





TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

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

## **Diplomarbeit**

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

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

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

Wien, im Juni 2020

---

Thomas Weinberger

# Danksagung

Eingangs möchte ich mich bei all jenen Personen bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit wesentlich beigetragen haben. Allen voran bei Herrn Ing. Dipl.-Ing. Dr.techn. Stefan Müller, der mir die Möglichkeit bot, über ein halbes Jahr Teil des akkreditierten Prüflabors für Feuerungsanlagen der TU Wien zu sein, an dem ich diese Arbeit verfasste. Er unterstützte mich als Mentor in jeglicher Hinsicht und gab mir Einblicke in das universitäre Umfeld, für die ich sehr dankbar bin.

Ein ganz besonderer Dank gilt meinen zwei Betreuern von Fraunhofer Austria bzw. dem Institut für Managementwissenschaften Herrn Dipl.-Wirtsch.-Ing. Philipp Hold und Herrn Dipl.-Ing. Markus Steinlechner für die fachliche und wissenschaftliche Betreuung, um die Qualität dieser Arbeit zu steigern.

Herzlich danken möchte ich auch meinem Studienkollegen Johann Zeitlhofer und allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Prüflabors für die gute und konstruktive Zusammenarbeit. Ich hoffe mit den ausgearbeiteten Prozessoptimierungen vor allem für sie Vorschläge für Verbesserungen im täglichen Arbeitsablauf gefunden zu haben.

Diese Arbeit bedeutet den Abschluss eines intensiven Studiums, weshalb ich mich bei meiner gesamten Familie ganz herzlich bedanken möchte. Sie hat mich immer in meinen Bestrebungen unterstützt und mir auch die nötige Sicherheit gegeben, meinen geplanten Weg zu gehen.

*„When everything seems to be going against you, remember that the airplane takes off against the wind, not with it.“*

*Henry Ford*

## Kurzfassung

Eine Prozessoptimierung mit Lean-Methoden hat sich in der modernen produzierenden Industrie nach Bekanntwerden des japanischen Toyota-Produktionssystems verbreitet. Im deutschsprachigen Raum implementieren Unternehmen seit den 1990er-Jahren Ganzheitliche Produktionssysteme (GPS). Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) hat dazu eine Richtlinie mit einer Sammlung an Methoden und Werkzeugen zur Umsetzung von GPS anhand von acht Gestaltungsprinzipien veröffentlicht. Dieses methodische Regelwerk dient allen Kern-, Management- und Unterstützungsprozessen produzierender Unternehmen.

In akkreditierten Prüflaboratorien werden Prozesse stark an Vorgaben der akkreditierungsgebenden Norm ausgerichtet. Ein übergeordnetes Konzept nach Aspekten des Lean Management liegt bei Ausrichtung der Prozess- und Qualitätsmanagementstruktur eines Prüflabors nach Norm nicht zwangsweise vor. Zur Prozessoptimierung von Prüflaboratorien ist die Übertragung gängiger GPS-Methoden wegen der unterschiedlichen Art der Leistungserstellung und Rahmenbedingungen nicht trivial. Das Finden von geeigneten GPS- und erweiterten Methoden gestaltet sich aufgrund einer geringen Anzahl an Untersuchungen im Themengebiet schwierig.

In der vorliegenden Arbeit wird ein Vorgehensmodell entwickelt, welches einen strukturierten Vorgang zur Bewältigung dieses Konflikts bietet. Den zentralen Bestandteil des Modells bildet ein „Methodenwürfel“, der die Einordnung von Optimierungstools und Problemen ermöglicht. Diese werden systematisch verknüpft und ein Vorschlag an Optimierungstools generiert. Die Angabe eines Erreichungsbeitrags jedes Tools zu einem übergeordneten strategischen Konzept unterstützt die Identifikation von geeigneten Optimierungsmethoden.

Das Vorgehensmodell wurde am „Staatlich akkreditierten und notifizierten Prüflabor für Feuerungsanlagen“ an der TU Wien anhand von zwei Use-Cases validiert. Es zeigt gute Ergebnisse zur Identifikation von Optimierungsmethoden, wenngleich ein hoher Beitrag an Eigenanteil bei der Entscheidungsfindung bei der durchführenden Person verbleibt. Dies ist vorgesehen, da die Variabilität der Voraussetzungen von akkreditierten Prüflaboratorien vor allem in personellen und finanziellen Aspekten hoch sein kann. Für das Prüflabor der TU Wien wurden 22 Maßnahmen u.a. in den Bereichen Digitalisierung, Schnittstellenverbesserung, Standardisierungen im Qualitätsmanagement und Arbeitsverbesserungen im Prüfumfeld erarbeitet. Bei Vollumsetzung des Sollzustandes wird u.a. von einer Bearbeitungszeitverkürzung von mindestens 6 % und einem Entfall von mindestens 150 manuellen Datenübertragungen pro Auftrag ausgegangen. Die realen Verbesserungen der Auftragsdurchlaufzeiten und Mitarbeiterzufriedenheit ist durch einige schwer quantifizierbare Maßnahmenvorschläge noch beträchtlich höher anzunehmen.

## Abstract

Process optimizations concerning lean management methods spread out after the Japanese Toyota Production System became known in modern industry. In German-speaking countries companies are implementing Lean Production Systems (LPS) since the 1990s. The 'Verein Deutscher Ingenieure (VDI)' therefore released a guideline containing methods and tools regarding eight principles to realize Lean Production Systems. This guideline affects all operational, management, and supporting processes in producing enterprises.

At notified testing laboratories processes are adjusted strongly among standards of notification. Therefore, a concept to look at the processes in its entirety can not be assumed without further actions. As well as transferring LPS-methods to notified testing laboratories is difficult because of its different kind of value adding processes and the given regulations. The decision-making to choose the right principle or tool shows to be quite hard because of a lack of knowledge in this field.

In this work a procedure will be developed in order to cope with these conflicts in a structured way. The core item of this procedure will be a framework to classify methods and process problems, visualized by a 'methods-cube'. This links methods to process problems in a kind of automatic way. With further steps of judgement, a proposal of optimization tools is generated. By calculating the methods' contribution regarding strategic objectives, the decision-making process is supported.

The procedure was validated by two process use-cases of the 'Accredited and Notified Testing Laboratory for Combustion Systems' at TU Wien. In choosing the optimization approach the procedure shows high support. Although a big part of decision-making stays still in charge of the user. In respect of high variety of given circumstances, like in personnel or financial affairs, this is quite intended. The given scope gives the chance to shape the optimization to the specific use-case. There have been found 22 proposals of improvements at the testing laboratory of TU Wien in the fields of digitalization, interaction improvement, standardization of quality management, and working environment improvement at testing rooms. By fully implementing the target state it is assumed that the handling time of one order can be reduced at least by 6 %. In addition, at least 150 moves per order because of data handling will not be necessary anymore. The real improvement figures of order process time and employee satisfaction is assumed to be much higher because of many hardly quantifiable improvement proposals.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Ausgangssituation .....	1
1.2	Motivation .....	4
1.3	Methodisches Vorgehen .....	5
<b>2</b>	<b>Problemstellung, Zielsetzung, Abgrenzung</b> .....	<b>8</b>
2.1	Problemstellung .....	8
2.2	Zielsetzung .....	14
2.3	Abgrenzung .....	16
<b>3</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b> .....	<b>18</b>
3.1	Grundlagen Prozess- und Produktivitätsmanagement.....	18
3.2	Lean Management.....	22
3.2.1	Ganzheitliche Produktionssysteme .....	23
3.2.2	Ausgewählte Methoden Ganzheitlicher Produktionssysteme .....	32
3.3	Lean Management im akkreditierten Prüflabor .....	43
3.3.1	Aspekte im Laborbetrieb.....	43
3.3.2	Referenzprozess .....	47
3.3.3	Beispiele moderner Laborbetriebe .....	49
3.4	Zusammenfassung und Fazit.....	51
<b>4</b>	<b>Vorgehensmodell zur Prozessoptimierung akkreditierter Prüflabore...</b>	<b>54</b>
4.1	Anforderungen.....	54
4.2	Konzeptionierung.....	58
4.3	Zusammenfassung und kritische Reflexion .....	76
<b>5</b>	<b>Validierung des Vorgehensmodells</b> .....	<b>80</b>
5.1	Use-Case 1: Prozessoptimierung der Prüfung von Feuerungsanlagen ...	80
5.1.1	Beschreibung .....	80
5.1.2	Durchführung.....	82
5.1.3	Zusammenfassung und Fazit .....	113

5.2	Use-Case 2: Prozessoptimierung der Analyse von Brennstoffen .....	116
5.2.1	Beschreibung .....	116
5.2.2	Durchführung.....	117
5.2.3	Zusammenfassung und Fazit .....	125
5.3	Zusammenfassung und kritische Reflexion .....	127
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>130</b>
6.1	Zusammenfassung .....	130
6.2	Diskussion der Ergebnisse .....	131
6.3	Ausblick .....	133
<b>7</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>135</b>
7.1	SLR-Protokolle.....	135
7.2	Auszug aus der Risiko- und Chancenbeurteilung .....	140
7.3	Darstellungen von Tätigkeitsstrukturanalysen .....	141
7.4	Toolvorschläge Use-Case 2 .....	151
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>154</b>
<b>9</b>	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>160</b>
<b>10</b>	<b>Formelverzeichnis .....</b>	<b>163</b>
<b>11</b>	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>164</b>
<b>12</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>166</b>

# 1 Einleitung

Systematische Verbesserungen der Arbeitsorganisation und Fertigungsverfahren sind bereits in Zeiten der Betriebsführung von Taylor und Ford zu Beginn des 20. Jahrhunderts in der produzierenden Industrie eingeführt worden.<sup>1</sup> Nach Integration von Informations- und Kommunikationstechnologie in Produktionsabläufen befindet sich die Industrie momentan in ihrer vierten Revolution, dem Vernetzen der realen Produktion mit der virtuellen Planungsumgebung in Echtzeit, um dem Kunden neuartige Services und Produkte bieten zu können – „Industrie 4.0“.<sup>2</sup> Seit den 1980er-Jahren begleitet auch der Begriff „Lean“ das Produktions- und später das gesamte Unternehmensmanagement. Die Idee einer „schlanken“ Unternehmensorganisation, durch das Vermeiden von Verschwendung, ist eine Philosophie mit verschiedenen Wirkprinzipien.<sup>3</sup> Diese übergreifende Sichtweise umfasst jeglichen Unternehmensbereich, von der Management- bis zur operativen Ebene und findet nicht nur in Produktions-, sondern auch in Handels- und Dienstleistungsbetrieben, ebenso in Prüflaboratorien, Anwendung.<sup>4,5</sup>

## 1.1 Ausgangssituation

Das japanische Unternehmen Toyota, welches in den 1950er Jahren das amerikanische Ford-Produktionssystem des Automobils „Model T“ analysiert hat, kam zu dem Schluss ein eigenes zu konzipieren, das Toyota-Produktionssystem. Bedingt durch andere Rahmenbedingungen der Marktnachfrage und Kapitalsituation in Japan, wurde dabei auf eine „schlanke“ Produktionsmethode gesetzt, die in der westlichen Welt vorerst unbemerkt blieb. Ein Konzept, das die Qualitätsverantwortung auf die Ausführenden überträgt und jegliche Verschwendung zu vermeiden versucht.<sup>6</sup> Westliche Unternehmen verfolgten bis dahin eine als „buffered“ charakterisierte Produktionsmethode, mit der durch hohe Bestands- und Personalkapazitäten eine Absicherung gegen alle Eventualitäten angestrebt wurde. Ihre japanischen Mitbewerber produzierten dagegen flexibel, qualitativ hochwertig und produktiv.<sup>7</sup> Erst als eine Studie des Massachusetts Institute of Technology (MIT) mit dem deutschen Titel „Die zweite Revolution in der Automobilindustrie“ in den frühen 1990er Jahren japanische mit westlichen Automobilherstellern verglich, wurde die Öffentlichkeit

---

<sup>1</sup> vgl. Jankulik und Piff, 2009, S.21f

<sup>2</sup> vgl. Sihn u. a., 2016, S.3f

<sup>3</sup> vgl. Sihn u. a., 2016, S.166

<sup>4</sup> vgl. Brunner, 2014, S.64

<sup>5</sup> vgl. Naik u. a., 2011, S.187

<sup>6</sup> vgl. Brunner, 2014, S.62

<sup>7</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.14f



endgültig auf die Wettbewerbsstärke der japanischen Hersteller aufmerksam – der Ursprung von „Lean Production“, einer „schlanken Produktion“.<sup>8</sup>

Nachdem diese Tatsache in weiteren Studien belegt wurde, versuchten zahlreiche westliche Unternehmen das Toyota-Produktionssystem zu kopieren, eine Zeit, die als erste Lean-Welle bezeichnet wird.<sup>9</sup> Dies führte zu fehlinterpretierten Rationalisierungsprojekten. Die Wettbewerbsstärke Toyotas liegt nicht in einzelnen Methoden begründet, sondern in einem abgestimmten Gesamtsystem. Erst eine konzentrierte Ausrichtung von Unternehmensprozessen auf den Kundennutzen brachte den Durchbruch. Es etablierte sich der Begriff des „Ganzheitlichen Produktionssystems“ (GPS), das eine unternehmensspezifische Ausprägung eines schlanken Produktionssystems ist.<sup>10</sup>

Im Gegensatz zur ersten Lean-Welle haben sich GPS bei produzierenden Unternehmen im deutschsprachigen Raum weit verbreitet. Der Verbreitungsgrad liegt in der Fertigung in den frühen 2010er Jahren bei über 80 %, wobei die Verbreitung von GPS in der Automobilbranche am größten ist.<sup>11</sup> Mittlerweile werden GPS auf andere Unternehmensbereiche, wie z.B. Entwicklung, Service und Administration erweitert.<sup>12</sup>

Eine Übertragung auf den Dienstleistungsbereich, wie z.B. „Lean Hospital“ schreitet voran, wenngleich hier die Entwicklungen sehr unterschiedlich weit fortgeschritten sind.<sup>13</sup> In vielen Fällen wurden Methoden zur schlanken Produktion und erweiterte Methoden aus dem Lean Management zur Umsetzung von schlanken Prozessen (Lean-Methoden) im Krankenhaus als erstes in den krankenhauseigenen klinischen Laboratorien eingesetzt.<sup>14</sup> Die Gefahr, dass eine „Montageband-Medizin“ nur Durchlaufgeschwindigkeiten und keine anderen wichtigen Aspekte des Gesundheitswesens berücksichtigen würde, wird durch die Erkenntnis überwunden, dass Lean-Methoden die Sicherheit und Qualität erhöhen, und gleichzeitig Wartezeiten und Kosten reduzieren.<sup>15</sup> Klinische Laboratorien in Nordamerika haben durchwegs Lean-Methoden implementiert, um die Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen. Dadurch werden Marktanteile der klinischen Labordiagnostik in krankenhauseigenen Laboratorien ausgebaut, die einerseits für einen erhöhten Umsatz durch Außenaufträge und andererseits für eine Beschäftigungsabsicherung des Krankenhauses sorgen.<sup>16</sup>

---

<sup>8</sup> vgl. Brunner, 2014, S.62

<sup>9</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.18

<sup>10</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.19

<sup>11</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.22

<sup>12</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.189

<sup>13</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.259

<sup>14</sup> vgl. Graban und Padgett, 2008, S.646

<sup>15</sup> vgl. Graban, 2007, S.53

<sup>16</sup> vgl. Graban und Padgett, 2008, S.645

Eine Studie über namibische medizinische Laboratorien beschreibt die Verbreitung der Anwendung von Lean-Methoden dagegen nur als mäßig.<sup>17</sup> Die am meisten eingesetzten Methoden zeichnen sich durch eine einfache Anwendung aus, ohne einer Notwendigkeit umfangreiche statistischen Analysen durchzuführen.<sup>18</sup> Methoden, die auf statistischen Analysen beruhen z.B. Six Sigma, sind in der Implementierung aufwendig und kommen für große Laboratorien in Frage. Das Analysieren und Anpassen der Prozesse klinischer Laboratorien unter den Gesichtspunkten einer schlanken Produktion ist erfolgversprechend.<sup>19</sup> Konzepte schlanker Produktionen sind jedoch ohne Adaptionen nicht einfach übertragbar.<sup>20</sup>

Im Bereich von Laboratorien, abseits klinischer Laboratorien aus dem Krankenhauswesen, entwickelt sich die Übertragung und Adaptierung von Ansätzen zur schlanken Produktion nur langsam. Es gibt allgemeine Strategien und Bemühungen unter dem Begriff „Lean Laboratory“.<sup>21</sup> Diese werden hauptsächlich von Unternehmen aus den Bereichen Automobile, Ernährung, Getränke, Biowissenschaften und Pharmazie vorangetrieben.<sup>22</sup> So gibt es Bestrebungen Lean-Methoden in Prüflaboratorien für Produktentwicklungszwecke zu implementieren, worüber allerdings noch wenig dokumentiert ist.<sup>23</sup> Der Grundgedanke von Lean-Ansätzen (Lean Thinking), das Konzentrieren auf die für den Kunden wertschöpfenden Tätigkeiten, ist für jedes Laboratorium erstrebenswert und allgemein gültig anwendbar.<sup>24</sup> Daraus resultieren u.a. Durchlaufzeitverkürzungen, Produktivitätssteigerungen und eine höhere Kundenzufriedenheit.<sup>25</sup> Im Bereich von Prüflaboratorien für Klein- und Großanlagen und dafür benötigte Analyseleistungen, wie es ein Prüflaboratorium für Feuerungsanlagen anbietet, sind keine speziellen Ansätze in der Literatur zu finden.

---

<sup>17</sup> vgl. Isack u. a., 2018, S.147

<sup>18</sup> vgl. Isack u. a., 2018, S.144

<sup>19</sup> vgl. Mayer u. a., 2010, S.283

<sup>20</sup> vgl. Poksinska, 2010, S.329

<sup>21</sup> vgl. Herasuta, 2007, S.143

<sup>22</sup> vgl. Naik u. a., 2011, S.187

<sup>23</sup> vgl. Schulte, Paruchuri und Patel, 2005, S.3

<sup>24</sup> vgl. Herasuta, 2007, S.143

<sup>25</sup> vgl. Villa, 2010, S.345

## 1.2 Motivation

Ganzheitliche Produktionssysteme sind mittlerweile zahlreich in Unternehmen implementiert und spätestens mit Erscheinen der *VDI 2870* Richtlinie ist ein Industriestandard geschaffen worden. Sowohl bezüglich eines einheitlichen Verständnisses als auch eines strukturierten übergeordneten Regelwerks einer Vielzahl an Methoden zur Umsetzung schlanker Produktion.<sup>26</sup>

Die Übertragung eines Ganzheitlichen Produktionssystems in den Dienstleistungsbereich inspiriert Überlegungen nach der Art und Weise Aspekte schlanker Produktion in eine Prozessoptimierung akkreditierter Prüflaboratorien einfließen zu lassen. Eine Herausforderung besteht in der Auswahl und Anwendung von derartigen Methoden aufgrund erheblicher Unterschiede zu Fertigungsumgebungen. Diese sind bei einem vergleichsweise geringen Prüfobjekt- bzw. Probeaufkommen und gleichzeitig hohem Grad an Variabilität und Flexibilität im Prüfablauf gegeben.<sup>27,28</sup>

Entscheidend ist eine Betrachtung des Laborbetriebs unter Gesichtspunkten des Prozessmanagements, die eine gewissenhafte Ist-Analyse der Wertschöpfung aus Kundensicht als Fundament für eine Optimierung zulässt. Besonderes Augenmerk ist auf Schnittstellen zwischen Stationen im Labor, sowie zwischen Labor und Kunde zu legen.<sup>29</sup> Eine auf einer Ist-Analyse von Prozessen basierende, problemorientierte Vorgehensweise (Bottom-Up-Vorgehen) stellt für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) eine leichtere Herangehensweise dar, als dies durch Einführen und Konfigurieren eines GPS mittels Top-Down-Vorgehen, von der Management- bis zur operativen Ebene abwärts, der Fall ist. Durch Abstimmen und Zusammenführen bereits eingeführter Insellösungen werden Ressourcen gespart.<sup>30</sup>

Über eine Auswahl und strukturierte Bewertung geeigneter Lean-Methoden in Laboratorien ist wenig dokumentiert. Die Entscheidung welche Lean-Methode einzusetzen ist, wird aus der Ist-Analyse von Prozessen nach typischen Problemen im Prozessablauf von Laboratorien getroffen.<sup>31</sup> *Fehr et al. (2012)* hingegen, beschäftigten sich bereits mit einer Methodik, GPS-Methoden in nicht produzierende Bereiche zu übertragen. Dabei wurde ein bereichsübergreifendes Ordnungssystem, der „Methodenwürfel“ konzipiert. Dieser Ansatz verfolgt das Ziel, anhand von konkreten

<sup>26</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.19

<sup>27</sup> vgl. Naik u. a., 2011, S.187f

<sup>28</sup> vgl. Schulte, Paruchuri und Patel, 2005, S.3

<sup>29</sup> vgl. Mayer u. a., 2010, S.280

<sup>30</sup> vgl. Merl, 2016, S.109

<sup>31</sup> vgl. Villa, 2010, S.342

Problemstellungen geeignete Methoden zur Unterstützung einer zielgerichteten Lösungsfindung aufzuzeigen.<sup>32</sup>

Es ist eine immanente Herausforderung jeder Prozessoptimierung aus einer Vielzahl von Variationsmöglichkeiten die beste Lösung zu finden und umzusetzen.<sup>33</sup> Im Spannungsfeld konkurrierender Kundenanforderungen und Zielsetzungen des Unternehmens sind Abwägungen zu treffen.<sup>34</sup> Trotz allgemein systematischer Vorgangsweise von Prozessoptimierungen durch Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten und Entwicklung bzw. Bewertung von Lösungsvorschlägen entsteht eine komplexe Entscheidungssituation, deren Auswirkungen nur in den einfachsten Fällen vorhersehbar ist.<sup>35</sup> Akkreditierte Prüflaboratorien, welche zu kleinen und mittleren Unternehmen zählen, haben wirtschaftliche Rahmenbedingungen, die nur eine unvollkommene Umsetzung von GPS zulassen.<sup>36</sup> Es gilt einen spezifischen Weg für akkreditierte Prüflaboratorien zu skizzieren, welcher die zuvor erwähnte problemorientierte Vorgehensweise einer Prozessoptimierung aufgreift und dabei ein stimmiges Gesamtkonzept auf strategischer, unternehmensspezifischer Ebene, ähnlich einem GPS, nicht vernachlässigt.

### 1.3 Methodisches Vorgehen

Um eine spezifische Handlungsanleitung in Form eines Vorgehensmodells zur Prozessoptimierung akkreditierter Prüflabore zu erstellen, ist die folgende Arbeit in fünf weitere Kapitel strukturiert, vgl. Abbildung 1. Zunächst wird eine Einführung in das Themengebiet von akkreditierten Prüflaboratorien gegeben und weitergehend am Beispiel des akkreditierten Prüflabors für Feuerungsanlagen der TU Wien vorgestellt. Es folgt die Zielsetzung und Abgrenzung der Erstellung eines Vorgehensmodells zur Prozessoptimierung akkreditierter Prüflabore, vgl. Kapitel 2.

Eine Prozessoptimierung unter Aspekten des Lean Management erfordert Wissen in den Bereichen Prozess- und Produktivitätsmanagement, die im theoretischen Grundlagenkapitel betrachtet werden, vgl. Kapitel 3. Ein Schwerpunkt liegt auf Lean-Methoden aus Ganzheitlichen Produktionssystemen einerseits und dem Laborbetrieb andererseits. Es wird eine systematische Recherche zum Stand des Wissens in diesen zwei Gebieten durchgeführt. Die Wertstrommethode 4.0, zur Analyse und Planung von Prozessen, bzw. der Methodenwürfel nach *Fehr et al. (2012)*, sind zentrale Bestandteile im Vorgehensmodell und werden näher beschrieben. Eine Betrachtung

---

<sup>32</sup> vgl. Fehr, Sauber und Schmidt, 2012, S.5

<sup>33</sup> vgl. Becker, 2018, S.10

<sup>34</sup> vgl. Becker, 2018, S.12

<sup>35</sup> vgl. Becker, 2018, S.10

<sup>36</sup> vgl. Uygun, Hasselmann und Piastowski, 2011, S.55

von Lean Management im akkreditierten Prüflabor stellt Herausforderungen und Umsetzungen von Lean Management im Laborbereich dar. In einem abschließenden Fazit werden geeignete Methoden und Werkzeuge zur Verwendung in einer Prozessoptimierung akkreditierter Prüflabore zusammengefasst. Die Schwierigkeit einer systematischen Auswahl wird im nächsten Kapitel adressiert.

Kapitel 4 beinhaltet die Ausarbeitung eines Vorgehensmodells zur problemspezifischen Identifikation von Lean Management orientierten Methoden in akkreditierten Prüflaboren. Zuerst werden Anforderungen an das Modell formuliert und anschließend die erforderlichen Optimierungsschritte im Detail konzipiert. Die zentralen Elemente des Modells bilden die Erstellung eines strategischen Konzepts des Laboratoriums, sowie eine Tätigkeitsstrukturanalyse erfolgskritischer Prozesse und die Anwendung eines Ansatzes, Optimierungsmethoden und Probleme aus Prozessen zu verknüpfen. Stärken, Schwächen, sowie Einschränkungen der Konzeption des Modells werden kritisch reflektiert. Um die Funktionsfähigkeit des Modells unter realen Bedingungen zu überprüfen, wird eine Validierung durchgeführt.

Die Anwendung und Validierung des Vorgehensmodells erfolgt an zwei Use-Cases im Prüflabor für Feuerungsanlagen der TU Wien, vgl. Kapitel 5. Use-Case 1 betrifft eine Prozessoptimierung der Prüfung von Feuerungsanlagen vom Auftragseingang bis zum Rechnungsversand. In Use-Case 2 wird ein Kernprozess einer anderen „Produktfamilie“, nämlich der Analyse von Brennstoffen, betrachtet. Im Fazit werden Schlüsse der erzielten Ergebnisse dieser Anwendungsfälle gezogen und anschließend die Ergebnisse der Anwendung des Vorgehensmodells zusammengefasst und die Qualität der Ergebnisse kritisch reflektiert.

Im abschließenden Kapitel wird die Konzeptionierung des Vorgehensmodells nochmals zusammengefasst und die erzielten Ergebnisse diskutiert. Im Ausblick werden weitere Untersuchungen bzw. Weiterentwicklungen des Vorgehensmodells angeregt und auf weitere Vorhaben des Prüflabors für Feuerungsanlagen der TU Wien verwiesen, vgl. Kapitel 6.

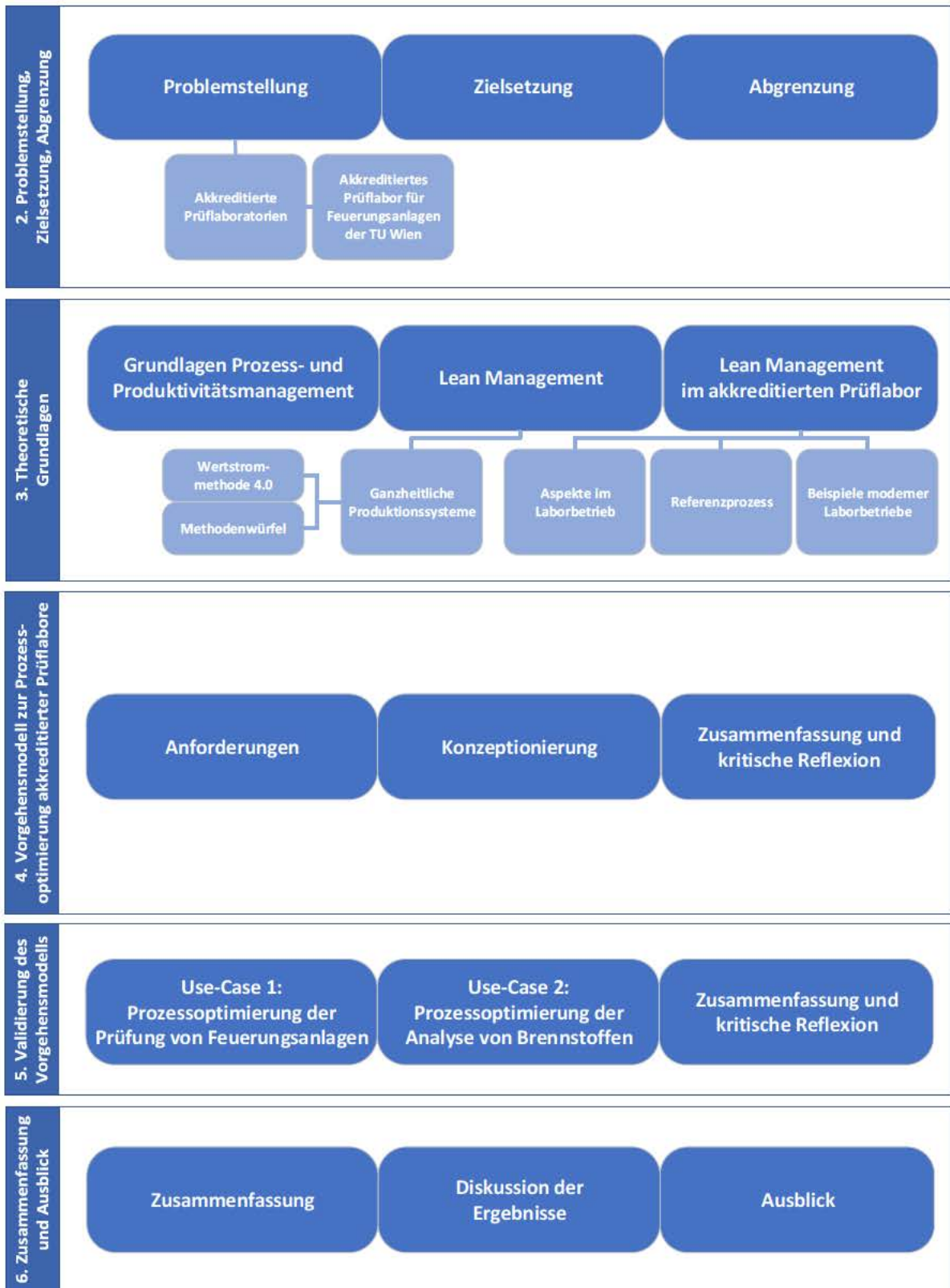


Abbildung 1: Aufbau der Arbeit<sup>37</sup>

<sup>37</sup> eigene Abbildung

## 2 Problemstellung, Zielsetzung, Abgrenzung

Akkreditierte Prüflaboratorien sind eine spezifische Sparte von Laboratorien, welche Dienstleistungen erbringen. Die Einordnung und Spezifika dieser Laboratorien werden näher betrachtet und anhand des akkreditierten Prüflabors der TU Wien vorgestellt. Es folgt eine Zielsetzung für ein Vorgehensmodell zur Prozessoptimierung akkreditierter Prüflabore, die aus der Problemstellung und bereits dargelegten Motivation entspringt. Abschließend wird eine Abgrenzung zu bestehenden Konzepten durchgeführt.

