ Kanban ist ein Produktionssteuerungssystem, welches darauf ausgelegt ist, alle Forderungen des Kunden bzgl. Art des Produktes, Menge und Lieferzeitpunkt zu erfüllen, um die Prioritäten der Fertigung richtig zu setzen [45].

Strukturen mit regelmäßigen, führungstechnischen Maßnahmen etablieren auf Dauer eine Kultur der ständigen Verbesserung. Diese Maßnahmen gehen über eigeninitiierte Maßnahmen wie ein internes Vorschlagswesen hinaus.

Infolge der Lean Management Maßnahmen sind die Grenzen der Abteilungen aufzuheben. Durch die Arbeit in Produktionsteams ist anschließend das Wissen um die Beschaffenheit der Prozesse durchdringender. So wird mithilfe regelmäßiger Maßnahmen im Sinne des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (nachfolgend als KVP bezeichnet) innerhalb dieser Teams jeder Prozess fortlaufend optimiert. Wichtig ist das Verständnis, dass Perfektion nicht erreicht werden kann, sondern lediglich Verbesserungen angestrebt werden können, da jede Änderung neue Potenziale aufdeckt [44].

2.4.3 Unnötige Verschwendung

Unnötige Verschwendungen bzw. Muda sind nach Taiichi Ohno¹² Überproduktion, unnötiger Transport, unnötige und falsche Prozesse, überschüssige Lagerbestände und unnötige Bewegungen. Diese werden in den folgenden Absätzen näher erläutert:

Überproduktion ist der Aufbau von Lagerbeständen mit Teilen, für die kein Auftrag vorliegt. Um möglichen Ausschuss vorzubeugen, werden bei der Firma Gebr. Lohmann GmbH bspw. 10 % mehr Teile gegossen als der Fertigungsauftrag vorsieht. Oft wird Ausschuss erst in späteren Fertigungsschritten als solcher identifiziert, da er bspw. als Lunker innerhalb des Bauteiles auftritt und erst nach der spanenden Bearbeitung sichtbar wird.

Wartezeit des MA, wenn er auf Teile aus dem vorgelagerten Prozessschritt wartet, wird ebenfalls als Verschwendung gesehen. Der MA erbringt in dieser Zeit keine Wertschöpfung, da er sich in einer abwartenden Position befindet. Auch solche Fälle müssen eliminiert werden, indem man die Ursachen dafür ergründet und beseitigt [46].

¹² Taiichi Ohno wurde am 29.02.1912 geboren und gilt als Erfinder des Toyota-Produktionssystems und der Basismethoden Kanban und Just-in-Time. Das Kaizen-Konzept basiert ebenfalls auf seinen Ideen. Er verstarb am 28.05.1990 [47].

Unnötiger Transport entsteht, wenn ein Teilschritt der Produktion abgeschlossen ist und das teilfertige Produkt zum nächsten Teilschritt der gesamten Produktion weitergegeben wird. Sind jedoch MA oder Maschine des nachfolgenden Teilprozesses der Produktion nicht umgerüstet oder mit einem anderen Auftrag ausgelastet, muss die halbfertige Ware zunächst zwischengelagert werden. Von diesem Lagerplatz muss sie auch wieder abgeholt werden, wenn MA bzw. Maschine vom Nachfolgeprozess verfügbar sind. Die Teilprozesse der Gesamtproduktion müssen so aufeinander abgestimmt werden, dass die Arbeitsschritte unmittelbar hintereinander ausgeführt werden und keine Leerzeiten, durch bspw. Zwischenlagerung, entstehen.

Unnötige und falsche Prozesse sind bspw. die Nutzung sechs verschiedener Werkzeuge zum Einspannen eines Bauteils in die Spannvorrichtung einer CNC-Fräse. Hier können Schnellspannvorrichtungen helfen. Diese sind in der Anschaffung teurer, aber durch Zeitersparnis während der Produktion und der geringeren Fehlerquote durch ein voreingestelltes Anzugsmoment eine Optimierung des Gesamtprozesses in Hinblick auf Kosten und Qualität.

Überschüssige Lagerbestände entstehen durch die Lagerung von halbfertiger Ware, Fertigprodukten und veralteten Beständen. Durch das Just-In-Time Prinzip des Lean Management sollen diese eliminiert werden. Die MA der Arbeitsvorbereitung der Firma Gebr. Lohmann GmbH erhöhen den Fertigungsauftrag für Bestellungen mit Kleinstlosen von bspw. fünf Stück soweit, dass sich das Rüsten in der Gießerei betriebswirtschaftlich rechnet. Im Normalfall werden dann je nach Bauteil 30-100 Stück gegossen. Die Übrigen verbleiben solange als Halbware im Lager bis ein neuer Auftrag eintrifft. Über die Jahre ist so ein großer Lagerbestand entstanden, der mehr Kosten verursacht, als durch die Loserhöhung vermeintlich eingespart wurde.

Unnötige Bewegungen sind Wege, die Arbeiter zu gehen haben, welche jedoch nicht zur Wertschöpfung beitragen, sondern durch bspw. einen unsystematischen Arbeitsplatz zu Stande kommen. Die Suche nach Werkzeug, welches nicht direkt am Arbeitsplatz bereitliegt und erst gesucht oder beschafft werden muss, kostet unnötig Zeit (und Weg), welche

sinnvoller genutzt werden kann. Ziel kann es also bspw. sein, vor Beginn eines Umrüstprozesses alle notwendigen Werkzeuge sauber, ordentlich und in ergonomisch logischer Reihenfolge am Arbeitsplatz zu haben.

Defekte Teile oder defekte Produkte werden in einem Lean geführten Betrieb ein einziges Mal zugelassen. Bei Auftreten der Fehler wird bspw. mit Hilfe der 5W-Hinterfragetechnik¹³ solange nach der eigentlichen Ursache des vorliegenden Problems gefragt, bis dieses eindeutig identifizierbar ist. Anschließend wird die Ursache beseitigt.

2.4.4 Methoden und Werkzeuge

Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)

Der KVP ist ein Werkzeug der Führungsebene, welches alle MA eines Unternehmens motivieren soll in regelmäßigen Arbeitskreisen Verbesserungsvorschläge für den alltäglichen Arbeitsprozess zu entwickeln. Der Ansatz verfolgt folgende Leitgedanken [48]:

Bestehendes Wissen der MA soll aktiv genutzt werden, um Verbesserungen anzuregen. Dazu werden alle MA einbezogen und angeregt, über ihre eigene Arbeit zu reflektieren und durch die Reflexion der eigenen Tätigkeit mögliche Verbesserungen selbst zu identifizieren, anstatt diese ‚von oben‘ auferlegt zu bekommen. Kontinuierliche Verbesserungen erfolgen jedoch nicht nur durch reflektieren der eigenen Tätigkeiten, sondern auch im Team. Durch Einbeziehung aller MA und durch gemeinsame Reflexion können nicht nur Fehlerquellen, sondern auch ‚verschleppte‘ Fehler identifiziert und verbessert werden.

Der Grundgedanke des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses ist das systematische Aufspüren und Beseitigen jeglicher Art von Muda. Die ständige Verbesserung wird nicht nur als Methode angesehen, die einmalig oder mehrmals auf ein Problem angewendet werden kann, sondern kann auch als Unternehmensphilosophie verstanden werden. Ziel ist, prozessorientiertes Denkverhalten zu fördern. KVP ist ein bedeutsamer Teil der Lean Management und

¹³ Die 5W-Hinterfragetechnik ist eine Methode, mit der durch fünfmaliges stellen der Frage ‚Warum?‘, die ursprüngliche Ursache eines Problems zu ergründen [49].

lässt sich in allen Unternehmensbereichen anwenden. Grundlegend wird jeder Vorgang als ein Prozess betrachtet, der kontinuierlich verbessert werden kann. In Umsetzungsworkshops werden MA in den kontinuierlichen Verbesserungsprozess eingebunden. Arbeitsgruppen werden geschult, um Arbeitsabläufe und Prozesse optimieren zu können. Vorrangig geht es um die Vermeidung von Verschwendungen und die Vermeidung nicht wertschöpfender Tätigkeiten. Die Arbeitsgruppen gehen folgendermaßen vor [50]:

1. Bildung eines Teams und anschließende Grundlagenschulung
2. Beschaffung und Bereinigung von Datengrundlagen
3. Überprüfen aller Arbeitsabläufe
4. Sammeln aller dabei auftretender Probleme, deren Ursache und Lösungsansätze
5. Analyse und Verbesserung mithilfe des EKUV-Analyseansatzes¹⁴
6. Erarbeitete Maßnahmen umsetzen, standardisieren, vorstellen und visualisieren

Die EKUV-Analyse soll verschwendungsreiche Arbeitsprozesse beseitigen, mit anderen Prozessen verknüpfen, ändern oder auch vereinfachen.

Im KVP geht es um das Streben nach Perfektion. Auch aus kleinen, scheinbar unbedeutenden Verbesserungen ergeben sich Möglichkeiten, Verschwendungen abzubauen. Jeder Arbeitsprozess und jedes Produkt kann perfektioniert werden. Das ständige Hinterfragen der aktuellen Standards und Prozesse lässt neue, verbesserte Standards entstehen, die wiederum hinterfragt und verbessert werden können. Dies führt zu geringeren Fehler- und Nacharbeitsquoten und zur Reduzierung von Reklamationen und damit schließlich auch zur Steigerung der Kundenzufriedenheit.

Kaikaku

Im Gegensatz zum KVP, der für langsame und allmähliche, dafür aber ständige Verbesserungen steht, ist ein Kaikaku ist eine „[...] radikale Verbesserung einer Aktivität zur Beseitigung von Muda, [...] so dass das Produkt die einzelnen Schritte bei der Einzelstückfließfertigung auf kleinem Raum durchläuft, statt zwischen einzelnen »Fertigungsdörfern« [...]“ [51].

¹⁴ EKUV steht für Eliminieren, Kombinieren, Umstellen und Vereinfachen

Wie in den vorherigen Kapiteln beschrieben, erfordert Lean Management ein generelles Umdenken der Ablaufprozesse in einem Unternehmen. Oft sind diese entgegen landläufiger, ‚vernünftiger‘ Denkweisen [52]. Der Vorteil eines Kaikakus ist, dass ein direktes Feedback gegeben wird.

Anders als beim KVP, der das Mitdenken der MA voraussetzt, ist ein Kaikaku ein von oben angeordnetes Vorgehen. Ziel ist es innerhalb kurzer Zeit bestehende Prozesse radikal neu zu denken und zu ändern. Kaikaku-Maßnahmen werden vor allem eingesetzt, wenn die Fertigung in einen Fluss gebracht werden soll. Dazu ist meist eine Kaikaku-Kampagne notwendig, die mehrere Kaikaku-Maßnahmen enthält. In Verbindung mit KVP ist dies der Weg, den das Lean Management mit dem Prinzip Perfektion verfolgt [53].

Single-Minute Exchange of Dies und 5S/5A

Taiichi Ohno und Shingo Shigeo¹⁵ kamen in den 1940er und 1950er Jahren zu dem Schluss, dass bei einer Umstellung einer Massenproduktion hin zu einer flexiblen Produktion mit kleinen Losen die Rüstzeit¹⁶ das größte Hindernis für eine dem Flow-Prinzip folgende Produktion darstellt. Es gelang Ohno und Shigeo die Rüstzeit ihrer Formpressen¹⁷ von der Dauer einer Schicht auf drei Minuten zu reduzieren. Daraus entwickelte Shigeo einen methodischen Ansatz, der die Rüstzeiten soweit verkürzt, dass diese auf einen einstelligen Minutenbereich verkürzt werden können. Diese Methode ist als Single-Minute Exchange of Dies bekannt.

Die Reduzierung der Zeit ist eine der wesentlichen Voraussetzungen für eine flexible Produktion, um schnell auf Änderungen reagieren zu können. Ergebnis ist eine erhöhte Varianz der zu produzierenden Teile bei Senkung der Kosten und Durchlaufzeiten.

Nach Shigeo Shingo besteht die Methode aus 5 Schritten [54]:

¹⁵ Shingo Shigeo wurde 1909 in Japan geboren und gilt neben Taiichi Ohno zu einem Mitbegründer des Toyota-Produktionssystems. Er starb 1990 [55].

¹⁶ Rüstzeit: Zeit, in der der Werkzeugwechsel einer Maschine für die Produktion eines Loses hin zum nächsten Los stattfindet. Hierzu zählt die Zeit vom letzten Gutteil des alten Loses bis zum ersten Gutteil des neuen Loses.

¹⁷ Dies = Formpressen, mit denen z.B. Autotüren in die entsprechende Form gepresst werden [56].

Beobachten und Messen: Während der Produktion wird ein Rüstvorgang von Beginn bis zum Ende vollständig beobachtet und analysiert. Eine Videoaufnahme zur anschließenden Auswertung kann angefertigt werden, um im Anschluss jede Tätigkeit tabellarisch festzuhalten und mit den gemessenen Zeiten versehen.

Trennung von internem und externem Rüsten: Während unter internen Rüstvorgängen Tätigkeiten verstanden werden, welche nur während eines Maschinenstillstandes ausgeführt werden, bezeichnen externe Rüstvorgänge jene Tätigkeiten, die erfolgen können, wenn die Maschine noch produziert. Die in Schritt eins erfassten Beobachtungen und erfassten Zeitwerte einzelner Tätigkeiten sollen nach internen, bzw. externen Tätigkeiten unterschieden und kategorisiert werden.

Umwandlung von „intern“ zu „extern“: Hier soll das Rüstteam gemeinsam versuchen aus internen Rüstvorgängen externe zu machen, um die Zeit des Maschinenstillstandes zu minimieren.

Rationalisierung der internen Rüstvorgänge: In diesem Schritt ist das Team dazu angehalten die internen Rüstvorgänge, die nicht in Externe umgewandelt werden können, zeitlich weiter zu optimieren, bspw. durch Parallelisierung einzelner Rüstvorgänge.

Standardisieren und Verbessern: Im letzten Schritt werden alle notwendigen Handlungen standardisiert und trainiert, damit alle Handgriffe optimiert und überflüssige Bewegungen beseitigt sind. Auch hier müssen die veränderten Prozesse ständig hinterfragt werden, um sich durch regelmäßige KVP-Maßnahmen stetig dem Optimum einer verschwendungsfreien Produktion zu nähern.

Perinić et al. [57] zeigten 2008 bei einer Einführung der SMED-Methode im Druckgussbereich, dass sich die parallele Nutzung der 5S-Methode am Arbeitsplatz der Rüstteams anbietet. Die 5S-Methode ist im Lean Management eine Möglichkeit zur Ausgestaltung des Arbeitsplatzes bzw. der gesamten Organisation des Arbeitsumfeldes. Diese Methodik verfolgt wie SMED das konsequente Standardisieren von Arbeitsplätzen und die disziplinierte Einhaltung der Standards.

Die 5S sind im deutschen Sprachraum auch als 5A mit den entsprechenden Übersetzungen bekannt.

Die fünf S sind Abkürzungen für japanische Worte, deren systematisches Befolgen Verschwendungen und Ineffizienzen am Arbeitsplatz direkt erkennen lässt. Es geht vorrangig um eine Verkürzung der Durchlaufzeiten, die Verbesserung der Sicherheit und optimierte Nutzung von Flächen.

Seiri (Aussortieren): Beim Aussortieren wird häufig genutztes sowie wenig bis nie genutztes Werkzeug voneinander getrennt. Das nie genutzte Werkzeug wird vollständig vom Arbeitsplatz entfernt. Dies erhöht die Übersicht über das vorhandene Werkzeug und reduziert die Zeit zum Suchen des Werkzeuges.

Seiton (Aufräumen): Häufig genutzte Werkzeuge bekommen einen festen Platz im Werkzeugwagen oder an einer Wandtafel. Mit entsprechenden Markierungen wie Schattenbildern wird der feste Platz jedes Werkzeuges visualisiert. Wird ein Werkzeug immer an derselben Stelle aufbewahrt, reduziert sich die Zugriffszeit weiter.

Seiso (Arbeitsplatz sauber halten): Sauberkeit am Arbeitsplatz ist ein ebenfalls zentraler Bestandteil der 5S-Methode. Sie ist eine notwendige Voraussetzung für Effizienz und Qualität. Regelmäßige Reinigung kommt einer Wartung der Werkzeuge gleich und fehlerhaftes Werkzeug kann frühzeitig erkannt und ersetzt werden. Zusätzlich werden Verunreinigungen am Produkt vermieden und das genutzte Werkzeug bleibt in einem gepflegten Zustand länger Einsatzbereit.

Seiketsu (Anordnung zur Regel machen – Standards): Dieser Schritt soll die Einhaltung der ersten drei S etablieren. Mit Hilfe einer Visualisierung des SOLL-Zustandes und einer klaren Aufgabenverteilung im Team, wird sichergestellt, dass Routinen entstehen. Jeder MA muss wissen, wo welches Werkzeug zu finden ist und was er wann zu tun hat. Dadurch lassen sich auch neue MA besser in den Arbeitsprozess integrieren und Fehler vermeiden.

Shitsuke (Alle Vorgaben einhalten und ständig verbessern): Wie beim SMED ist auch hier der letzte Schritt das ständige Verbessern. Durch regelmäßige Aufnahme des Ist-Zustandes sind Abweichungen vom Standard leicht zu

erkennen und zukünftig zu vermeiden. Weiterhin sind notwendige Werkzeuge auf ein Minimum zu reduzieren, was bspw. durch langfristige konstruktive Änderungen am Werkstück geschehen kann.

Wertstromdesign

Das Wertstromdesign eines Unternehmens bezieht alle Aktivitäten mit ein, die notwendig sind, um ein Produkt vom Rohmaterial bis zum fertigen Produkt zu verarbeiten. Ob wertschöpfend oder nicht spielt dabei zu Beginn keine Rolle. Die Entwicklung eines Wertstromdesigns geht meist über die eigene Unternehmensgrenze hinaus. Die Aluminiumlegierungen der Firma Gebr. Lohmann GmbH kommen bspw. von einem Lieferanten, der wiederum von seinen Lieferanten mit Primäraluminium und anderen Legierungsbestandteilen versorgt wird. Diese beiden Unternehmen sind damit ebenfalls fester Bestandteil des Wertstromes der Firma Gebr. Lohmann GmbH. Als Auftragsfertiger ist die Firma Gebr. Lohmann GmbH selbst Teil des Wertstromes anderer Unternehmen.

Das Wertstromdesign ist eine Methode des Lean Management, der den gesamten Wertstrom eines Produktes bis zum Rohmaterial zurück grafisch darstellt. Dabei wird das Gesamtbild abgebildet und nicht einzelne Fertigungsprozesse. Im Zuge der Optimierung der Fertigung sollen nicht nur isolierte Prozesse verbessert werden, sondern der ganzheitliche Ablauf betrachtet werden [58]. Zu Beginn bietet es sich an, das Wertstromdesign auf das eigene Unternehmen und ein typisches Produkt oder eine Produktfamilie zu beschränken, da andernfalls Unübersichtlichkeit droht.

Begonnen wird beim Wertstromdesign mit dem Ist-Zustand des Unternehmens. Da beim Lean Management der Kunde im Mittelpunkt steht, beginnt man beim Wertstromdesign mit der Schnittstelle zum Kunden. Im Falle der Gebr. Lohmann GmbH ist dies der Versand. Von dort läuft man dem Materialfluss entgegengesetzt bis zum Beginn des Produktionsprozesses. Neben dem Materialfluss nimmt man auch den Informationsfluss innerhalb des Unternehmens auf. Dies geschieht während eines Betriebsrundganges mit Papier und Stift und wird nur mit realen Werten aufgenommen. Es ist davon abzuraten ältere Aufzeichnungen oder bspw. das Qualitätsmanagement Handbuch zurate zu ziehen. Diese sind nie auf dem aktuellen Stand und bilden den realen Fertigungsprozess nicht ab [59].

Während des Rundganges im Unternehmen werden von den Teilnehmern folgende Daten an verschiedenen Stationen aufgenommen [60]:

Zykluszeit: Zeit von der Entnahme eines Produktes bis zur Entnahme des Folgeproduktes.

Rüstzeit: Zeit vom letzten Teil des auslaufenden Loses bis zum ersten Gutteil des Folgeloses.

Betriebszeit: Die Zeit in der entsprechend des in den Schichten vorhandenen Personals abzüglich der Pausen produziert wird.

Lagerbestand: Zum einen Bestand zwischen zwei Arbeitsstationen der als Pufferbestand dient (Rohmaterial oder Halbware) sowie der Bestand an Fertigteilen.

Kapazität und Losgröße: Anzahl der Teile eines Fertigungsauftrages, die an einer Arbeitsstation ohne Unterbrechung durch die Produktion anderer Artikel (Rüsten) gefertigt werden.

Nachbearbeitungsquote: Menge der Teile, die nicht den Kundenanforderungen entsprechen, aber durch Wiederholung des Arbeitsprozesses oder einen zusätzlichen Prozess die Vorgaben erfüllen können.

Ausschussquote: Anzahl der Artikel, die den Kundenanforderungen nicht entsprechen und entsorgt werden müssen.

Weitere Prozessdaten: Daten, die den Teilnehmern für die Erstellung des Ist-Zustandes zusätzlich als relevant erscheinen.

Anhand der Ist-Analyse kann nun jeder offen sichtbar die Orte der Verschwendungen im Unternehmen erkennen. Auch die Ursachen für diese Verschwendungen können an der Ist-Analyse abgelesen werden. Von diesem Zustand leitet man nun einen sogenannten Soll-Zustand ab. Hierfür findet man Lösungen, um die Verschwendungen zu beseitigen. Pufferlagerbestände müssen abgeschafft werden und die Produktion sollte so weit wie möglich in einen Fluss gebracht werden. An Arbeitsstationen, wo dies nicht ohne Weiteres möglich ist, sollte ein Pull-System eingeführt werden, um den Pufferlagerbestand möglichst niedrig zu halten.

Weiterhin ist bei Betrachtung des ganzheitlichen Produktionssystems möglich Taktzeiten einzuführen, um die Arbeitsstationen miteinander zu synchronisieren. Ziel soll es am Ende sein, dass durch Einführung der Fließfertigung und der Pull-Systeme jeder Prozess nur noch das produziert, was der darauffolgende Prozess wirklich benötigt und wann er es benötigt.

Beim Anfertigen des Soll-Zustandes sollte nicht zu weit in die Zukunft geplant werden, da die Motivation zur Umsetzung bei den MA schnell nachlassen kann [51]. Auch hier sind kontinuierliche Verbesserungen anzuraten. Bei der Umsetzung eines ersten Soll-Zustandes sind eher Veränderungen umzusetzen, die keine oder nur geringe Kosten verursachen. Die Optimierung des Wertstromes ist ein iterativer Prozess wie der KVP und erst in späteren Durchführungen, mit gewachsener Erfahrung im Umgang mit der Methode und einem geschaffenen Vertrauen der MA in den Erfolg dieser, sind auch größere Änderungen an den Prozessen möglich.

3 Analyse und Anwendung

3.1 Vergleich ISO 9001:2015 und ISO 9001:2008

Bereits im März 2012 beschloss der zweite Unterausschuss des Technischen Komitees (ISO/TC 176/SC 2) der International Organisation for Standardization (ISO) die Revision der Qualitätsmanagementsystemnorm ISO 9001. Daraufhin wurde die Arbeitsgruppe WG24 gegründet. Im Juni 2012 beschloss man erste richtungsweisende Spezifikationen und einen Projektplan mit dem Ziel, die Norm 2015 zu publizieren.

Im März 2014 wurde über den ersten Komitee-Entwurf abgestimmt, was zu über 2000 Stellungnahmen führte. Nach weiteren Abstimmungen wurde im Januar 2015 über den finalen Entwurf abgestimmt, der seit September 2015 die ISO 9001:2008 ersetzt [61].

Im folgenden Kapitel werden die Unterschiede zwischen der aktuellen und zurückgezogenen Revision diskutiert. Besonderes Augenmerk wird dabei auf den neu hinzugekommenen Punkt Risiko und Chancen gelegt.

3.1.1 Struktur

Die wohl größte Änderung in der neuen Norm betrifft die Gesamtstruktur. Im Jahr 2013 veröffentlichte die ISO eine interne Verfahrensbeschreibung in der eine High Level Structure (nachfolgend als HLS bezeichnet) beschrieben wird [62]. Ziel dieser ist es, eine konsistente Struktur für alle ISO-Management-Normen und deren Revisionen festzulegen, um durch gleichbleibende Strukturen eine systematischere Handhabung und Übersichtlichkeit zu gewährleisten. Bei der HLS sind die erste und in den meisten Hauptkapiteln auch die zweite Gliederungsebene identisch. Auch werden vereinzelt Begrifflichkeiten und Normentexte angeglichen.

Tabelle 1: High Level Structure

1. Anwendungsbereich
2. Normative Verweisungen
3. Begriffe
4. Kontext der Organisation
5. Führung
6. Planung
7. Unterstützung
8. Betrieb
9. Bewertung der Leistung
10. Verbesserung

Neben der Basiskapitelstruktur enthält die Revision der Norm auch einen „[...] einheitlichen Basistext, gemeinsame Benennungen und Basisdefinitionen für den Gebrauch in Managementsystemnormen [...]“ [63]. Die Neustrukturierung und inhaltlichen Anpassungen sollen sowohl den Auditoren als auch den Unternehmen bei Mehrfachzertifizierungen helfen und bei Verwendung verschiedener Normen die Verzahnung dieser vereinfachen. Für das innerbetriebliche QMS muss diese Struktur nicht übernommen werden, solange alle Anforderungen der Normen erfüllt sind [63].

In Tab. 1 ist der neu strukturierte Aufbau der HLS zu sehen. Stellt man nun die Basiskapitelstrukturen der ISO 9001:2008 und der ISO 9001:2015 gegenüber (vgl. Tab. 2), fällt auf, dass die aktuelle Revision um zwei auf zehn Hauptkapitel erweitert wurde. Ebenso wird hier die Neustrukturierung der Kapitel am ehesten sichtbar.