### 2.1 Problemstellung

Der Begriff „Laboratorium“ wird in der *DGUV Information 213-850 – Sicheres Arbeiten in Laboratorien* wie folgt definiert:

*„Laboratorien sind Arbeitsräume, in denen Fachleute oder unterwiesene Personen Versuche zur Erforschung oder Nutzung naturwissenschaftlicher Vorgänge durchführen.“<sup>38</sup>*

Diese Definition bezieht sich auf Räumlichkeiten und lässt dabei außer Acht, dass in der Praxis mit Laboratorium bzw. Labor (gleiche Bedeutung in dieser Arbeit) meist auch die dahinter liegende Organisation zum Betrieb des Labors gemeint ist. Neben dieser Definition finden sich in der Literatur verschiedene Gesichtspunkte, nach denen sich Laboratorien einteilen und gruppieren lassen, vgl. Tabelle 1.<sup>39</sup> Das Prüflabor für Feuerungsanlagen der TU Wien ist nach diesem Schema wie folgt einzuteilen:

- Zweckbestimmung: öffentlicher Nutzer
- Nutzungsart: Analytik, Lehre, Forschung
- Wissenschaftsrichtung: Chemie, Physik
- Tätigkeiten: Analytik-/Messlabor
- Arbeitsweisen: prozessorientiert
- Raumstruktur: Kombilabor

<b>Zweckbestimmung:</b>	öffentlicher oder privater Nutzer, Selbstnutzung oder Vermietung
<b>Nutzungsart:</b>	Lehre, Forschung, Analytik, Entwicklung
<b>Wissenschaftsrichtung:</b>	Biologie, Chemie, Physik
<b>Tätigkeiten:</b>	Synthese-/Präparationslabor, Analytik-/Messlabor, Verfahrenstechnik
<b>Arbeitsweisen:</b>	mit Kleingeräten, Großgeräten oder prozessorientiert
<b>Raumstruktur:</b>	Einzel-, Doppel-, Großraum-, Kombilabor

Tabelle 1: Labortypen nach unterschiedlichen Kriterien

<sup>38</sup> DGUV Information 213-850, 2011, Kapitel 1 Anwendungsbereich

<sup>39</sup> vgl. Dittrich, 2012, S.19ff

## Akkreditierte Prüflaboratorien:

Prüflaboratorien sind hauptsächlich im Bereich der Analytik tätig, können dabei aber die verschiedensten Ausprägungen der in Tabelle 1 genannten Kriterien annehmen. Sie stellen eine Nische in der Industrie dar und sind deshalb oft in übergeordnete Organisationen eingebettet. Prüflaboratorien vereinen Elemente aus der produzierenden und dienstleistenden Welt. Es gibt Ähnlichkeiten zu einer Werkstattfertigung mit spezifischen Prozessdurchläufen in einem Umfeld mit geringem Auftragsvolumen und hoher Variabilität der Leistungserstellung. Daneben treten Lieferant von Prüfobjekten und Kunde von Prüfberichten als dieselbe Entität auf, ein Merkmal einer Dienstleistung.<sup>40</sup> Der generierte Output, ein Prüfbericht, besitzt ebenfalls Dienstleistungscharakter, da er immateriell d.h. stofflich nicht fassbar ist und nicht auf Vorrat produziert werden kann.<sup>41</sup> Die für Prüflaboratorien relevante Norm *DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03 – Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien* definiert „Laboratorium“ folgendermaßen:

*„Stelle, die eine oder mehrere der folgenden Tätigkeiten ausführt:*

- *Prüfung;*
- *Kalibrierung;*
- *Probenahme in Verbindung mit einer darauf folgenden Prüfung oder Kalibrierung“<sup>42</sup>*

In dieser Norm werden strukturelle Anforderungen an die Labororganisation und Prozesse gestellt.<sup>43</sup> Um die Kompetenz eines Prüflabors nachzuweisen, ist eine Akkreditierung nach *DIN EN ISO/IEC 17025 (2018)* (im Weiteren als „Akkreditierungsnorm“ bezeichnet) erforderlich. Unter dem Begriff „Akkreditierung“ ist dabei folgendes zu verstehen:

*„Die Akkreditierung ist die formelle Anerkennung durch eine nationale Akkreditierungsstelle, dass eine Konformitätsbewertungsstelle die jeweils für sie geltenden Anforderungen an Qualifikation und Ausstattung erfüllt und sie damit als kompetent gilt.“<sup>44</sup>*

In Österreich ist die *Organisationseinheit IV-5 Akkreditierung Austria* des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort mit den Aufgaben einer nationalen Akkreditierungsstelle betraut.<sup>45</sup>

<sup>40</sup> vgl. Schulte, Paruchuri und Patel, 2005, S.3

<sup>41</sup> vgl. Steven, 2007, S.24

<sup>42</sup> DIN EN ISO/IEC 17025, 2018, S.11

<sup>43</sup> vgl. DIN EN ISO/IEC 17025, 2018, S.14ff

<sup>44</sup> <https://www.bmdw.gv.at/Services/Akkreditierung.html> (gelesen am: 07.10.2019)

<sup>45</sup> vgl. <https://www.bmdw.gv.at/Services/Akkreditierung.html> (gelesen am: 07.10.2019)



## Prüflabor für Feuerungsanlagen der TU Wien:

Der Tätigkeitsumfang des Prüflabors für Feuerungsanlagen an der TU Wien wird in vier Kernbereiche eingeteilt (vgl. Abbildung 2):<sup>46</sup>

- Brennstoffanalytik
- Prüfung von kleinen und mittleren Feuerungsanlagen
  - Scheitholz-Systeme
  - Pellets-Systeme
- Emissionsmessungen vor Ort (nicht im Akkreditierungsumfang)
- Probenahme und Analyse von Produkt- und Abgasen (nicht im Akkreditierungsumfang)



Abbildung 2: Kernbereiche des Prüflabors für Feuerungsanlagen der TU Wien<sup>47</sup>

Der Akkreditierungsumfang des Prüflabors der TU Wien ist auf der Website des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort veröffentlicht. Er umfasst 25 Normen zur Analyse von festen und flüssigen Brennstoffen, Messung von Emissionen von stationären Quellen und Prüfung von Herden, Raumheizern, Speicherfeuerstätten, Heizkesseln und Kachelöfen. Zusätzlich wird das Prüflabor für Feuerungsanlagen von der Europäischen Kommission als „Notified Body“ im Bereich *Regulation (EU) No 305/2011 - Construction products* gelistet.<sup>48</sup> „Notified Bodies“ sind von der nationalen Behörde benannte Stellen, welche Konformitätsbewertungen von Produkten vor Markteinführung im Sinne der anwendbaren EU Harmonisierungsgesetzgebung durchführen.<sup>49</sup>

<sup>46</sup> vgl. [https://www.vt.tuwien.ac.at/prueflabor\\_fuer\\_feuerungsanlagen/](https://www.vt.tuwien.ac.at/prueflabor_fuer_feuerungsanlagen/) (gelesen am: 13.09.2019)

<sup>47</sup> Abbildungen entnommen aus: [https://www.vt.tuwien.ac.at/prueflabor\\_fuer\\_feuerungsanlagen/](https://www.vt.tuwien.ac.at/prueflabor_fuer_feuerungsanlagen/) (14.10.2019)

<sup>48</sup> vgl. <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando/> (gelesen am: 14.10.2019)

<sup>49</sup> vgl. [https://ec.europa.eu/growth/single-market/goods/building-blocks/notified-bodies\\_en](https://ec.europa.eu/growth/single-market/goods/building-blocks/notified-bodies_en) (gelesen am: 14.10.2019)

## Markt in Österreich:

Hinsichtlich der Marktteilnehmer in Österreich besteht für Festbrennstoff-Feuerstätten die Anforderung die *Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG über das Inverkehrbringen von Kleinf Feuerungen und die Überprüfung von Feuerungsanlagen und Blockheizkraftwerken* zu erfüllen. In *Artikel 7* wird festgelegt, dass der Nachweis der Einhaltung der Erfordernisse für das Inverkehrbringen von Kleinf Feuerungsanlagen (Nennwärmeleistung kleiner 400 kW für Raumheizung oder Warmwasserbereitung) durch eine akkreditierte Stelle einer Vertragspartei des Europäischen Wirtschaftsraumes im Rahmen des fachlichen Umfangs der Akkreditierung zu erfolgen hat. Alle österreichischen Mitbewerber des Marktsegments der akkreditierten Stellen sind somit durch die veröffentlichten Akkreditierungsumfänge der Prüfstellen auf der Website des *Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort* zu finden. Im näheren örtlichen Umfeld des Prüflabors der TU Wien mit ähnlichen Akkreditierungsumfängen sind drei akkreditierte Prüfstellen bekannt:

- Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Francisco Josephinum, Wieselburg
- Höhere Technische Bundes-, Lehr- und Versuchsanstalt Technologisches Gewerbemuseum, Wien
- Österreichischer Kachelofenverband, Wien

Auf der Website des *HKI Industrieverband Haus-, Heiz und Küchentechnik e.V.* ist eine Übersicht vieler Hersteller häuslicher Feuerstätten für feste Brennstoffe im deutschsprachigen Raum zu finden. In den veröffentlichten Gerätedatenblättern ist eine Zertifizierung nach *Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG* und die ausstellende akkreditierte Prüfstelle vermerkt.

Im Marktsegment der Überprüfung von (festinstallierten) Feuerungsanlagen und Blockheizkraftwerken dürfen laut *Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG, Artikel 24* neben akkreditierten Prüfstellen auch amtliche Sachverständige, sowie Gewerbetreibende und Ziviltechniker mit einschlägiger Befugnis herangezogen werden. Eine übersichtliche Darstellung aufgrund der großen Anzahl der Marktteilnehmer ist daher nur schwer möglich.

**Organisationsstruktur und Eckdaten:**

Die innere Organisationsstruktur des Prüflabors für Feuerungsanlagen an der TU Wien ist im Umbruch, von einer rein funktionalen hin zu einer prozessorientierten Struktur, vgl. Abbildung 3. Die gesamte Organisation ist am Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technische Biowissenschaften der TU Wien als eigene Forschungsgruppe integriert und der Institutsleitung zum Bericht verpflichtet. Im Wesentlichen wird die technische Prüftätigkeit wenig arbeitsteilig nach den vier Kernbereichen aufgeteilt durchgeführt. Vor- und nachgelagert sind administrative Tätigkeiten notwendig. Begleitend zu den Kernbereichen werden Forschungsprojekte, Tätigkeiten in der Lehre und der Normenausschuss unterstützt. Durch die Prüflaborleitung werden interne Projekte durchgeführt und das Qualitätsmanagement unterstützt als Stabstelle den Betrieb im Sinne der Vorgaben durch die Akkreditierungs- und zur Prüfung benötigten Normen.

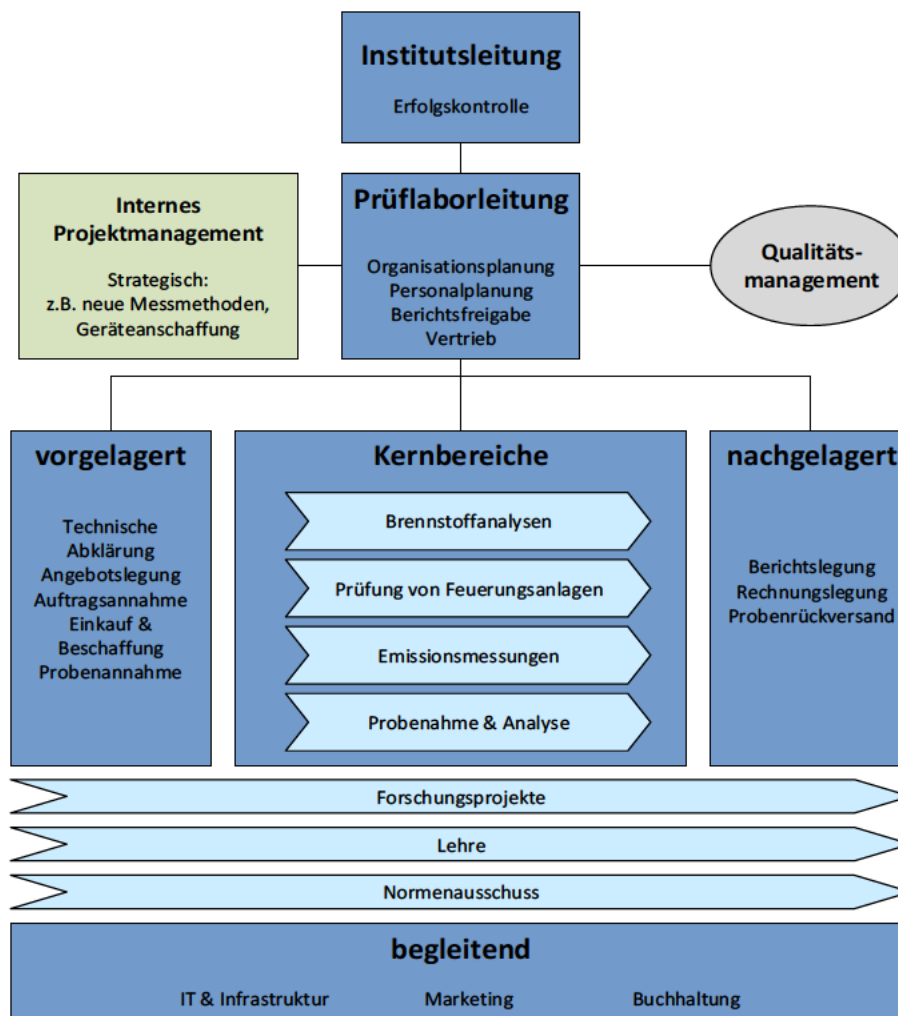


Abbildung 3: Prozessorientierte Organisation - Prüflabor für Feuerungsanlagen der TU Wien<sup>50</sup>

<sup>50</sup> eigene Abbildung

Das Prüflabor beschäftigt aktuell sieben Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (Stand: November 2019), wobei dies weniger als sieben vollzeitäquivalenten Stellen entspricht. Zwei Mitarbeiter führen technische Prüftätigkeiten durch, wobei in einer Prüfmatrix festgehalten ist, für welche Prüfungen die Berechtigung des Mitarbeiters besteht. Das Prüflabor erbringt als Teilorganisation der TU Wien Leistungen für TU-interne und externe Kunden von rund 250.000 Euro (2019) bei ca. 100 Aufträgen jährlich.

Rückläufige Auftragsvolumina in den letzten Jahren haben eine kritische finanzielle Situation hervorgerufen in denen u.a. Maßnahmen im Personalmanagement notwendig wurden. Darüber hinaus sieht sich das Prüflabor aufgrund des technologischen Fortschritts von Heizungssystemen mit einem sich dynamisch verändernden Marktumfeld konfrontiert. Aktuell befindet sich das Prüflabor in einer Phase der Reorganisation, in der Weiterentwicklungen sinnvoll angestoßen werden können. Die in den vergangenen Jahren durchlaufene Situation deutet auf Probleme im Auftragsablauf und einer unzureichend schnellen Anpassungsfähigkeit der Organisation hin. Das umfangreiche Qualitätsmanagementsystem des Prüflabors lässt rasche Änderungen in der Ablauforganisation nicht zu. Es fehlt zudem ein übergeordnetes Konzept, der geeignete Ansatzpunkt und geeignete Methoden, um eine Prozessoptimierung im Prüflabor zu starten.

Das Prüflabor für Feuerungsanlagen der TU Wien ist ein kleines, auftragsgesteuert arbeitendes Labor, welches als Kernkompetenz kleine und mittlere Feuerungsanlagen im Rahmen seiner Akkreditierung prüft. Das weitere Leistungsspektrum umfasst dafür notwendige Analysen und Messungen, wie z.B. Brennstoffanalysen oder Emissionsmessungen bei stationären Anlagen und daran angrenzende Themengebiete, wie z.B. die Probenahme und Analyse von Produkt- und Abgasen. Der große Leistungsumfang führt zu einer hohen Variabilität der Aufträge. Eine Übertragung von Methoden aus GPS zur Prozessoptimierung ist aufgrund dieser Unterschiede zu Fertigungsumgebungen aus der Serienfertigung schwierig, vgl. Kapitel 1.2. Konzepte zur Einordnung von GPS- und erweiterten Lean-Methoden, wie z.B. der Methodenwürfel nach *Fehr et al. (2012)*, stellen ein bereichsübergreifendes Ordnungssystem bereit, um Optimierungsmethoden systematisch einzuteilen und eine problemspezifische Vorauswahl zu treffen. Es gibt jedoch keine Bewertungssystematik in diesem Konzept, welche Probleme klassifiziert und dafür geeignete Optimierungsmethoden verknüpft und quantifiziert. Neben der problemgetriebenen Auswahl an Prozessoptimierungsmöglichkeiten gilt es ein strategisches Konzept des Prüflabors in die Prozessoptimierung miteinzubeziehen, um Optimierungsmaßnahmen zielgerichtet wirken zu lassen.

## 2.2 Zielsetzung

Wie in Kapitel 1.1 dargestellt, liegen derzeit wenig wissenschaftlich fundierte Arbeiten zu Vorgehensweisen einer Prozessoptimierung akkreditierter Prüflabore vor. Hingegen sind im Bereich von klinischen Laboren Prozessverbesserungen im Sinne von Lean Management durch Publikationen dokumentiert, wenngleich diese zum größten Teil nur Teilanwendungen darstellen und den Grundgedanken von Lean-Ansätzen (Lean Thinking), das Vermeiden von Verschwendung in jeglicher Art, nicht durchgängig implementieren.<sup>51</sup> Eine ganzheitliche Sicht auf wirtschaftliche, strategische und laborspezifische Aspekte ist für eine Laborprozessoptimierung mit Lean-Methoden notwendig.<sup>52</sup>

Die Spezifika, Prozesse in einem durch die Akkreditierung vorgegebenen Rahmen und dem Umfeld eines Prüflabors zu optimieren, verlangen nach einem strukturierten Vorgehen. Dazu ist es wichtig erfolgskritische Prozesse des Laborbetriebs ausfindig zu machen, welche einen großen Verbesserungsbeitrag liefern. Bevor eine Suche nach Optimierungsmethoden beginnen kann, ist eine gründliche Analyse der Probleme im Prozessablauf notwendig. Dieser problemorientierte Ansatz führt zu einer Suche nach unterschiedlichsten Optimierungsmethoden, die im Allgemeinen kein übergeordnetes gestalterisches Prinzip vereinen. Dieses unkoordinierte Reagieren auf Probleme, ohne Berücksichtigung übergeordneter Zielvorstellungen, ist zu vermeiden. Dagegen ist eine durch strategische Zielsetzung geleitete Einführung von abgestimmten Optimierungsmethoden anzustreben, um eine langfristig kontinuierliche Verbesserung zu erreichen.<sup>53</sup>

Die Verknüpfung dieses Bottom-Up-Vorgehens, mit auf die Prüflaborstrategie abgestimmten Methoden, ist zentraler Bestandteil der zu konzipierenden laborspezifischen Prozessoptimierung. Dazu muss zuvor eine Auswahl von Optimierungsmethoden erfolgen, die sich grundsätzlich für den Einsatz in akkreditierten Prüflaboratorien eignen. Allgemeine Überlegungen von Lean Management im Umfeld der Anforderungen an Prozesse und dem Managementsystem der Akkreditierungsnorm sind erforderlich.<sup>54</sup>

---

<sup>51</sup> vgl. Poksinska, 2010, S.324

<sup>52</sup> vgl. Halwachs-Baumann, 2010, S.330

<sup>53</sup> vgl. VDI 2870-2, 2012, S.6

<sup>54</sup> vgl. DIN EN ISO/IEC 17025, 2018, S.23ff

Aus den eben genannten Aspekten eines strukturierten Vorgehens zur Prozessoptimierung werden folgende Fragestellungen für das konkrete Prüflabor formuliert, welche es zu beantworten gilt:

**Wie kann ein an die aktuellen und zukünftigen Herausforderungen angepasster ganzheitlich optimierter Laborbetrieb realisiert werden?**

- Wie kann der Prozessablauf in Bezug auf den Stand des Wissens analysiert werden und welche Schwachstellen existieren?
- Wie wird eine geeignete Auswahl von Optimierungsmethoden getroffen?
- Wie sieht der optimale Laborbetrieb für ein Labor mit Charakteristika des konkreten Prüflabors aus?
- Wie müssen die zugehörigen Prozesse und Abläufe innerhalb der Prozesslandkarte des Prüflabors verändert werden?

Dabei adressiert die Analyse des Prozessablaufs und das Ausfindigmachen von Schwachstellen die problemorientierte Auslösung der Prozessoptimierung. Eine geeignete Auswahl an bekannten Optimierungsmethoden von z.B. GPS erfolgt unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen und einer strategischen Ausrichtung des akkreditierten Prüflabors. Dadurch lässt sich ein Soll-Zustand des konkreten Labors beschreiben, der als künftiger Zielzustand betrachtet wird. Davon werden Maßnahmen zur Veränderung der Prozesse und Abläufe im Prüflabor der TU Wien abgeleitet.

Hauptzielsetzung ist es, ein Vorgehensmodell zur Identifikation von Prozessoptimierungsmöglichkeiten Lean Management orientierter Methoden für akkreditierte Prüflabore zu entwickeln. Das Vorgehensmodell zeigt durch eine detaillierte Analyse von erfolgskritischen Prozessen Verbesserungspotentiale auf und verknüpft systematisch eine geeignete Vorauswahl an Optimierungsmethoden. Durch ein Bewertungsverfahren werden die Optimierungsmethoden hinsichtlich ihrer problemspezifischen und unternehmensstrategischen Eignung quantitativ bewertet. Die Validierung des Vorgehensmodells erfolgt an der konkreten Problemstellung des akkreditierten Prüflabors für Feuerungsanlagen der TU Wien. Um den beabsichtigten Zweck des Vorgehensmodells stärker zu präzisieren, wird anhand bestehender und bekannter Ansätze im Folgenden eine Abgrenzung durchgeführt.

## 2.3 Abgrenzung

Der Schwerpunkt standardisierter Methoden und Werkzeuge, die für eine Prozessoptimierung in Betracht gezogen werden, kommen aus dem Bereich Ganzheitlicher Produktionssysteme. Es ist jedoch nicht Ziel, ein Ganzheitliches Produktionssystem in Prüflaboren zu implementieren, da dies für kleine und mittlere Unternehmen aus Kosten- und Kapazitätsgründen nicht zweckmäßig ist.<sup>55</sup> Ganzheitliche Produktionssysteme und deren Methodensammlungen fokussieren vorwiegend auf den direkten Fertigungsbereich einer Großserienfertigung.<sup>56</sup> Im Vorgehensmodell wird spezifisch für die Charakteristika eines akkreditierten Prüflabors eine Auswahl an Methoden und Werkzeugen ausgearbeitet.

Eine weitergehende Ausgestaltung und Adaptionen von Optimierungsmethoden für das Anwendungsgebiet akkreditierter Prüflabore ist nicht Ziel dieser Arbeit. Ebenso setzt das Vorgehensmodell kein neues Prozessmanagementsystem auf oder bedingt eine starke Änderung im Organisationsgefüge, wie dies etwa bei einem radikalen Business-Reengineering-Ansatz der Fall wäre.<sup>57</sup> Ein Top-Down-Vorgehen, der Konfiguration von Prozessen von der Unternehmensführung abwärts, ist nicht angestrebt, da für KMU, wie bereits erwähnt, ein Bottom-Up-Vorgehen durch Abstimmung und Zusammenführung bereits eingeführter methodischer Insellösungen ressourcensparender durchzuführen ist.<sup>58</sup> Das problemorientierte Identifizieren von Verbesserungsmöglichkeiten und Treffen einer geeigneten Wahl an bereits bekannten Optimierungsmethoden durch das Vorgehensmodell ist nicht als Ende des Prozessoptimierungsprozesses zu sehen. Um nachhaltig Prozesse im Sinne von Lean Management zu verbessern, müssen Maßnahmen und Methoden von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern verstanden und akzeptiert werden und kontinuierlich im Alltag Anwendung finden.<sup>59</sup>

Das Vorgehensmodell beschränkt sich auf Laboratorien die akkreditierte Prüftätigkeiten nach *DIN EN ISO/IEC 17025* durchführen, wenngleich die Norm auf alle Organisation, welche Labortätigkeiten durchführen, anwendbar ist.<sup>60</sup> Für jene Laboratorien nehmen der Qualitätsanspruch und die Einhaltung der Vorgaben durch die für die Akkreditierung maßgebenden Normen eine außerordentlich große Rolle ein. Die Vorgaben bezüglich dem Prozess- und Managementsystem dürfen durch keine getroffene Prozessoptimierungsmaßnahme verletzt werden.<sup>61</sup>

<sup>55</sup> vgl. Fehr, Sauber und Schmidt, 2012, S.5

<sup>56</sup> vgl. Merl, 2016, S.102

<sup>57</sup> vgl. Gadatsch, 2013, S.26

<sup>58</sup> vgl. Merl, 2016, S.109

<sup>59</sup> vgl. Lennings, 2019, S.6

<sup>60</sup> vgl. DIN EN ISO/IEC 17025, 2018, S.9

<sup>61</sup> vgl. DIN EN ISO/IEC 17025, 2018, S.43

Durch die Anwendbarkeit des Vorgehensmodells unabhängig der Gewinnausrichtung eines Prüflabors und dessen Einbettung in eine übergeordnete Organisation, wie beispielsweise einer Universität, sind Ermessensentscheidungen im Vorgehen einer Prozessoptimierung unvermeidlich. Unterschiedliche Wertigkeiten und Zielvorstellungen lassen Entscheidungen, z.B. hinsichtlich Sicherheitsbeständen von Ressourcen, stark divergieren. Das Vorgehensmodell gibt deshalb keine determinierten Handlungsanweisungen zur Maßnahmensetzung, um Prozesse zu optimieren. Ein systematisch und weitgehend automatisierbares Vorgehen des Vorgehensmodells endet durch Ausgabe eines quantitativ bewerteten Vorschlags an Optimierungsmethoden, um Verbesserungspotentiale zu nutzen. Dieser Vorschlag dient als Entscheidungsunterstützung, um Maßnahmen zur Prozessoptimierung im konkreten Anwendungsfall abzuleiten und auszuwählen. Die Implementierung der Maßnahmen wird im Vorgehensmodell nicht betrachtet.

Die Validierung des Modells findet an einem Prüflabor mit vergleichsweise geringen Personalressourcen und niedrigen bis mittelhohen Auftragszahlen statt. Die gezogenen Schlüsse mögen eine Einschätzung zur Anwendung unter anderen Rahmenbedingungen zulassen. Diese sind jedoch in keiner Weise als gesichert anzusehen und stellen eine Einschränkung der Generalisierbarkeit des Vorgehensmodells dar.<sup>62</sup>

Bevor ein Vorgehensmodell zur Prozessoptimierung akkreditierter Prüflabore konzipiert wird, werden Methoden des Lean Management und ihre Anwendbarkeit in akkreditierten Prüflaboratorien betrachtet. Die dafür notwendigen Hintergründe aus dem Bereich des Prozess- und Produktivitätsmanagements werden zu Beginn des folgenden Kapitels dargelegt.

---

<sup>62</sup> vgl. Busse, 2017, S.235



### 3 Theoretische Grundlagen

Um eine Prozessoptimierung mit Lean-Methoden durchzuführen, werden zunächst Grundlagen zu Prozessen, Managementtätigkeiten von Prozessen, sowie der systematischen Einteilung und Darstellung von Prozessen in einem Prozessmanagementsystem betrachtet. Da eine Optimierung quantitativ zu bestimmen ist, wird auf Messgrößen, Kennzahlen und wichtige Begriffe des Produktivitätsmanagements eingegangen. Es folgt die Betrachtung von Lean Management, speziell von Ganzheitlichen Produktionssystemen. Dabei wird Rücksicht auf aktuelle Arbeiten zum Stand des Wissens genommen und zwei für das Vorgehensmodell zentrale Methoden näher beschrieben. Den Abschluss dieses Kapitels bildet die Darstellung von Lean Management in akkreditierten Prüflaboratorien mit einer anschließenden Zusammenfassung und einem Fazit, über aktuelle wissenschaftliche Arbeiten Lean-Methoden in Laboratorien zu übertragen.

#### 3.1 Grundlagen Prozess- und Produktivitätsmanagement

Um betriebliche Ziele bestmöglich zu erreichen ist eine Organisation notwendig, die Kommunikations-, Anordnungs- und Kontrollbeziehungen regelt.<sup>63</sup> Hierbei wird die Aufbauorganisation, die Aufgaben und Kompetenzen organisatorischen Teileinheiten zuordnet, von der Ablauforganisation, welche die Ordnung der Arbeitsabläufe in zeitlicher und räumlicher Hinsicht betrachtet, unterschieden.<sup>64</sup> Die Notwendigkeit einer Ablauforganisation gibt den Hinweis, dass Wechselwirkungen mehrerer Beteiligter geregelt werden müssen. Arbeitsteilung folgt der Logik, dass durch Spezialisierung Arbeit produktiver erledigt wird und ist die Grundlage Prozesse der Erstellung von Produkten und Diensten zu analysieren.<sup>65</sup> Normen zum Qualitäts- und Prozessmanagement, wie z.B. *DIN EN ISO 9000* definieren einen Prozess wie folgt:

*„Satz zusammenhängender oder sich gegenseitig beeinflussender Tätigkeiten, der Eingaben zum Erzielen eines vorgesehenen Ergebnisses verwendet“<sup>66</sup>*

Der Begriff „**Prozess**“ umschreibt Tätigkeiten, die aus einem definierten Input einen gewünschten Output erzeugen. Das aus dem Six-Sigma-Management, einem Prozessoptimierungsansatz in Richtung Null-Fehler-Produktion durch ein Instrumentarium aus Methoden der Qualitätstechnik und -statistik,<sup>67</sup> stammende SIPOC-Modell (Supplier, Input, Process, Output, Customer) erweitert den

<sup>63</sup> vgl. Nagel, 1991, S.115

<sup>64</sup> vgl. Schulte-Zurhausen, 2014, S.14

<sup>65</sup> vgl. Jankulik und Piff, 2009, S.20

<sup>66</sup> DIN EN ISO 9000, 2015, S.33

<sup>67</sup> vgl. Brunner, 2014, S.47

Prozessinput bzw. -output noch um die Ressourcen Lieferant bzw. Kunde, die diesen bereitstellen bzw. empfangen.<sup>68</sup>

Koordinierte Tätigkeiten zum Leiten und Lenken von Prozessen einer Organisation werden mit dem Begriff „**Prozessmanagement**“ bezeichnet.<sup>69</sup> Die Managementtätigkeiten, die dabei zur Anwendung kommen, finden sich im PDCA-Kreislauf (Deming Zyklus) wieder, vgl. Abbildung 4. Die immer wieder durchlaufenen vier Phasen (**PLAN, DO, CHECK, ACT**) werden beim Management eines Prozesses verständlich. Die Durchführung eines Prozesses wandelt per Definition den Input in Output um (**DO**). Um Aussagen über den Erfolg treffen zu können, erfolgt eine Messung (**CHECK**). Die nachfolgende Evaluierung bzw. Analyse (**ACT**) wird vom Prozessverantwortlichen und seinem Team durchgeführt und Maßnahmen zur besseren Zielerreichung festgelegt (**PLAN**), vgl. Abbildung 5.<sup>70</sup>

Das Leiten und Lenken aller Prozesse einer Organisation, welches ein Zusammenspiel dieser einzelnen PDCA-Regelkreise ist, wird als Regeln und Steuern des „**Prozessmanagementsystems**“ verstanden.<sup>71</sup> Eine übersichtliche Darstellung der im Prozessmanagementsystem vorhandenen Prozesse stellt eine Prozesslandkarte dar. Sie hat die Funktion eines Inhaltsverzeichnisses in bildlicher Form und stellt angepasst an das Unternehmen die Mission der Organisation dar, wie beispielhaft die Prozesslandkarte eines Wiener Transportunternehmens zeigt, vgl. Abbildung 6.<sup>72</sup>

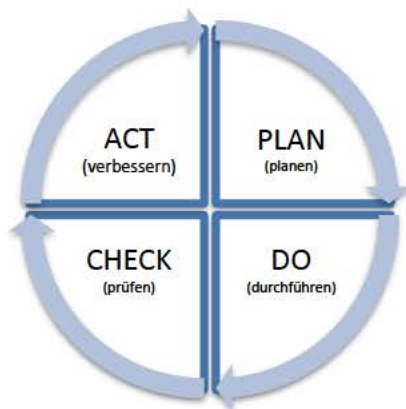


Abbildung 4: PDCA-Kreislauf<sup>73</sup>

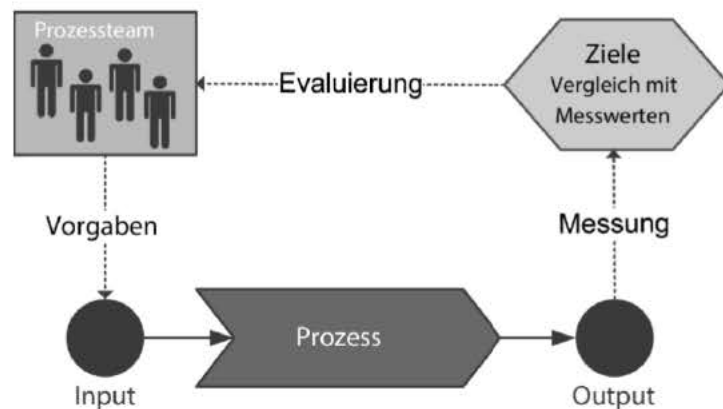


Abbildung 5: Management eines Prozesses<sup>74</sup>

<sup>68</sup> vgl. Wagner und Patzak, 2015, S.32f

<sup>69</sup> vgl. Wagner und Patzak, 2015, S.38

<sup>70</sup> vgl. Wagner und Patzak, 2015, S.39

<sup>71</sup> vgl. Wagner und Patzak, 2015, S.39

<sup>72</sup> vgl. Wagner und Patzak, 2015, S.67

<sup>73</sup> vgl. Wagner und Patzak, 2015, S.38

<sup>74</sup> Abbildung entnommen aus: Wagner und Patzak, 2015, S.39

Die in einer Prozesslandkarte enthaltenen Prozesse werden in vier wesentliche Prozesskategorien eingeteilt, die in einer hierarchielosen Beziehung zueinanderstehen und nur aufgrund ihrer Funktionalität differenziert werden:<sup>75</sup>

**Geschäftsprozesse bzw. Kernprozesse** sind Prozesse, die direkt der Wertsteigerung bei der Produkterstellung oder Erbringung der Dienstleistung dienen. Geschäftsprozesse lassen die Mission der Organisation erkennen.

**Managementprozesse** dienen der strategischen Ausrichtung und bilden den strukturellen Rahmen. Sie decken vor allem die Bereiche der Planung, Zielsetzung, Führung, Ressourcenverwaltung, Controlling und Optimierung ab.

**Unterstützende Prozesse** werden gebraucht, damit andere Prozesse der Organisation existieren können. Ein kennzeichnendes Merkmal von unterstützenden Prozessen ist, dass sie für externe Kunden nicht sichtbar werden. Ein oft zutreffendes Beispiel ist die Lohnverrechnung, ohne der kein Personal für Geschäftsprozesse zur Verfügung stehen würde.

**Mess-, Analyse- und Verbesserungsprozesse (MAV-Prozesse)** dienen der kontinuierlichen Prozessverbesserung der Organisation im Sinne des Deming-Zyklus. MAV-Prozesse werden auch in den Bereich der Management- und unterstützenden Prozesse eingegliedert und nicht als eigene Kategorie genannt.

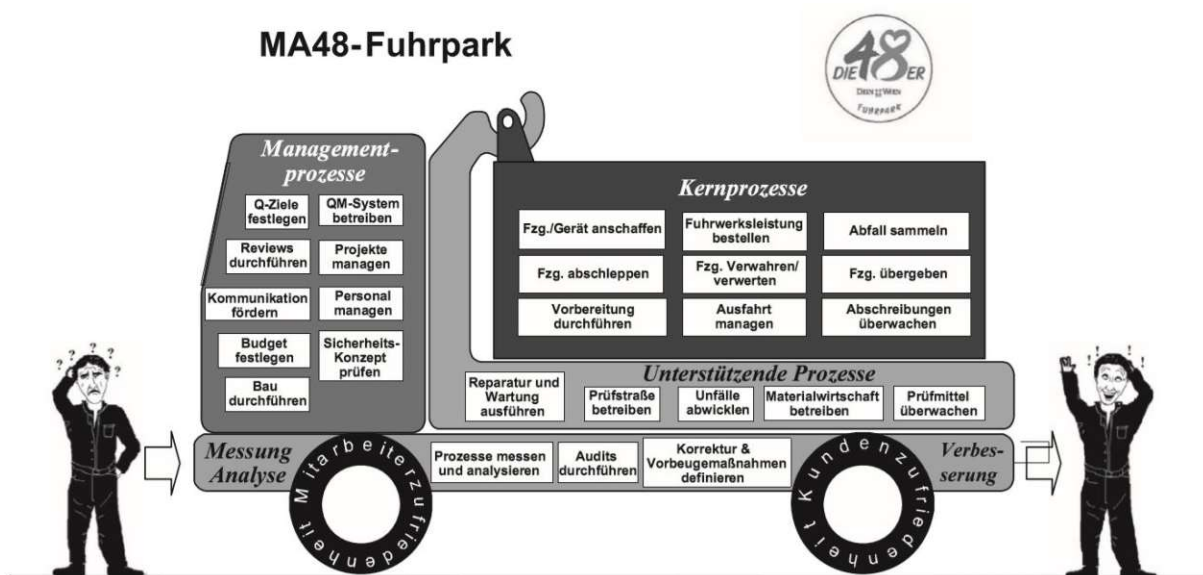


Abbildung 6: Prozesslandkarte eines Transportunternehmens (Beispiel)<sup>76</sup>

<sup>75</sup> vgl. Wagner und Patzak, 2015, S.56ff

<sup>76</sup> Abbildung entnommen aus: Wagner und Käfer, 2017, S.8

Um Prozesse zu bewerten und eine Optimierung quantitativ zu bestimmen, ist die Festlegung von Kennzahlen wichtig:

*„Kennzahlen sind hoch verdichtete Messgrößen, die in präziser, konzentrierter und dokumentierter Form als Verhältniszahlen oder absolute Zahlen über einen zahlenmäßig erfassbaren Sachverhalt berichten, über Entwicklungen einer Unternehmung informieren und strategische Erfolgsfaktoren bilden.“<sup>77</sup>*

**Kennzahlen** erleichtern zeitliche, inner- und zwischenbetriebliche Vergleiche und warnen vor unerwünschten Entwicklungen. Sie haben u.a. folgende Funktionen:<sup>78</sup>

- Entscheidungs- und Koordinationsfunktion
  - Problemerkennung
  - Mustererkennung
  - Übersichtliche Darstellung
- Kontrollfunktion
  - Soll-Ist-Vergleich
  - Zeitvergleich
  - Betriebsvergleich
- Dokumentations- und Informationsfunktion

Jedoch bergen Kennzahlen das Risiko der falschen Interpretation. Deshalb dürfen sie nie isoliert betrachtet werden.<sup>79</sup> Ihre Bedeutung lässt sich steigern, wenn es gelingt ein Kennzahlensystem zu etablieren. Hierin werden für die Organisation wichtige Kennzahlen sinnvoll miteinander verknüpft, um durch eine geordnete Gesamtheit von Kennzahlen möglichst vollständig über einen Sachverhalt zu informieren.<sup>80</sup>

Wichtige Kennzahlen aus dem Bereich Produktivitätsmanagement sind „Produktivität“, „Effektivität“ und „Effizienz“. Sie stehen in enger Beziehung zueinander, da sie einen mengenmäßigen Output zu einem mengenmäßigen Input in Verhältnis setzen. Produktivität stellt diesen Quotienten für Leistungsprozesse bzw. -einheiten auf. Abgrenzend dazu werden Effektivität und Effizienz korrespondierend zu einem definierten Standard aufgestellt.<sup>81</sup> Effektivität gibt Auskunft die „richtigen Dinge zu tun“, um im Wettbewerb Erfolg zu haben. Effizienz beschreibt eine Wirtschaftlichkeit, im Sinne von „die Dinge richtig tun“.<sup>82</sup> Eine effektive und effiziente Leistungserstellung ist für eine langfristige Überlebensfähigkeit eines Unternehmens nötig.<sup>83</sup>

---

<sup>77</sup> Preißler, 2008, S.11

<sup>78</sup> vgl. Sihn u. a., 2016, S.388

<sup>79</sup> vgl. Posluschny, 2007, S.9

<sup>80</sup> vgl. Horváth, 2009, S.507

<sup>81</sup> vgl. Ganz u. a., 2006, (zit. nach: Schlick u. a., 2016, S.6)

<sup>82</sup> vgl. Drucker, 1974, S.36

<sup>83</sup> vgl. Bogaschewsky und Rollberg, 1998, S.7

Es sei anzumerken, dass im Bereich von Dienstleistungen noch kein allgemein akzeptiertes Verständnis von Dienstleistungsproduktivität besteht. Da die quantitative Bestimmung von In- und Output schwierig und mit latenten Unsicherheiten behaftet ist.<sup>84</sup> Modelle teilen den Dienstleistungsprozess in drei Teile: „Backoffice“, „Service Encounter“ und „Selfservice“, welche sich durch die stattfindende Interaktion von Kunde und Dienstleister unterscheiden. Damit lässt sich die Dienstleistungsproduktivität durch drei Teileffizienzen darstellen.<sup>85</sup>

## 3.2 Lean Management

Um die Produktivität einer Organisation zu erhöhen, besteht eine Möglichkeit in Verringerung des Inputs bei gleichbleibendem Output. Dies ist die Folge bei Konzentration auf Wertschöpfung und Eliminierung von Verschwendung jeglicher Art, dem Einführen einer **schlanken Produktion** (Lean Production). Alle nicht notwendigen Aktivitäten und Ressourcen, um den Wert eines Produkts zu steigern, gelten als überflüssig. Die Prinzipien und Ansätze dieser Verschlinkung sind nicht auf die Produktion begrenzt und wurden auch in andere Bereiche, wie z.B. Logistik, Administration, oder IT übertragen.<sup>86</sup> Deshalb werden sie heutzutage unter dem Überbegriff Lean Management zusammengefasst. **Lean Management** wird als konsequente Ausrichtung auf den Kunden, durch Reduzierung und Konzentration auf das, was für den Kunden einen Wert darstellt, verstanden.<sup>87</sup> Darüber hinaus wurden unter dem Begriff des „**Lean Thinking**“ fünf allgemeine Lean-Gedanken festgehalten:<sup>88</sup>

- **Wert** aus Sicht des Endkunden spezifizieren
- **Wertstrom** identifizieren und Verschwendung sichtbar machen
- **Fluss**: einen unterbrechungsfreien Wertstromfluss erzeugen
- **Pull**: der Kunde bestimmt die Taktzeit
- **Perfektion**: Streben nach Perfektion durch kontinuierliche Verbesserung

Im deutschsprachigen Raum sind Konzepte aus dem Lean Management hauptsächlich im Kontext Ganzheitlicher Produktionssysteme bekannt. GPS betrachten die schlanke Produktion des Toyota-Produktionssystems als Grundlage, bauen jedoch auch auf Elementen des Taylorismus und Konzepten innovativer Arbeitsformen auf.<sup>89</sup> Sie werden im Folgenden näher vorgestellt und in Bezug zu akkreditierten Prüflaboren betrachtet.

<sup>84</sup> vgl. Schlick u. a., 2016, S.7f

<sup>85</sup> vgl. Grönroos und Ojasalo, 2004, S.417

<sup>86</sup> vgl. Sihn u. a., 2016, S.164

<sup>87</sup> vgl. Brunner, 2014, S.74

<sup>88</sup> vgl. Womack, 2002, S.4

<sup>89</sup> vgl. VDI 2870-1, 2012, S.2

### 3.2.1 Ganzheitliche Produktionssysteme

Als durch die Wettbewerbsstärke Toyotas erkannt wurde, dass die Stärken einer schlanken Produktion erst in einem abgestimmten Produktionssystem lagen, entwickelte sich in Deutschland der Begriff des Ganzheitlichen Produktionssystems.<sup>90</sup> Federführend wurde durch den Verein Deutscher Ingenieure (VDI) die zweiteilige Richtlinie VDI 2870 erarbeitet. Sie dient als Handlungshilfe zur Einführung und Verbesserung von GPS.<sup>91</sup> Die Richtlinie hat Ansätze verschiedener Autoren zu einem allgemeinen Aufbau zusammengefasst. Ein **Ganzheitliches Produktionssystem** wird wie folgt definiert:

*„Ein Ganzheitliches Produktionssystem stellt ein unternehmensspezifisches, methodisches Regelwerk zur umfassenden und durchgängigen Gestaltung der Produktion dar. Ziel dabei ist es, den Veränderungstreibern unter Berücksichtigung organisatorischer, personeller und wirtschaftlicher Aspekte zu begegnen.“<sup>92</sup>*

Der durchgängig strukturierte Aufbau von Unternehmenszielen bis zum Verbesserungswerkzeug ist der wesentliche Unterschied eines Ganzheitlichen Produktionssystems von herkömmlichen Ansätzen Lean-Methoden umzusetzen, vgl. Abbildung 7.<sup>93</sup> GPS sind nicht auf den Anwendungsbereich der Produktion begrenzt, sondern grundsätzlich für alle Prozesse im Unternehmen gültig, wenngleich eine Einschränkung der Richtlinie auf produzierende Unternehmen vorgenommen wird.<sup>94</sup> Es werden dabei acht Gestaltungsprinzipien aufgestellt, denen 35 weitverbreitete und beschriebene Methoden untergeordnet werden, vgl. Abbildung 8.

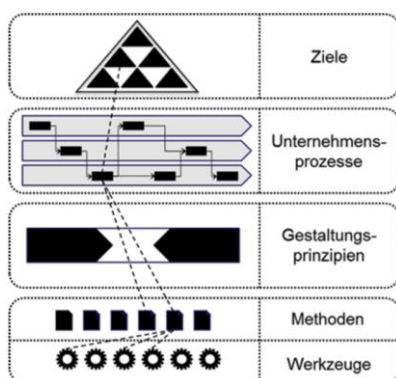


Abbildung 7: Struktur Ganzheitlicher Produktionssysteme<sup>95</sup>



Abbildung 8: Gestaltungsprinzipien Ganzheitlicher Produktionssysteme nach VDI 2870-1 (2012)<sup>96</sup>

<sup>90</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.19

<sup>91</sup> vgl. VDI 2870-1, 2012, S.3

<sup>92</sup> Dombrowski, Palluck und Schmidt, 2006, S.114

<sup>93</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.27

<sup>94</sup> vgl. VDI 2870-1, 2012, S.3

<sup>95</sup> Abbildung entnommen aus: Dombrowski und Mielke, 2015, S.28

<sup>96</sup> Abbildung entnommen aus: Dombrowski und Mielke, 2015, S.29

Im Kontext Ganzheitlicher Produktionssysteme beschreibt der Begriff „Methode“ eine standardisierte Vorgehensweise zur Erreichung von Unternehmenszielen, während ein „Werkzeug“ ein standardisiertes physisch vorhandenes Mittel (inklusive Software) zur Anwendung von Methoden bezeichnet.<sup>97</sup> So können einer Methode mehrere Werkzeuge zugeordnet sein. Die Zuordnung zu „Gestaltungsprinzipien“ stellt eine gemeinsame Ausrichtung der Methoden und Werkzeuge sicher. Sie sind als „flexibler Standard“ zu sehen und schöpfen durch unternehmensspezifisches Anpassen Verbesserungspotentiale optimal aus.<sup>98</sup>

Im Folgenden werden die **Gestaltungsprinzipien** durch Vorstellung ausgewählter Methoden und Werkzeuge näher erläutert. Die Auswahl berücksichtigt die Relevanz der Methoden und Werkzeuge zur Prozessoptimierungsanwendung an kleinen Dienstleistungsunternehmen bzw. im Speziellen an Prüflaboren, vgl. Kapitel 3.3.2.

### 1) Vermeidung von Verschwendung:

Das Vermeiden von Verschwendung bildet, wie in Abbildung 8 dargestellt, die Basis aller Gestaltungsprinzipien und ist neben der kontinuierlichen Verbesserung eines der wichtigsten. Alle nicht wertschöpfenden Tätigkeiten stellen grundsätzlich Verschwendung dar. Dennoch ist bei nicht wertschöpfenden Tätigkeiten in nicht notwendige und notwendige Tätigkeiten zur Unterstützung der wertschöpfenden Tätigkeiten zu unterscheiden, vgl. Abbildung 9.<sup>99</sup> Neben Verschwendung ist auch eine Überlastung und Unausgeglichenheit sowohl bei Mensch, als auch Maschine zu vermeiden. Das System würde auf Spitzenlast ausgelegt werden und bei mittlerer Auslastung Verschwendung generieren.<sup>100</sup> Verschwendung ist in der Produktion in sieben Arten anzutreffen:

- Überproduktion
- Bestände
- Transport
- Wartezeiten
- Ausschuss/Nacharbeit
- Bewegung
- unnötige Bearbeitungsschritte

<sup>97</sup> vgl. VDI 2870-1, 2012, S.6f

<sup>98</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.30

<sup>99</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.32

<sup>100</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.33

Die Zuordnung von Tätigkeiten in diese sieben Arten ist in der VDI 2870-2 Richtlinie als Methode **Verschwendungsbewertung** festgehalten.<sup>101</sup> Im Zuge eines „Waste Walk“ können entlang des Produktflusses wertschöpfende bzw. nicht-wertschöpfende Vorgänge festhalten werden.<sup>102</sup>

Eine weitere Methode, welche eine hohe Ausbringungsflexibilität erreichen möchte, ist **Chaku-Chaku** (japanisch für: Laden-Laden). Durch eine wertstromorientierte Anordnung der Fertigungseinheiten sollen die Wege zwischen den Bearbeitungsstationen für die Arbeitskräfte minimal sein. Die Bearbeitungsprozesse müssen dabei möglichst mechanisiert und die Maschinenprozesszeiten gering sein.<sup>103</sup> Zur Visualisierung des Produktflusses und der wertstromorientierten Anordnung des Fertigungsprozesses eignet sich das **Spaghetti-Diagramm**. Darin werden kontextbezogen z.B. der Produktfluss oder die Laufwege im Grundrissplan festgehalten. Abbildung 10 zeigt beispielhaft ein Spaghetti-Diagramm des Weges einer Probe in einem klinischen Labor.<sup>104</sup>

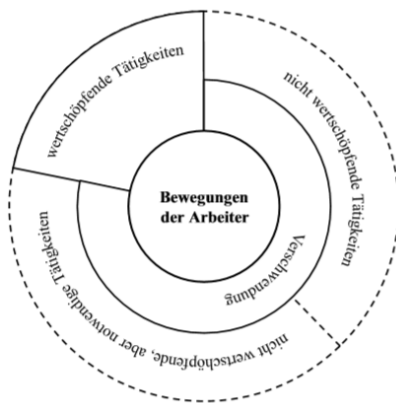


Abbildung 9: Wertschöpfung und Verschwendung<sup>105</sup>

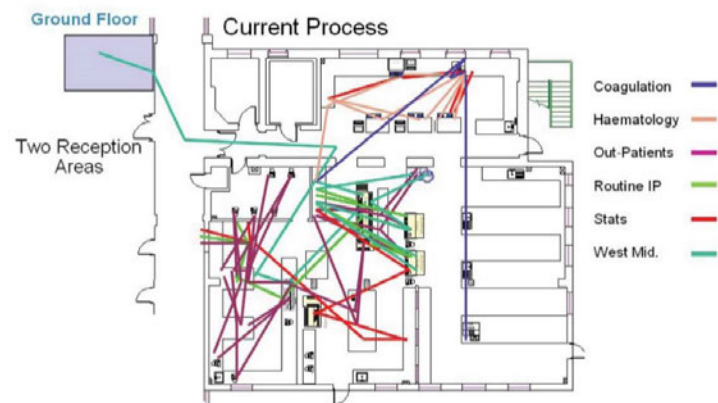


Abbildung 10: Spaghetti-Diagramm einer Probe in einem klinischen Labor (Beispiel)<sup>106</sup>

## 2) Kontinuierlicher Verbesserungsprozess:

Ein Kerngedanke von GPS ist das Streben nach Perfektion, welcher sich im Gestaltungsprinzip Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP), dem japanischen „Kaizen“ angelehnt, äußert. Hierbei sind die Planung und Gestaltung eines **Ideenmanagements**, als auch die Anwendung eines iterativen Regelkreises, meist der weitverbreitete **PDCA-Zyklus**, methodische Bestandteile.<sup>107</sup> Das Ideenmanagement im KVP ist eine Weiterentwicklung des betrieblichen

<sup>101</sup> vgl. VDI 2870-2, 2012, S.108

<sup>102</sup> vgl. Wagner und Patzak, 2015, S.236

<sup>103</sup> vgl. VDI 2870-2, 2012, S.99

<sup>104</sup> vgl. Villa, 2010, S.345

<sup>105</sup> Abbildung entnommen aus: Dombrowski und Mielke, 2015, S.33

<sup>106</sup> Abbildung entnommen aus: Villa, 2010, S.346

<sup>107</sup> vgl. VDI 2870-1, 2012, S.14f



Vorschlagswesens (spontane Ideenfindung), durch oder in Kombination mit einer gelenkten Ideenfindung in KVP-Workshops.<sup>108</sup> Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sollen motiviert werden durch Eigeninitiative sofort umsetzbare Verbesserungsvorschläge in ihrem Tätigkeitsumfeld, im Idealfall jeden Tag, aufzuzeigen und so das Streben nach Verbesserung in der Unternehmenskultur fest verankert werden.<sup>109</sup>

Ebenfalls relevant in diesem Gestaltungsprinzip sind Audits und Benchmarking. Ein **Audit** ist eine unabhängig durchgeführte, dokumentierte, objektive Auswertung, inwieweit Kriterien von Prozessen und Methoden erfüllt werden.<sup>110</sup> In einem akkreditierten Prüflabor hat ein externes Audit naturgemäß regelmäßig im Zuge der Akkreditierungsverlängerung durch die Akkreditierungsstelle zu erfolgen. Es finden auch interne Audits durch den Qualitätsmanager statt, um die im KVP weiterentwickelten unternehmensinternen Prozesse hinsichtlich Konformität mit den zugrunde liegenden Normen der Akkreditierung und des Qualitätsmanagementsystems regelmäßig zu überprüfen.

Beim **Benchmarking** wird mit Kennzahlen ein systematischer Vergleich von Unternehmensprozessen erreicht. Dieser kann, wenn möglich mit Mitbewerbern der eigenen Branche oder intern zwischen verschiedenen Prozessen geschehen, um Best-Practice-Prozesse und Hauptverbesserungspotentiale sichtbar zu machen.<sup>111</sup>

### 3) Standardisierung:

Ein Standard beschreibt die nach aktuellem Kenntnisstand bestmögliche Ausführungsvorschrift und schafft so die Voraussetzung für einen einfachen Wissenstransfer im Unternehmen. Er gibt einen verbindlichen Handlungsrahmen vor und ist als Anleitung und Entscheidungshilfe zur Bewältigung neuer Aufgaben zu sehen.<sup>112</sup> Die Methode **Prozessstandardisierung** wendet dieses Konzept auf Prozesse an. Improvisation und unerwünschte Handlungen, sowie Abweichungen von einem stabilen, planbaren Prozess werden reduziert. Insbesondere in der Einführungsphase von Prozessstandards ist darauf zu achten, dass diese nicht als starr anzusehen sind und im Sinne des KVP ständig weiterentwickelt werden sollen, vgl. Abbildung 11.<sup>113</sup>

<sup>108</sup> vgl. VDI 2870-2, 2012, S.59

<sup>109</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.52

<sup>110</sup> vgl. VDI 2870-2, 2012, S.50

<sup>111</sup> vgl. VDI 2870-2, 2012, S.54

<sup>112</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.66f

<sup>113</sup> vgl. VDI 2870-2, 2012, S.13

Im Mikroumfeld von Arbeitskräften lässt sich die **5S-Methode** anwenden, um einen Best-Practice Arbeitsablauf zu standardisieren. Dabei werden fünf Schritte durchlaufen, vgl. Abbildung 12:<sup>114</sup>

- Aussortieren von überflüssigen Gegenständen
- Aufräumen – Grundordnung im Arbeitsbereich festlegen
- Sauberhalten des Arbeitsplatzes
- Standardisieren – Verbesserungen aufrechterhalten
- Selbstdisziplin – Durchführung der Methode zur Gewohnheit machen

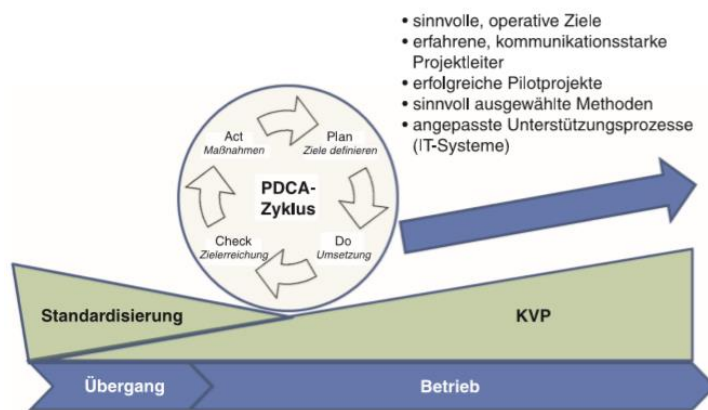


Abbildung 11: Nachhaltige Kontinuierliche Verbesserung<sup>115</sup>

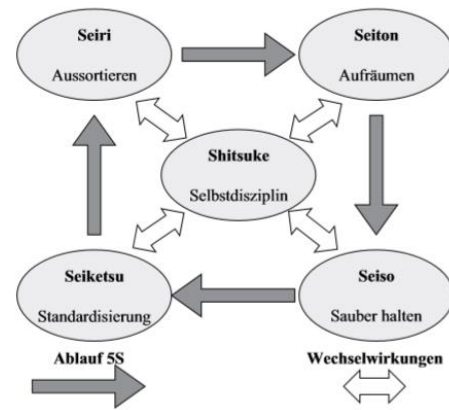


Abbildung 12: 5S-Methode<sup>116</sup>

#### 4) Null-Fehler-Prinzip:

Eine fehlerfreie Produktion ohne Nacharbeit oder Ausschuss ist ein Grundprinzip von GPS, wenngleich sie in Realität nie ganz erreicht werden kann. Fehler werden in GPS allerdings als Chance gesehen, Schwachstellen im Prozess zu identifizieren und daraus zu lernen.<sup>117</sup> Die Fehlerweitergabe an nachfolgende Prozesse soll unterbunden und der Mitarbeiter in der Problemanalyse stark eingebunden werden.<sup>118</sup>

Eine einfache und wirksame Methode, um eine systematische Ursachenanalyse durchzuführen, ist die **5-x-Warum-Methode**. Hier werden beim Auftreten eines Problems kaskadenartig „Warum“-Fragen gestellt, bis die vermeintliche Ursache gefunden wurde und Lösungsmaßnahmen ergriffen werden können. Die fünfmalige Iteration gilt lediglich als Empfehlung. Es ist wichtig die Methode vor Ort am betroffenen Prozess durchzuführen und mit der wahrscheinlichsten Ursache zu beginnen. Dabei können Methoden wie Brainstorming oder das Ishikawa-Diagramm

<sup>114</sup> vgl. VDI 2870-2, 2012, S.9

<sup>115</sup> Abbildung entnommen aus: VDI 2870-1, 2012, S.29

<sup>116</sup> Abbildung entnommen aus: Dombrowski und Mielke, 2015, S.70

<sup>117</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.80

<sup>118</sup> vgl. VDI 2870-1, 2012, S.13f

unterstützen. Beim **Ishikawa-Diagramm** wird für ein Problem und deren mögliche Einflussgrößen eine Ursache-Wirkungsbeziehung in Form von Fischgräten grafisch dargestellt. Ein Beispiel mit den häufigsten Ursachenklassen Mensch, Methode, Maschine, Material, Management und Milieu ist in Abbildung 13 dargestellt. Es können aber auch andere Ursachenklassen aufgestellt werden.<sup>119</sup>

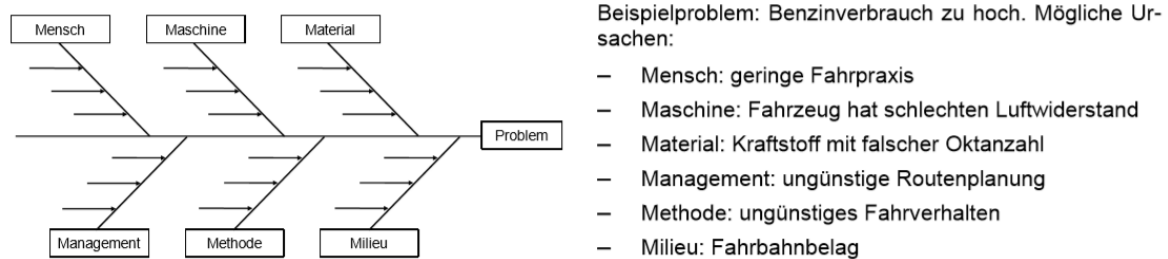


Abbildung 13: Ishikawa-Diagramm (Beispiel)<sup>120</sup>

## 5) Fließprinzip:

Um ein effizientes Produktionssystem zu gestalten ist es wichtig, alle Prozesse so miteinander zu verknüpfen, dass ein kontinuierlicher Fluss entsteht. Ausgehend vom Idealzustand, dem „One Piece Flow“, sollen alle Verbesserungsmaßnahmen eine systematische Relevanz haben. Vor diesem Hintergrund ist das Fließprinzip langfristig als Richtungsgeber zu einem idealen Produktionssystem zu verstehen. Eine wichtige Methode ist dabei die **Wertstromplanung**. Dabei werden die Material- und Informationsflüsse einer Produktparte analysiert und die Ist-Situation aufgenommen. In der anschließenden Design-Phase wird ein Soll-Zustand konzipiert und die Maßnahmen zur Erreichung dieses Zustands abgeleitet, vgl. Abbildung 14.<sup>121</sup>



Abbildung 14: Wertstromplanung<sup>122</sup>

Die Anlagen in Bearbeitungsreihenfolge anzuordnen ist Teil der Methode **U-Layout**. Die einzelnen Stationen einer Montageeinheit in einem in der Draufsicht U-förmigen Profil soll die Ausbringung flexibilisieren und Zusammenarbeit der Mitarbeiterinnen

<sup>119</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.84ff

<sup>120</sup> Abbildung entnommen aus: VDI 2870-2, 2012, S.29

<sup>121</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.96ff

<sup>122</sup> Abbildung entnommen aus: Dombrowski und Mielke, 2015, S.98

und Mitarbeiter stärken. Es wird dabei eine Linienfertigung mehrerer Arbeitsschritte erzeugt und von der strikt funktionalen Trennung losgelöst. In der höchsten Entwicklungsstufe des U-Layouts ist ein gesamtes Werk in einer übergeordneten U-Linie ausgerichtet.<sup>123</sup>