Tabelle 2: Vergleich der Basiskapitelstrukturen

ISO 9001:2008		ISO 9001:2015	
0	Einleitung	0	Einleitung
1	Anwendungsbereich	1	Anwendungsbereich
2	Normative Verweisung	2	Normative Verweisung
3	Begriffe	3	Begriffe
4	Qualitätsmanagementsystem	4	Kontext der Organisation
5	Verantwortung der obersten Leitung	5	Führung
		6	Planung
6	Management von Ressourcen	7	Unterstützung
7	Produktrealisierung	8	Betrieb
8	Messung, Analyse und Verbesserung	9	Bewertung der Leistung
		10	Verbesserung

3.1.2 Inhaltliche Änderungen

Davon ausgehend, dass mit Kapitel 4 sowohl in der aktuellen Revision, als auch in der Zurückgezogenen jener Teil der Norm beginnt, welcher sich mit der Organisation (nachfolgend: das Unternehmen) und deren QMS beschäftigt, beginnt ab diesem Kapitel der Vergleich der beiden Normen. In Tab. 2 sind die Kapitel beider Normen aufgeführt, welche inhaltlich Sinngemäß übereinstimmen und deshalb im Folgenden nicht näher untersucht werden. Alle sich unterscheidenden Kapitel sollen nachfolgend vergleichend aufeinander bezogen werden, in dem Neuerungen, Weglassungen und sonstige Änderungen dargestellt werden.

Tabelle 3: Inhaltlich übereinstimmende Kapitel

ISO 9001:2015	ISO 9001:2008
7.1.2. Personen	6.1. Bereitstellung von Ressourcen 6.2.1. Allgemeines (Personelle Ressourcen)
7.1.3. Infrastruktur	6.3. Infrastruktur
7.1.4. Umgebung zur Durchführung von Prozessen	6.4. Arbeitsumgebung
7.2. Kompetenz	6.2.2. Fähigkeit, Bewusstsein und Schulung
8.3.1. Allgemeines	7.3.1. Entwicklungsplanung
8.3.5. Entwicklungsergebnisse	7.3.3. Entwicklungsergebnisse
8.3.6. Entwicklungsänderungen	7.3.7. Lenkung von Entwicklungsänderungen
8.6. Freigabe von Produkten und Dienstleistungen	8.2.4. Überwachung und Messung des Produktes
9.1.2. Kundenzufriedenheit	8.2.1. Kundenzufriedenheit
9.3.1. Allgemeines	5.6.1. Allgemeines
10.3. Fortlaufende Verbesserung	8.5.1. ständige Verbesserung

Kapitel 4

ISO Kapitel 4.1: Kontext der Organisation

Im Kapitel 4.1 beginnt die ISO 9001:2015 mit einer vorher wenig beachteten Thematik: der Unternehmensumgebung. Das Unternehmen soll sich über die eigene Position innerhalb des Marktes und der damit in Zusammenhang stehenden strategischen Ausrichtung bewusst werden. Zu diesem Zweck sollen verschiedene interne und externe Themen bestimmt werden, die bedeutsam für das Unternehmen selbst, aber auch für die Leistung des QMS sind. In den dazugehörigen Anmerkungen gibt die Norm grobe Richtungen zu den möglichen internen und externen Kontexten von Unternehmen vor.

Externe Kontexte fassen jene Überlegungen, welche aus der Betrachtung des wirtschaftlichen, wettbewerblichen oder marktbezogenen Umfeld des Unternehmens, aber immer im Zusammenhang mit diesen entstehen. Ebenfalls einbezogen werden müssen Überlegungen, welche sich auf lokale, regionale oder

internationale Ebene beziehen. Ein Thema des externen Kontextes, auch für ein vergleichsweise kleines Unternehmen, kann die Weltpolitik sein. Bspw. kann ein großer Kunde oder ein wichtiger Lieferant seinen Sitz in einem Land haben, gegen das Sanktionen verhängt werden sollen. Die Auftragseinbrüche bzw. der Wegfall des präferierten Lieferanten muss ein Unternehmen im Ernstfall abfangen können. Daher sollten solche Themen Eingang in Überlegungen zum externen Kontext finden.

Während der externe Kontext sich also auf das Unternehmen und dessen Verbindungen zur Umwelt bezieht, sind die Themen des internen Kontextes bestimmt durch Werte, Kultur, Wissen und Leistung des Unternehmens. In diesem Kontext können Überlegungen zum Alter von MA für Unternehmen von großer Bedeutung sein, da sich das Alter beispielsweise darauf bezieht, wie lange die Produktionskraft der MA dem Unternehmen zur Verfügung stehen. Ebenfalls das Alter des Maschinenparks muss im Auge behalten werden, langfristige Planungen, bspw. Anschaffungspläne, im Blick zu haben.

ISO Kapitel 4.2: Verstehen der Erfordernisse und Erwartungen interessierter Parteien

Ebenfalls in der zurückgezogenen Revision keine Rolle gespielt haben interessierte Parteien, sogenannte Stakeholder¹⁸ (Im Anhang befindet sich eine exemplarisch für die Firma Gebr. Lohmann GmbH durchgeführte Stakeholderanalyse zur Veranschaulichung). Dies sind alle Firmen, Ämter, Personen und Organisationen, welche einen Einfluss auf die „[...] beständige Bereitstellung von Produkten [...]“ haben [64]. Soll im Kapitel 4.1 der Norm das Selbstverständnis des Unternehmens bestimmt werden, so wird im Kapitel 4.2 explizit nach relevanten Parteien und deren Interessen, bzw. Erwartungen gefragt. Die Erwartungen und Anforderungen interessierter Parteien werden jedoch immer auf das QMS und dessen Funktionalität sowie der Leistungsfähigkeit bezogen.

¹⁸ Als Stakeholder können „[...] Bezugs-, Interessen-, und Anspruchsgruppen verstanden werden, die von einer Unternehmung [...]“ betroffen sind [65].

Ein Beispiel hierfür ist ein Kunde, der infolge eines Lieferantenaudits des QMS, eine Liste mit Nachbesserungen am QMS vorlegt und bis zur Erfüllung der Punkte alle Aufträge stoppt.

Neugründung eines Betriebsrates und der damit beginnende Einfluss von Gewerkschaften auf das Unternehmen ist ein weiteres Beispiel. Mit der Gründung eines Betriebsrates verändern sich gesetzliche und behördliche Anforderung an das Unternehmen, welche angepasst werden müssen.

Ziel der ersten beiden Kapitel der aktuellen Revision ist es also, sich sowohl über interne als auch über externe Einflussfaktoren klar zu werden. Es wird gefordert diese zu benennen und anschließend zu "[...] überwachen und überprüfen [...]" [65].

ISO Kapitel 4.3: Festlegen des Anwendungsbereichs des QMS

Infolge der Branchenunabhängigkeit der Norm sind nicht alle Punkte für jedes Unternehmen anwendbar. Im Zuge dieser notwendigen Kompromisse wurde im Kapitel 1.2 der zurückgezogenen Revision formale Ausschlüsse unter bestimmten Umständen zugelassen, solange dies im Qualitätsmanagementhandbuchs (nachfolgend mit QMH bezeichnet) dokumentiert wurde.

Die Möglichkeit dieser formalen Ausschlüsse gibt es in der aktuellen Revision nicht mehr. Jedoch ist es auch jetzt noch möglich, bestimmte Bereiche der Norm auszuklammern. Das Unternehmen wird im vorliegenden Kapitel dazu angehalten, den Anwendungsbereich seines QMS selbst festzulegen. Dabei soll das Unternehmen "[...] die Grenzen und die Anwendbarkeit [...]" [66] selbst festlegen und in diesem Anwendungsbereich sämtliche Anforderungen der Norm erfüllen.

Der Anwendungsbereich des QMS muss laut Norm schriftlich dokumentiert sein. Bereiche der Norm, die im festgelegten Anwendungsbereich keinen Platz finden, müssen ebenfalls begründet schriftlich dokumentiert werden.

ISO Kapitel 4.4: QMS und seine Prozesse

Wenn auch neu formuliert, entspricht ein Großteil dieses Kapitels dem Kapitel 4.1 der zurückgezogenen Revision. Der prozessorientierte Ansatz wird auch weiterhin verfolgt. Neuhinzugekommen ist, den In- und Output seiner festgelegten Prozesse zu kennen. Weiterhin soll jedem Prozess ein Verantwortlicher zugeteilt werden und die jeweiligen Chancen und Risiken der Prozesse müssen berücksichtigt werden.

Zum Einbezug der Chancen und Risiken soll zu einem späteren Zeitpunkt dieser Arbeit Bezug genommen werden.

Die Prozessorientierung der Norm hilft, Abteilungsgrenzen zu überwinden und das Augenmerk auf die Bedürfnisse der Kunden und die Wertschöpfung zu legen.

Außerdem findet sich im Kapitel 4.4.2 die Forderung zur Dokumentation der Prozesse, um diese auch ohne den Prozessverantwortlichen nutzbar zu machen. Dies bedeutet, dass im Krankheitsfall oder bei der Nachfolge eine lückenlose Wertschöpfung in allen Prozessen möglich ist.

Kapitel 5

ISO Kapitel 5.1: Führung und Verpflichtung

In der aktuellen Revision wird weiterhin die Geschäftsführung als oberste Leitung definiert, jedoch ist erstmalig von Führung die Rede. Die Funktionen einer Führung sind die Orientierung auf Zielerreichung, Motivation der MA und Stärkung des Gruppenzusammenhalts [67]. Es soll vermehrt Augenmerk über das reine Anweisen der MA hinaus, auf das motivieren und verständlich machen der Rollen des einzelnen MA im Unternehmen und beim Erreichen der Unternehmensziele gelegt werden. Deutlich wird dies in der Formulierung: "[...] Personen einsetz[en], anleite[en] und unterstütz[en] [...]" [68]. Ebenso wird die Vermittlung der Bedeutung eines funktionierenden QMS in Kapitel 5.1.1 f) gefordert.

Die Anwendung des prozessorientierten Ansatzes sowie das risikobasierte Denken fällt in Kapitel 5.1.1 nun mit in den Verantwortungsbereich der obersten Leitung und wird tiefer im Unternehmen verankert, in dem der obersten Leitung eine Förderung des risikobasierten Denkens, im Sinne einer Weitergabe dieses an die MA, aufgetragen wird.

Im Kapitel 5.3.1 b) der zurückgezogenen Revision wird von der obersten Leitung eine Qualitätspolitik gefordert, die zu einer fortlaufenden Verbesserung des QMS verpflichtet. In der aktuellen Revision wird zusätzlich direkt von der obersten Leitung die Förderung von Verbesserungen gefordert.

Bei der Kundenorientierung wird die Revision spezifischer und beinhaltet von nun an auch das risikobasierte Denken im Hinblick auf die Kundenzufriedenheit. Weiterhin

wird in Kapitel 5.1.2 a) nun auch gesetzliche und behördliche Anforderungen mit einbezogen.

ISO Kapitel 5.2: Politik

Entsprechend dem Kapitel 5.3 in der zurückgezogenen Revision wird auch in der aktuellen Revision eine Qualitätspolitik von der obersten Leitung gefordert. Neu ist hier die Forderung nach der Unterstützung der strategischen Ausrichtung des Unternehmens. Es soll unterstrichen werden, dass die Qualitätspolitik die Grundlage der in 4.1 festgesetzten strategischen Ziele bildet.

Mit Wegfall der Forderung nach einem QMH wird in der aktuellen Revision nun explizit die schriftliche Dokumentation der Qualitätspolitik gefordert. Zum einen, um diese interessierten Parteien zugänglich machen zu können, aber auch, um sie den MA innerhalb des Unternehmens bekannt zu machen.

ISO Kapitel 5.3: Rollen, Verantwortlichkeiten und Befugnisse der Organisation

Kapitel 5.5.1 und 5.5.2 der zurückgezogenen Revision definieren die Verantwortlichkeiten und Befugnisse innerhalb der Organisation: Die oberste Leitung des Unternehmens muss ein Mitglied der Leitung bestimmen, welches für die Sicherstellung und tatsächliche Einführung jener Prozesse, die für das QMS benötigt werden, verantwortlich ist und weiterhin über die Funktionalität des QMS Bericht erstattet und für eine ganzheitliche Kundenorientierung auf allen Ebenen des Unternehmens sorgt.

In der aktuellen Revision wurde diese Verantwortlichkeiten verändert, indem Verantwortlichkeiten zwar noch immer durch die oberste Leitung festgelegt werden, jedoch kein einzelner Verantwortlicher bestimmt werden soll. Die Aufgaben der Verantwortlichen decken sich zum Großteil mit denen der zurückgezogenen Revision. Unterscheiden sich jedoch darin, als dass die Verantwortlichen nicht nur für die Sicherstellung der Funktionalität, sowie der Berichterstattung verantwortlich ist, sondern auch, dass die Integrität des QMS auch dann noch erhalten bleibt, wenn sich Änderungen ergeben.