## 6) Pull-Prinzip:

Dieses Prinzip impliziert, dass keine Leistungen produziert werden, bevor sie der stromabwärtsliegende Kunde anfordert und somit an der Versorgungskette „zieht“ („pull“).<sup>124</sup> Hier wird die Notwendigkeit einer ganzheitlichen Betrachtung sichtbar. Bereits in einem frühen Stadium der Leistungserstellung müssen die Kundenerfordernisse bekannt sein, da kein Bedarf an nicht anforderungskonformen oder fehlerhaften Produkten besteht. Dies erfordert hohe Qualitätsansprüche vom Leistungsherstellungs- bis zum Auftragsabwicklungsprozess. Gemeinsam mit dem Fließprinzip trägt das Pull-Prinzip zur Vermeidung hoher Bestände bei.<sup>125</sup> Die Methode **Supermarkt** kann für Laboratorien, die Verbrauchsmaterial im Arbeitsablauf zur Verfügung stellen müssen, relevant sein. Es handelt sich um eine Pufferfläche, die Prozesse entkoppelt und den Servicegrad erhöht. Die Bestände sind dabei absolut transparent und werden regelmäßig entsprechend aufgefüllt.<sup>126</sup>

## 7) Mitarbeiterorientierung und zielorientierte Führung:

Nur die ganzheitliche Betrachtung der Anforderungen von Technik, Organisation und Mensch führen zum Erfolg, dabei wird die Komponente Mensch bei GPS Implementierungen oft zu wenig berücksichtigt. Auf der einen Seite begegnen Produktionsmitarbeiterinnen und -mitarbeiter Verbesserungsmaßnahmen meist skeptisch, da darin die Angst der Überflüssigkeit der eigenen Arbeitstätigkeit innewohnt. Auf der anderen Seite werden Vorschläge von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern niedrigerer Hierarchiestufen von Führungskräften als Kritik empfunden, da sie nach dem tayloristischen Rollenbild diese entdecken hätten müssen. Ziel ist es daher das tägliche Zusammenspiel von Mitarbeitern und Führungskräften zu wandeln und im Sinne einer lernenden KVP-Organisation zu verbessern.<sup>127</sup> In der VDI 2870-2 wird das **Zielmanagement** vorgestellt. Dabei werden Unternehmensziele durchgängig bis auf die Mitarbeiterebene herunter gebrochen und gemeinsam zwischen Führungskraft und Mitarbeiter vereinbart. Zur Durchführung von Rückkopplungsschleifen zur Verbesserung der Prozesse und

<sup>123</sup> vgl. VDI 2870-2, 2012, S.80

<sup>124</sup> vgl. VDI 2870-1, 2012, S.14

<sup>125</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.83

<sup>126</sup> vgl. VDI 2870-2, 2012, S.95

<sup>127</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.129

gegebenenfalls Anpassung der Ziele kann die Methode Shopfloor Management unterstützen.<sup>128</sup>

### 8) Visuelles Management:

Durch eine bildliche Darstellung von Informationen über Arbeitsabläufe und Ergebnisse soll ein guter Überblick geschaffen werden.<sup>129</sup> Mit der Methode **Shopfloor Management** können Abweichungen des Zielverfolgungspfades kurzzyklisch überprüft und sichtbar gemacht werden. Dabei wird am „Ort der Wertschöpfung“ geführt und die operativen Mitarbeiter somit in den Mittelpunkt gestellt. Die Kommunikationsprozesse werden zu wertschöpfungszentrierten, effizienten Besprechungen, in denen die Führungskraft vermehrt durch Coaching die Mitarbeiter zur eigenen Lösungsfindung lenkt, angepasst.<sup>130</sup>

Bei dieser exemplarischen Auswahl von Methoden und Werkzeugen Ganzheitlicher Produktionssysteme zu den acht Gestaltungsprinzipien wurde auf eine grundsätzliche Anwendbarkeit in Prüflaboren geachtet. Eine Studie über die Anwendung von adaptierten Lean-Methoden in klinischen Laboratorien Namibias zeigt, dass hauptsächlich Methoden, welche einfach anwendbar sind und keiner aufwendigen statistischen Analyse bedürfen, eingesetzt werden. Dies sind im Wesentlichen Methoden zur Standardisierung, Ursachenanalyse, visuellem Management, kontinuierlicher Verbesserung, kontinuierlicher Fluss, Arbeitsplatzgestaltung und Wertstromanalyse.<sup>131</sup>

Um Methoden zu einem Ganzheitlichen Produktionssystem aufzubauen, ist eine Ausrichtung an Unternehmenszielen nötig. Die *VDI 2870-1 (2012)* geht von einem allgemeinen Zielfestlegungsprozess aus, der von Vision und Mission über Ableitung in immer konkretere Stufen über die Strategie zu den Zielen führt, vgl. Abbildung 15. Die Vision und Mission gibt den Standpunkt der Organisation in der Zukunft und die zugrundeliegende Unternehmensphilosophie wieder. Daraus werden noch teilweise unkonkrete Strategien für die Organisation bzw. betrachtete Prozesse formuliert, die das Erreichen der Vision und Mission langfristig sicherstellen. Konkretisierte Vorgaben für einzelne Prozesse münden in Zielen, welche spezifisch, messbar, akzeptiert, realistisch und terminiert zu gestalten sind.<sup>132</sup>

Um Methoden für eine spezifische Zielerreichung auszuwählen, werden Ziele in drei generischen Zieldimensionen: Qualität, Kosten und Zeit aufgeteilt. Die *VDI 2870-1 (2012)* gibt die Wirkung ihrer dargestellten Methoden und Werkzeuge ebenfalls in

<sup>128</sup> vgl. VDI 2870-2, 2012, S.66

<sup>129</sup> vgl. VDI 2870-1, 2012, S.16

<sup>130</sup> vgl. VDI 2870-2, 2012, S.47

<sup>131</sup> vgl. Isack u. a., 2018, S.143f

<sup>132</sup> vgl. VDI 2870-1, 2012, S.8f

diesen drei generischen Zieldimensionen, in einer dreistufigen Skala, an.<sup>133</sup> Die drei Zieldimensionen werden in weiterführender Literatur üblicher Weise noch um die Zieldimension „Flexibilität“ erweitert.<sup>134,135</sup>



Abbildung 15: Zielfestlegungsprozess<sup>136</sup>

Der Aufbau ganzheitlicher Produktionssysteme durch Gestaltungsprinzipien, Methoden und Werkzeuge und ihre Ausrichtung auf Ziele bzw. Zieldimensionen wurde in den Grundzügen dargestellt. Die vorgestellten Methoden und Werkzeuge sind für eine einfache Anwendung geeignet und werden als gut bekannte und standardisierte Methoden im Vorgehensmodell in die Ausgangsmenge an möglichen Optimierungsmethoden aufgenommen. Der aktuelle Stand des Wissens hinsichtlich Ganzheitlicher Produktionssysteme, ihrer Übertragung in andere Unternehmensbereiche und einem effizienten Laborbetrieb werden in den folgenden Unterkapiteln dargestellt.

<sup>133</sup> vgl. VDI 2870-2, 2012, S.4

<sup>134</sup> vgl. Werner, 2013, S.31

<sup>135</sup> vgl. Merl, 2016, S.233ff

<sup>136</sup> vgl. VDI 2870-1, 2012, S.8

### 3.2.2 Ausgewählte Methoden Ganzheitlicher Produktionssysteme

Um aktuelle Entwicklungen im Bereich Ganzheitlicher Produktionssysteme und effizientem Laborbetrieb aufzufinden, wird eine systematische Recherche im Online-Bibliothekskatalog der TU Wien (<https://catalogplus.tuwien.ac.at/>) und in der Online-Suchmaschine Google Scholar (<https://scholar.google.com/>) durchgeführt.

Eine systematische Recherche (SLR, englisch: „Systematic Literature Review“) ist ein transparenter und nachvollziehbarer Rechercheprozess. Die verwendete Vorgehensweise wird explizit angegeben, wodurch die Ergebnisse reproduzierbar und aktualisierbar sind.<sup>137</sup> Im Zuge dieser Recherche wird ein Prozess, wie in Abbildung 16 dargestellt verfolgt.

Die in Prozessschritt 2 erstellten Protokolle über die Vorgehensweise zur Recherche, inklusive Definition des Zwecks und der Anfangsfrage, befinden sich im Anhang 7.1. Da eine webbasierte Recherche durchgeführt wird, werden die Prozessschritte 3 und 4 gemeinsam mit dem Konfigurieren der Suchmaske durchlaufen. Es werden dabei weitere Suchbegriffe oder -bedingungen eingegeben, bis eine überschaubare Anzahl an Suchergebnissen für die Überprüfung der Qualität der Ergebnisse erzielt wird. Durch Lesen des Titels und des Abstracts werden die gefundenen Beiträge in Schritt 5 auf Relevanz zur Beantwortung der Anfangsfragen überprüft. Werden dabei Anregungen zur Bestimmung neuer Suchbegriffe gefunden, wird eine Schleife zu Schritt 3 vollzogen. Das Beenden der Suchiterationen ist eine Konsequenz aus Anzahl der Funde, der verfügbaren Zeit oder einem logischen Abbruchkriterium.<sup>138</sup> Die durchgeführte Recherche wird abgebrochen, wenn keine neuen relevanten Funde durch den Einsatz neuer Suchbegriffe mehr generiert werden können, spätestens jedoch nach acht Arbeitstagen Recherchezeit. Die Schritte 6 bis 8 bilden das Verfassen der Kapitel 3.2.2 und Kapitel 3.3. Manche Ergebnisse werden auch in anderen Teilen der Arbeit, wie z.B. Kapitel 3.4 eingearbeitet. Eine Auswertung der Anzahl der gefundenen, relevanten und verwendeten Quellen ist in Abbildung 17 dargestellt.

Bei Anwendung von Lean-Methoden im Bereich klinischer Laboratorien und dem Krankenhauswesen ist die Wertstrommethode als häufigste Anwendung einer Lean-Methode bekannt.<sup>139</sup> Durch Untersuchung und Berücksichtigung aller Schritte einer Prozesskette und einer sehr allgemeinen Anwendbarkeit bietet sie großes Potential für Prozessverbesserungen in Prüflaboren Anwendung zu finden. Im folgenden Unterkapitel wird auf aktuelle Entwicklungen der Wertstrommethode eingegangen.

<sup>137</sup> vgl. Mallett u. a., 2012, S.445f

<sup>138</sup> vgl. Petticrew und Roberts, 2006, S.100

<sup>139</sup> vgl. Poksinska, 2010, S.319

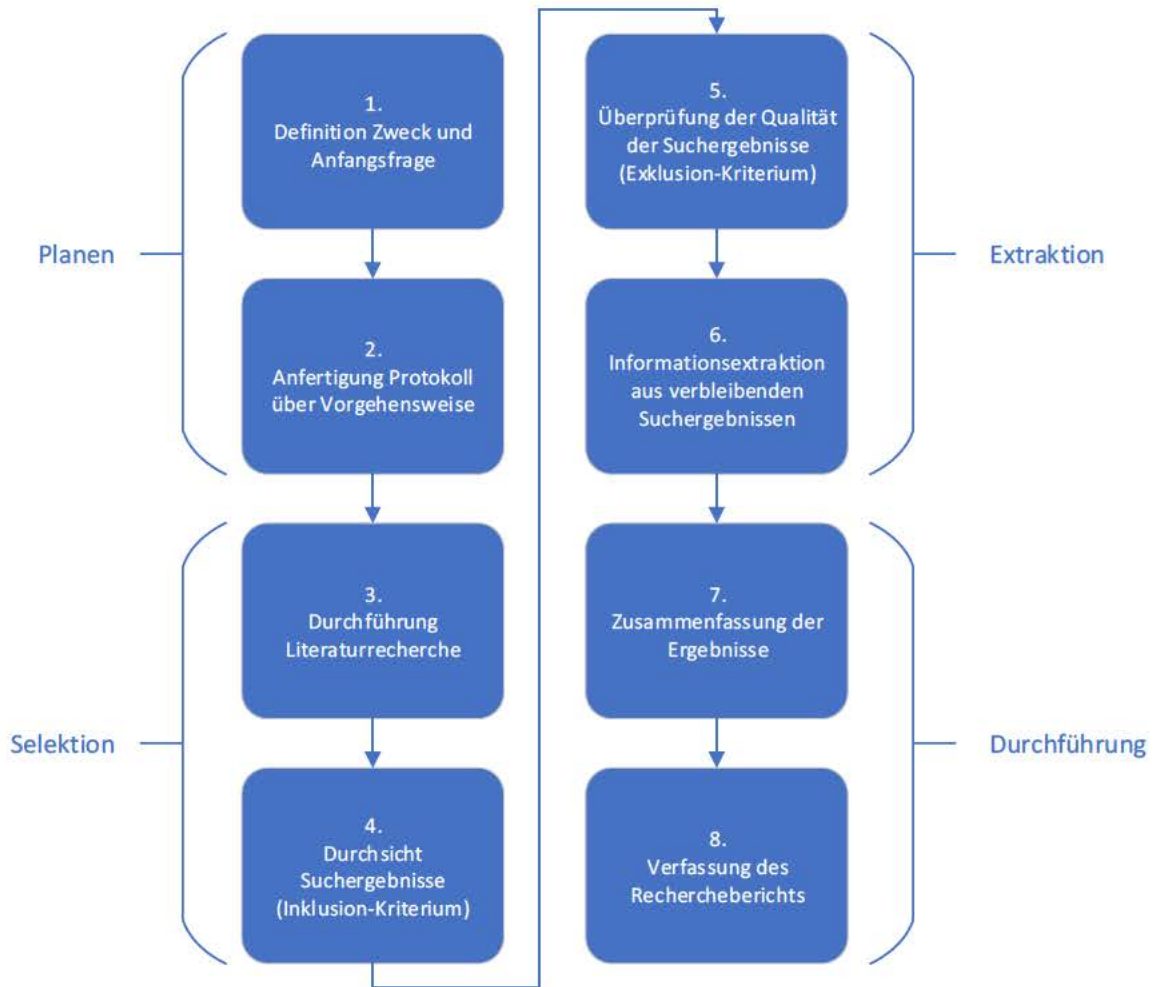


Abbildung 16: Prozessschritte zur Durchführung einer systematischen Recherche<sup>140</sup>

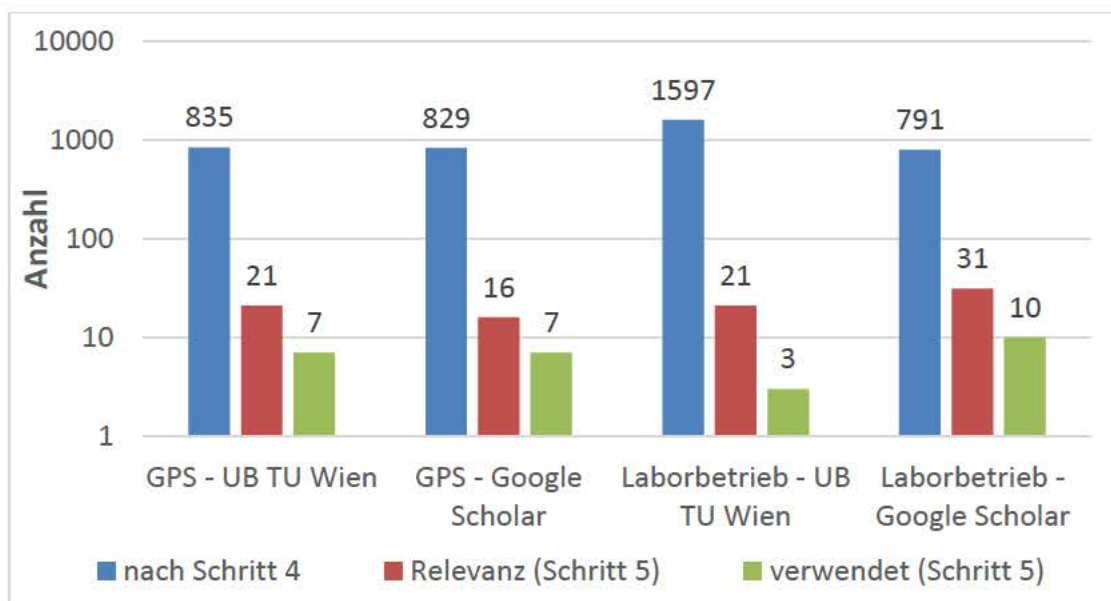


Abbildung 17: Auswertung der systematischen Recherche nach Themengebiet & Datenbank<sup>141</sup>

<sup>140</sup> vgl. Okoli und Schabram, 2010, S.9

<sup>141</sup> eigene Abbildung



### 3.2.2.1 Wertstrommethode 4.0

Die Digitalisierung der Produktion unter dem Begriff „Industrie 4.0“ verspricht neue Möglichkeiten Prozesse effizienter zu gestalten. Neue Ansätze streben ein digitales Wertstromabbild durch Vernetzung von Informationsflüssen horizontal entlang des Wertstroms, sowie vertikal in Planungs-, Steuerungs- und Monitoringsysteme in Echtzeit an.<sup>142</sup> Die Wertstrommethode (WSM) 4.0 teilt sich wie die klassische Methode (Wertstromplanung) in die Phasen Wertstromanalyse (WSA) 4.0 und Wertstromdesign (WSD) 4.0. Sie bietet eine um den Bereich der Informationslogistik erweiterte ganzheitliche Betrachtung des Wertstroms.<sup>143</sup>

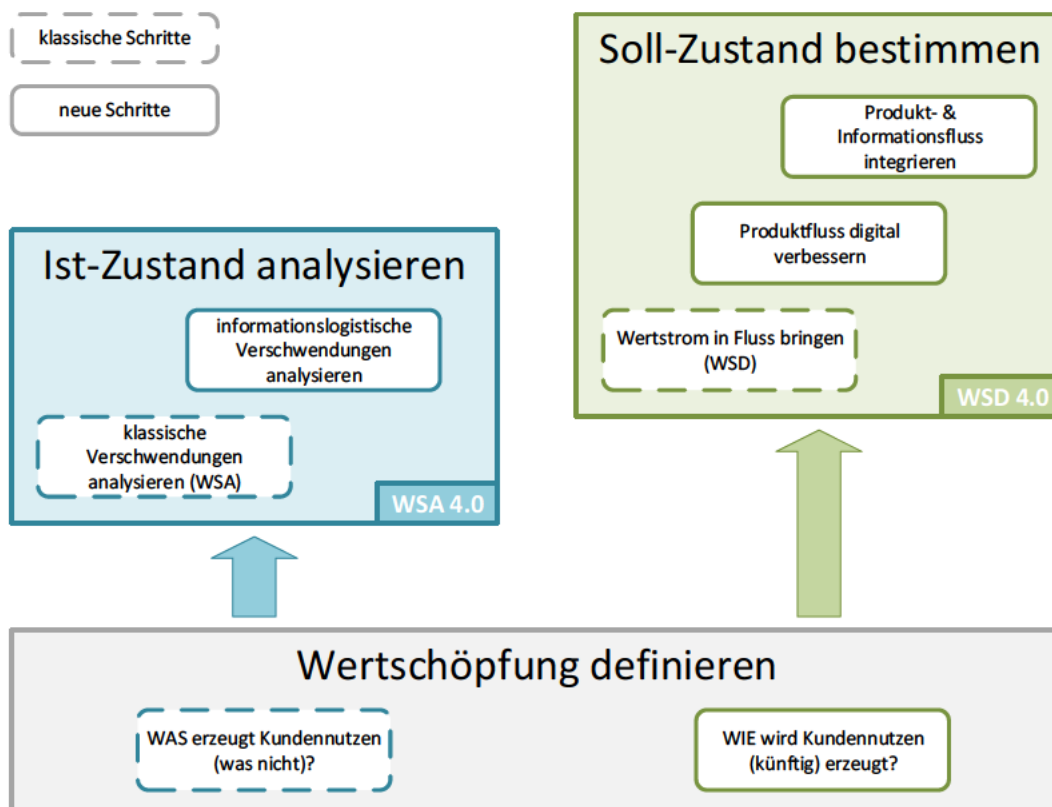


Abbildung 18: Vorgehen Wertstrommethode 4.0<sup>144</sup>

In Abbildung 18 sind die zusätzlichen Aspekte einer Wertstrommethode 4.0 (runde Kästen mit durchgezogener Umrahmungslinie) im Vergleich zur klassischen Methode ersichtlich. Die Frage nach dem künftigen Kundennutzen gibt Anregungen wie ein zukünftiges Geschäftsmodell durch den Wertstrom unterstützt werden muss, um einen Wettbewerbsvorteil zu generieren. In der Ist-Analyse kommt die Betrachtung von Informationen sowie deren Erfassung, Verarbeitung, Speicherung, Transport und Nutzung hinzu. Bei der Bestimmung des Soll-Zustands wird zusätzlich systematisch geprüft, ob der Produktfluss digital verbessert werden kann. Um nachfolgend alle

<sup>142</sup> vgl. Abele u. a., 2015, S.151

<sup>143</sup> vgl. Meudt u. a., 2016, S.319

<sup>144</sup> vgl. Hartmann u. a., 2018, S.394

Produkt- und Prozessinformationsflüsse möglichst verschwendungsarm zu integrieren.<sup>145</sup> Weiterentwicklungen der WSM 4.0 gehen in Richtung einer digitalen Wertstrommethode, die nicht eine statische Momentaufnahme darstellt, sondern Echtzeitkennzahlen durch die vollständige Digitalisierung der wertstromrelevanten Informationsflüsse bereitstellt.<sup>146</sup>

### **Wertstromanalyse 4.0:**<sup>147</sup>

Einerseits soll Verschwendung im Umgang mit Daten und Informationen aufgedeckt und andererseits Verschwendungen aus der klassischen WSA auf neue Verbesserungsmöglichkeiten durch Digitalisierung untersucht werden. Dazu wird in sechs Schritten vorgegangen:

1. Klassische Wertstromanalyse durchführen
2. Einzeichnen von Swimlanes der Speichermedien
3. Detailanalyse der Prozessinformationen und Informationsflüsse
4. Analyse der Datennutzung
5. Erfassung von informationslogistischen Verschwendungen
6. Ableitung und Priorisierung von Kaizen-Aktivitäten

Im ersten Schritt wird eine klassische Wertstromanalyse zur Verbesserung des Material- und Prozessflusses durchgeführt. Relevante Kennzahlen und Prozessparameter werden wertstromspezifisch vor Durchführung der Methode festgelegt und in einer erweiterten Prozesskasten-Notation festgehalten, vgl. Abbildung 19.

Im zweiten Schritt werden die für die Prozessinformationen verwendeten Speichermedien aufgelistet und Swimlanes (horizontale Linien) unter die Prozesskästen eingezeichnet, vgl. Abbildung 19. Durch vertikale Linien und Knotenpunkte werden die Prozessdaten mit den Speichermedien in Schritt 3 verbunden, sowie der Aufnahmetyp und die Frequenz der Datenerfassung eingetragen.

In Schritt 4 werden weitere Swimlanes für die Nutzung bzw. Verwendung der Prozessdaten eingezeichnet und mit gestrichelten vertikalen Linien entsprechend angebunden. Im fünften Schritt sind alle nicht genutzten Prozessdaten als informationslogistische Verschwendung zu erfassen und im darunter liegenden Kaizen-Kasten einzutragen. Den sechsten Schritt bildet eine Erstellung der Kosten-Nutzen-Verhältnisse der gefundenen Potentiale und Handlungsfelder, um anschließend das Wertstromdesign durchzuführen.

<sup>145</sup> vgl. Hartmann u. a., 2018, S.394

<sup>146</sup> vgl. Urnauer und Metternich, 2019, S.855

<sup>147</sup> vgl. Meudt u. a., 2016, S.319ff

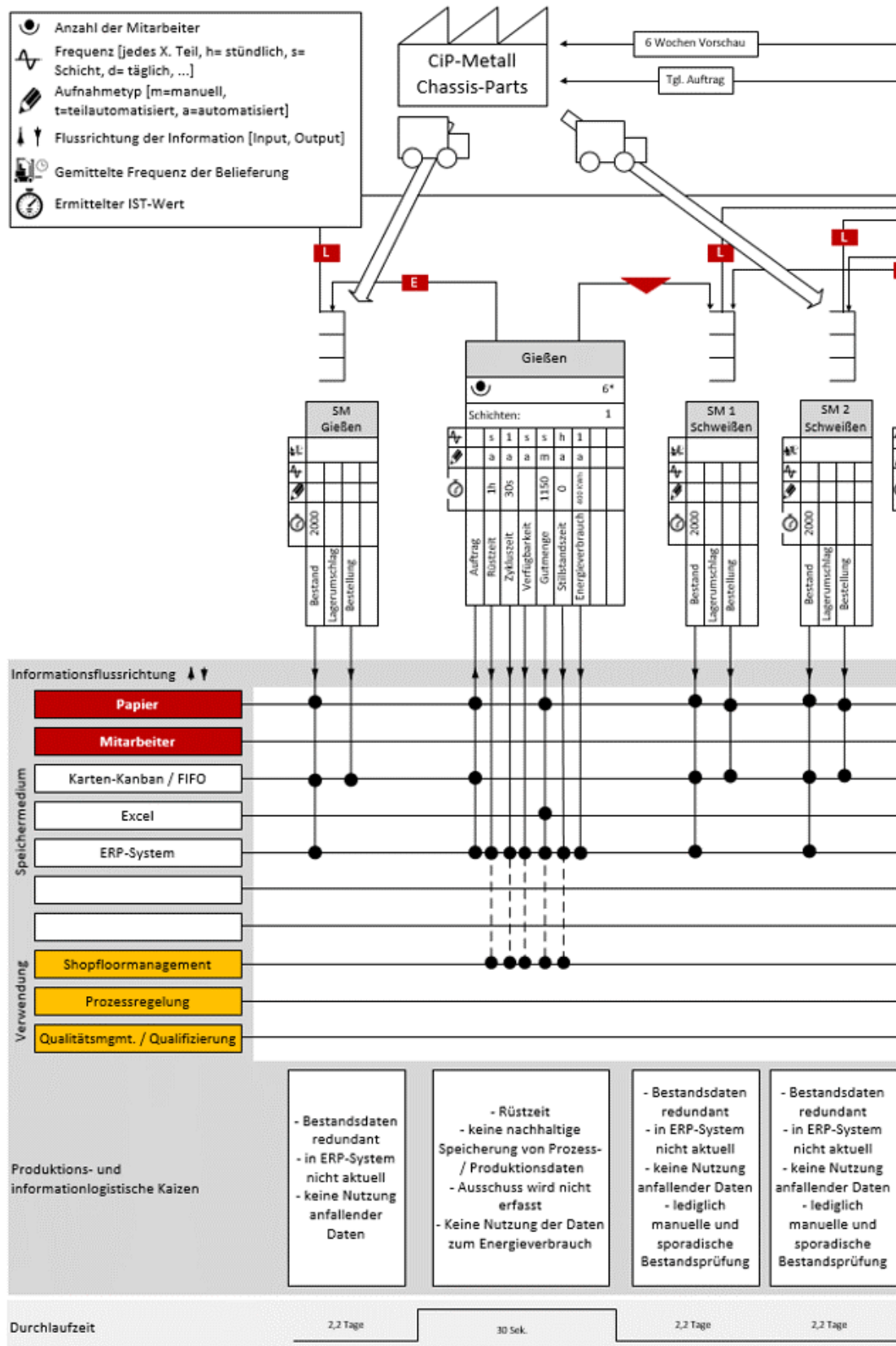


Abbildung 19: Ausschnitt aus einer Wertstromanalyse 4.0 (Beispiel)<sup>148</sup>

<sup>148</sup> Abbildung entnommen aus (Ausschnitt): <https://wgp.de/de/produktionsakademie/wertstromanalyse-4-0/> (05.06.2020)

**Wertstromdesign 4.0:**<sup>149</sup>

Das Wertstromdesign 4.0 gliedert sich in (vgl. Abbildung 18):

1. Wertstrom in Fluss bringen (WSD)
2. Produktfluss digital verbessern
3. Produkt- und Informationsfluss integrieren

Ausgangspunkt des WSD 4.0 ist ein klassisches WSD des Materialflusses. Die Digitalisierung eines verschwendungsreichen Prozesses wird so vermieden. Liegt das klassische Wertstromdesign vor, wird in Schritt 2 versucht mit digitalen Lösungen und Methoden den Materialfluss zu verbessern. Prozesse, die sich dadurch stabilisieren und verbessern lassen, werden mit angrenzenden Prozessen zu größeren Flussinseln zusammengefasst. Ist eine digitale Verknüpfung von Prozessen nicht möglich, so soll zur Begrenzung von Beständen, das dazwischen liegende Pull-System durch digitale Informationsflüsse verschlankt werden.

In Schritt 3 werden die Informationsflüsse zur Steuerung, Dokumentation und Prozessverbesserung entlang des gesamten Wertstroms mit den zukünftigen Speichermedien definiert. Dabei sind folgende Punkte wichtig:

- Bestimmung der Informationsbedarfe jedes Prozessschritts: Erfassung der Informationsbedarfe zur Erfüllung des Kundenwunschs und Festlegung welche Informationen andere Prozesse bereitstellen müssen.
- Bestimmung der Informationsbedarfe unterstützender Funktionen, wie z.B. Intralogistik, Shopfloor Management oder Instandhaltung
- Definition der zu liefernden Daten für jeden Prozessschritt
- Festlegung der zukünftigen Speichermedien und -systeme
- Verknüpfung des Informationstransports zwischen Prozessen, Speichersystemen und Datennutzung: Einzeichnen der vertikalen durchgezogenen und gestrichelten Linien zu den darunter liegenden Swimlanes.

Beispielhaft ist in Abbildung 20 eine Wertstromkarte als Ergebnis des Wertstromdesign 4.0 in einem mittelständischen Unternehmen abgebildet. Neben dem klassischen Wertstromdesign sind die erweiterten Prozesskästen und Informationsflüsse zwischen den einzelnen Prozessen mit zugehörigen Speichermedien zu sehen.

<sup>149</sup> vgl. Hartmann u. a., 2018, S.394ff

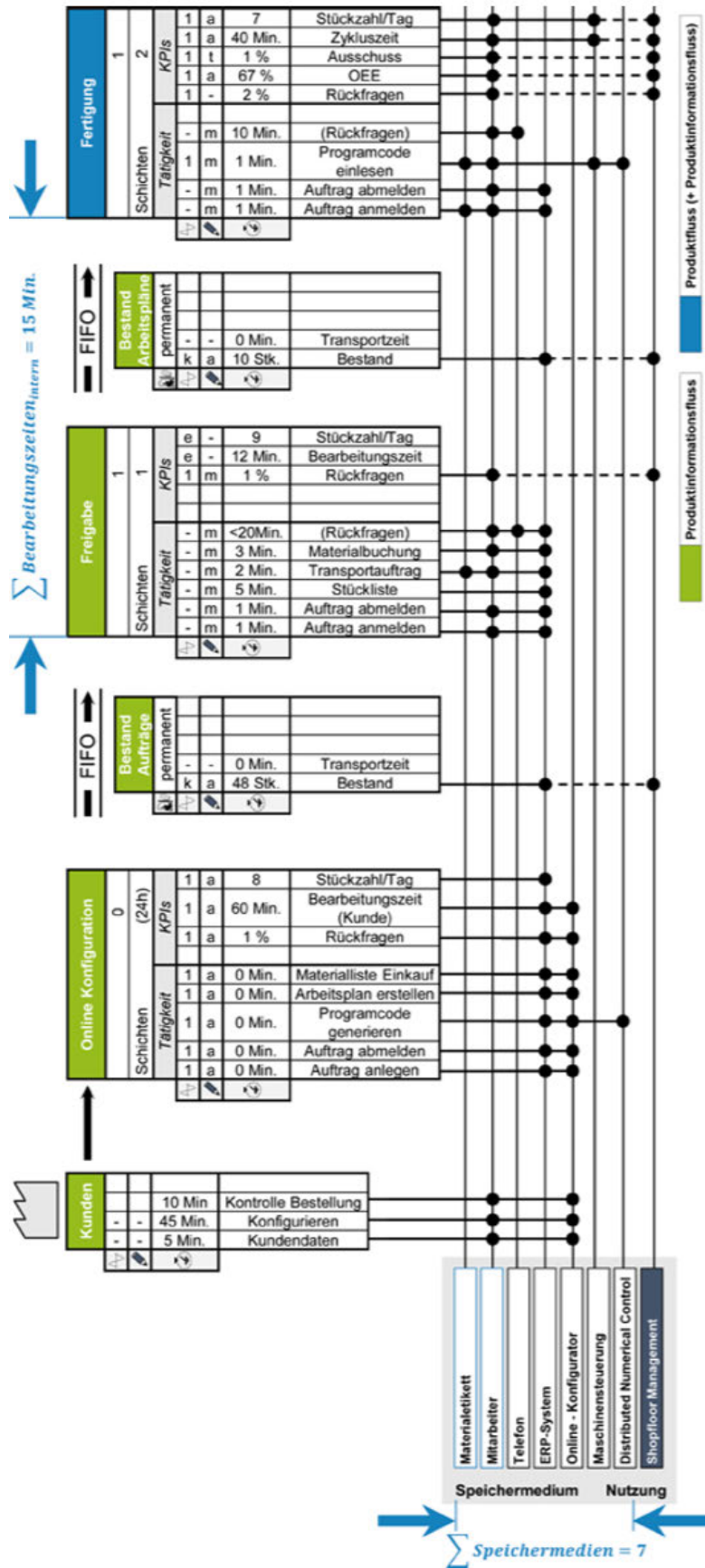
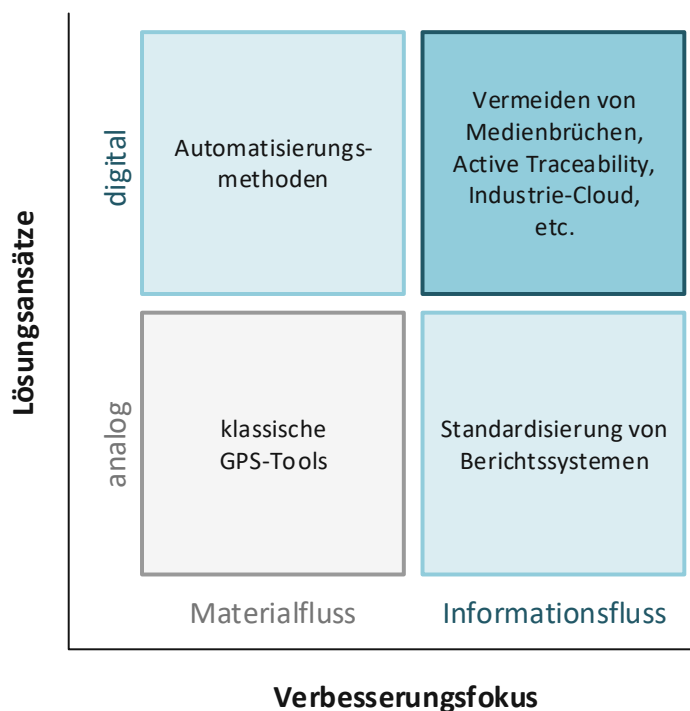


Abbildung 20: Wertstromkartenergebnis nach Wertstromdesign 4.0 (Beispiel)<sup>150</sup>

<sup>150</sup> Abbildung entnommen aus: Hartmann u. a., 2018, S.396

Digitalisierung und Industrie 4.0 spannt einen erweiterten Lösungsraum für Prozessverbesserungen durch die WSM 4.0 auf, vgl. Abbildung 21. Der rechte untere Quadrant beschreibt die Betrachtung des Informationsflusses mit konventionellen Methoden zur Standardisierung und Verschlinkung von Informationsabläufen. Im linken oberen Quadranten befinden sich Methoden der Digitalisierung zur Prozessverbesserung der klassischen Materialströme. Das Vermeiden von Medienbrüchen in der Speicherung und Weitergabe von Informationen, sowie Methoden zur Überwachung und Verwaltung des Informationsflusses in Echtzeit sind dem rechten oberen Quadranten zuzuordnen.<sup>151</sup>



**Abbildung 21: Erweiterter Lösungsraum für Prozessverbesserungen (WSD 4.0)<sup>152</sup>**

Um nun sowohl klassische GPS-Methoden wie auch andere Lean-Methoden problem- und zielgerichtet in einem dafür ursprünglich nicht festgelegten Bereich anzuwenden, bedarf es einer Systematik Methoden in ihrem Wirkungsbereich zu differenzieren. Der von *Fehr et. al (2012)* entwickelte „Methodenwürfel“, nimmt eine Klassifizierung von Methoden zur Auswahlhilfe vor. Er wird im folgenden Kapitel näher betrachtet, um im Weiteren an den Anwendungsbereich von Prüflaboren angepasst zu werden.

<sup>151</sup> vgl. Hartmann u. a., 2018, S.394f

<sup>152</sup> vgl. Hartmann u. a., 2018, S.395

### 3.2.2.2 Methodenwürfel

Allgemein werden Produktionssysteme in einen direkten und einen indirekten Bereich eingeteilt. Im direkten Bereich werden kundenrelevante Produkte erstellt, während das Ergebnis im indirekten (administrativen und produktionsbegleitenden) Bereich in der Regel eine Dienstleistung (Ähnlichkeit zur Leistungserstellung in Prüflaboren) ist.<sup>153</sup> Jedoch ist dies hinsichtlich der Übertragbarkeit von bekannten Methoden eines Produktionssystems in den indirekten Bereich eine zu grob gewählte Differenzierung. Das liegt an der Heterogenität der Aufgaben, die von regelmäßig wiederholenden administrativen Tätigkeiten bis hin zu kreativen Planungs- und Entwicklungsaufgaben mit Projektcharakter reichen. Ebenso sind Probleme in der Regel bereichsübergreifend, sodass der Ort, an dem ein Problem relevant wird, nicht der Ort der Problementstehung sein muss.<sup>154</sup>

Die übliche Einteilung der GPS-Methoden in Gestaltungsprinzipien ist wegen der Orientierung an einer Fließfertigung für die Anwendung in Prüflaboratorien nicht zweckmäßig. Die hinter den Prinzipien stehenden Kernaussagen sind jedoch universell. Es ist Ziel, ein organisationsübergreifendes Ordnungsmodell zu finden, welches eine geeignete Klassifizierung für Optimierungen in Prüflaboratorien sicherstellt.<sup>155</sup>

Das Ordnungsmodell nach *Fehr et. al (2012)* behandelt die Klassifizierung von Methoden Ganzheitlicher Produktionssysteme im indirekten Bereich. Die Methoden werden in drei Kriterien gegliedert (siehe Tabelle 2): Anwendungsbereich, Verbesserungsziel und Spezialisierungsgrad. So ein Ordnungsmodell ist somit mehrdimensional und kann mit drei Ordnungskriterien als „Methodenwürfel“ dargestellt werden. Sofern die gewählten Kriterien heterogen sind, bieten sie eine gute Unterstützung zur Methodenauswahl.<sup>156</sup>

Kriterium	Anwendungsbereich	Verbesserungsziel	Spezialisierungsgrad
Ausprägung	Verwaltung	Mensch	spezifisch
	Fertigung	Technik	universell
	Engineering	Organisation	
	Management		

Tabelle 2: Kriterien und Ausprägungen - Methodenwürfel nach *Fehr et. al (2012)*<sup>157</sup>

<sup>153</sup> vgl. Fehr, Sauber und Schmidt, 2012, S.2

<sup>154</sup> vgl. Fehr, Sauber und Schmidt, 2012, S.3

<sup>155</sup> vgl. Fehr, Sauber und Schmidt, 2012, S.4f

<sup>156</sup> vgl. Fehr, Sauber und Schmidt, 2012, S.5f

<sup>157</sup> vgl. Fehr, Sauber und Schmidt, 2012, S.5

Um den Methodenwürfel in Prüflaboratorien anzuwenden sind geringe Adaptionen vorzunehmen. Da für die Prozessoptimierung in Prüflaboratorien die unterschiedlichsten Methoden, Werkzeuge und Verbesserungsaspekte in Frage kommen, wird dafür im Weiteren der Sammelbegriff „Tools“ verwendet. Die Kriterien „Anwendungsbereich“ und „Verbesserungsziel“ bedürfen keiner Änderung. Hinsichtlich des Spezialisierungsgrads wird eine differenziertere Einteilung durch die „Wirkungsweise“ eines Tools getroffen, welche die Anwendungsart näher beschreibt. Der angepasste Methodenwürfel nach *Fehr et. al (2012)* zur Verwendung für die Klassifizierung von Tools zur Verbesserung von Prüflaboratorien ist in Abbildung 22 dargestellt:

### **Anwendungsbereich (Umfeld und Rahmenbedingungen):**

Im operativen Bereich wird zwischen dem Bereich der administrativen Tätigkeiten und den technischen Prüftätigkeiten unterschieden. Tools, die strategische, führungsmaßige und qualitätsmäßige Komponenten verbessern, werden unter dem Begriff „Management“ eingeordnet. Da die Übergänge der Bereiche in der Praxis meist fließend sind, wird Abstand von einer zu feingliedrigen Unterteilung genommen.<sup>158</sup>

### **Verbesserungsziel (Adressat der Verbesserungsaktivität):**

Hier wird der primäre Adressat der Verbesserungsaktivität der Methode betrachtet. Die Kategorie „Mensch“ bezeichnet die Arbeitsbedingungen einer Person. Unter den Begriff „Technik“ fallen sowohl Verbesserungen bezüglich Geräte und Software im technischen, aber auch im administrativen Umfeld. Verbesserungen in der Koordination von Personen, Gütern und Informationen werden unter dem Punkt „Organisation“ zusammengefasst.<sup>159</sup>

### **Wirkungsweise (Zweck der Methode):**

Die Wirkungsweise eines Tools anstelle des Spezialisierungsgrads bringt eine differenziertere Einteilung hervor. Manche Tools haben das Spezifikum eine Verbesserung durch eine einmalige Anwendung zu erreichen. Andere erzielen ihre Wirkung durch eine wiederholte Anwendung bzw. Einführung einer neuen Routine, die wiederkehrend durchgeführt wird. Diese beiden Ausprägungen sind als Untergliederung der Ausprägung "spezifisch" nach *Fehr et. al (2012)* zu sehen. Daneben gibt es noch Tools, die analytisch erst die tatsächliche Problemstelle bzw. den Ansatzpunkt einer Verbesserungsaktivität identifizieren. Ihnen ist gemein, dass sie universell einsetzbar sind.<sup>160</sup>

<sup>158</sup> vgl. Fehr, Sauber und Schmidt, 2012, S.5

<sup>159</sup> vgl. Fehr, Sauber und Schmidt, 2012, S.6

<sup>160</sup> vgl. Fehr, Sauber und Schmidt, 2012, S.6



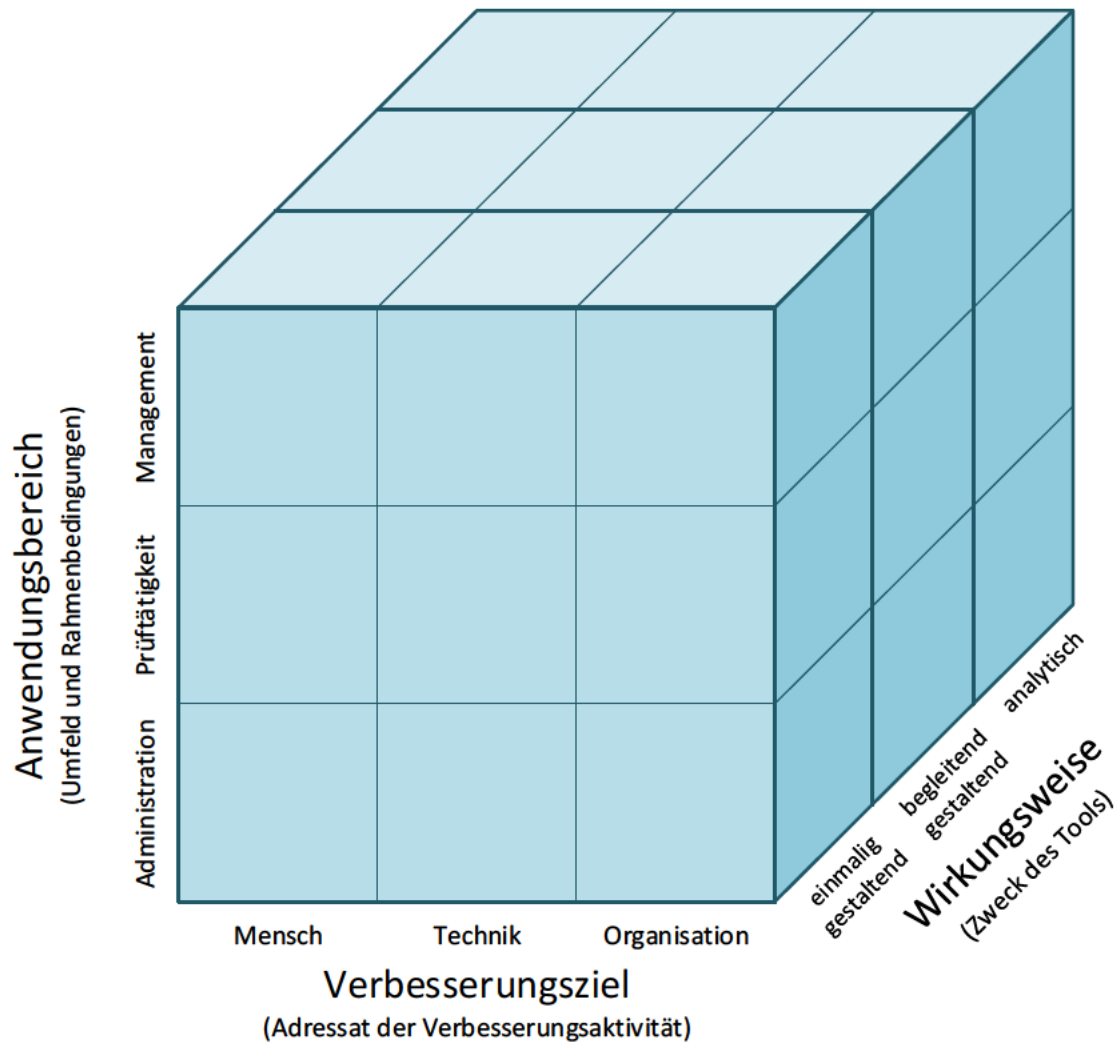


Abbildung 22: Angepasster Methodenwürfel für Prüflaboratorien<sup>161</sup>

Da bei der vorgestellten Methoden- und Werkzeugauswahl in Kapitel 3.2.1 auf einfache Anwendbarkeit, d.h. beispielsweise keine Notwendigkeit von statistischen Methoden, geachtet wurde, ist davon auszugehen, dass die Methoden und Werkzeuge im Kontext von akkreditierten Prüflaboren in der Praxis gut einsetzbar sind.<sup>162</sup> Des Weiteren sind Spezifika des Laborbetriebs von Bedeutung, um weitere Lean-Methoden zu finden und die allgemeinen GPS-Methoden im Kontext von Laboratorien anzuwenden. Im nächsten Kapitel wird anhand spezieller Aspekte des Laborbetriebs, einem Referenzprozess akkreditierter Laboratorien und Beispielen moderner Laborbetriebe die bereits bestehenden Anknüpfungspunkte von Lean Management im akkreditierten Prüflabor aufgezeigt.

<sup>161</sup> vgl. Fehr, Sauber und Schmidt, 2012, S.5

<sup>162</sup> vgl. Isack u. a., 2018, S.143f

### 3.3 Lean Management im akkreditierten Prüflabor

Bei einer Ausgestaltung eines GPS ist es wichtig, die Zusammenhänge zwischen den Gestaltungsprinzipien zu verstehen. Kaum ein Prinzip lässt sich isoliert einführen bzw. werden diese oft zusammengelegt und unternehmensspezifisch ausgestaltet.<sup>163</sup> Da im Vorgehensmodell nicht die Ausgestaltung eines Gestaltungsprinzips verfolgt wird, sind Methoden und Werkzeuge nach Gesichtspunkten der Anwendbarkeit auf Prozesse und Spezifika in akkreditierten Prüflaboratorien auszuwählen. Dazu werden in Kapitel 3.3.1 spezifische Aspekte in Laborbetrieben erläutert, in Kapitel 3.3.2 ein Referenzprozess der Akkreditierungsnorm in Verbindung mit den GPS-Gestaltungsprinzipien näher betrachtet, in Kapitel 3.3.3 zwei moderne Laborbetriebe dargestellt und abschließend Erkenntnisse zusammengefasst und ein Fazit gezogen.

#### 3.3.1 Aspekte im Laborbetrieb

Im Kapitel 3.2.1 wurden weitgehend standardisierte Methoden und ihnen zugeordnete Werkzeuge vorgestellt, die ihren Ursprung in der Serienfertigung der Automobilbranche haben. Im Bereich des effizienten Betriebs eines Labors sind in der Literatur keine solch systematisch aufbereiteten Methoden zu finden. Die folgenden Aspekte gelten als Anregungen zu Spezifika von Laboratorien um Prozessverbesserungen durchzuführen.

##### **Arbeitsorganisation:**<sup>164</sup>

Hinsichtlich des Material- und Informationsflusses (engl. „Workflow“) lässt sich die Arbeitsweise im Labor grob in arbeitsteilig oder nicht arbeitsteilig einteilen. Arbeitsteiliges Arbeiten erfordert eine gute Labororganisation, die Fehler durch den höheren Abstimmungsbedarf zwischen den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern minimiert. Häufig kommt dies in Großlaboratorien vor, wo durch routinemäßige Untersuchungen ein hoher Probendurchsatz kostengünstig erzielt werden soll.

Aufgrund der großen Anzahl an Proben werden diese meist registriert und durch ein Etikett mit Barcode für die Informationsdatenbank eindeutig zuordenbar. Die für Menschen erkennbaren Zusammenhänge der Probe, wie Herkunft, Art, etc. gehen durch die Nummernvergabe allerdings verloren, weshalb der Kontrollaufwand hoch ist. Auch eine Fehlersuche gestaltet sich schwierig, da die Verantwortung eines Mitarbeiters nicht bei einer spezifischen Probe, sondern nur bei wenigen Arbeitsschritten liegt. Dafür bietet arbeitsteiliges Arbeiten ein großes Potential zur Automatisierung von Abläufen, dies macht die Organisation jedoch unflexibel auf Services, welche nicht dem Standardablauf entsprechen.

<sup>163</sup> vgl. Dombrowski und Mielke, 2015, S.26

<sup>164</sup> vgl. Liphard, 2014, S.364ff

Die Vor- und Nachteile einer nicht arbeitsteiligen Arbeitsweise, wie sie eher in kleineren Laboratorien zu finden ist, sind diametral zu den eben genannten Aspekten. Eine strikte Trennung beider Organisationsformen ist allerdings nicht sinnvoll. Kriterien auf welche Arbeitsform der Schwerpunkt gelegt werden soll, zeigt Tabelle 3.

arbeitsteilig	nicht arbeitsteilig
immer gleiche Untersuchungen	häufig wechselnde Untersuchungen
hoher Durchsatz	besondere Sorgfalt
schnell	nicht zeitkritisch
niedriger Preis	Preis nicht entscheidend
Routine-/Medizinlabor	Forschungslabor

**Tabelle 3: Entscheidungskriterien für arbeitsteilige und nicht arbeitsteilige Labororganisation<sup>165</sup>**

### Laborinformations- und Managementsystem (LIMS):<sup>166</sup>

Die meisten heutigen Laboratorien besitzen bereits eine eigenständige Softwarelösung zur Unterstützung des gesamten Laborbetriebs, auch Laborinformations- und Managementsystem genannt. Solche Systeme übernehmen dabei:

- administrative Tätigkeiten und Aufgaben in Zusammenhang mit Prüfabläufen und Probenbearbeitung
- Analysedatenerfassung und -auswertung
- betriebswirtschaftliche Aufgaben

Ein Einsatz eines vollintegrierten IT-Systems im Labor hat Vorteile, wie etwa, dass relevante Daten zur Probe nur einmal eingegeben werden müssen. Es werden jedoch hohe Kosten verursacht und führt oft zu Problemen, wenn der Gerätepark des Labors sehr heterogen bezüglich der Art der Geräte und Hersteller ist.

Vorteile	Nachteile
schnellere Analysen	komplexe Technik erfordert Spezialisten
keine manuellen Übertragungsfehler	Fehler nicht leicht erkennbar
standardisierte Dokumentation und Datenauswertung	hoher Integrationsaufwand bei heterogenem Gerätepark
Informationsaustausch mit externen Systemen	Arbeitsstillstand bei Systemausfall

**Tabelle 4: Vor- und Nachteile bei integriertem Labor EDV-System<sup>167</sup>**

<sup>165</sup> vgl. Liphard, 2014, S.367

<sup>166</sup> vgl. Liphard, 2014, S.392ff

<sup>167</sup> vgl. Liphard, 2014, S.393

Ob und welche Ausprägung eines LIMS für kleinere Laboratorien Sinn macht, ist beispielsweise nach den in Tabelle 4 angeführten Vor- und Nachteilen abzuwägen. Jedenfalls gilt die Prämisse, dass die Pflege des Systems und der Daten nicht mehr Zeit und Geld kosten darf, als das System an Vorteilen erbringt.<sup>168</sup>

### **Geräteredundanz:**

Manche Laborgeräte haben eine große Kapazität, z.B. eine große Probenaufnahme, um parallel mehrere Proben bei einem Gerätedurchlauf automatisiert zu analysieren. Divergiert der Probendurchsatz stark mit der Anzahl an Proben, die bei einem Analysedurchlauf des Geräts verarbeitet werden können, besteht ein Zielkonflikt. Wird die Produktivität pro Analyseprozess des Geräts optimiert, heißt das aus Kundensicht, eventuell längere Wartezeiten bis wieder ein Gerätedurchlauf mit „Volllast“ durchgeführt wird. Bei regelmäßigem Analysedurchlauf mit „Teillasten“ würde jedoch die Verfügbarkeit des Geräts bei gleichzeitig geringerer Produktivität leiden. Durch Aufteilen der Kapazität des Geräts auf mehrere kleinere, kann ein Kompromiss zwischen Auslastung und Verfügbarkeit, bei gleichzeitiger Steigerung der Ausfallsicherheit aufgrund von Redundanz, geschehen.<sup>169</sup>

### **Parallelarbeit:**

Zirka 60-75 % der Gesamtkosten eines Labors entfällt auf das Personal. Deshalb ist genutztes Verbesserungspotential in dieser Kategorie finanziell bedeutsam. Die Zeit, die ein Mitarbeiter aktiv an der Leistungserbringung teilnimmt, wird Mitarbeiterbindungszeit genannt. Da Laborgeräte oft einen langen Anteil der Analysezeit unbeaufsichtigt laufen können, gilt es zu prüfen, die Labormitarbeiterinnen und -mitarbeiter parallel für andere Tätigkeiten einzusetzen.<sup>170</sup>

### **Activity Relationship Chart (ARC):**

Wenn Prozesse über örtliche Trennungen hinweg ablaufen, wird einerseits eine Verzögerung durch den Transport verursacht. Andererseits entsteht eine Arbeitsweise der Stapelbildung, bevor für den nächsten Bearbeitungsschritt die Räumlichkeit gewechselt wird. Um die Wichtigkeit der räumlichen Nähe der Bearbeitungsstationen bzw. der gesamten Laborräumlichkeiten zu verdeutlichen, erweist sich ein Activity Relationship Chart als sehr hilfreich.<sup>171</sup>

---

<sup>168</sup> vgl. Dittrich, 2012, S.570f

<sup>169</sup> vgl. Dittrich, 2012, S.545

<sup>170</sup> vgl. Dittrich, 2012, S.548f

<sup>171</sup> vgl. Naik u. a., 2011, S.190

Zuerst werden alle Stationen, die in einem Prozess durchlaufen werden, aufgelistet. Die Nähe zweier Stationen wird zwischen allen Paaren in Matrixform, gewöhnlich mit sechs Aussagen beurteilt:

- unbedingt notwendig (A)
- sehr wichtig (E)
- wichtig (I)
- neutral (O)
- unwichtig (U)
- nicht wünschenswert (X)

Zu jeder Paarbeziehung können noch Gründe der Bewertung geschrieben werden, um bei der nachfolgend neuen Layoutüberlegung darauf Rücksicht nehmen zu können.<sup>172</sup> Das ARC zeigt in übersichtlicher Weise dringliche Abhängigkeiten von Aktivitäten auf, wodurch Iterationen zu Layoutüberlegungen des Arbeitsplatzes gestartet werden, vgl. Abbildung 23. Durch Priorisierung der wichtigsten Abhängigkeitsbeurteilung „unbedingt notwendig“ zu Iterationsbeginn lässt sich rasch ein Weg finden, der sich dem Optimum eines möglichst unterbrechungsfreien Probendurchflusses mit geringer Bewegung der Arbeitskräfte in der „Arbeitszelle“ annähert, vgl. Abbildung 23 (rechts oben und unten).<sup>173</sup>

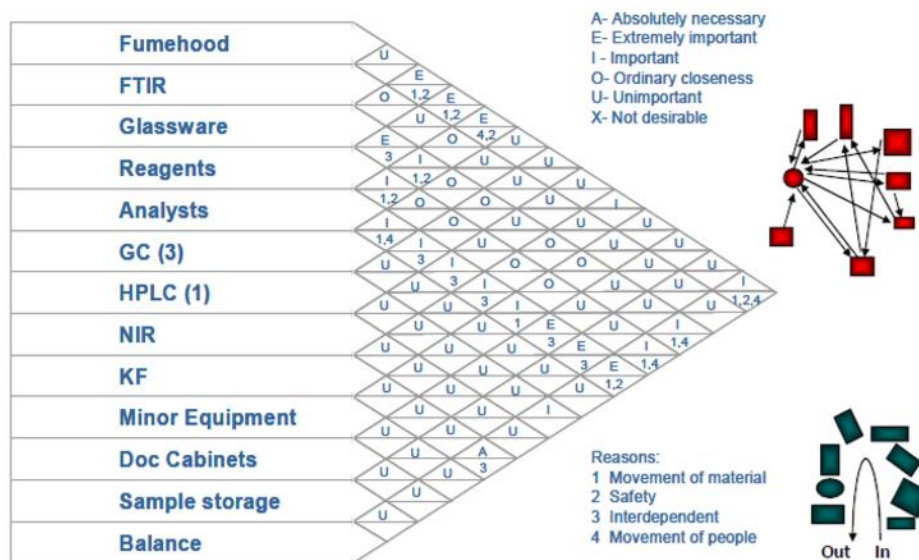


Abbildung 23: Activity Relationship Chart (Beispiel)<sup>174</sup>

Nach Betrachtung von spezifischen Aspekten des Laborbetriebs wird im Folgenden die Umsetzbarkeit der klassischen GPS-Gestaltungsprinzipien in akkreditierten Prüflaboren anhand des Referenzprozesses der Akkreditierungsnorm dargestellt.

<sup>172</sup> vgl. Wahyukaton und Affifah, 2019, S.2ff

<sup>173</sup> vgl. Naik u. a., 2011, S.190

<sup>174</sup> Abbildung entnommen aus: Naik u. a., 2011, S.190

### 3.3.2 Referenzprozess

In Kapitel 3.2 wurden Methoden und Werkzeuge von GPS aufgezeigt, eine grundsätzliche Betrachtung der Anwendung von GPS-Gestaltungsprinzipien unter Vorgaben in akkreditierten Prüflaboren wurde jedoch noch nicht durchgeführt. Dazu wird die operative Prozessdarstellung aus der *DIN EN ISO/IEC 17025 (2018)* für akkreditierte Prüflabore verwendet, vgl. Abbildung 24. Die Ellipsen markieren das jeweilige Kapitel in der Akkreditierungsnorm, in denen Vorgaben zu den Prozessen zu finden sind. Bei jenen Vorgaben werden hauptsächlich Anforderungen zur Ausführung von technischen Prüf- und Kalibriertätigkeiten und deren Aufzeichnungen ausgeführt.<sup>175</sup> Die Betrachtung hinsichtlich einer schlanken Organisation und dem Zusammenwirken der Prozesse erfolgt daher in diesem Unterkapitel.

Das Hauptaugenmerk der Prozessdarstellung der operativen Prozesse eines Laboratoriums in der Akkreditierungsnorm liegt auf dem Durchfluss des Prüfgegenstands (vgl. Abbildung 24, oben grau hinterlegt). Das Führen der technischen Aufzeichnungen und der Dokumentenfluss von der Kundenanfrage bis zur Berichtslegung werden in einer separaten Prozesskette dargestellt. Gemäß dem Ansatz des **Fließprinzips** ist das umfassende Zusammenwirken all dieser Prozessschritte im Kontext des Durchlaufs eines Auftrags entscheidend.<sup>176</sup> Die Vorgaben dürfen dem gemäß nicht isoliert pro Prozessschritt betrachtet werden, sondern sind in einer ganzheitlichen Sicht umzusetzen.

Da Prüftätigkeiten naturgemäß erst nach Auftragsvergabe durchgeführt werden können, wird aus übergeordneter Sicht dem **Pull-Prinzip** genüge getan. Nichtsdestotrotz können sich zwischen Prozessschritten Bestände an z.B. vorbereiteten Proben bilden. Hier gilt es Zwischenlager nur so groß wie nötig zu gestalten, um eventuelle Kapazitätsunterschiede der Prozessschritte sinnvoll zu nutzen.<sup>177</sup>

Bezüglich des Gestaltungsansatzes des **Null-Fehler-Prinzips** macht die Akkreditierungsnorm Vorgaben hinsichtlich des Umgangs mit Kundenbeschwerden und der Feststellung von „nichtkonformer Arbeit“ bei Prüftätigkeiten. Diese sind sehr allgemein gehalten und beziehen sich im Wesentlichen auf Dokumentation der gesetzten Schritte und der Analyse bzw. in weiterer Folge der Bestimmung von Maßnahmen zur Einwirkung auf die Ursache. Zur Maßnahmenfindung werden jedoch keine Methoden oder Ansätze dargelegt.<sup>178</sup>

<sup>175</sup> vgl. DIN EN ISO/IEC 17025, 2018, S.23ff

<sup>176</sup> vgl. VDI 2870-1, 2012, S.14

<sup>177</sup> vgl. Dittrich, 2012, S.548

<sup>178</sup> vgl. DIN EN ISO/IEC 17025, 2018, S.47

Durch Vorgaben zur Lenkung aller Daten und Informationen, die durch Vorgaben der Akkreditierungsnorm entspringen, ist der Grad an standardisierten Anweisungen für Arbeitsabläufe als hoch anzusehen.<sup>179</sup> Jedoch spiegelt dies nicht unbedingt den Gestaltungsansatz der **Standardisierung** im Sinne von GPS wider. Denn dabei sollen Best-Practice Abläufe standardisiert und verbreitet werden. Dynamische Änderungen im Arbeitsumfeld können auch neue Abläufe bedingen. Die Vorgaben eines Qualitätsmanagementsystems sind allerdings nicht per se jene des bestmöglichen Arbeitsablaufs oder werden zwingend oftmals überarbeitet, um sich an neue Gegebenheiten anzupassen.