Kapitel 6

ISO Kapitel: 6.1 Maßnahmen zum Umgang mit Risiken und Chancen

Kapitel 6.1.1 befasst sich mit den Maßnahmen zum Umgang mit Risiken und Chancen. Da dieser Aspekt in der aktuellen Revision gänzlich neu eingeführt wurde, soll im folgenden Kapitel dieser Arbeit detailliert darauf Bezug genommen werden. Vorab sollen die Grundsätze dieses neuen Kapitels angerissen werden.

Planungen, die das QMS betreffen, müssen die Ergebnisse aus Kapitel 4.1 und 4.2 berücksichtigen. Das Unternehmen muss seine strategische Ausrichtung, sowie die Erwartungen und Erfordernisse interessierter Parteien berücksichtigen, um Maßnahmen zum Umgang mit Risiken und Chancen entwickeln zu können. Bei dieser Entwicklung soll es nicht darum gehen, Risiken negativ zu betrachten und diese zu verhindern, sondern es soll vielmehr darum gehen diese zu identifizieren und Maßnahmen zu entwickeln, wie mit diesen umgegangen werden kann oder gar wie sich aus Risiken Chancen entwickeln können. In Kapitel 6.1.2 werden Aussagen zur Planung zum Umgang mit Chancen und Risiken gemacht: Die Norm sieht vor, dass sich das Unternehmen zum einen mit der Integration der Maßnahmen in QMS-Prozesse auseinandersetzen muss und zum anderen, dass diese Maßnahmen auf ihre Wirksamkeit hin überprüft und kontrolliert werden müssen. Zu den detaillierten Möglichkeiten des Umgangs wird in Kapitel 3.1.3 eingegangen.

ISO Kapitel 6.2: Qualitätsziele und Planung zu deren Erreichung

Entgegen dem Kapitel 5.4.1 der zurückgezogenen Revision wird nun u.a. die periodische Überwachung der vorherig festgelegten Qualitätsziele gefordert. Diese gewinnen in der aktuellen Revision an Bedeutung, da sie maßgeblich an der strategischen Ausrichtung des Unternehmens mitwirken. Qualitätsziele müssen außerdem berücksichtigen, dass angebotene Produkte und Dienstleistungen mit den Kundenwünschen konform sind und eine Steigerung der Kundenzufriedenheit ermöglichen.

Im Kapitel 6.2.2 ist weiterhin vorgeschrieben die Verfolgung der Qualitätsziele zu strukturieren. Dafür ist bei der Planung dieser festgelegt, dass die Aufgaben dazu klar geregelt werden, der Ressourcenbedarf festgestellt wird, Verantwortlichkeiten

festgelegt werden, die Terminierung erfolgt und eine Ergebnisbewertung stattfindet.

ISO Kapitel 6.3: Planung von Änderungen

Möglichen Änderungen am QMS wird in der aktuellen Revision ein eigenes Kapitel eingeräumt, um sicherzustellen, dass diese systematisch umgesetzt werden. Neben der Festlegung der Verantwortlichkeiten muss auch der Zweck der Änderung und die zu erwartenden Konsequenzen einbezogen werden. Weiterhin muss auch die Verfügbarkeit benötigter Ressourcen berücksichtigt werden. Nur wenn Zweck der Änderung und mögliche Konsequenzen, sowie der Einsatz bekannt ist, kann die Funktionsweise des QMS sichergestellt werden.

Kapitel 7

ISO Kapitel 7.1.5: Ressourcen zur Überwachung und Messung

Die wichtigste Änderung hierin ist die Umformulierung von Überwachungs- und Messmittel hin zu Ressourcen zur Überwachung und Messung; mit dieser Umformulierung wird deutlich, dass nicht nur die Mittel, welche zur Überwachung und Messung ausschlaggebend sind, sondern auch die im Unternehmen verfügbaren Ressourcen. Diese müssen sowohl zur jeweiligen Mess- und Prüfmittelart passend ausgewählt werden, sowie die Beständigkeit dieser in Bezug auf das Produkt. Außerdem ist direkt von Mess- und Prüftätigkeiten die Rede. Damit wird vor allem den Dienstleistungsbereichen entgegengekommen, welche prüfmittellos arbeiten, ihre Arbeit jedoch konform der angebotenen Dienstleistung sein muss.

Weiterhin wird zukünftig von der Bestätigung der Eignung eingesetzter Computersoftware abgesehen.

ISO Kapitel 7.1.6: Wissen der Organisation

Wie schon zu Kapitel 4.1 angedeutet, ist das Wissen innerhalb von Unternehmen ein bisher unterschätzter Aspekt. In der aktuellen Revision wird diesem Wissen mit Kapitel 7.1.6 Rechnung getragen: Die erste Forderung hierzu ist die Bestimmung des Wissens, das benötigt wird, um die Produkte oder Dienstleistungen des Unternehmens entsprechend der Anforderungen anbieten zu können. Das Unternehmen muss sich bewusst werden, welches Wissen bereits im Unternehmen vorhanden ist und wie dieses umfangreich zur Verfügung gestellt werden kann. Im

Weiteren wird eine systematische Aufrechterhaltung des vorhandenen Wissens gefordert, sowie dessen notwendige Vermittlung.

Die Norm stellt in zwei Anmerkungen mögliche praktische Implikationen zum Thema Wissen zur Verfügung: So wird jedes Wissen als organisationsspezifisch definiert, welches durch Erfahrung erlangt wird. Weiterhin macht die Norm auch explizite Aussagen zu den Quellen des Wissens und unterscheidet dabei zwischen externen, also Wissen durch Bildungsinstitutionen o.ä. und internem Wissen, aus geistigem Eigentum, Lektionen aus Fehlern o.ä.

ISO Kapitel 7.3: Bewusstsein

Dem Bewusstsein der Qualitätspolitik des Unternehmens widmet sich in der aktuellen Revision ein ganzes Kapitel. Bisher war dies im Kapitel 6.2.2 d) zu finden.

Schon Kapitel 5.1 und 5.2 der aktuellen Revision legen Wert darauf, dass MA sich des QMS und seinen Zielen sowie der eigenen Rolle zur Erreichung dieser bewusst sind. Dies wird in Kapitel 7.3 noch einmal explizit gefordert. Den MA müssen die Qualitätsziele, die -politik und der eigene Einfluss darauf bekannt sein. Es muss ihnen auch bewusst sein, was die Folgen der nicht Erreichung dieser sind.

Nun wird also gefordert, dass jeder MA die Ziele und Politik des QMS kennt. Aushänge am schwarzen Brettern innerhalb des Unternehmens helfen zu Bekanntmachung der Ziele. Stichprobenartige Nachfragen können den Wissenstand der MA feststellen.

ISO Kapitel 7.4: Kommunikation

Dieses Kapitel der Norm wird um die Kommunikation mit externen Parteien erweitert. Damit können Kunden ebenso gemeint sein wie Zulieferer. Darüber hinaus werden die Anforderungen an die Kommunikation klarer definiert. Mit wem wann wie worüber kommuniziert wird, soll klar strukturiert werden, um nach innen und nach außen hin ein einheitliches Bild zu präsentieren.

ISO Kapitel 7.5: Dokumentierte Informationen

Die inhaltlich prägnanteste Änderung innerhalb dieses Kapitels stellt der Wegfall der Pflicht zur Führung eines QMH dar. Dieser Wegfall wird durch die Forderung zur Dokumentation innerhalb der vorherigen Kapitel aufgefangen. So besteht nunmehr

keine Verpflichtung zur Erstellung und Führung eines QMH, dennoch müssen Informationen (siehe Kapitel 5, 6 und 7 der Norm) dokumentiert und zugänglich, bzw. transparent dargestellt werden, damit diese Teil des Bewusstseins der MA (vgl. Kapitel 7.3) werden. Gleichzeitig wird dem Unternehmen mehr Verantwortung bei der differenzierten Betrachtung der Wichtigkeit ihrer zu dokumentierenden Informationen übergeben.

Kapitel 7.5.2 nimmt deshalb Bezug auf die formale Ausgestaltung der Informationen: Diese müssen sowohl den Anspruch an eine angemessene Kennzeichnung und Formatierung ausweisen, wie auch weiterhin überprüft und genehmigt werden.

Kapitel 8

ISO Kapitel 8.1: Betriebliche Steuerung und Planung

Neu in diesem Abschnitt ist die Forderung nach der Steuerung der in Kapitel 6 dokumentierten Chancen und Risiken. Ebenso wird gefordert, dass sich ergebende Änderungen am QMS aktiv gesteuert werden. Teil dessen ist die Beurteilung der Folgen der geplanten Änderungen, sowie notwendige Schritte einzuleiten, falls sich diese Änderungen nachteilig auswirken.

Ferner ist in diesem Abschnitt der Einbezug der dokumentierten Chancen und Risiken in Bezug auf die betriebliche Planung und Steuerung neu hinzugekommen. Der Einbezug der Chancen und Risiken sieht vor, dass die geplanten Maßnahmen mit Hinblick auf die Anforderungen der Produktion und Dienstleistungen geplant, verwirklicht und gesteuert werden. Weiterhin müssen Kriterien aufgestellt werden, welche sowohl für die Prozesse, wie auch für die Auftragsannahme passend sind; diese Kriterien müssen ständig mit laufenden Prozessen abgeglichen werden, um die Kundenzufriedenheit hoch zu halten. Die Steuerung outsourceter Prozesse war bisher Teil des Kapitel 4.1 und ist in der aktuellen Revision nun an dieser Stelle mit einem Bezug zu Kapitel 8.4 zu finden; auch für diese Prozesse hat das Unternehmen Verantwortung.

Weiterhin müssen auch Ressourcen bestimmt werden, um diese mit den Produktanforderungen auf ihre Konformität hin zu überprüfen. Die Informationen, die aus diesen Überlegungen entstehen, müssen mit dem Ziel dokumentiert werden, als dass Vertrauen auf Funktionalität der geplanten Prozesse gesetzt werden kann,

aber auch, damit die Konformität von Produkten und Dienstleistungen nachgewiesen werden kann.

ISO Kapitel 8.2.1: Kommunikation mit dem Kunden

In der zurückgezogenen Revision wurde dieser Aspekt im Kapitel 7.2.1 behandelt. Neu hinzugekommen ist zum einen der geregelte Umgang mit Kundeneigentum und die Berücksichtigung eventueller Notfälle zum anderen. Der Begriff des Kundeneigentums fasst dabei eine Vielfalt von Möglichkeiten: So kann es sich bspw. sowohl um vom Kunden gestelltes (Spezial-)Werkzeug für die Produktion handeln, aber auch das Gebäude, welches von einer Reinigungsfirma im Auftrag eines Kunden gereinigt wird.

Unter den in der Norm angesprochenen Notfällen können beispielsweise ungeplante bzw. nicht berücksichtigte Ressourcenausfälle gezählt werden. So kann infolge einer Insolvenz o.ä. ein wichtiger Zulieferer wegfallen, welcher für die Produktion jedoch zwingen notwendig ist. In derartigen Fällen fordert die aktuelle Revision festgelegte Kommunikationsstrukturen, die eine umfassende Informationsbereitstellung an den Kunden vorsehen.

ISO Kapitel 8.2.2: Bestimmen von Anforderungen an Produkte und Dienstleistungen

Bisher gehörte lediglich die Ermittlung der Produktionsanforderungen für die angebotenen Produkte und Dienstleistungen zu den Aufgaben des Unternehmens. Seit der aktuellen Revision gehört auch die Sicherstellung der Erfüllbarkeit der Anforderungen dazu. Unternehmen müssen also nicht nur die Anforderungen bestimmen, sondern fortan auch hinterfragen, ob sie, also das Unternehmen in der Lage ist, den Auftrag entsprechend der Anforderungen zu erfüllen.

ISO Kapitel 8.2.3: Überprüfen der Anforderungen an Produkte und Dienstleistungen

Die Kapitel 7.2.1 und 7.2.2 der zurückgezogenen Revision werden in der aktuellen Revision zusammengefasst. Zudem bekommt der Umgang mit Änderungen von Anforderungen an die Produkte und Dienstleistungen ein eigenes Kapitel, dessen Inhalt jedoch der zurückgezogenen Revision entspricht.

Weiterhin hat auch die Dokumentationspflicht ein eigenes Unterkapitel bekommen, womit deren Stellung hervorgehoben wird.

ISO Kapitel 8.3.2: Entwicklungsplanung

Dieses Kapitel wurde in der neuen Revision von Grund auf neu strukturiert und formuliert. Dabei sind dokumentierte Informationen zur Erfüllung der Entwicklungsanforderungen, die Beachtung der Anforderungen an darauffolgende Abteilungen, und der Ressourcenbedarf hervorgehoben worden.

Neuhinzugekommen ist die Forderung nach einer geregelten Organisation der Entwicklung. Zwar gibt es in der zurückgezogenen Revision die Forderung nach Berücksichtigung der Entwicklungsphasen, jedoch wird nun explizit auf die Berücksichtigung der Art, Dauer und Umfang der Entwicklungstätigkeiten hingewiesen. Es wird in anderen Worten ein Projektplan gefordert. Auch die Forderung nach der Einbindung von Kunden und interessierten Parteien (bspw. Gesetzgeber) schon in der Entwicklungsphase ist neu. Hier wird auch deren Möglichkeit zum Eingriff in die Steuerungsebene hingewiesen, was Unternehmen bei der Entwicklungsplanung zukünftig zu beachten haben.