Bezüglich eines **Kontinuierlichen Verbesserungsprozesses** werden interne Audits in geplanten Abständen vorgeschrieben, um die Erfüllung der eigenen Vorgaben an das Managementsystem und die Vorgaben der Akkreditierungsnorm zu erfüllen. Es wird weiters gefordert, Maßnahmen zum Umgang mit Risiken und Chancen zu setzen, um Chancen zur Verbesserung zu erkennen und die notwendigen Maßnahmen umzusetzen.<sup>180</sup> Eine Möglichkeit, wie dies umzusetzen ist, wird nicht genannt. Das **Vermeiden von Verschwendung**, die **Mitarbeiterorientierung** und **zielorientierte Führung**, sowie das **Visuelle Management** werden in keinem Aspekt in der Akkreditierungsnorm behandelt. Dies zeigt, dass durch Ausrichten der Prüflaborprozesse nach Aspekten des Lean Management ein unausgeschöpftes Potential zu nutzen ist. Abschließend werden im folgenden Unterkapitel zwei Beispiele moderner Laborbetriebe vorgestellt, welche als Anregung für Prozessoptimierungen dienen.

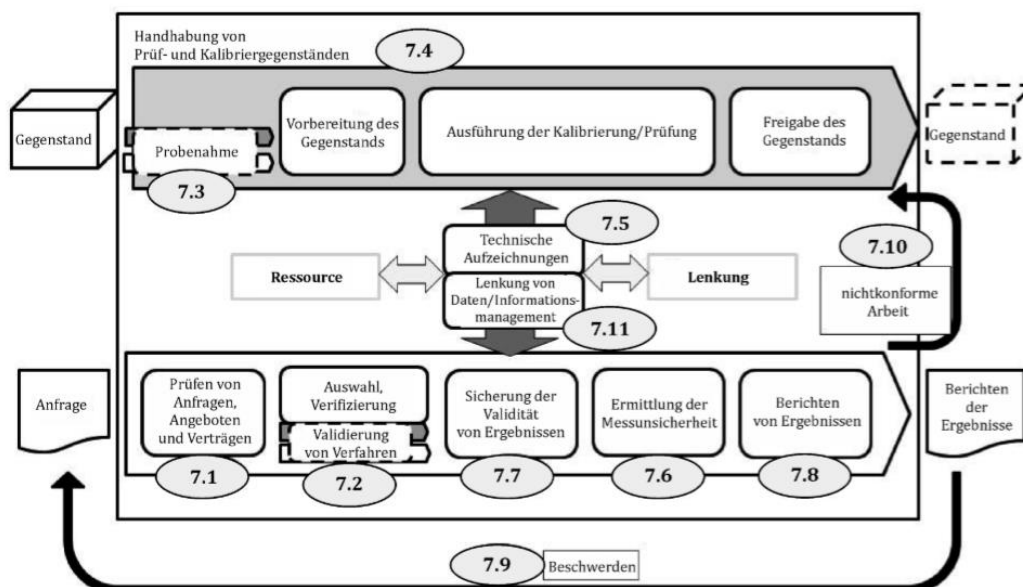


Abbildung 24: Schematische Darstellung der operativen Prozesse eines Laboratoriums nach DIN EN ISO/IEC 17025 (2018)<sup>181</sup>

<sup>179</sup> vgl. DIN EN ISO/IEC 17025, 2018, S.44f

<sup>180</sup> vgl. DIN EN ISO/IEC 17025, 2018, S.46ff

<sup>181</sup> Abbildung entnommen aus: DIN EN ISO/IEC 17025, 2018, S.56

### 3.3.3 Beispiele moderner Laborbetriebe

Untersuchungen zu systematischen Prozessverbesserungen von akkreditierten Prüflaboratorien ließen sich durch die systematische Literaturrecherche nicht finden. Es wurden einige Publikationen im Bereich von medizinischen Laboratorien in Kliniken gefunden. Daneben gibt es noch innovative Ansätze, um ein Labor der Zukunft zu gestalten. Für beide Punkte wird jeweils ein Beispiel im Folgenden kurz beschrieben.

#### Lean Laboratory:

Im Bereich der klinischen Labors mit hohem Probendurchsatz sind Verbesserungsansätze mit Lean-Methoden schon seit einigen Jahren in Umsetzung. Das Hauptaugenmerk wird dabei auf das Identifizieren von nicht wertschöpfenden Tätigkeiten gelegt. Dabei wird ein Stufen-Plan verfolgt:<sup>182</sup>

1. Ziele und Rahmenbedingungen der Verbesserungen festlegen
2. Prozesse abbilden, um Verschwendung aufzuzeigen
3. einen laborspezifischen Plan zur Verbesserung entwickeln
4. Verbesserungen implementieren
5. Messen, Überwachen und Beibehalten von Verbesserungen

Um die Prozesse abzubilden wird eine Wertstromanalyse durchgeführt und mit einem Hauptaugenmerk auf Verschwendungen, wie z.B. Warte- und Liegezeiten eine Darstellung erarbeitet. Eine Hilfestellung für eine Auswahl von Lean-Tools für typische Verbesserungsmöglichkeiten in klinischen Laboratorien zeigt Tabelle 5.<sup>183</sup>

Verbesserungsmöglichkeit	Lean-Tool
große Menge an Proben im Prozess	Losgröße reduzieren, Teambildung
wiederkehrende Tätigkeit	5-x-Warum-Methode
mehrmaliges Hantieren mit derselben Probe	Standardisierung
Inkonsistenz im technischen Prozess	Standardisierung
Wiederbeschriftung oder nicht zweckmäßige Probemenge	Qualität am Ursprung
Probenstatus oder -zustand unbekannt	visuelle Steuerung und Kontrolle
übermäßig häufiger oder langer Probentransport	Wertstromplanung, Supermarkt
übermäßige Unordentlichkeiten	5S-Methode

Tabelle 5: Verbindung von Lean-Tools zu typischen Verbesserungsmöglichkeiten im klinischen Labor<sup>184</sup>

<sup>182</sup> vgl. Villa, 2010, S.340

<sup>183</sup> vgl. Villa, 2010, S.341f

<sup>184</sup> vgl. Villa, 2010, S.342



Die durch Anwendung typischer Lean-Tools in klinischen Laboratorien erzielten Ergebnisse, liegen bei 25 – 50 % Durchlaufzeitreduktion, 10 – 35 % Produktivitätssteigerung und 5 – 15 % Steigerung der Mitarbeiter- und Kundenzufriedenheit.<sup>185</sup>

### smartLAB:

Das „smartLAB“-Projekt versucht verschiedene Digitalisierungsansätze, wie den Ersatz von klassischen papierbasierten zu elektronischen Laborbüchern oder die Ansteuerung und Vernetzung von Laborgeräten unterschiedlicher Hersteller, zusammenzuführen und eine interaktive Umgebung zu schaffen. Dazu werden alle Geräte in das IT-Netzwerk eingebunden, um sie zu steuern, Daten zentral zu verwalten und Protokollschritte auf den Geräten durchzuführen. Für das Laborpersonal soll die Bedienung und Parametrisierung des Geräts überflüssig werden, damit die Konzentration auf das Probenhandling gerichtet wird. Unterstützungen werden bei komplexen oder seltenen Abläufen durch Piktogramm-Arbeitsanleitungen in einer Datenbrille angezeigt, vgl. Abbildung 25.<sup>186</sup>

Um flexible Laboraufbauten zu ermöglichen, gibt es bereits Konzepte die Laborarbeitsflächen mit sechseckigen Modulen zu bilden, vgl. Abbildung 26. Ein Teil der Wabenmodule haben Laborgeräte, wie z.B. Waagen integriert, wobei die Oberfläche bei nicht Benützung der Geräte als Arbeitsfläche zur Verfügung steht.<sup>187</sup>

Beide Beispiele dienen als Anregung eine Prozessoptimierung in akkreditierten Prüflaboren durchzuführen. Das Lean Laboratory zeigt dabei einen Stufen-Plan und geeignete Tools im Laborbetrieb auf, während das „smartLAB“-Projekt innovative Weiterentwicklungen der Digitalisierung und Arbeitsplatzgestaltung darlegt.

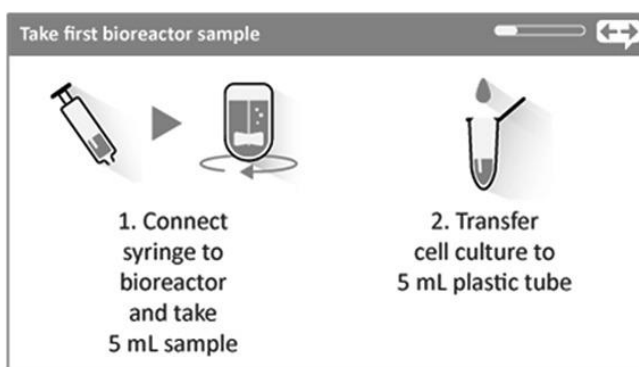


Abbildung 25: Piktogramm-Arbeitsanleitung in einer Datenbrille (Beispiel)<sup>188</sup>

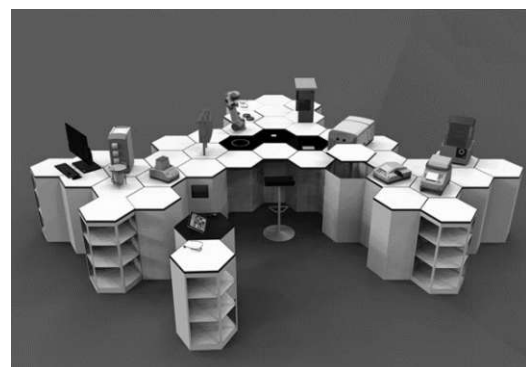


Abbildung 26: 3D-Visualisierung des smartLAB-Showlabor mit sechseckigen Modulen<sup>189</sup>

<sup>185</sup> vgl. Villa, 2010, S.345

<sup>186</sup> vgl. Porr u. a., 2019, S.286

<sup>187</sup> vgl. Porr u. a., 2019, S.285

<sup>188</sup> Abbildung entnommen aus: Porr u. a., 2019, S.291

<sup>189</sup> Abbildung entnommen aus: Porr u. a., 2019, S.268

### 3.4 Zusammenfassung und Fazit

Lean-Methoden aus Ganzheitlichen Produktionssystemen sind in der produzierenden Industrie verbreitet, vgl. Kapitel 1.1. Einfach anwendbare Methoden aus den in Kapitel 3.2.1 vorgestellten Gestaltungsprinzipien sind gemeinsam mit den in Kapitel 3.3.1 beschriebenen Aspekten des Laborbetriebs für eine weitere Verwendung im Vorgehensmodell in Tabelle 6, einem Toolkasten, zusammengefasst.

Tools		
Wertstromplanung	5S-Methode	Parallelarbeit
Verschwendungsbewertung	U-Layout	Prozessstandardisierung
5-x-Warum-Methode	Supermarkt	Ideenmanagement
Ishikawa-Diagramm	Shopfloor Management	PDCA-Zyklus
Spaghetti-Diagramm	Arbeitsorganisation	Benchmarking
Activity-Relationship-Chart	LIMS	Zielmanagement
Chaku-Chaku	Geräteredundanz	

Tabelle 6: Toolkasten

Bereichsübergreifende Ordnungssysteme versuchen eine GPS-Methodenanwendung auch abseits der Fertigung und deren Unterstützungsprozesse, z.B. in indirekte Bereiche zu übertragen, vgl. Kapitel 3.2.2.2. Dies ist hinsichtlich der Anwendung in Laboratorien interessant, da Ähnlichkeiten einer Dienstleistung mit Tätigkeiten in indirekten Bereichen (unternehmensinterne Dienstleistung) produzierender Unternehmen bestehen.

Die Besonderheit von akkreditierten Prüflaboratorien ist der hohe Stellenwert des Qualitätsmanagementsystems, welches die Anforderungen der Akkreditierungsnorm umsetzt. Das QM-System prägt die etablierten Prozessstrukturen entscheidend und muss dabei ein Maß an Flexibilität, welches eine hohe Variabilität an Prüftätigkeiten bedingt, mitberücksichtigen. Akkreditierte Prüflaboratorien, welche ihre Prozesse anhand der Vorgaben der maßgebenden Akkreditierungsnorm aufbauen, setzen damit einige Aspekte von GPS-Gestaltungsprinzipien um. Ohne weitere Bemühungen und einem übergeordneten Konzept, ein Prozessmanagementsystem unter Gesichtspunkten des Lean Management zu etablieren, entsteht jedoch kein schlankes Prozesssystem aus einer Gesamtbetrachtung des Labors, vgl. Kapitel 3.3.2.

Wie in Kapitel 1.2 und Kapitel 2.1 ausgeführt, unterscheiden sich akkreditierte Prüflaboratorien erheblich von Fertigungsumgebungen in produzierenden Unternehmen. Sie sind Dienstleistungsunternehmen mit kleiner bis mittlerer Unternehmensgröße zuzuordnen. Eine Auswahl, der in der systematischen Recherche gefundenen Literatur, zeigt die generelle Eignung der Anwendung, sowohl

der Ansätze aus Publikationen von GPS, wie auch dem effizienten Laborbetrieb, in kleinen und mittleren Unternehmen, vgl. Tabelle 7. Untersuchungen zu klassischen GPS berücksichtigen, im Gegensatz zu jenen von effizienten Laborbetrieben, generell keine Anwendung von Optimierungsmethoden auf Dienstleistungen.

Eine problemorientierte Vorgehensweise (Bottom-Up-Vorgehen) benötigt das Abstimmen von Einzeloptimierungsmethoden, um durch einen ganzheitlichen Ansatz Unternehmensziele zu verfolgen, vgl. Kapitel 1.2. Dies ist bei Publikationen aus GPS durchgehend vorhanden. Wissenschaftliche Untersuchungen von effizienten Laborbetrieben fokussieren großteils auf eine reine Problembhebung durch Lean-Tools. Bei einigen ist ein ganzheitlicher Ansatz, durch eine Betrachtung des gesamten Wertstroms, zumindest teilweise berücksichtigt, vgl. Tabelle 7. Weiters erstellen akkreditierte Prüflabore Leistungen, die durch eine hohe Variabilität und eine geringe Anzahl von Aufträgen, ähnlich einer Werkstattfertigung, gekennzeichnet sind. Wissenschaftliche Arbeiten zu GPS berücksichtigen diesen Aspekt teilweise. Ihre Methoden sind grundsätzlich anwendbar, wenngleich die ursprüngliche Auslegung auf serienmäßige Fließfertigung gerichtet ist. Publikationen zu effizienten Laborbetrieben betrachten überwiegend klinische Laboratorien mit in Laboratorien vergleichsweise hohen Durchlaufzahlen an Proben und einem weitgehend automatisierbaren, gering flexiblen Prozessdurchlauf. Lediglich eine gefundene Publikation befasst sich mit einer hohen Variabilität an Aufträgen in einem Prüflabor, vgl. Tabelle 7 (geeignet bei hoher Variabilität und geringer Auftragsanzahl).

Da keine Publikationen zur Prozessstruktur bzw. -optimierung von Prüflaboratorien für Klein- und Großanlagen durch die systematische Recherche gefunden wurden (vgl. Tabelle 7 und Kapitel 3.3.3), ist davon auszugehen, dass bis dato wenig Anstrengungen in diesem Bereich unternommen wurden. Eine Reihe von Beispielen zu Prozessoptimierungen in der Praxis zeigen sich lediglich im Segment von klinischen Analyselaboratorien. Allgemeine Untersuchungen zur Arbeitsweise in Laboratorien beruhen momentan auf theoretischen Überlegungen oder Projekten in Pilot-Laboratorien.

Zur Prozessoptimierung akkreditierter Prüflabore gilt es die dargelegten Aspekte zu berücksichtigen, da keine der gefundenen wissenschaftlichen Untersuchungen in allen Aspekten mit geeignet bewertet werden konnte, vgl. Tabelle 7. Ein Vorgehensmodell, welches an einer Weiterentwicklung von dem in *Fehr et. al (2012)* enthaltenen Methodenwürfel ansetzt, scheint die Verbindung der für Prüflabore typischen Probleme in Prozessen mit der Zuordnung von Optimierungsmethoden möglich zu machen. Weiters ist es durch Überlegungen zur Ausrichtung der Optimierungsmethoden auf Unternehmensziele möglich, alle vier in Tabelle 7 aufgeführten Aspekte ausreichend zu berücksichtigen. Mit der Entwicklung eines derartigen Vorgehensmodells beschäftigt sich das nachfolgende Kapitel.

	Ganzheitlicher Ansatz	Kleine und mittlere Unternehmensgröße	Anwendungsbereich Dienstleistungen	Hohe Variabilität und geringe Auftragsanzahl
geeignet... ● teilweise berücksichtigt... ○ nicht berücksichtigt... -				
Ganzheitliche Produktionssysteme, <i>VDI 2870 (2012)</i>	●	●	-	○
Konfiguration GPS in kleinen und mittleren Unternehmen, <i>Merl (2016)</i>	●	●	-	○
Diagnose und Optimierung der Produktion auf Basis GPS, <i>Uygun et. al (2011)</i>	●	●	-	○
Implementing Lean Management - ein ganzheitliches Vorgehensmodell zur nachhaltigen Implementierung des Lean Managements in KMU, <i>Busse (2017)</i>	●	●	-	○
Ganzheitliche Produktionssysteme KMU-spezifische Konzeption und Implementierung, <i>Dombrowski und Schmidtchen (2010)</i>	●	●	-	○
Klassifizierung der Methoden eines GPS unter Berücksichtigung der Anforderungen indirekter Bereiche, <i>Fehr et. al (2012)</i>	○	●	●	○
Lean Laboratories: Competing with Methods From Toyota, <i>Graban und Padgett (2008)</i>	-	●	●	○
Lean Laboratory Approaches for Quality Assurance in Food, <i>Naik et. al (2011)</i>	○	●	●	-
Automation, Lean, Six Sigma: Synergies for Improving Laboratory Efficiency, <i>Villa (2010)</i>	○	●	●	-
Applying Lean Principles in a Test Laboratory Environment, <i>Schulte et. al (2005)</i>	○	●	○	●
Prozessorientiertes Labormanagement im Krankenhauslabor: Lean und Six-Sigma, <i>Mayer et. al (2010)</i>	-	●	●	-
Exploring the adoption of Lean principles in medical laboratory industry: Empirical evidences from Namibia, <i>Isack et. al (2018)</i>	-	●	●	-
A "Lean" Laboratory, <i>Herasuta (2007)</i>	-	●	●	-
Concepts for Lean Laboratory Organization, <i>Halwachs-Baumann (2010)</i>	-	●	●	-

Tabelle 7: Charakteristika von bekannten Prozessoptimierungsansätzen

## 4 Vorgehensmodell zur Prozessoptimierung akkreditierter Prüflabore

Methoden Ganzheitlicher Produktionssysteme fokussieren vor allem auf Fertigungs-, Montage- und dessen Unterstützungsprozesse.<sup>190</sup> Ihre Anwendung im Kontext eines akkreditierten Prüflabors ist nicht ohne weitere Überlegungen und Adaptionen möglich, vgl. Kapitel 3.3.2. Prozessoptimierungen mit Lean-Methoden im Bereich von Laboratorien ist weitgehend auf Einzelproblemlösungen ausgerichtet und im Bereich von akkreditierten Laboratorien wenig untersucht. Vor diesem Hintergrund wird ein Vorgehensmodell entwickelt, welches sowohl einen ganzheitlichen Ansatz über das gesamte Labor berücksichtigt als auch basierend auf gefundenen Problemen geeignete Lean-Methoden identifiziert. Wesentliche Anforderungen sind dabei die Einbindung einer strategischen Ausrichtung des Labors, sowie das strukturierte Verknüpfen und Quantifizieren von geeigneten Optimierungsmethoden und Problemen in Prozessen. Bevor das Vorgehensmodell im Detail konzipiert wird, werden noch weitere Anforderungen an das Vorgehensmodell formuliert.

### 4.1 Anforderungen

Um das Ziel einer Prozessoptimierung, bestehende Prozesse effektiver, effizienter und flexibler zu gestalten, zu verfolgen, wird das Vorgehen einer Prozessoptimierung in vier Prozessoptimierungsbausteine eingeteilt: Projekt definieren, Prozesse verstehen, Prozesse verbessern, und messen und überwachen.<sup>191</sup> Die dafür erforderlichen Input- und Output-Objekte (**hervorgehoben**) bzw. deren Zusammenhänge, um ein Vorgehensmodell aufzubauen, werden im Folgenden skizziert, vgl. Abbildung 27.

- **Projekt definieren:** Das Identifizieren von Problemen und Suchen nach geeigneten Optimierungsmaßnahmen, welche über kleine kontinuierliche Verbesserungen hinausgehen, besitzt Projektcharakter. Denn das Vorgehen dieser Prozessoptimierung wird zielgerichtet und einmalig durchgeführt, die Ergebnisse sind nicht planbar und es handelt sich um Optimierungstätigkeiten außerhalb der alltäglichen operativen Tätigkeiten im Prüflabor mit begrenzten Ressourcen.<sup>192</sup> Für dieses Prozessoptimierungsprojekt ist ein Verantwortlicher festzulegen. Des Weiteren sind der Zweck und die Rahmenbedingungen bezüglich zur Verfügung stehender Ressourcen zu bestimmen. Es werden kritische Erfolgsfaktoren identifiziert und die dazugehörigen Prozesse selektiert.<sup>193</sup> Die dafür erforderlichen Unterlagen der Prüflaborleitung sind eine

<sup>190</sup> vgl. VDI 2870-1, 2012, S.3

<sup>191</sup> vgl. Becker, 2018, S.29ff

<sup>192</sup> vgl. Busse, 2017, S.144

<sup>193</sup> vgl. Becker, 2018, S.30

**Prozess-**, sowie **Auftrags- und Finanzübersicht** des Laboratoriums. Dadurch lassen sich wirtschaftlich und abwicklungstechnisch wichtige Prozesse als kritische Erfolgsfaktoren des Prüflabors erkennen. Diese aus strategischer Sicht und für den Unternehmenserfolg bedeutsamen Prozesse werden als „**Schlüsselprozesse**“ bezeichnet.<sup>194</sup> Durch Einbindung der **Strategie und Ziele** des Prüflabors wird ein strategisches Gesamtkonzept (**strategisches Profil**) zur Prozessoptimierung erstellt und durch das Vorgehensmodell generierte Verbesserungsmaßnahmen wirken zielgerichtet.

- **Prozesse verstehen:** Die als Schlüsselprozesse identifizierten Prozesse werden als **Analyseprozesse** zur weiteren Betrachtung ausgewählt und der Istzustand in detailliertem Umfang dargestellt. Die Anforderungen an die Prozesse sind aus Kunden- und Unternehmenssicht zu betrachten.<sup>195</sup> Das Verstehen der Prozesse und Identifizieren von Problemen erfolgt durch eine prozessspezifische Perspektive, indem die durchgeführten Tätigkeiten analysiert (Tätigkeitsstrukturanalyse) werden. Um die Kundensicht bei der Problemauffindung zu berücksichtigen, ist der Wertstrom zu betrachten und z.B. eine Wertstromanalyse 4.0 durchzuführen, vgl. Kapitel 3.2.2.1. Durch **Experteninterviews** und **Qualitätsmanagement-Dokumenten**, wie z.B. Verfahrensanweisungen, Arbeitsanweisungen und Formulare werden Probleme und Hintergrundinformationen aus Unternehmenssicht aufgenommen.
- **Prozesse verbessern:** Wie bereits erwähnt ist es das Ziel, Prozesse zu vereinfachen, zu standardisieren, sowie effektiv und flexibel zu gestalten.<sup>196</sup> Dafür werden in der Analyse gefundene **Probleme** nach Ähnlichkeiten gruppiert und zu **Verbesserungspotentialen** umformuliert. Zu diesen gilt es bekannte **Tools** zur Prozessverbesserung nach Eignung zu bewerten und zuzuordnen. Dies ist mit dem in Kapitel 3.2.2.2 vorgestellten Methodenwürfel möglich. Durch ein zu definierendes Prozedere in der Bewertung der Eignung eines Tools für einen Problembereich bzw. zum strategischen Profil wird ein **Toolvorschlag** generiert. Diese Informationen sind die Grundlage, um **Maßnahmen** zu benennen und Potentiale zu nutzen.

<sup>194</sup> vgl. Wagner und Patzak, 2015, S.392

<sup>195</sup> vgl. Becker, 2018, S.30

<sup>196</sup> vgl. Becker, 2018, S.30

- Messen und überwachen:** Die ausgearbeiteten Maßnahmen werden in einen Umsetzungsplan überführt, welcher von unternehmensspezifischen Entscheidungen abhängig und deshalb nicht mehr Teil dieses Vorgehensmodells ist. Die resultierenden **Prozessverbesserungen** sind des Weiteren in regelmäßigen Intervallen durch geeignete Messgrößen bzw. Analysen auf ihren Fortschritt zu überprüfen.

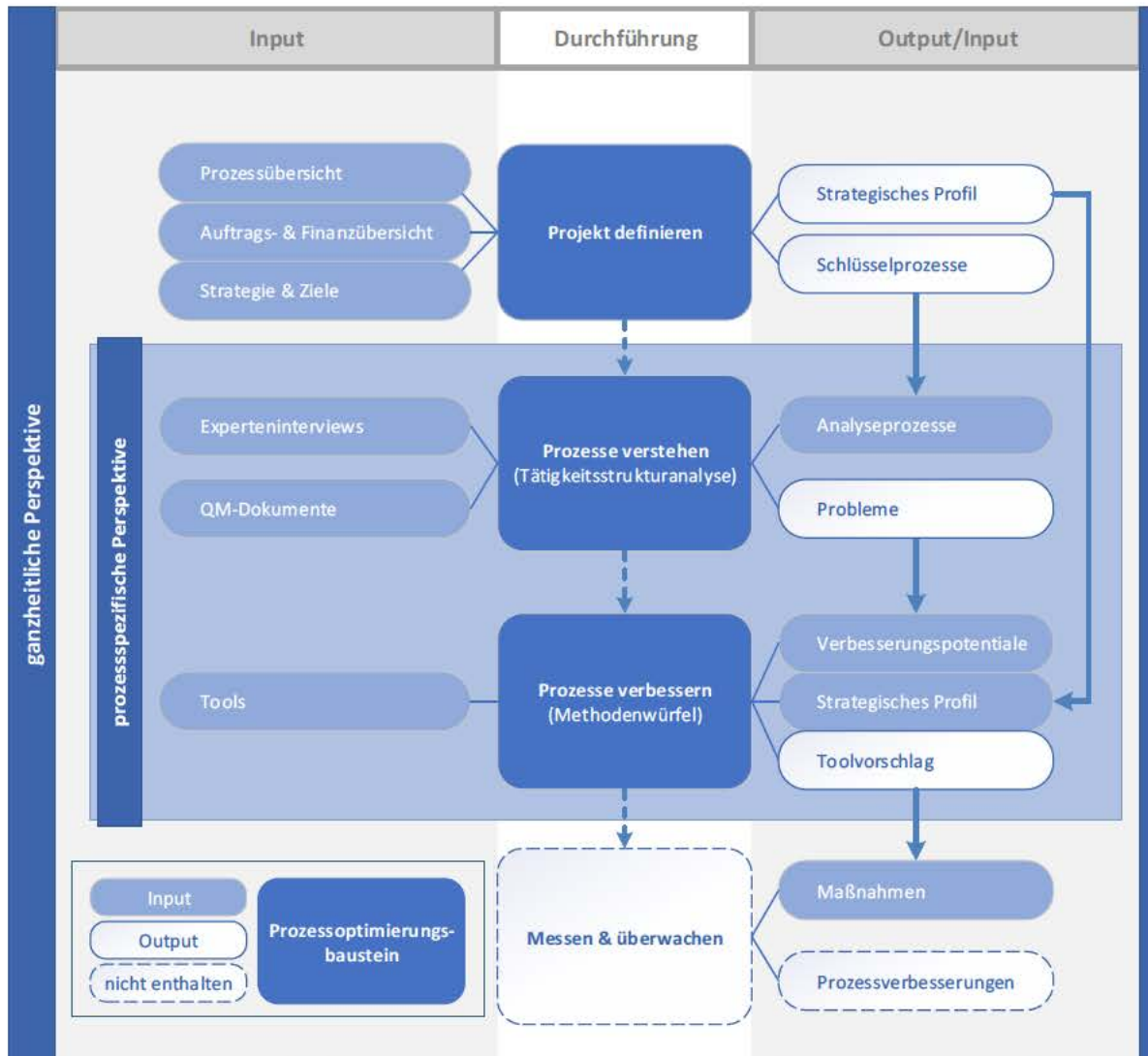


Abbildung 27: Prozessoptimierungsbausteine des Vorgehensmodells<sup>197</sup>

Bevor aus den eben genannten Prozessoptimierungsbausteinen eine detailliertere Konzeption des Vorgehensmodells erstellt wird, wird auf einige Randbedingungen eingegangen, die als Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung dieses Modells gesehen werden:

**Reihenfolge der Prozessoptimierungsschritte:** Die sequentielle Umsetzung der in Abbildung 27 dargelegten Prozessoptimierungsbausteine ist essentiell für den Erfolg. Eine Prozessoptimierung, die durch Anhäufung von Problemen angestoßen wird,

<sup>197</sup> eigene Abbildung

verleitet sofort mit der Prozessanalyse zu beginnen. Auch wenn durch diese Initiierung die Auswahl der Analyseprozesse bereits getroffen scheint, sind Auswirkungen und die strategische Relevanz der Prozesse bzw. deren Verbesserungen für die Gesamtorganisation in finanzieller und abwicklungstechnischer Hinsicht zunächst nicht bekannt.

**Konsistenz der Input-Daten:** Der Detaillierungsgrad der Prozessübersicht und die Einteilungskriterien der Prozesse sind mit jenen der Auftrags- und Finanzdaten zu korrelieren. Sind Auftrags- und Finanzdaten wenig detailliert, gibt es keinen Mehrwert Prozesse bzw. deren Prozessschritte bezüglich der Auswahl der Schlüsselprozesse feiner aufzulösen. Liegen Finanzdaten, wie Einnahmen und Ausgaben, beispielsweise nur produktgruppenspezifisch vor, kann keine Aussage über die wirtschaftliche Bedeutung des Erstellungsprozesses eines Produkts in der Produktgruppe getroffen werden.

**Strategiefestlegungsprozess durch Führungsebene:** Das Vorgehensmodell berücksichtigt ein strategisches Gesamtkonzept in Form eines strategischen Profils, auf dessen Eignung die Tools zur Optimierung abgestimmt werden. Die Führungsebene bestimmt in der Vorgehensweise mittelfristige bzw. langfristig strategische Zielvorstellungen, damit der Toolvorschlag zielgerichtet wirkt.

**Analyseprozesse:** Da dem Qualitätsmanagement eine bedeutende Rolle in einem akkreditierten Prüflabor zukommt, ist es wichtig den Dokumentenfluss und die Dokumentensicherung detailliert darzustellen. Eine Unterscheidung von Daten, die zur internen Nutzung und solchen, die aufgrund des Qualitätsmanagementsystems generiert werden, ist zweckmäßig. Dadurch wird ein guter Überblick über notwendige Aufwände bzw. Verschwendung durch Übererfüllung aufgrund von QM-Vorgaben aufgezeigt.

**Verbesserungspotentiale:** Probleme stellen im Kontext des Vorgehensmodells überwiegend Detailprobleme dar. Im Verständnis des Vorgehensmodells werden von ähnlichen Detailproblemen Verbesserungspotentiale abgeleitet. Dies dient einer lösungsgetriebenen Denkweise einerseits und der Reduktion von Daten zur Weiterbearbeitung für einen Toolvorschlag andererseits. Lässt sich eine große Anzahl an Problemen nicht gruppieren und nur in separate Verbesserungspotentiale umformulieren, steigt der Bearbeitungsaufwand in den weiteren Schritten stark an.

**Kenntnis der verwendeten Tools:** Das Vorgehensmodell verwendet Beurteilungsschritte des Anwenders bezüglich der Eignung von Tools Verbesserungspotentiale zu nutzen, bzw. dem strategischen Profil zu entsprechen. Deshalb ist die Kenntnis der Wirkung dieser Tools bereits vor Anwendung des Vorgehensmodells notwendig.



**Erfahrung in der Anwendung der Tools:** Um vom Toolvorschlag abgeleitete Maßnahmen auszuarbeiten, ist die Erfahrung über Aufwand und Implementierung von Tools notwendig. Besteht dieses vertiefte Wissen vom Modellanwender nicht, ist zusätzliche Expertise hinzuzuziehen.

**Weiterentwicklung des Methodenwürfels:** Der Methodenwürfel muss an die Gegebenheiten von Prozessen in akkreditierten Prüflaboren angepasst und weiterentwickelt werden. Der in Kapitel 3.2.2.2 vorgestellte Methodenwürfel ordnet Tools in einem Ordnungsrahmen nach Anwendungsbereich, Verbesserungsziel und Wirkungsweise ein. Im Vorgehensmodell wird eine Verbindung dieses Ordnungssystems von Tools, Verbesserungspotentiale und einem strategischen Konzept gefordert.

Die in Abbildung 27 dargestellten Prozessoptimierungsbausteine und ihre Zusammenhänge mit Input- und Output-Objekten wurden in ihren Grundzügen erläutert. Daneben wurde auf Voraussetzungen hingewiesen die Randbedingungen für die Anwendbarkeit der Vorgehensweise darstellen. Im Weiteren wird aufbauend auf den Prozessoptimierungsbausteinen eine detaillierte Konzeptionierung des Vorgehensmodells in Schritten vorgenommen.

## 4.2 Konzeptionierung

Nachdem im vorhergehenden Unterkapitel Anforderungen an das Vorgehensmodell beschrieben wurden, werden die drei Prozessoptimierungsbausteine: Projekt definieren, Prozesse verstehen und Prozesse verbessern im Detail konzipiert. Der Fokus liegt auf dem zweiten bzw. dritten Prozessoptimierungsbaustein. Um Prozesse zu verstehen wird eine Tätigkeitsstrukturanalyse unter Verwendung der Wertstromanalyse 4.0 verwendet, vgl. Kapitel 3.2.2.1. Die Verbesserung der Prozesse wird durch eine Weiterentwicklung des Methodenwürfels, vgl. Kapitel 3.2.2.2, welcher als zentrales Element der Auswahl von Optimierungstools fungiert, konzipiert.

Um die in Abbildung 27 dargestellten Prozessoptimierungsbausteine und ihre Input- und Output-Objekte systematisch aufzubereiten und umzusetzen, wird das Vorgehensmodell nun in sechs sequentiell abfolgenden Schritten konzipiert und näher beschrieben, vgl. Abbildung 28.



Abbildung 28: Konzept der durchzuführenden Schritte<sup>198</sup>

<sup>198</sup> eigene Abbildung

Unter Zuhilfenahme von Übersichten ist es möglich die wesentlichen Aspekte und Prozesse einer Organisation zu erkennen. Die notwendigen Informationen, um Schlüsselprozesse zu identifizieren, sind in den Bereichen: Prozesse, Aufträge, und Finanzen und Strategie zu finden.



Abbildung 29: Schritt I - Aufbereiten der Input-Daten<sup>199</sup>

Wie in Abbildung 29 dargestellt, erfolgt im ersten Schritt des Vorgehensmodells eine Datenaufbereitung. Hierzu sind folgende Teilschritte auszuführen:

- Prozesslandkarte erarbeiten:** Eine Übersicht über die ablaufenden Prozesse des Labors in niedriger Detailtiefe stellt den Ausgangspunkt dar. Da die Akkreditierungsnorm keine Vorgaben an eine Prozessübersicht macht, ist diese in geeigneter Form für das Vorgehensmodell zu erarbeiten. Eine Darstellung in Form einer Prozesslandkarte ist zweckmäßig, da sie eine unternehmensspezifische Abbildung der Zusammenhänge der Prozessketten im Unternehmen in niedriger Detailtiefe liefert. Es werden jene Hauptprozesse dargestellt die Leistung für den Kunden erbringen und jene, die diese steuern, unterstützen und verbessern.<sup>200</sup> Hierbei werden die Prozesse in Kern-, Management- und unterstützende Prozesse unterteilt, vgl. Kapitel 3.1. Für die Gliederung der Kernprozesse ist eine Unterscheidung nach Leistungsgruppen für die weitere Vorgehensweise zweckmäßig, da auch Auftragszahlen einfach in Leistungsgruppen einzuteilen sind.<sup>201</sup>
- Auftrags- und Finanzübersicht bereitstellen:** Um die Wichtigkeit der nach Leistungsgruppen gegliederten Kernprozesse einschätzen zu können, ist eine Zuordnung der Einnahmen und Ausgaben nach Leistungsgruppen über mindestens eine Periode (Basisjahr) zielführend.<sup>202</sup> Ebenso zeigen die Auftragszahlen und die damit einhergehende Anzahl der Durchläufe der Prozesse pro Periode die Bedeutung der einzelnen Bereiche als kritische

<sup>199</sup> eigene Abbildung

<sup>200</sup> vgl. Wagner und Käfer, 2017, S.6

<sup>201</sup> vgl. Wagner und Patzak, 2015, S.63

<sup>202</sup> vgl. Liphard, 2014, S.315

Erfolgsfaktoren der Unternehmung. Mit diesen Daten werden Schlüsselprozesse identifiziert bzw. eine Priorisierung der zu analysierenden Prozesse im konkreten Anwendungsfall unternehmensspezifisch getroffen.

- **Strategie festlegen:** Das Vorgehensmodell deckt die Verbesserungspotentiale aus einer operativen Sichtweise in Form einer Prozessanalyse auf. Diese Bottom-Up Vorgehensweise muss trotzdem eine strategische Ausrichtung der Organisation berücksichtigen, da die Optimierungsentscheidungen sich in ihrem Wirkungskreis potentiell auf mehrere Bereiche ausdehnen. Ist kein detaillierter Strategieentwicklungsprozess in einem Prüflabor implementiert, ist es zumindest notwendig, ein strategisches Konzept zu berücksichtigen. Dies stellt sicher, dass umgesetzte Verbesserungen nicht in alle Richtungen, sondern zur Vision hin, wirken, vgl. Kapitel 3.2.1.<sup>203</sup> Dazu sind abgeleitet aus der Mission der Unternehmung Strategien und Teilstrategien abzuleiten, die im nächsten Schritt in ein strategisches Profil überarbeitet werden.

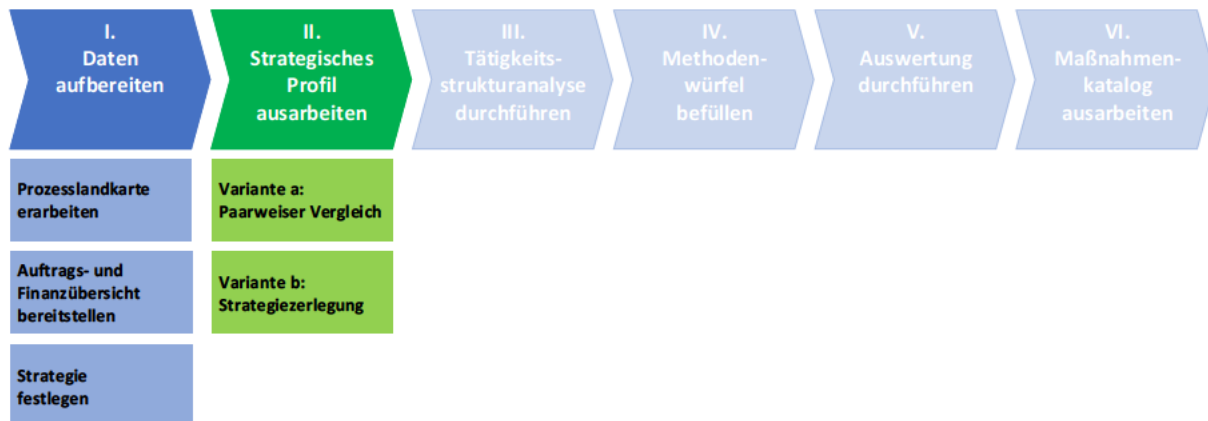


Abbildung 30: Schritt II - Zwei Varianten zur Ausarbeitung des strategischen Profils<sup>204</sup>

Um die strategische Ausrichtung des Prüflabors in der Auswahl der Optimierungstools berücksichtigen zu können, ist eine Quantifizierung in geeigneten Ausprägungen notwendig. Daten über die Wirkung von Tools aus der Literatur, beispielsweise aus GPS, werden in den generischen Zieldimensionen Qualität, Kosten, Zeit und Flexibilität beurteilt, vgl. Kapitel 3.2.1. Eine Quantifizierung des Einflusses der strategischen Ausrichtung in ebendiesen ist daher zweckmäßig.<sup>205,206</sup> Dafür werden zwei Varianten vorgestellt, vgl. Abbildung 30:

- **Variante a, Paarweiser Vergleich:** Eine Möglichkeit, um die Wichtigkeit der generischen Zieldimensionen unternehmensspezifisch festzulegen ist ein Paarweiser Vergleich. Es wird dabei auf Grundlage der gesteckten Ziele die Wichtigkeit für jedes mögliche Paar der Zieldimensionen bewertet.<sup>207</sup> Dabei wird

<sup>203</sup> vgl. Mussnig und Mödritscher, 2013, S.29ff

<sup>204</sup> eigene Abbildung

<sup>205</sup> vgl. Merl, 2016, S.233ff

<sup>206</sup> vgl. VDI 2870-2, 2012, S.4

<sup>207</sup> vgl. Merl, 2016, S.157

entschieden, ob eine Dimension wichtiger ist oder sie gleich wichtig sind, vgl. Tabelle 8. Bei der aufgestellten Matrix ist der Informationsgehalt bereits durch eine Diagonal-Hälfte gegeben. Durch horizontale Addition der Einträge ergibt sich eine Gewichtung des generischen Zielsystems, das als strategisches Profil des Unternehmens verstanden wird.<sup>208</sup>

Paarweiser Vergleich der Zieldimensionen					
	Qualität	Kosten	Zeit	Flexibilität	Gewichtung
Qualität	x	0	1	0	1
Kosten	2	x	2	2	6
Zeit	1	0	x	1	2
Flexibilität	2	0	1	x	3
0 = ist weniger wichtig als ... 1 = ist gleich wichtig wie ... 2 = ist wichtiger als ...					12

Tabelle 8: Paarweiser Vergleich der vier Zieldimensionen (beispielhaft)<sup>209</sup>

- **Variante b, Strategiezerlegung:** Eine andere Möglichkeit ein strategisches Profil der vier generischen Zieldimensionen zu erzeugen, führt über die Analyse einer formulierten Strategie bzw. deren Teilstrategien. Dabei sind Teilstrategien ähnlich einer Strategiesegmentierung nach z.B. Kundengruppen zu sehen.<sup>210</sup> Jedoch erfolgt hier die Segmentierung nach Aspekten der Unternehmensführung, mit Ausprägungen von z.B. Leistungsumfang, Personalqualifikation, Marktpositionierung, Marktumfeld, etc. Ohne bereits konkrete Ziele abgeleitet zu haben, lässt sich eine (Teil-)Strategie in die vier generischen Zieldimensionen zerlegen und in ihrer Wirkung durchaus mehreren Zieldimensionen zuordnen. Es bietet sich an pro Zieldimension zu bewerten, ob eine Strategie darin Kern- oder Unterziele bedingt:

- Strategie hat keine Auswirkungen auf die Zieldimension
- Strategie benötigt Ziele in dieser Zieldimension (Unterziele)
- Strategie zielt hauptsächlich auf diese Zieldimension ab (Kernziele)

Es lassen sich grundsätzlich beliebig viele Teilstrategien gleich hoher Wichtigkeit verwenden. Die Einzelgewichtungszahl pro Zieldimension wird

<sup>208</sup> vgl. Merl, 2016, S.158

<sup>209</sup> vgl. Merl, 2016, S.158

<sup>210</sup> vgl. Abplanalp und Lombriser, 2013, S.17f

dadurch im Allgemeinen höher ausfallen, es ist jedoch allein die relative Gewichtung zu den anderen Zieldimensionen ausschlaggebend, vgl. Tabelle 9.

Strategiezerlegung in Zieldimensionen					
	Qualität	Kosten	Zeit	Flexibilität	
Teilstrategie 1	2	0	0	0	<b>0 = kein Einfluss</b> <b>1 = Unterziele</b> <b>2 = Kernziele</b>
...	1	0	2	1	
Teilstrategie n	1	2	0	2	
<b>Gewichtung</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>11</b>

**Tabelle 9: Strategiezerlegung in die vier Zieldimensionen (beispielhaft)**

Beide Möglichkeiten bilden eine Ergebnis-Gewichtung, die stark vom Anwender und seinen Einschätzungen abhängig ist und damit in seiner Aussagekraft beschränkt bleibt. Der Vorteil des Paarweisen Vergleichs ist die leichte und klare Entscheidungsfindung bezüglich jeweils zwei Alternativen.<sup>211</sup> Jedoch ist es gegebenenfalls einfacher Strategien zu formulieren und diese bausteinartig in Zieldimensionen zu zerlegen, wie dies bei der Strategiezerlegung dargelegt wurde.

Aus den Informationen der Prozesslandkarte, der Auftrags- und Finanzübersicht, und der strategischen Ausrichtung können die wesentlichen Prozessketten identifiziert werden. Sie tragen aufgrund ihrer Häufigkeit der Durchführung, sowie finanzieller und strategischer Bedeutung zum Gesamterfolg des Labors am meisten bei (Schlüsselprozesse).<sup>212</sup> Gemäß dem Pareto-Prinzip werden sie priorisiert und zuerst in detaillierter Weise analysiert, um Problemstellen und Verbesserungspotentiale zu finden.

<sup>211</sup> vgl. Ehrlenspiel und Meerkamm, 2017, S.645

<sup>212</sup> vgl. Wagner und Patzak, 2015, S.70

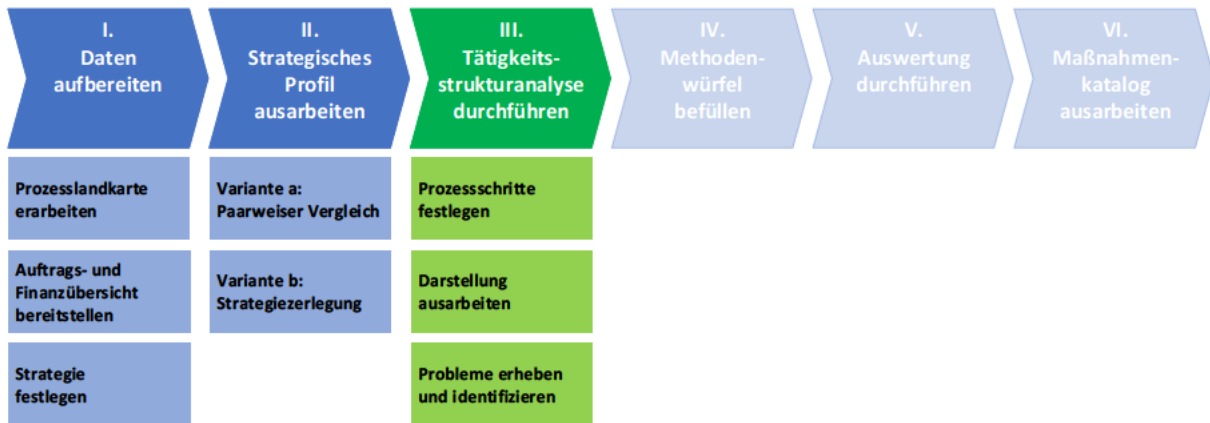


Abbildung 31: Schritt III - Durchführen der Tätigkeitsstrukturanalyse an den Analyseprozessen<sup>213</sup>

Das Festlegen der Analyseprozesse führt zum zweiten Prozessoptimierungsbaustein „Prozesse verstehen“, welcher mit Hilfe einer Tätigkeitsstrukturanalyse umgesetzt wird, vgl. Abbildung 31. Die dazu erforderlichen Teilschritte werden im Folgenden näher dargelegt:

- **Prozessschritte festlegen:** Zur Analyse von Prozessen ist zunächst festzulegen wie ein Prozess in Prozessschritte untergliedert und Start- und Endpunkte definiert werden. Da in einem Prüflabor die Wichtigkeit von Informations- und Dokumentenströmen verglichen mit dem Materialstrom überwiegen, ist es zweckmäßig die Abgrenzung bei Unterbrechung des Dokumentenstroms vorzunehmen. Es wird folgende Regel festgelegt:

*Ein Prozessschritt wird abgegrenzt, wenn das Prüfobjekt bzw. die Begleitdokumente den Ort oder die bearbeitende Stelle wechseln.*

Die so definierten Prozessschritte werden entlang dem Auftragsdurchlauf mittels einer Wertstromanalyse 4.0 (vgl. Kapitel 3.2.2.1) aufgenommen, indem Verfahrens- und Arbeitsanweisungen des Qualitätsmanagementsystems durchgesehen, Beobachtungen des Arbeitsablaufs durchgeführt und mit den Mitarbeitern gesprochen wird (Experteninterviews).

- **Darstellung ausarbeiten:** Die Darstellungsform wird von der üblichen Form etwas abgeändert und um Komponenten der „Business Process Model and Notation“ (BPMN) erweitert. Mittlerweile ist die zweite Generation, BPMN 2.0, von Informationsspezialisten entwickelt worden, um Arbeitsabläufe sehr detailliert darzustellen.<sup>214</sup> Im Vorgehensmodell werden folgende BPMN Komponenten verwendet, um dem Fokus auf Informations- und

<sup>213</sup> eigene Abbildung

<sup>214</sup> vgl. Wagner und Patzak, 2015, S.112

Dokumentenströme in akkreditierten Prüflaboren gerecht zu werden, vgl. Abbildung 32:

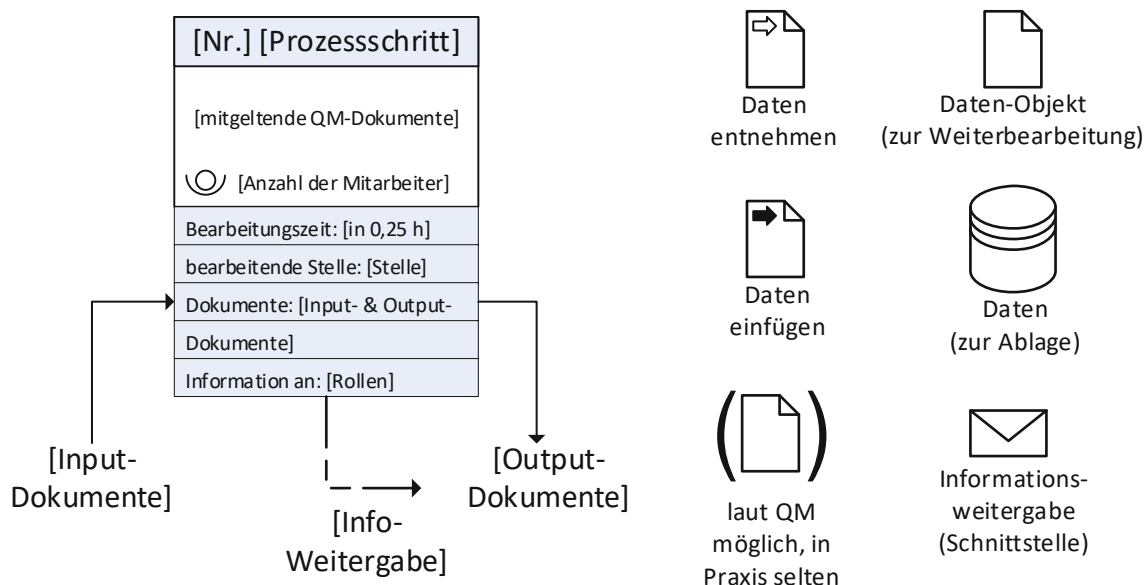


Abbildung 32: Prozesskasten und verwendete Datensymbole<sup>215</sup>

**Prozesskasten:** Im Prozesskasten wird dem Prozessschritt eine eindeutige Nummer zugewiesen, um die Zuordnung der gefundenen Probleme zu erleichtern. Da die Arbeitsweise in einem akkreditierten Labor stark am Qualitätsmanagementsystem ausgerichtet ist, werden die für diesen Prozessschritt mitgeltenden QM-Dokumente vermerkt. Im weiteren Datenfeld befinden sich die Bearbeitungszeit, die bearbeitende Stelle, die eingehenden und ausgehenden Dokumente, sowie die Informationsweitergabe an die nächste Stelle.

**Datensymbole:** Um den Informations- und Datenfluss über eine horizontale Zeitachse übersichtlich darzustellen, wird die Dokument- und Informationsweitergabe in zwei Swimlane-Gruppen unter den Prozesskästen eingezeichnet, vgl. Abbildung 33.<sup>216</sup>

Die erste Swimlane-Gruppe „Informationsweitergabe und Speicherung“ enthält zumindest die drei Kategorien „Papier“, „elektronisch“ und „Mitarbeiter“. Weitere Informationsübertragungsmedien wie z.B. Whiteboard, etc. sind im konkreten Anwendungsfall denkbar.<sup>217</sup> In dieser Gruppe werden die zwei Datensymbole „Daten entnehmen“ und „Daten einfügen“ verwendet, wenn die Daten nicht vom vorherigen Prozessschritt bzw. nicht an den nächsten Prozessschritt übergeben werden. Für Datenobjekte, die jenen Prozessschritt durchlaufen, wird das

<sup>215</sup> eigene Abbildung

<sup>216</sup> vgl. Wagner und Patzak, 2015, S.113

<sup>217</sup> vgl. Meudt u. a., 2016, S.320f

allgemeine „Daten-Objekt (zur Weiterbearbeitung)“ gebraucht, vgl. Abbildung 32. Wenn ein Datenobjekt laut den geltenden QM-Dokumenten vorgesehen ist, aber in der Praxis nicht genutzt wird, wird eine Klammer um dieses Objekt gemacht. Wechselt zwischen zwei Prozessschritten die bearbeitende Stelle, so wird in der betreffenden Swimlane die Informationsweitergabe mit dem Briefsymbol für eine Schnittstelle deutlich gemacht.

In einer zweiten darunter liegenden Swimlane-Gruppe „Zweck“ werden die drei Kategorien „intern“, „Qualitätsmanagement“ und „Kunde“ aufgetragen. Hierin werden die in jenem Prozessschritt verwendeten Datenobjekte noch dem Zweck ihrer Nutzung zugeordnet.<sup>218</sup> Dies bietet die Möglichkeit schnell einen Überblick über die Notwendigkeit bzw. Veränderbarkeit von Daten-Objekten zu erlangen. Während der Informationsfluss oder die Erstellung interner Daten-Objekte ohne qualitätsrelevante Hemmnisse durchgeführt werden kann, sind bei „gelenkten Dokumenten“ des Qualitätsmanagementsystems die Akkreditierungsnorm und die Auswirkung auf weitere gelenkte Dokumente zu berücksichtigen.<sup>219</sup> Ebenso werden Informationen, die an den Kunden fließen rasch sichtbar. In dieser Swimlane-Gruppe wird auch das Datensymbol der Datenablage gebraucht, wenn das Daten-Objekt nun im weiteren Prozessverlauf nicht mehr verwendet oder gemäß Qualitätsmanagement-Handbuch archiviert wird.

- **Probleme erheben und identifizieren:** Unter den Swimlane-Gruppen werden identifizierte Probleme, welche durch Experteninterviews beim Erstellen der Darstellung in Erfahrung gebracht wurden, sowie nachträglich analysierte Probleme unter dem jeweiligen Prozessschritt festgehalten. Die für einen Prozessschritt benötigten Information, wie z.B. Bearbeitungsdauer werden aus primären Quellen, wie z.B. einer Maschinenzeit oder durch Befragung der bearbeitenden Mitarbeiterin bzw. dem bearbeitenden Mitarbeiter ermittelt. Es ist darauf Acht zu geben einen „durchschnittlichen Auftragsfall“ der betreffenden Leistungsgruppe durch die Analyse darzustellen, was bei hoher Variabilität von Prüftätigkeiten schwierig ist. Es empfiehlt sich die in Erfahrung gebrachten Informationen mit sekundären Quellen, wie z.B. Auftragslaufzetteln mehrerer Aufträge zu kontrollieren, um so subjektive Eindrücke der Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeiter zu verringern. Sind die benötigten Informationen weder aus primären noch sekundären Quellen zu gewinnen, lässt sich eine Schätzung durchführen. Dies geschieht am besten nach Erarbeiten der Darstellung, da dann das gesamte Verhalten der betrachteten Prozesskette besser eingeschätzt werden kann. Die Expertise des Personals hilft qualitativ bessere Schätzungen zu

<sup>218</sup> vgl. Meudt u. a., 2016, S.321

<sup>219</sup> vgl. DIN EN ISO/IEC 17025, 2018, S.44f



treffen. Neben den hier spezifisch definierten Merkmalen werden die für eine Wertstromanalyse üblichen Informationspfeile, Rückfrageschleifen, sowie Durchlauf- und Wartezeit-Vermerke, etc. zur Darstellung verwendet.

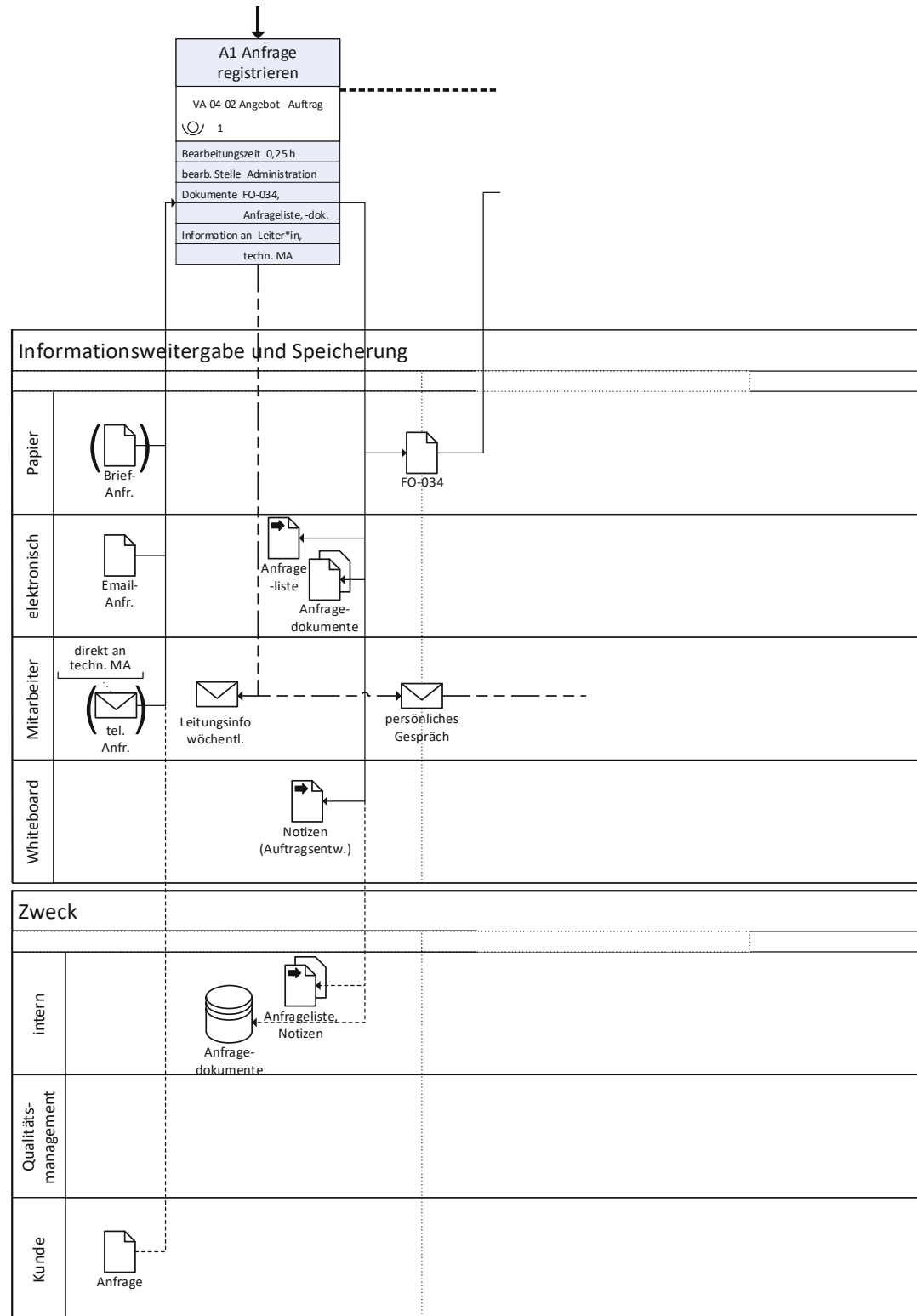


Abbildung 33: Angepasste Prozessschrittdarstellung mit Swimlanes (beispielhaft)<sup>220</sup>

<sup>220</sup> eigene Abbildung

Bevor weitere Schritte im Vorgehensmodell konkretisiert werden, ist eine Betrachtung des Methodenwürfels notwendig, der das zentrale Element des Prozessoptimierungsbausteins „Prozesse verbessern“ darstellt. Der bereits in Kapitel 3.2.2.2 vorgestellte Methodenwürfel wird weiterentwickelt, um die Funktion der Einteilung von Tools auch für Probleme und strategische Ziele zu erweitern. Er stellt im Vorgehensmodell das verknüpfende Element zwischen formulierten Verbesserungspotentialen aus problembezogener Sicht und der Auswahl geeigneter Tools dar. Der Methodenwürfel liefert eine Tool-Konfiguration durch ein problembasiertes Bottom-Up-Vorgehen. Es ist daneben aber auch ein strategiebasiertes Top-Down-Vorgehen denkbar, welche in diesem Vorgehensmodell keine Anwendung findet.<sup>221</sup>

Die Herangehensweise an den Methodenwürfel ist durch drei verschiedene Ansatzpunkte, dem Einordnen eines Problems, eines Tools, oder einer Strategie möglich. Das widerspiegelt sich in den drei möglichen Sichten auf den Würfel:

#### **PROBLEM-Sicht (vgl. Abbildung 34, links unten):**

Ausgehend von einem identifizierten Problem in der Prozesskette ist der Anwendungsbereich des zu suchenden Verbesserungstools bereits durch den Ort der Problemstellung festgelegt. Auch die Verbesserungszielgröße (Mensch, Technik, Organisation) ist in einem Großteil der Fälle bereits durch die dem Problem inhärenten Eigenschaften zuordenbar. Die Wirkungsweise des Verbesserungstools spielt in der Problemzuordnung noch keine Rolle, da sie erst unter Einbeziehung strategischer Überlegungen sinnvoll ist. Die Einordnung eines konkreten Problems in den Methodenwürfel ist über dessen Vorderseite bzw. den zwei Dimensionen Anwendungsbereich und Verbesserungsziel sinnvoll.