ISO Kapitel 8.3.3: Entwicklungseingaben

In diesem Kapitel der aktuellen Revision wurde der Zusatz mit aufgenommen, dass alle Normen und Standards von Beginn an mit in die Entwicklung einfließen, zu denen sich das Unternehmen verpflichtet hat. Dazu zählen verpflichtende Umweltstandards genauso wie die hier diskutierte Qualitätsmanagementsystemnorm, da deren Umsetzen zu Veränderungen bspw. in der Produktion führen kann, was Einfluss auf die Entwicklung hat.

Weiterhin verpflichtet die Revision das Unternehmen schon während der Entwicklungseingaben mögliche Fehlerarten zu benennen und Auswirkungen zu bewerten. Durch Bewusstmachung und Benennung können Fehler bereits in der Entwicklung erkannt und verhindert werden.

ISO Kapitel 8.3.4: Steuerungsmaßnahmen für die Entwicklung

Hier wurden die Kapitel 7.3.4, 7.3.5, 7.3.6 der zurückgezogenen Revision zusammengefasst. Dabei entfallen die im Einzelnen geforderten Anforderungen zur Entwicklungsbewertung. Hinzugekommen ist die explizite Forderung nach Zielen in

der Entwicklung, deren Überprüfung planmäßig überwacht und gesteuert werden soll.

ISO Kapitel 8.4.1: Allgemeines

Die auffälligsten Änderungen in diesem Teil der Revision sind die neu eingeführten Terminologien: Bereitstellung statt Beschaffung und externer Anbieter statt Lieferant. Außerdem werden explizit Dienstleistungen und Prozesse einbezogen. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass nicht nur Produkte zugekauft werden, sondern ganze Prozesse und Dienstleistungen, die letztendlich auch für die Qualität des angebotenen Produkts wichtig sind. Mit Änderungen der Terminologien wird ausgedrückt, dass auch Unternehmen selbst Dienstleistungen und externe Produkte in Anspruch nehmen oder gar ganze (Produktions-)Prozesse von externen Anbietern ausführen lassen.

Damit einhergehend ist die Forderung nach der Überprüfung der ausgewählten externen Lieferanten durch eine explizite Steuerung dieser Überprüfungen und der Dokumentierung dieser erweitert wurden.

ISO Kapitel 8.4.2: Art und Umfang der Steuerung

Auch muss ein Unternehmen sicherstellen, dass von externen Anbietern bereitgestellte Prozesse, Produkte oder Dienstleistungen überprüft werden. In der aktuellen Revision ist der Art und Umfang dieser geforderten Kontrolle detaillierter verfasst. Dabei sind vor allem ausgegliederte Prozesse zu nennen, da bei diesen eine einfache Verifizierung nicht mehr ausreichend ist. Es wird explizit gefordert ausgegliederte Prozesse innerhalb des eigenen QMS zu steuern. Dafür müssen die Maßnahmen der Steuerung festgelegt werden und im Zusammenhang damit auch der weitere Umgang mit den Ergebnissen dieser Prozesse. Auch eine regelmäßige Kontrolle dieser eigenen Maßnahmen muss vom Unternehmen durchgeführt werden, damit immer wieder überprüft werden kann, ob die Maßnahmen noch zielführend sind oder angepasst werden müssen.

ISO Kapitel 8.4.3: Informationen für externe Anbieter

Die Informationen, die ein Unternehmen einem externen Anbieter bereitzustellen hat, wurden in der aktuellen Revision differenzierter dargestellt. Es werden klar definierte Anforderungen an das bereitgestellte Produkt, die Dienstleistung oder den

Prozess gefordert. Welche Kompetenzen der externe Anbieter dafür bereitzustellen hat und wie die Schnittstellenarbeit von statten geht. Damit sind bspw. Unterstützungsleistungen gemeint, die das Unternehmen dem externen Anbieter bereitstellt. Auch die Steuerung und Überwachung des externen Anbieters muss diesem zukünftig bekanntgemacht werden. Dies ist in dieser Form in der aktuellen Revision neu, ebenso wie die Verifizierungstätigkeiten, welche durchgeführt werden sollen.

ISO Kapitel 8.5.1: Steuerung der Produktion und der Dienstleistungserbringung

Die Steuerung der eigenen Produktion und Dienstleistungserbringung beinhaltet zwei Neuerungen und war in der zurückgezogenen Revision dem Kapitel 7, genauer Kapitel 7.5.1. zugeordnet. Zuerst sei auf die Änderung der Begrifflichkeiten von Lenkung auf Steuerung hingewiesen: während unter Lenkung die Organisation dokumentierter Informationen gefasst wird, wird sich unter Steuerung auf Prozesse und deren aktive Koordination bezogen.

In der aktuellen Revision ist das Augenmerk auf menschliche Fehler und den Umgang mit diesen gelegt: menschliche Fehler sollen, wenn möglich, verhindert werden. Dies kann durch die Entwicklung von Maßnahmen zur Verhinderung geschehen. Erkennbar ist, dass die aktuelle Revision den Umgang mit (menschlichen) Fehlern aktiv bewusst macht, um den Umgang mit diesen zu schulen.

Die Kapitel 7.1.3 und 7.1.4 der aktuellen Revision finden sich nochmals im Kapitel 8.5.1 in dem „[...] die Nutzung einer geeigneten Infrastruktur und die Umgebung für die Durchführung von Prozessen [...]“ [69] als Voraussetzung für die Beherrschung von Bedingungen gelten. Das Kapitel „Validierung der Prozesse zur Produktion und zur Dienstleistungserbringung“ ist von nun an kein eigenständiges Kapitel mehr, sondern wird in der aktuellen Revision in verkürzter Form dargestellt.

ISO Kapitel 8.5.2: Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit

In diesem Kapitel, welches in der zurückgezogenen Revision unter Kapitel 7.5.3 gefunden werden kann, wird die Rückverfolgbarkeit auf den Bereich der Dienstleistungen erweitert. Dafür wurde die neue Terminologie Ergebnisse von Prozessen eingeführt, um so einzelne Fertigungsschritte ebenso einzuschließen. Zu

diesen einzelnen Fertigungsschritten zählen auch Prozessschritte einer Dienstleistung.

ISO Kapitel 8.5.3: Eigentum der Kunden oder der externen Anbieter

Bereits die Benennung des Kapitels lässt auf eine inhaltliche Änderung schließen: Mit Einführung der Terminologie externen Anbieter wird deutlich, dass fortan auch ganze Prozesse, die von externen Anbietern übernommen werden, ebenfalls ein Anrecht auf Beachtung ihres Eigentums haben. Auch dann, wenn sie für ein Unternehmen produzieren.

ISO Kapitel 8.5.4: Erhaltung

Auch hier wird der Erweiterung der Norm auf den Dienstleistungsbereich Rechnung getragen, indem die Wortwahl weg vom Produkt hin zu den eingeführten Prozessergebnissen führt.

ISO Kapitel 8.5.5: Tätigkeiten nach der Leistungserbringung

Dieser Aspekt kommt bereits kurz im Kapitel 8.5.1 h) der aktuellen Revision zur Sprache. Ihm wird, im Gegensatz zur zurückgezogenen Revision, ein eigenes Kapitel gewidmet, um dessen Bedeutung zu unterstreichen.

Es wird nun genauer definiert wodurch diese Tätigkeiten ausgelöst werden. Darin enthalten sind gesetzliche bzw. behördliche Auflagen ebenso wie Kundenanforderungen, die bspw. vertraglich festgehalten werden können oder auch die Rückmeldung von Kunden. Ferner muss das Unternehmen tätig werden, wenn das Produkt oder die Dienstleistung nach der Leistungserbringung nicht Konform der Anforderungen ist.

ISO Kapitel 8.5.6: Überwachung und Änderung

Dieses Kapitel wurde völlig neu in die aktuelle Revision aufgenommen. Äquivalent zu Kapitel 6.3 und den Umgang mit Änderungen am QMS müssen Änderungen in der Leistungserbringung nun auch strukturiert angegangen und entsprechend dokumentiert werden. Es muss sichergestellt und überprüft werden, dass die Konformität der zu erbringenden Leistung auch nach der Änderung gegeben ist.

ISO Kapitel 8.7: Steuerung nichtkonformer Ergebnisse

In der aktuellen Revision entfällt die Forderung eines dokumentierten Verfahrens über den Umgang mit Fehlern bzw. nichtkonformen Prozessergebnissen. Jedoch wurde hier ein neues Unterkapitel eingeführt, das die Dokumentation und die darin enthaltenen Informationen festlegt. Dabei muss zukünftig die Art des Fehlers, die eingeleiteten Maßnahmen, die Sonderfreigaben und die Entscheidungsträger festgestellt und dokumentiert werden.

Außerdem wird der Inhalt um den Zeitraum nach der Auslieferung bzw. nach der Dienstleistungserbringung erweitert.

Kapitel 9

ISO Kapitel 9.1.1: Allgemeines

Die aktuelle Revision unterscheidet nicht mehr zwischen Überwachen, Messen, Analysieren und Bewerten von Prozessen, Produkten und Dienstleistungen, sondern fasst diese nun in einem Kapitel zusammen. Die Anforderungen an diese Tätigkeiten werden differenzierter dargestellt und es gilt die Methoden sowie Orte und Zeiten der Messungen zu definieren. Zum Nachweis der Messergebnisse werden auch hier von nun an dokumentierte Informationen gefordert.

ISO Kapitel 9.1.3: Analyse und Bewertung

Die geänderte Namensgebung des Kapitels deutet die Inhaltliche Änderung schon an. Zukünftig wird der Fokus auch auf die Bewertung der erstellten Analysen gefordert. Ebenfalls wird hier nun auch die Einbeziehung von Risiken und Chancen gefordert.

ISO Kapitel 9.2: Internes Audit

Es entfällt mit der aktuellen Revision die Pflicht das detaillierte Verfahren, wie ein internes Audit stattfindet, dokumentiert festzuhalten. Weiterhin wird jedoch der Nachweis über das Audit und seine Ergebnisse gefordert.

ISO Kapitel 9.3: Managementbewertung

Die interne Bewertung des QMS durch die oberste Leitung muss zukünftig auch die strategische Ausrichtung des Unternehmens mit einbeziehen. Des Weiteren sind interne und externe Themen, die möglicherweise in Kapitel 4.1 festgelegt worden

und das QMS betreffen, zu betrachten. Die Überprüfung der Leistung des QMS wird in der aktuellen Revision durch inhaltliche Spezifizierungen konkreter dargestellt: So sollen neben Kundenrückmeldungen auch die Entwicklungen anderer bereits festgelegter interessierter Parteien mit einbezogen werden, sowie die Erfüllung der Qualitätsziele. Der Einbezug der Fortschritte bei externen Anbietern sind nun ebenfalls Teil der Norm, wie auch die der Auditergebnisse und der Umgang mit Nichtkonformitäten und den darauffolgenden Korrekturmaßnahmen. Neben all diesen Punkten muss auch die Angemessenheit der aufgewendeten Ressourcen in die Bewertung des QMS einbezogen werden.

Der Umgang mit den in Kapitel 6.1 festgelegten Chancen und Risiken und deren Wirksamkeit im QMS muss ebenfalls bewertet werden.

10 Verbesserung

ISO Kapitel 10.1: Allgemeines

Die Forderung nach ständigen Verbesserungen gab es in der zurückgezogenen Revision bereits an verschiedenen Stellen (vgl. dazu Kapitel 8.1 c) der zurückgezogenen Revision). Diese werden nun in einem neuen Kapitel zusammengefasst und gewinnen damit an Bedeutung für das Unternehmen und das QMS. Der Ausgangspunkt der Verbesserungen soll von nun an der Kunde und dessen Zufriedenheit sein. Außerdem müssen Chancen für Verbesserungen bestimmt werden, sowie deren Umsetzung und Erfüllung konsequent verfolgt werden.

ISO Kapitel 10.2: Nichtkonformitäten und Korrekturmaßnahmen

In der aktuellen Revision wird die Prüfung nach entstandenen nicht-Konformitäten gefordert, um zu prüfen, ob bereits entstandene Nichtkonformitäten auch an anderen Stellen im Unternehmen auftreten können oder bereits aufgetreten sind.

Die aufgetretenen Nichtkonformitäten müssen von jetzt an mit den festgelegten Risiken und Chancen abgeglichen werden. Sollte es notwendig werden, fordert die aktuelle Revision eine Anpassung dieser. Damit einher geht auch, falls notwendig, die Prüfung einer Änderung am QMS.

Eine dokumentierte Verfahrensbeschreibung entfällt auch hier, jedoch wird die Nachweisführung detaillierter dargestellt. Die Art der Nichtkonformität und auch die Art der Korrekturmaßnahmen müssen dokumentiert werden.

3.1.3 Risiken- und Chancenbetrachtung

In der gesamten Norm, aber vor allem in Kapitel 6.1, fordert die aktuelle Revision Maßnahmen zum Umgang mit Risiken und Chancen. Dies bedeutet nicht, dass Unternehmen sich erstmals mit risikobasiertem Denken bzw. einem Risikomanagement auseinandersetzen muss. Schon in der zurückgezogenen Revision wurden sogenannte vorbeugende Maßnahmen gefordert. Neu ist, dass die Abschätzung der Risiken und der Chancen auf dem Kontext der Organisation basiert, welcher in Kapitel 4 der aktuellen Revision festgelegt werden sollte. Diese fokussiert das Erzielen beabsichtigter Ergebnisse. Damit sind sowohl die des QMS als auch die für die dafür benötigten Prozesse gemeint. Die beabsichtigten Ergebnisse ergeben sich aus dem festgelegten Anwendungsbereich des QMS mit dem Ziel Produkte und Dienstleistung zur Verfügung zu stellen, die mit den Vorgaben der Kunden, Behörden, Gesetzgebern und unternehmensinternen Festlegungen übereinstimmen. Das Kapitel 6.1.1 bezieht ausdrücklich das Kapitel 4.2 und damit die interessierten Parteien mit ein. Damit müssen die Auswirkungen, die diese Interessierten Parteien auf das eigene QMS haben mit identifiziert und bewertet werden und Maßnahmen getroffen werden.

Es wird von der Norm weder ein formales Risikomanagement noch ein methodisches Vorgehen verlangt. Konkret wird in der aktuellen Revision die Bestimmung von Risiken und Chancen gefordert. Ziel soll es sein, mit der Identifizierung unerwünschte Auswirkungen auf das Ergebnis zu verringern oder gar zu vermeiden und gleichzeitig erwünschte Auswirkung zu verstärken und damit im Endergebnis das QMS zu verbessern.

Weiterhin sollen die identifizierten Risiken und Chancen und deren Auswirkungen auf das QMS und das Unternehmen bewertet werden, wofür von den Autoren keine Methoden vorgeschlagen werden. Anschließend sollen aus den Ergebnissen Maßnahmen abgeleitet werden, um die entsprechenden Risiken zu minimieren, zu verhindern oder durch eine Abwägung das Risiko zu akzeptieren, um dadurch eine sich eventuell auftuende Chance nutzen zu können.

Darüber hinaus soll die Wirksamkeit dieser Maßnahmen bewertet werden, um diese im Nachhinein ggf. anpassen zu können. Die Autoren der aktuellen Revision lassen es den Unternehmen ferner frei, dokumentierte Informationen über diese Vorgänge vorzuhalten.

Trotz der fehlenden Forderung nach dokumentierten Informationen bezüglich dem Unternehmensinternen Umgang mit Risiken und Chancen soll im Folgenden exemplarisch dargestellt werden, wie eine Risikoanalyse für die Firma Gebr. Lohmann GmbH aussehen könnte.

Dafür wurde als Basis die im Anhang befindliche Stakeholderanalyse genutzt. Darauf aufbauend wurden weitere Überlegungen zu möglichen Risiken gemacht. Anschließend wurde den Risiken eine Eintrittswahrscheinlichkeit zugeordnet sowie eine Eskalationsstufe. Die Eskalationsstufe beschreibt den Aufwand bzw. die Kosten, die ein Eintreten der jeweiligen Risiken notwendig macht. Die Multiplikation dieser beiden Faktoren ergibt die Handlungsnotwendigkeit. Daraufhin wurden entsprechende Maßnahmen sowie Verantwortliche und Termine festgelegt, an denen diese Maßnahmen durchgeführt sein sollten.

Mithilfe solch einer Risikoanalyse wird ein Bewusstsein bei den Beteiligten geschaffen, welche Risiken im Kontext des Unternehmens vorhanden sind. Am Beispiel der einzustellenden Lehrlinge lässt sich so auch aus einem Risiko eine Chance machen, indem frühzeitig für Nachwuchs gesorgt wird. Dies sollte schlussendlich auch in der strategischen Ausrichtung, welche die aktuelle Revision ebenfalls fordert, mit einbezogen werden können.

3.2 Handlungsanweisung

Das folgende Kapitel zeigt eine mögliche erste Maßnahme, wie sie bei der Firma Gebr. Lohmann GmbH denkbar und durchführbar wäre, sofern der Entschluss gefasst werden sollte, das Unternehmen nach Prinzipien des Lean Management umzustrukturieren.

Da die Umstrukturierung eines Unternehmens nach Prinzipien des Lean Management ein langfristiger Prozess ist, eignet sich für erste Umsetzungsmaßnahmen und radikale Veränderungen die Kaikaku-Methode. Diese wurde bereits in 2.4.4 vorgestellt. Nach Differenzierung von Verschwendungstypen nach Taiichi Ohno können bei der Gebr. Lohmann GmbH zwei Verschwendungen identifiziert werden, welche schnell zu ändern sind: zum einen das Muda des unnötigen Transports und zum anderen das der überschüssigen Lagerbestände. Darin implizit enthalten ist ein weiteres Muda: das der unnötigen Bewegungen. Ziel dieser Handlungsanweisung soll es also sein, die identifizierten Muda durch kurzfristige Umstrukturierungen der Fertigungsplätze, des Transports und der Lagerung langfristig zu verhindern.

Bei der Dokumentation eines alltäglichen Fertigungsablaufes wurde in einem ersten Schritt eine Abbildung erstellt, welche die Fertigungsabläufe erfasst (vgl. Abb.3). Weiterhin wurden mit Hilfe eines Spaghetti-Diagramms¹⁹ zurückgelegte Wege während des Fertigungsprozesses und Lagerungen aufgezeichnet und visualisiert (vgl. Abb. 6).

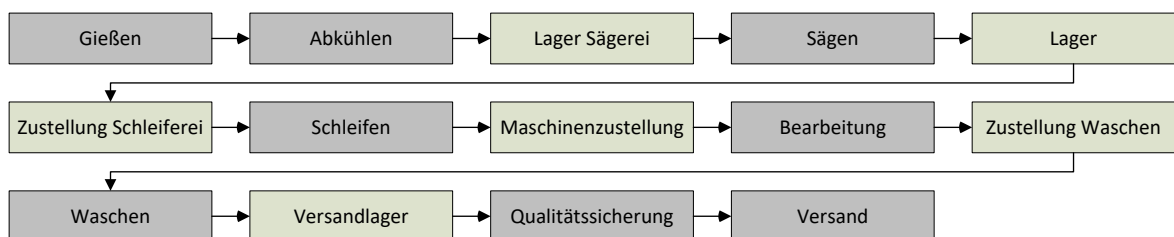


Abbildung 3: Ablauf der Fertigung

¹⁹ Das Spaghetti-Diagramm ist eine Visualisierung von Arbeitsabläufen und Materialflüssen [70].

Der alltägliche Fertigungsablauf lässt sich wie folgt darstellen: nach dem Abguss werden die Teile in Gitterboxen gesammelt. Nach Beendigung der Schicht oder aber wenn die Gitterboxen voll sind, werden diese zum Abkühlen auf den Hof transportiert. Nach Abkühlung werden die Gitterboxen in den Keller der Gießerei transportiert, um dort nach dem LIFO-Prinzip²⁰ oder nach Order des Gießereileiters gesägt zu werden. Im Anschluss werden die Teile eingelagert und nach Vorgabe des Produktionsplans zur nächsten Abteilung disponiert. In der Schleiferei werden die Teile nach Vorgabe des Produktionsplans oder nach Erfahrung der Mitarbeiter geschliffen, wieder in die Gitterboxen gelegt und in das Zustelllager der Dreh- und Fräsmaschinen gebracht. Dort werden sie entsprechend dem Produktionsplan weiterverarbeitet. Haben die Teile alle Fertigungsabteilungen durchlaufen, werden diese in einer Industriewaschmaschine gewaschen und in das an die Gießerei angeschlossene Versandlager transportiert.

Nach eingehender Betrachtung der Fertigungsprozesse fällt auf, dass neben mehrfacher Lagerung und damit verbundener Wartezeit auch viel Weg zurückgelegt wird, um die Teile von einem Fertigungsschritt in den nächsten zu überführen. Zielführend wäre also das in Einklang bringen von Gießerei, Sägerei und Schleiferei im Sinne eines Flusses bzw. Flows.

Dazu wären folgende Überlegungen umzusetzen: zu Beginn werden die drei Sägen in die Schleiferei versetzt. Im Anschluss wird jeder Säge ein Schleif- bzw. Entgrateplatz zugeordnet. Nach diesen Umstrukturierungen entstehen drei kombinierte Säge- und Schleifplätze.

Anstatt aus zwei, fertigen die Gießer vorerst nur noch aus einer Kokille und stellen die Abgüsse nicht so lange in die Gitterboxen, bis diese voll sind, sondern transportieren die Teile zu jeder vollen Stunde auf den Hof, um diese abkühlen zu lassen. Durch ein visuelles System an den Gitterboxen soll sichergestellt werden, dass nur abgekühlte Abgüsse zur Weiterverarbeitung vom Hof genommen werden, um Gefahrenpotenziale wie Verbrennungen zu reduzieren.

Durch die vier vorhandenen Gießereiarbeitsplätze kann es zu einem erhöhten Bestand an Rohguss vor den Folgearbeitsplätzen kommen, da es nur kombinierte

²⁰ LIFO steht für Last in, First out und ist eine Verbrauchsfolgefiktion [71].

Säge und Schleifplätze gibt. Die Lösung dafür ist die Einteilung der Produkte der vier Gießereiarbeitsplätze in drei Kategorien (vgl. Abb. 4):

Die Kategorie 1 sind große unhandliche Produkte mit hohem Anteil an Sägeschnitt und großer Fläche zum Schleifen. Jedoch werden von diesen Teilen nur wenige Stück pro Stunde hergestellt, sodass es für einen MA möglich ist, innerhalb einer Stunde die gegossenen Teile zu sägen und anschließend zu schleifen.

Kategorie 2 sind mittelgroße Produkte mit weniger Sägeschnitt und weniger zu schleifender Fläche, aber mehr Abgüssen pro Stunde. Auch hier ist es für einen MA möglich die gegossene Stückzahl pro Stunde zu sägen und zu schleifen.

Kategorie 3 sind kleine Teile mit vielen Abgüssen pro Stunde, nur kleinem Sägeschnitt und wenig Fläche zum Schleifen. Da Produkte dieser Kategorie aber von zwei MA gegossen werden wird, werden hier zwei MA in der weiteren Verarbeitung eingesetzt. Ein MA sägt die Gussstücke und ein weiterer schleift und entgratet im Anschluss.

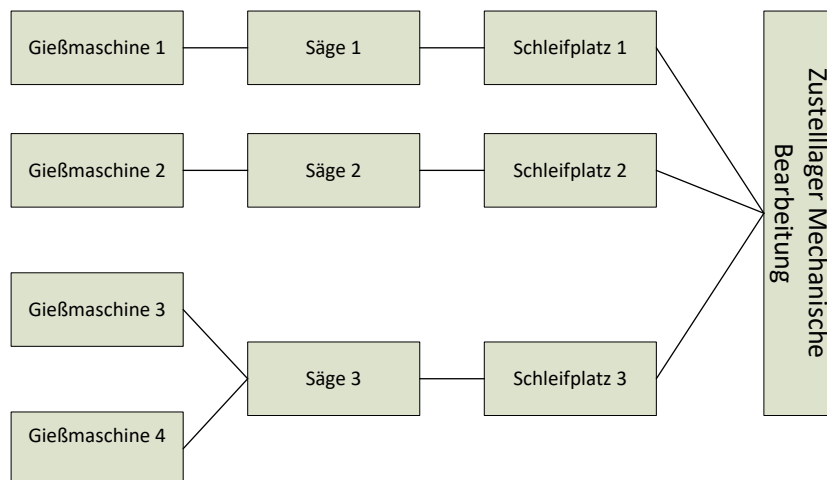


Abbildung 4: Kategorisierung

Durch Zentralisierung der einzelnen Fertigungsstationen und der Kategorisierung nach Produkt wäre es möglich die Rohgussnachbereitung bis zum Zwischenlager der mechanischen Bearbeitung in drei Stunden, statt der bisher üblichen vier Tage zu beenden. Bisher haben zwei MA an den Sägen und weitere vier MA an den Schleifplätzen gearbeitet. Durch die Einführung der Kategorien arbeiten die MA der Schleifplätze nun an den Sägen und an den Schleifplätzen. Dadurch stehen zwei MA für andere Tätigkeiten zu Verfügung. Auch die Disposition und Bereitstellung im

Lager entfällt, was zu freien Zeitkapazitäten des Lagerpersonals führt. Eine Verkürzung der Transportwege führt wiederum zu weniger Verschleiß der dazu nötigen Fahrzeuge sowie einer Einsparung von Kraftstoffen.

Zusätzlich können auch die Gießer entlastet werden: Da sie nun aus einer und nicht mehr aus zwei Kokillen gießen, kann der Ausschuss verringert werden. Die Gießer haben durch diese Maßnahme mehr Zeit, die Kokillen nach Herstellerangaben zu schichten und eine Schmelzebehandlung nach Zeitplan durchzuführen. Weiterhin haben die Gießer durch diese Maßnahme genügend Zeit, die Abgüsse einer ausführlichen optischen Kontrolle zu unterziehen. Durch unterschiedliche Gießparameter der zu gießenden Kokillen und lückenhafte Dokumentation bei nicht-konformen Abgüssen entsteht bisher viel Ausschuss. Dieser wird bisher sofort wieder verschmolzen, anstatt die Fehlerursachen der Nichtkonformität zu ergründen, um damit Prozesssicherheit zu erreichen.

Tabelle 4: Ausschuss

Jahr	Nicht-konforme Teile Gesamt	Nicht-konforme Teile bis Schleiferei	Anteil in %
2011	12347	2227	18,06
2012	13396	1044	7,8
2013	13084	878	6,71
2014	10105	1108	10,97

In Tab. 4 ist die Anzahl der Teile zu sehen, die in den Jahren 2011 bis 2014 nicht den Anforderungen entsprachen (Die Ausschusstabellen, welche als Grundlage für diese Zusammenfassung dienen, befinden sich auf der beigefügten CD). Ferner ist die Anzahl der Teile zu sehen, die auf dem Weg zur oder in der Schleiferei entdeckt wurden und schließlich der Prozentuale Teil derer an der Gesamtanzahl. Durch die umfassenden Umstrukturierungen wäre es möglich, diese Fehler bereits in drei Stunden zu identifizieren. Dies ermöglicht, dass noch in das aktuelle Los eingegriffen werden und fehlerhafte Eingaben korrigiert werden können. Der Gießprozess kann soweit verbessert werden, dass der Fehler nicht weiter auftritt. Durch eine umfassende Dokumentation und einer durchgängigen Kommunikation mit allen MA wird die Fehlerwiederholbarkeit minimiert. Vor allem Fehler, die für den Gießer nicht

sofort ersichtlich sind, wie Einschlüsse, Lunker oder Gasporen, lassen sich nun schneller identifizieren und mit entsprechenden Maßnahmen entgegenwirken.

Ein Vergleich zwischen Abb. 3 und Abb. 5 visualisiert die eingesparten Transportwege und Lagerplätze. Vor der Kaikaku-Maßnahme waren 14 Fertigungsschritte notwendig. Nach der Maßnahme entfallen drei, welche lediglich der Zwischenlagerung dienten. Damit könnte für diesen Fertigungsabschnitt das Muda des unnötigen Lagerbestandes und implizit auch das der unnötigen Bewegungen aufgelöst werden.

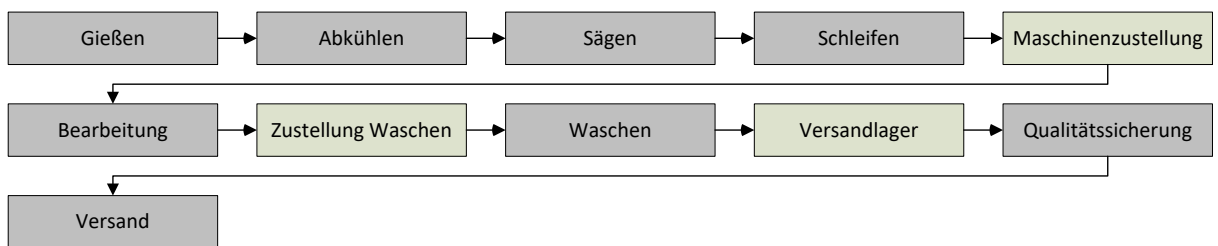


Abbildung 5: Überarbeiteter Ablauf der Fertigung

Das Muda unnötiger Transport wurde für den bearbeiteten Fertigungsabschnitt ebenfalls beseitigt. Dies ist im Vergleich von Abb.6 und Abb. 7 deutlich zu erkennen. Es ist das Firmengelände der Firma Gebr. Lohmann GmbH schematisch dargestellt. Die roten bzw. grünen Linien in diesen Darstellungen zeigen die zurückzulegenden Transportwege. Der Wegfall des Dispositionsschrittes im Lager und die Verlegung der Sägen reduzieren den Transportweg auf ein Minimum.

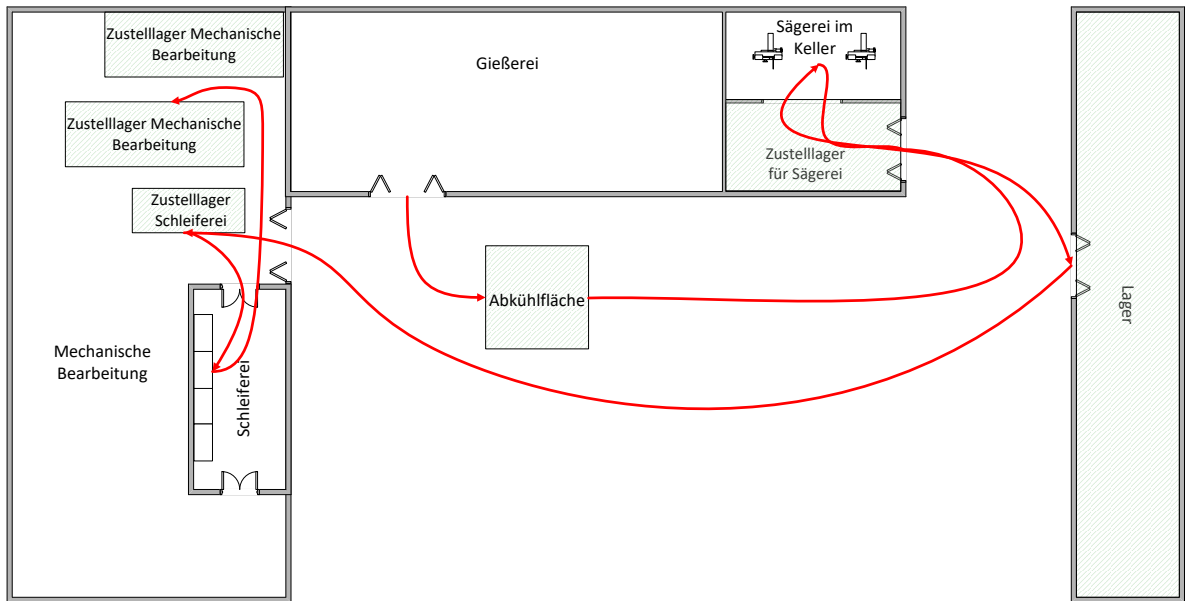


Abbildung 6: Spaghetti-Diagramm der Fertigung

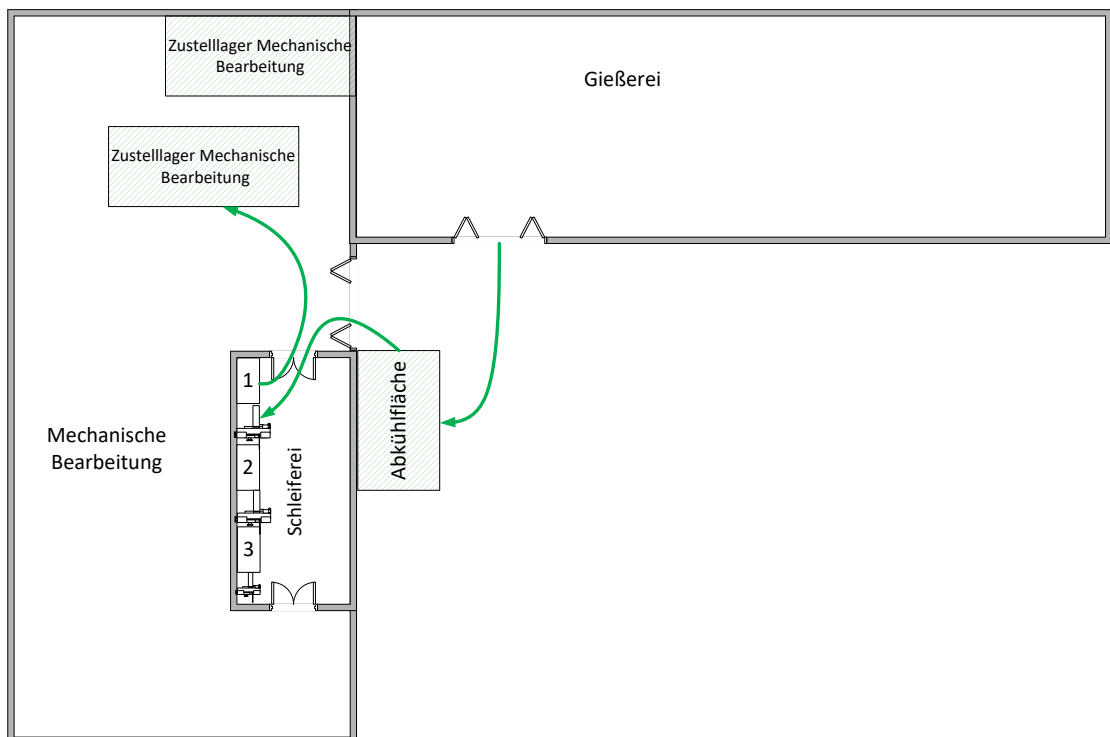


Abbildung 7: Spaghetti Diagramm der Fertigung nach dem Kaikaku

Dieses Kaikaku lässt sich innerhalb weniger Stunden und sogar während des laufenden Betriebes durchführen. Das Ergebnis ist eine frühere Erkennung nicht-konformer Teile, was ein schnelles Eingreifen in den Gießprozess ermöglicht.

Zusätzlich werden Transportwege und Lagerflächen sowie die damit verbundene Zeit eingespart. Die zwei MA der Säge können nun anderweitig im Betrieb eingesetzt werden, bspw. bei der Vorbereitung weiterer Maßnahmen auf dem Weg zum erfolgreichen Lean Management.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Schon in der zurückgezogenen Revision aus dem Jahr 2008 sind Ansätze des Lean Management zu finden. Dabei wären bspw. der prozessorientierte Ansatz basierend auf dem PDCA-Zyklus (Plan-Do-Check-Act) und die Kundenzufriedenheit zu nennen. Durch die Definition der Qualität in der ISO 9000:2015, in welcher die Kundenzufriedenheit den Ausgangspunkt von Qualität darstellt, zeigt schon die Basis eine Änderung, welche noch mehr in Richtung Lean Management geht. Weiterhin wird in der aktuellen Revision der prozessorientierte Ansatz tiefer in der Norm verankert, in dem die Prozesse nicht nur bestimmt werden müssen, sondern ein Prozesseigner und damit ein Verantwortlicher für den jeweiligen Prozess festzulegen ist. Außerdem müssen die Eingaben bekannt sein, genau wie die Ergebnisse der Prozesse. Diese müssen regelmäßig überprüft und wenn notwendig verbessert werden. Dafür muss für jeden Prozess ein Leistungsindikator festgelegt werden um die Funktionalität der Prozesse messbar zu machen. Mit der Forderung nach der Bewertung und Verbesserung der Prozesse wird das Lernen und Verbessern ebenso tiefer in der Norm verankert. Diese Forderung nach dem ständigen Bewerten und Verbessern bzw. dem Hinterfragen und Anpassen kann als Ausgangspunkt dafür genutzt werden, einen leistungsfähigen KVP einzuführen, dessen Förderung durch die oberste Leitung nun auch eine Forderung darstellt.

Ein weiterer Punkt, welcher sich mit der Einführung von Lean Management vereinbaren lässt, ist die geänderte Verantwortung der obersten Leitung. Zumindest theoretisch wird der Führung direkt die Aufgabe übermittelt, für das Qualitätsbewusstsein im gesamten Unternehmen verantwortlich zu sein. Diese Aufgabe ist nun nicht mehr zu delegieren. Es ist nun also an der Führung den MA des Unternehmens das eigene Qualitätsverständnis vorzuleben und die MA mitzunehmen. Sowohl die Anwendung des prozessorientierten Ansatzes als auch das risikobasierte Denken fallen nun in den Verantwortungsbereich der Führung. In dem die Qualitätspolitik offen für alle dargelegt werden muss, bekommt auch jeder einzelne MA mehr Verantwortung für diese und deren Umsetzung.

In der aktuellen Revision ist nun alles vorhanden, was ein Prozessmanagement im Sinne des Lean Management verlangt: Rollen, Verantwortung, Befugnisse, Kompetenzen, Messung, Verbesserung und eine Risikobetrachtung. Durch den

Wegfall des Qualitätsmanagementbeauftragten werden zudem Managementebenen aussortiert, was ebenfalls Teil der Lean Management Philosophie ist.

Die Überwindung von Abteilungsgrenzen durch einen noch expliziter formulierten prozessorientierten Ansatz, die Einbeziehung der einzelnen MA und der Fokus auf die Kundenzufriedenheit sind Aspekte die sowohl aus Sicht des Lean Management als auch aus Sicht der ISO 9001:2015 Hand in Hand gehen.

Im Falle der Firma Lohmann, deren aktuelle Zertifizierung nach der ISO 9001:2008 noch bis zum 14.09.2017 gültig ist, bietet sich hier der optimale Zeitpunkt, mithilfe des Lean Managements den Fokus auf den Kunden zu setzen, den gesamten Wertschöpfungsstrom zu verschlanken, Prozesse nicht nur theoretisch festzulegen, sondern diese über die Abteilungen hinweg anzuwenden. Damit einhergehend würde sich die Möglichkeit bieten alle Grundlagen zu legen, die für eine Zertifizierung nach der ISO 9001:2015 notwendig sind. Mithilfe der ersten, in dieser Arbeit vorgeschlagenen Handlungsanweisung könnte man den Ausgangspunkt dafür legen, die MA für das gesamte Thema Lean Management zu sensibilisieren und schon von vornherein eventuelle Ängste abzubauen bzw. gar nicht erst aufkommen zu lassen.

In weiteren Schritten könnte man die MA die Gesamtheit der Thematik des Lean Management mithilfe von Workshops verfügbar machen und beginnen die in dieser Arbeit vorgestellten Prinzipien auf das gesamte Unternehmen anzuwenden. Wichtig ist dabei, das Lean Management nicht nur als ein Managementwerkzeug von vielen Möglichen zu betrachten, sondern als ein ganzheitliches Unternehmenskonzept, in dem jeder einzelne eine wichtige Rolle spielt.

Die vorgestellten Methoden, welche nur eine kleine Auswahl darstellen, kann anschließend gemeinsam mit den MA angewendet und über die nächsten Jahre etabliert und in die Unternehmensphilosophie verankert werden. Lean Management ist kein Werkzeug, dass von der Führungsebene diktiert werden kann. Es wird von allen Mitarbeitern getragen und bis sich dieses Bewusstsein etabliert hat und alle Prinzipien vollständig gelebt werden, vergehen Jahre. Aber ist der Wille zur Veränderung da und eine kompetente Führung lebt eben jenes Bewusstsein vor, ist die Chance, dass zumindest die Forderungen der ISO 9001:2015 bis zur

Zertifizierung in der zweiten Jahreshälfte 2017 erfüllt sind, ohne das noch grundlegendes Verändert werden muss, sehr realistisch.

Anhang

- Nach [DH07] gehört in den Anhang Material, das als Beleg oder zur Illustration dient, aber für den unmittelbaren Textzusammenhang nicht unbedingt notwendig ist, wie z.B. umfangreiche Modelle, wichtige erstellte Dokumente, Testergebnisse und Messungen. Programmcode sowie dessen Dokumentation sollte in der Regel ausschließlich in elektronischer Form auf einer CD-ROM bereitgestellt werden.
- Mögliche Inhalte des Anhangs können demnach sein:
 - o ausführliche analytische und numerische Berechnungen,
 - o Skizzen, 2D-Zeichnungen, Stücklisten, Fertigungs- und Montageanweisungen,
 - o Dokumentation der konstruktiven Modellierung,
 - o vollständige Anforderungslisten und Funktionsstrukturen,
 - o ausführliche Bewertungen von Lösungen,
 - o ausführliche Analysen hinsichtlich technischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte,
 - o sich wiederholende visuelle Darstellungen mit gleicher Aussagekraft (z.B. Spannungs-Dehnungs-Diagramme für unterschiedliche Werkstoffe und Temperaturen).
- Entgegen des numerisch gegliederten Textteils sind die Abschnitte des Anhangs alphabetisch zu gliedern (vgl. folgendes Beispiel).

Literaturverzeichnis

- [1] Löbel, J.; Schröger, H.; Closhen, H. : Nachhaltige Managementsysteme. Sustainable Development durch ganzheitliche Führungs- und Organisationssysteme; Vorgehensmodell und Prüflisten. 2. Aufl., Berlin, Schmidt, 2005, S. 64.
- [2] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon. 17. Aufl. Berlin, Schiele & Schön, 1997, S. 487.
- [3] Norm DIN 8580: Fertigungsverfahren – Begriffe, Einteilung. Berlin, Beuth. 2003-09
- [4] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O., S. 204.
- [5] Norm DIN EN 10084: Einsatzstähle – Technische Lieferbedingungen. Berlin, Beuth. 2008-06, S. 5.
- [6] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O., S. 673.
- [7] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O., S. 677.
- [8] Brandenberger U. et al.: Sand- und Kokillenguss aus Aluminium – Technische Richtlinien, Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie. 2010, S. 26
- [9] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O., S. 309.
- [10] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O., S. 1022.
- [11] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O., S. 698.
- [12] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O., S. 635
- [13] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O., S. 1331-1336.
- [14] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O., S. 344-345.
- [15] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O., S. 1089-1091.
- [16] Volker H. et al.: Nanokeramische Beschichtungen steigern Effizienz und Qualität im AL-Kokillenguss. In: Gießerei 96 (2009), S. 30.
- [17] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O., S. 20.
- [18] Volker H. et al.: Nanokeramische Beschichtungen steigern Effizienz und Qualität im AL-Kokillenguss. In: Gießerei 96 (2009), S., 34-35.
- [19] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O., S. 627.

-
- [20] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O., S. 793-796.
- [21] Grohmann, A.: Wasser. Chemie, Mikrobiologie und nachhaltige Nutzung. Berlin u.a., Verlag Walter de Gruyter, 2001, S. 50.
- [22] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O. S., 1159.
- [23] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O. S., 26.
- [24] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O. S., 793-796.
- [25] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O. S., 1377-1378.
- [26] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O. S., 493.
- [27] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O. S., 276.
- [28] Brunhuber, E.; Hasse, S.: Gießerei-Lexikon, a.a.O. S., 210.
- [29] Norm DIN EN ISO 9000:2005: Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe, Berlin, Beuth, 2005-12, S. 13.
- [30] Norm DIN EN ISO 9000:2015: Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe, Berlin, Beuth, 2015-09, S. 10.
- [31] Norm DIN EN ISO 9000:2015: Qualitätsmanagementsysteme, a.a.O., S. 13.
- [32] Norm DIN EN ISO 9000:2015: Qualitätsmanagementsysteme, a.a.O., S. 10.
- [33] Norm DIN EN ISO 9000:2015: Qualitätsmanagementsysteme, a.a.O., S. 40.
- [34] Norm DIN EN ISO 9000:2015: Qualitätsmanagementsysteme, a.a.O., S. 33.
- [35] Womack, J.; Jones, T.; Roos, D.: Die zweite Revolution in der Autoindustrie. Konsequenzen aus der weltweiten Studie aus dem Massachusetts Institute of Technology. 8. Aufl., Frankfurt am Main, Campus-Verlag, 1994, S. 19.
- [36] Groth, U.; Kammel, A.: Lean Management. Konzept - kritische Analyse - praktische Lösungsansätze, 1. Aufl. Wiesbaden, Gabler Verlag, 1994, S. 171.
- [37] Womack, J.; Jones, D.: Lean Thinking. Ballast abwerfen, Unternehmensgewinn steigern. 3. Aufl., Frankfurt am Main, Campus Verlag, 2013, S. 12.
- [38] Ohno, T.: Das Toyota-Produktionssystem. 3. Auflage, Frankfurt am Main u.a., Campus Verlag, 2013, S. 166.

-
- [39] Töpfer, A.: Lean Six Sigma. Erfolgreiche Kombination von Lean Management, Six Sigma und Design for Six Sigma. Berlin u.a., Springer Science+Business Media S.A., 2009, S. 30.
- [40] Womack, J.; Jones, D.: Lean Thinking. a.a.O., S. 25.
- [41] Womack, J.; Jones, D.: Lean Thinking. a.a.O., S. 29.
- [42] Womack, J.; Jones, D.: Lean Thinking. a.a.O., S. 35.
- [43] Womack, J.; Jones, D.: Lean Thinking. a.a.O., S. 37.
- [44] Womack, J.; Jones, D.: Lean Thinking. a.a.O., S. 117.
- [45] Brunner, F.: Japanische Erfolgskonzepte. KAIZEN, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance, Shopfloor Management, Toyota Production System, GD3 - Lean Development. 3. Aufl., München, Carl Hanser Verlag, 2014, S. 105-106.
- [46] Brunner, F.: Japanische Erfolgskonzepte. a.a.O., S. 71.
- [47] Ohno, T.: Das Toyota-Produktionssystem. a.a.O., S. 2.
- [48] Witt, J.; Witt, T.: Der kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP). Konzept - System - Maßnahmen. 3. Aufl., Frankfurt am Main, Verlag Recht und Wirtschaft, 2008, S. 27.
- [49] Brunner, F.: Japanische Erfolgskonzepte. a.a.O., S. 24.
- [50] Brunner, F.: Japanische Erfolgskonzepte. a.a.O., S. 44.
- [51] Womack, J.; Jones, D.: Lean Thinking. a.a.O., S. 406.
- [52] Womack, J.; Jones, D.: Lean Thinking. a.a.O., S. 261.
- [53] Womack, J.; Jones, D.: Lean Thinking. a.a.O., S. 263-265.
- [54] Brunner, F.: Japanische Erfolgskonzepte. a.a.O., S. 93-94.
- [55] Zollondz, H.: Grundlagen Lean Management. Einführung in Geschichte, Begriffe, Systeme, Techniken sowie Gestaltungs- und Implementierungsansätze eines modernen Managementparadigmas. 1. Aufl., München, Verlag Walter de Gruyter, 2013, S. 109.
- [56] Zollondz, H.: Grundlagen Lean Management. a.a.O., S. 178.

-
- [57] Perinić, M.; Ikonić, M. Marčić, S.: Die Casting Process Assessment Using Single Minute Exchange Of Dies (SMED) Methode. In: Metalurgja 48 (2009), S. 199–202.
- [58] Gorecki, P.; Pautsch, P.: Praxisbuch Lean Management. Der Weg zur operativen Excellence. 2. Aufl. München, Carl Hanser Verlag, 2014, S. 103-104.
- [59] Rother, M.; Shook, J.: Sehen lernen. Mit Wertstromdesign die Wertschöpfung erhöhen und Verschwendung beseitigen. Deutsche Ausg., Version 1.2, Aachen, Lean Management Institut, 2006, S. 12.
- [60] Rother, M.; Shook, J.: Sehen lernen. a.a.O., S. 10.
- [61] Norm DIN EN ISO 9001:2015: Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen, Berlin, Beuth, 2015-11, S. 2.
- [62] ISO/IEC Directives, Part 1. Consolidated ISO Supplement - Procedures specific to ISO (2015); http://www.iso.org/iso/annex_sl_excerpt_-_2015__6th_edition_hls_and_guidance_only.pdf (12.12.2016, 14:35).
- [63] Norm DIN EN ISO 9001:2015: Qualitätsmanagementsysteme, a.a.O., S. 50.
- [64] Norm DIN EN ISO 9001:2015: Qualitätsmanagementsysteme, a.a.O., S. 18-19.
- [65] Bea, F.; Helm, R.; Schweitzer, M.: BWL-Lexikon. Tübingen, Lucius & Lucius, 2009, S. 353.
- [66] Norm DIN EN ISO 9001:2015: Qualitätsmanagementsysteme, a.a.O., S. 19.
- [67] Bea, F.; Helm, R.; Schweitzer, M.: BWL-Lexikon. a.a.O., S. 121.
- [68] Norm DIN EN ISO 9001:2015: Qualitätsmanagementsysteme, a.a.O., S. 21.
- [69] Norm DIN EN ISO 9001:2015: Qualitätsmanagementsysteme, a.a.O., S. 40.
- [70] Thonemann, U.: Operations Management. Konzepte, Methoden und Anwendungen. 3. Aufl., Hallbergmoos, Pearson, 2015, S. 44.
- [71] Bea, F.; Helm, R.; Schweitzer, M.: BWL-Lexikon. a.a.O., S. 223.

Lebenslauf

Angaben zur Person

Name	Benjamin Weidner
Anschrift	Osnabrücker Str. 26, 45145 Essen
Geburtsdatum	29.10.1987
Geburtsort	Grimma
Staatsangehörigkeit	deutsch
Familienstand	ledig

Ausbildung und berufliche Tätigkeiten

1994 – 1998	Grundschule in Großbothen
1998 – 2007	Gymnasium in Grimma
2007 – 2008	Wehrdienst
2008 – 2012	Maschinenbaustudium an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg
2012 – heute	Maschinenbaustudium an der Hochschule Anhalt
2011-2012	Praktikum bei der Leichtmetallgießerei Walter Koch & Sohn GmbH & Co. KG in Berlin
2014-2015	Praktikum bei Gebr. Lohmann GmbH
Seit 09.2016	Wilhelm Maass GmbH

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all jenen danken, die mich im Rahmen dieser Bachelorarbeit begleitet haben. Ganz besonders bei Herrn Dr. Lewy, der mir die Möglichkeit gab, dieses Thema zu bearbeiten. Darüber hinaus möchte ich meiner Partnerin und meinen Eltern fürs Aushalten und moralisch Unterstützen danken. Ein besonderer Dank gilt meiner guten Freundin Ramona Klessing, durch deren Anregung meine Arbeit kontinuierlich verbessert wurde.