#### **STRATEGIE-Sicht (vgl. Abbildung 34, rechts oben):**

Wird eine Prozessoptimierung aufgrund einer neuen oder adaptierten Strategie des Unternehmens und nicht problembasiert gestartet, so sind die zwei zentralen Kriterien für Verbesserungstools die adressierte Verbesserungszielgröße und die erwünschte Wirkungsweise des Tools. Durch diese zwei Größen lässt sich in einem Implementierungsplan die Wirkung auf die gewünschte Verbesserungszielgröße festlegen. Die Einteilung der Tools in Anwendungsbereiche spielt eine untergeordnete Rolle, wenn davon ausgegangen wird, dass strategische Entscheidungen ganzheitlichen Charakter besitzen und damit mehrere Bereiche beeinflussen.

---

<sup>221</sup> vgl. Merl, 2016, S.205f

**TOOL-Sicht (vgl. Abbildung 34, rechts unten):**

Die TOOL-Sicht nimmt eine Sonderstellung ein. Der Ausgangspunkt des Methodenwürfels ist die Einteilung der Tools nach allen drei Kriterien. Jedoch zeigt sich, dass das Kriterium „Wirkungsweise“ kennzeichnend ist. Jedes Tool ist eindeutig einer Ausprägung dieses Kriteriums zuordenbar, auch *Fehr et. al (2012)* verknüpft jede Methode mit genau einer Ausprägung des Spezialisierungsgrads, analog der Wirkungsweise. Bei den anderen beiden Kriterien können die Tools durchaus in mehreren Merkmalbereichen vorkommen. Deshalb wird die Herangehensweise der Einordnung eines neuen Tools in den Methodenwürfel von rechts, also der eindeutigen Zuordnung einer Wirkungsweise gewählt.

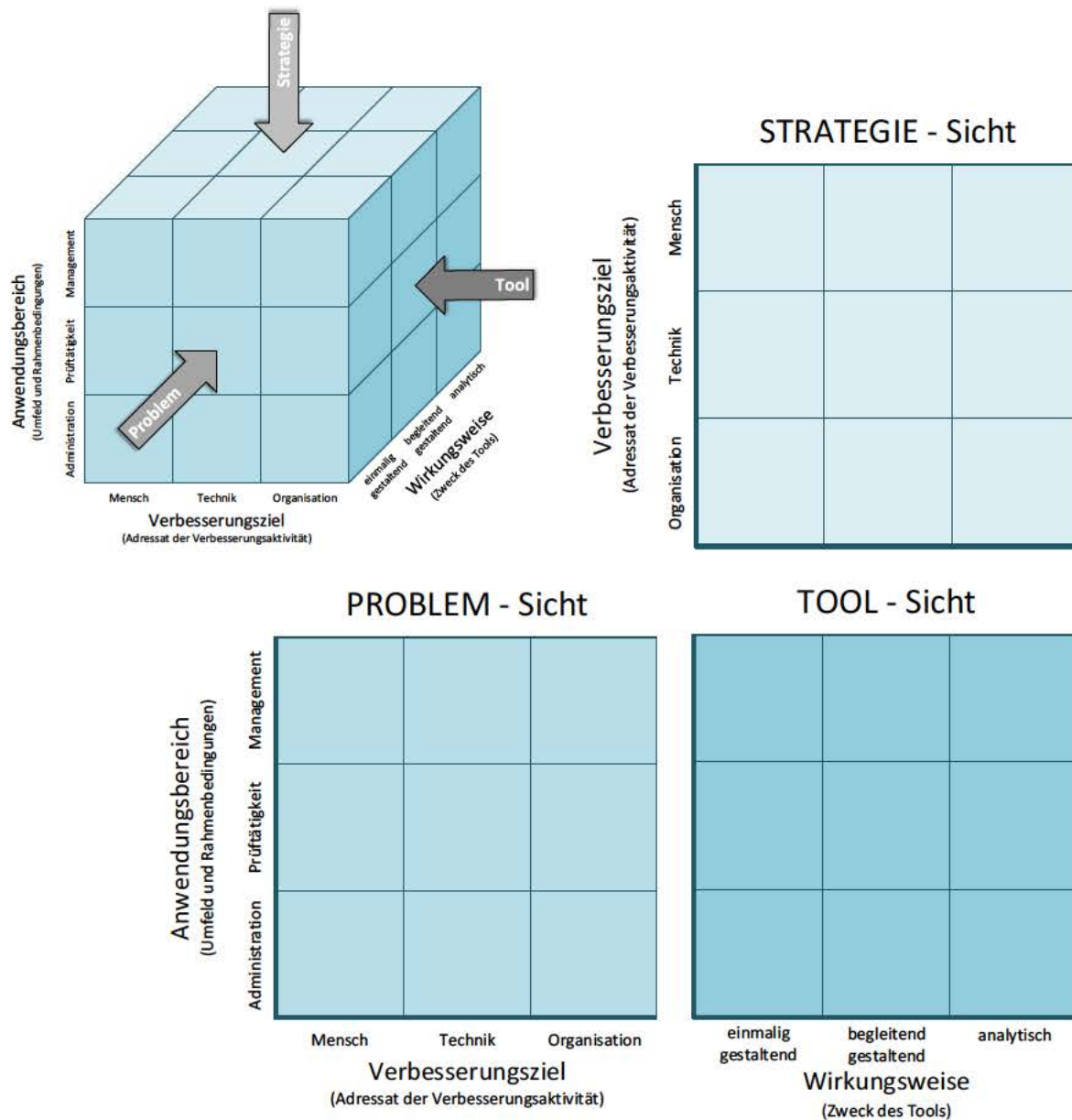


Abbildung 34: Weiterentwickelter Methodenwürfel - Darstellung der Sichten<sup>222</sup>

<sup>222</sup> eigene Abbildung

Die eben vorgestellte Sicht- und Denkweise ermöglicht es sowohl Probleme als auch Tools in ein Ordnungsschema einzuordnen. Der Methodenwürfel verknüpft diese in 27 Subwürfeln, um einen Toolvorschlag zu generieren, vgl. Abbildung 34 links oben. Die Strategiesicht wird im Vorgehensmodell nicht benötigt, da kein Top-Down-Vorgehen konzipiert wird.

Zur Anwendung wird der Methodenwürfel einerseits mit geeigneten Verbesserungstools über die TOOL-Sicht befüllt. Andererseits gilt es die identifizierten Probleme in neun Felder des Methodenwürfels (Problemfelder) zu klassifizieren und in Verbesserungspotentiale überzuführen. Die dafür erforderlichen Teilschritte werden im Folgenden näher dargestellt, vgl. Abbildung 35.

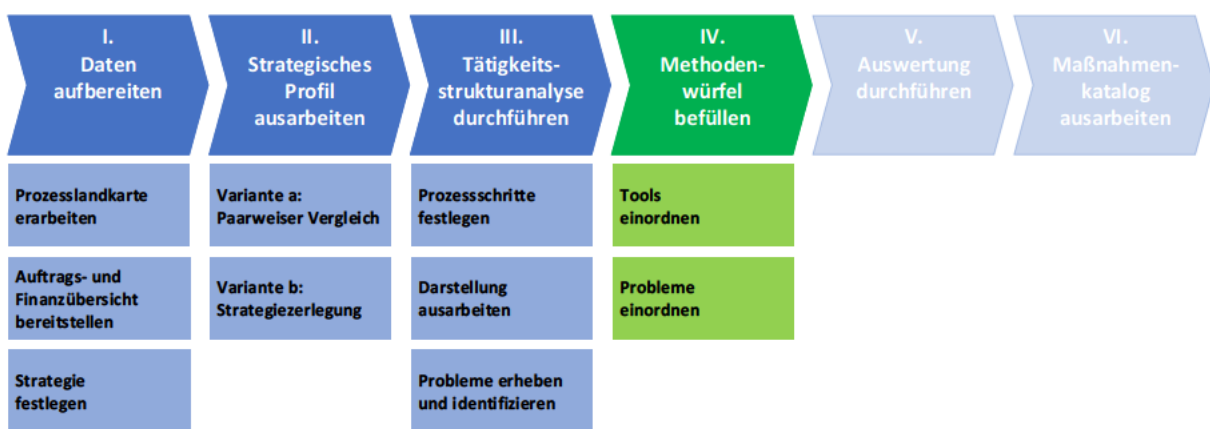


Abbildung 35: Schritt IV - Tools und Probleme in den Methodenwürfel einordnen<sup>223</sup>

Die für die Prozessoptimierung von akkreditierten Prüflaboren genutzten Tools wurden bereits in Kapitel 3 aufgezeigt und sind im Toolkasten, vgl. Tabelle 6, zusammengefasst. Der Methodenwürfel kann jederzeit mit weiteren Tools nach folgendem Teilschritt befüllt werden.

- Tools einordnen:** Die Antworten auf die Fragestellungen in Tabelle 10 helfen eine eindeutige Einordnung, bezüglich der Wirkungsweise, in „einmalig gestaltend“, „begleitend gestaltend“ und „analytisch“ zu treffen. Befindet sich eine Kategorie im Antwortkasten, stellt dies das Abbruchkriterium dar. Es sei darauf hingewiesen, dass Frage 5 eine Auffangzuordnung sicherstellt. Dabei wird in die Kategorie „analytisch“ zugeordnet, wenn das Tool universell einsetzbar ist, da dies dem wesentlichen Charakter der hier zugeordneten Tools gleicht. Sollte das Tool dieses Kriterium nicht erfüllen, ist es ein spezifisch zu Anwendungsbereich und Verbesserungsziel zuordenbares Tool. Aufgrund der Tatsache das ein Verbesserungstool immer gestaltend wirkt und die wiederholte Anwendung verneint wurde, wird es zu den einmalig gestaltenden Tools zugeordnet.

<sup>223</sup> eigene Abbildung

Nr.	Frage	Antwort → Folge	
		ja	nein
1	Versucht das Tool eine Problemursache zu identifizieren?	<i>analytisch</i>	zu Frage 2
2	Versucht das Tool eine kreative Lösungsfindung zu fördern?	<i>analytisch</i>	zu Frage 3
3	Erzielt das Tool seine Wirkung nur dann, wenn es immer wieder angewandt bzw. eine eingeführte Routine immer wieder angewandt wird?	<i>begleitend gestaltend</i>	zu Frage 4
4	Muss das Tool in einer projektmäßigen Art und Weise eingeführt werden?	<i>einmalig gestaltend</i>	zu Frage 5
5	Ist das Tool universell einsetzbar?	<i>analytisch</i>	<i>einmalig gestaltend</i>

**Tabelle 10: Fragestellungen zur Einordnung eines Tools in den Methodenwürfel**

Im Gegensatz zur Wirkungsweise ist es möglich, dass ein Tool sowohl im Anwendungsbereich als auch beim Verbesserungsziel mehrere Merkmalsbereiche betrifft. Deshalb wird jedes Tool, wie beispielhaft in Tabelle 11 dargestellt, bezüglich des Einflusses der Wirkung (direkt, unterstützend, keiner) auf jedes Merkmal in drei Stufen bewertet. Jede Stufe des Einflusses kann dabei beliebig oft verwendet werden.

Kriterium	Ausprägung	Einfluss der Wirkung des Beispiel-Tools	
Anwendungsbereich	Administration	3	3 = direkt 2 = unterstützend 1 = keiner
	Prüftätigkeit	3	
	Management	2	
Verbesserungsziel	Mensch	1	
	Technik	1	
	Organisation	3	

**Tabelle 11: Einordnung eines Tools bezüglich Anwendungsbereich & Verbesserungsziel (beispielhaft)**

Nachdem nun die 27 Subwürfel des Methodenwürfels unterschiedlich mit dem Einfluss der Wirkung des Tools befüllt sind, sind die Probleme über die zweidimensionale PROBLEM-Sicht in den Methodenwürfel einzuordnen, um eine Verknüpfung zwischen Tools und Problemen bzw. Verbesserungspotentialen zu verwirklichen.

- **Probleme einordnen:** Die in der Prozessanalyse gefundenen Probleme werden jeweils genau einer Ausprägung des Anwendungsbereichs und des Verbesserungsziels zugeordnet. Die Zuordnung zu den Ausprägungen „Administration“ für Probleme im Auftragsablauf, „Prüftätigkeit“ für Probleme bei der Erstellung der technischen Dienstleistung, sowie „Management“ für Probleme in der Auftrags- und Ressourcensteuerung ist je nach Auftrittsort des Problems leicht möglich. Probleme, die mit den Vorgaben oder Maßnahmen des Qualitätsmanagements zusammenhängen, werden unter „Management“ eingeordnet. Die Einordnung des Verbesserungsziels gestaltet sich unter Umständen nicht eindeutig, dabei werden folgende Richtlinien zur Einordnung beachtet:
  - Ist das konkrete Problem hauptsächlich mit einer technischen Einrichtung bzw. Software verbunden, wird zum Verbesserungsziel „Technik“ zugeordnet.
  - Befindet sich das Problem in der Arbeitsumgebung bzw. der Arbeitsweise nur einer einzelnen Person, wird in die Ausprägung „Mensch“ eingeordnet.
  - Betrifft ein Problem mehrere Stellen bzw. Schnittstellen der Organisation nach außen, so wird es in das Verbesserungsziel „Organisation“ eingeordnet.

Durch die Einordnung jedes Problems in den Kriterien „Anwendungsbereich“ und „Verbesserungsziel“ mit jeweils drei Ausprägungen entstehen neun Problemfelder (vgl. Problemsicht Abbildung 34) in die Probleme eingeordnet werden. Es wird in jedem der neun Problemfelder versucht die Komplexität zu verringern, um den Aufwand für die Auswertung zu reduzieren. Dazu werden Verbesserungspotentiale aus ähnlichen Problemen abgeleitet und mit einer Bezeichnung aus dem entsprungenen Problemfeld versehen, vgl. Tabelle 12. Im Idealfall ist die Anzahl der Verbesserungspotentiale deutlich geringer als die der gefundenen Probleme, da bereits Verknüpfungen der Probleme erkannt und so unter einem allgemeineren Verbesserungspotential formuliert werden.

Problemfeld	Mensch	Technik	Organisation
Management	MM[Nr.]	MT[Nr.]	MO[Nr.]
Prüftätigkeit	PM[Nr.]	PT[Nr.]	PO[Nr.]
Administration	AM[Nr.]	AT[Nr.]	AO[Nr.]

**Tabelle 12: Bezeichnungscode von Verbesserungspotentialen je Problemfeld**

Um die formulierten Verbesserungspotentiale mit geeigneten Verbesserungstools im Methodenwürfel zu verknüpfen, ist eine Auswertung der zwei Komponenten Gesamtscore und Zielerreichungsbeitrag durchzuführen, um einen Toolvorschlag zu bilden. Dies wird in den nächsten Teilschritten näher erläutert, vgl. Abbildung 36.

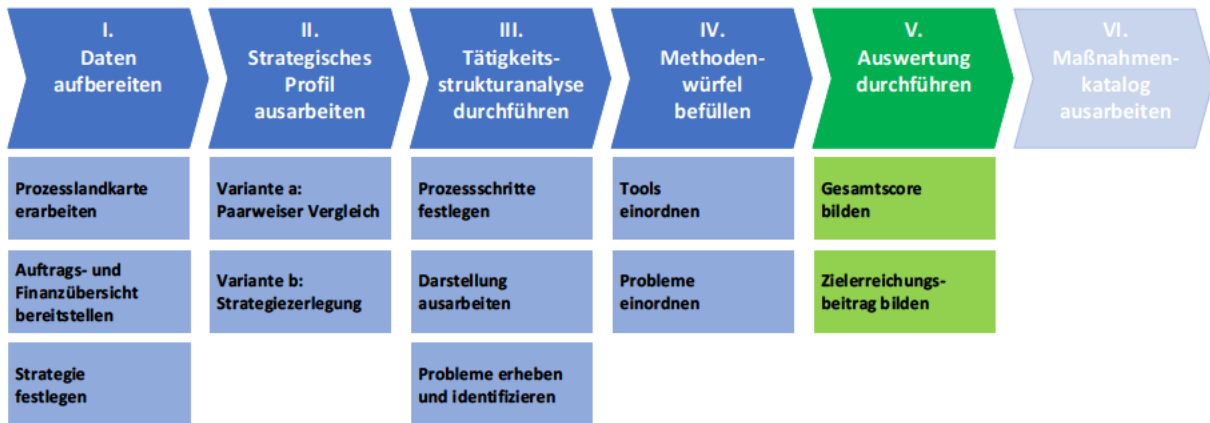


Abbildung 36: Schritt V - Bildung des Gesamtscores und Zielerreichungsbeitrags<sup>224</sup>

- Gesamtscore bilden:** Zuerst werden Tool-Scores pro Problemfeld gebildet, um die Relevanz des Tools zu bestimmen, vgl. Formel 1. Dabei werden in jedem der neun Problemfelder für jedes Tool die bewerteten zwei Einflusspunkte aus Tabelle 11 multipliziert, um den Tool-Score zu bilden. Tools, die in einem Problemfeld einen niedrigeren Tool-Score als 4 Punkte erreichen sind in jenem Feld nicht relevant. Denn sie wurden in zumindest einem Kriterium mit 1 Punkt, also keinem Einfluss ihrer Wirkung bewertet. Sie werden für das betroffene Feld nicht weiter betrachtet.

Die pro Feld übrig gebliebenen Tools werden nun je Verbesserungspotential hinsichtlich ihrer Eignung, dies nützen zu können, auf einer 3-stufigen Skala bewertet (3 – sehr gut, 2 – mittel, 1 – schlecht geeignet). Multipliziert man diese Eignung des Tools mit dem Toolscore ergibt sich ein Gesamtscore des Tools (zwischen 4 und 27 Punkten) pro Verbesserungspotential in einem bestimmten Problemfeld, vgl. Formel 1.

$$\text{Gesamtscore} := \text{Eignung} * \text{Tool\_Score}$$

$$\text{Tool\_Score} := \text{Anwendungsbereichseinfluss} * \text{Verbesserungszieleinfluss}$$

#### Formel 1: Gesamtscore eines Tools

Es werden für jedes Verbesserungspotential die bewerteten Tools, kategorisiert nach ihrer Wirkungsweise (einmalig gestaltend, begleitend gestaltend, analytisch), nach ihrem Gesamtscore beurteilt. Dabei können Tools mit einem Gesamtscore unter 12 Punkten weggelassen werden, da sie im dreistufigen Prozess nie mit 3 Punkten bewertet wurden. Eine Übersicht der Bildung des Tool- und Gesamtscore und den relevanten Ausprägungen ist in Abbildung 37 dargestellt.

<sup>224</sup> eigene Abbildung

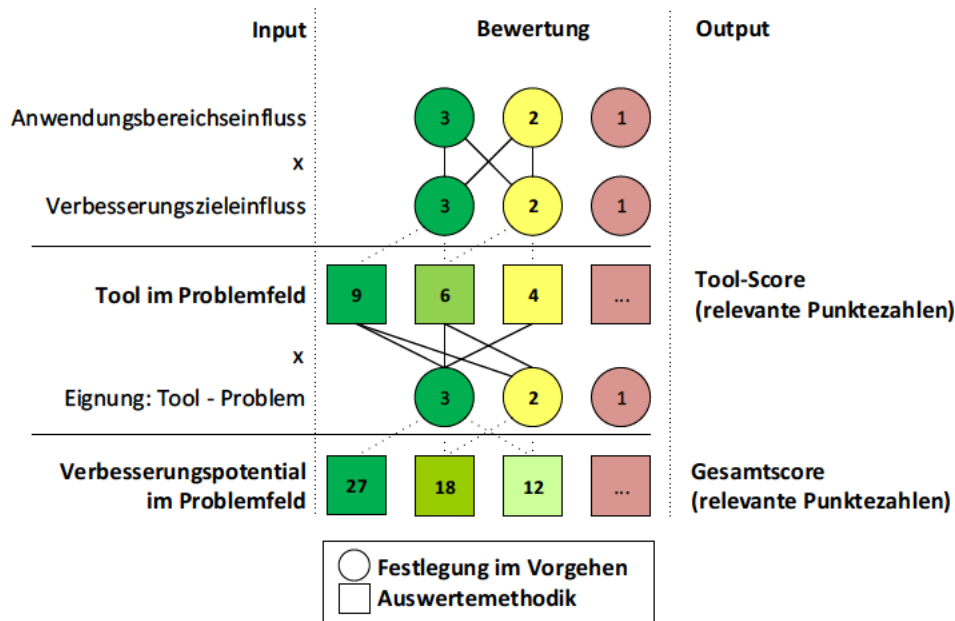


Abbildung 37: Bildung des Gesamtscores der Tools für ein Verbesserungspotential in einem Problemfeld<sup>225</sup>

- Zielerreichungsbeitrag bilden:** Um die Verbesserungen nicht, wie bereits beschrieben, ungerichtet eines strategischen Konzepts wirken zu lassen, wird die ausgearbeitete Gewichtung (strategisches Profil) der vier generischen Zieldimensionen in eine Auswahlentscheidung eingearbeitet. Die Tools werden wie in der *VDI 2870-2 (2012)* für Ganzheitliche Produktionssysteme zu finden, bezüglich der Beeinflussung der generischen Zieldimensionen auf einer 1 bis 3 Punkte Skala bewertet (Zieldimensionsbewertung). Dabei kann die Bewertung für in der *VDI 2870-2 (2012)* vorhandene Tools übernommen werden bzw. findet sich in *Merl (2016)* eine Vielzahl an Tools, die in allen vier generischen Zieldimensionen bewertet wurden.<sup>226,227</sup> Tools, für die eine Bewertung in den zwei genannten Quellen nicht gefunden werden kann, sind durch eigene Einschätzung im Vergleich zu ähnlichen Tools aus den Katalogen zu bewerten.

Es wird somit ein „Generell-Zielerreichungsbeitrag“ zum strategischen Profil für jedes Tool errechnet. Dafür wird jede Zieldimensionsbewertung mit ihrer Gewichtung multipliziert und zum maximal möglichen Bewertungsprodukt ins Verhältnis gesetzt, vgl. Formel 2.

$$\text{Generell-Zielerreichungsbeitrag} := \frac{\sum_{i=1}^4 \text{Zieldimensionbewertung } i * \text{Gewichtung } i}{3 * \sum_{j=1}^4 \text{Gewichtung } j}$$

Formel 2: Generell-Zielerreichungsbeitrag zum strategischen Profil eines Tools

<sup>225</sup> eigene Abbildung

<sup>226</sup> vgl. VDI 2870-2, 2012, S.4

<sup>227</sup> vgl. Merl, 2016, S.233ff



Ebenso wird spezifisch für jedes Problemfeld ein „Zielerreichungsbeitrag“ definiert, indem der Generell-Zielerreichungsbeitrag des Tools mit dessen Tool-Score multipliziert und zum maximal möglichen Tool-Score ins Verhältnis gesetzt wird, vgl. Formel 3. Eine übersichtliche Berechnung eines Zielerreichungsbeitrags eines Tools in einem Problemfeld zu einem strategischen Profil ist in Abbildung 38 zu sehen. Die festgelegten Werte sind beispielhaft gewählt.

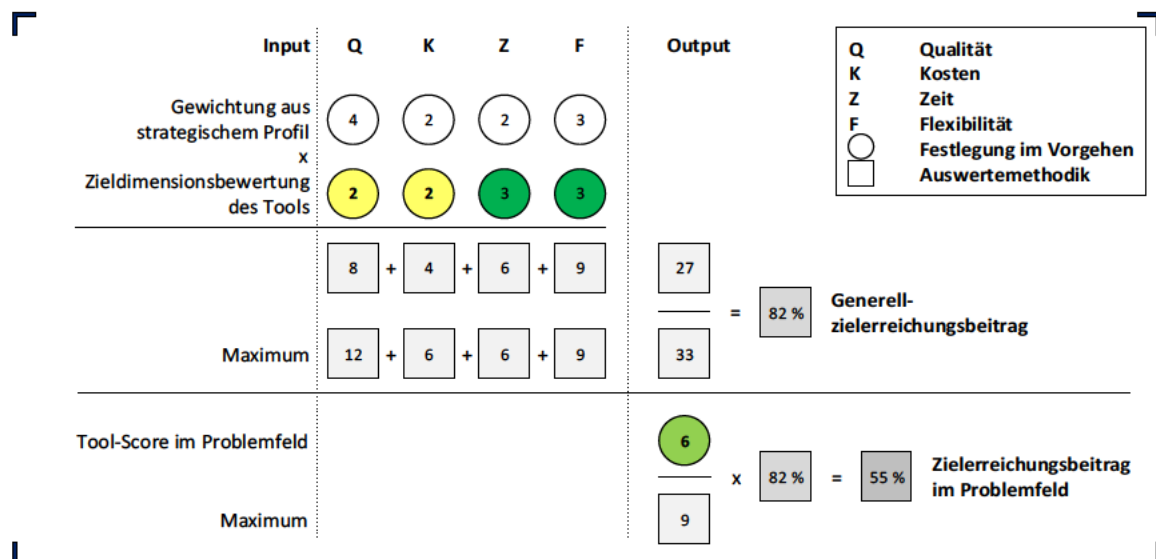
$$\text{Zielerreichungsbeitrag} := \frac{\text{Generell\_Zielerreichungsbeitrag} * \text{Tool\_Score}}{9}$$

**Formel 3: Zielerreichungsbeitrag zum strategischen Profil eines Tools in einem Problemfeld**

Somit ist durch eine Reihungstabelle pro Verbesserungspotential, dem Toolvorschlag, die Grundlage für die Auswahl an Tools geschaffen:

- Für jedes Verbesserungspotential existiert eine Auswahl von geeigneten Tools anhand ihres Gesamtscores, welches das Lösen der darunterliegenden Probleme adressiert.
- Die Tools sind pro Problemfeld mit einem Zielerreichungsbeitrag hinterlegt, welcher auf das ausgearbeitete strategische Profil ausgerichtet ist.

Durch Interpretation dieser zwei Komponenten werden Tools ausgewählt, von denen in einem abschließenden Schritt Maßnahmen abgeleitet werden, vgl. Abbildung 39.



**Abbildung 38: Berechnung des Zielerreichungsbeitrags eines Tools in einem Problemfeld (Beispiel)<sup>228</sup>**

<sup>228</sup> eigene Abbildung

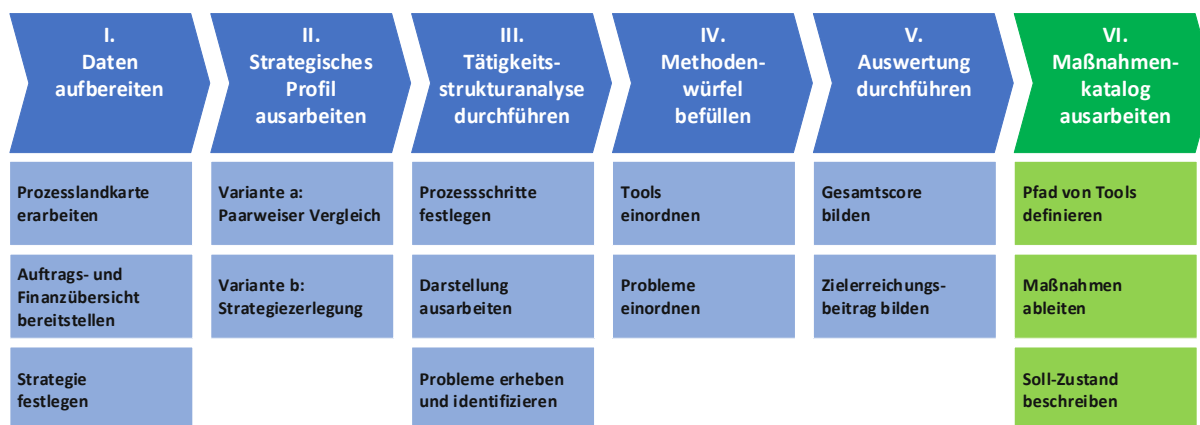


Abbildung 39: Schritt VI - Tools auswählen, Maßnahmen ableiten und Soll-Zustand beschreiben<sup>229</sup>

- Pfad von Tools definieren:** Je nach Detaillierungsgrad des Vorgehens werden aufgrund der Entscheidungsgrundlage des Toolvorschlags nur ein oder mehrere geeignete Tools für die gesamte Laborprozessoptimierung ausgewählt. Der Detaillierungsgrad der Prozessoptimierung ist angepasst an den Professionalitätsgrad des Prozessmanagements im Unternehmen vorzunehmen.<sup>230</sup> Es empfiehlt sich zumindest pro Problemfeld ein Tool auszuwählen und so einen „kritischen Pfad“ der Verbesserungen zu legen. Natürlich ist diese Auswahl auch für jedes einzelne Verbesserungspotential möglich.

Dabei ist die Auswahl des Tools, unabhängig der gewählten Detaillierung, nicht strikt nach den ausgewerteten Scores und Zielerreichungsbeiträgen durchzuführen. Diese Informationen sollen vielmehr eine Grundlage und Hilfestellung der Auswahlentscheidung sein. Die Entscheidungen können durch den Optimierungsverantwortlichen individuell ausgestaltet werden. Hier hilft die Kategorisierung der Tools in „einmalig gestaltend“, „begleitend gestaltend“, sowie „analytisch“. So können große Änderungen im Prozessablauf mit einmaligen Optimierungen eingeführt werden. Die dadurch bedingten Auswirkungen auf die gesamte Organisation sind zu berücksichtigen. Tools die begleitend gestaltend wirken, tendieren eher dazu eine sanfte Prozessverbesserung in bestehenden Strukturen und Abläufen zu realisieren. Ist eine Ursache, Auswirkung oder Toolauswahl eines Verbesserungspotentials noch nicht genau genug bekannt, sind analytische Tools wirksam.

- Maßnahmen ableiten und Soll-Zustand beschreiben:** Zuletzt werden aus dem ausgewählten kritischen Pfad an Tools Maßnahmen abgeleitet und der dadurch entstehende Soll-Zustand beschrieben. Für jede Maßnahme wird eine

<sup>229</sup> eigene Abbildung

<sup>230</sup> vgl. Jankulik und Piff, 2009, S.12

Messgröße bestimmt, die bei den vorgeschriebenen internen Audits auf Verbesserung zu überprüfen ist. Durch Überarbeiten der Tätigkeitsstrukturanalyse wird der Soll-Zustand auch grafisch dargestellt. Er stellt den Zielzustand der Optimierungsmaßnahmen dar und ist die Grundlage, um durch eine zeitliche und ressourcenmäßige Betrachtung in weiterer Folge einen Umsetzungsplan zu erstellen.

### 4.3 Zusammenfassung und kritische Reflexion

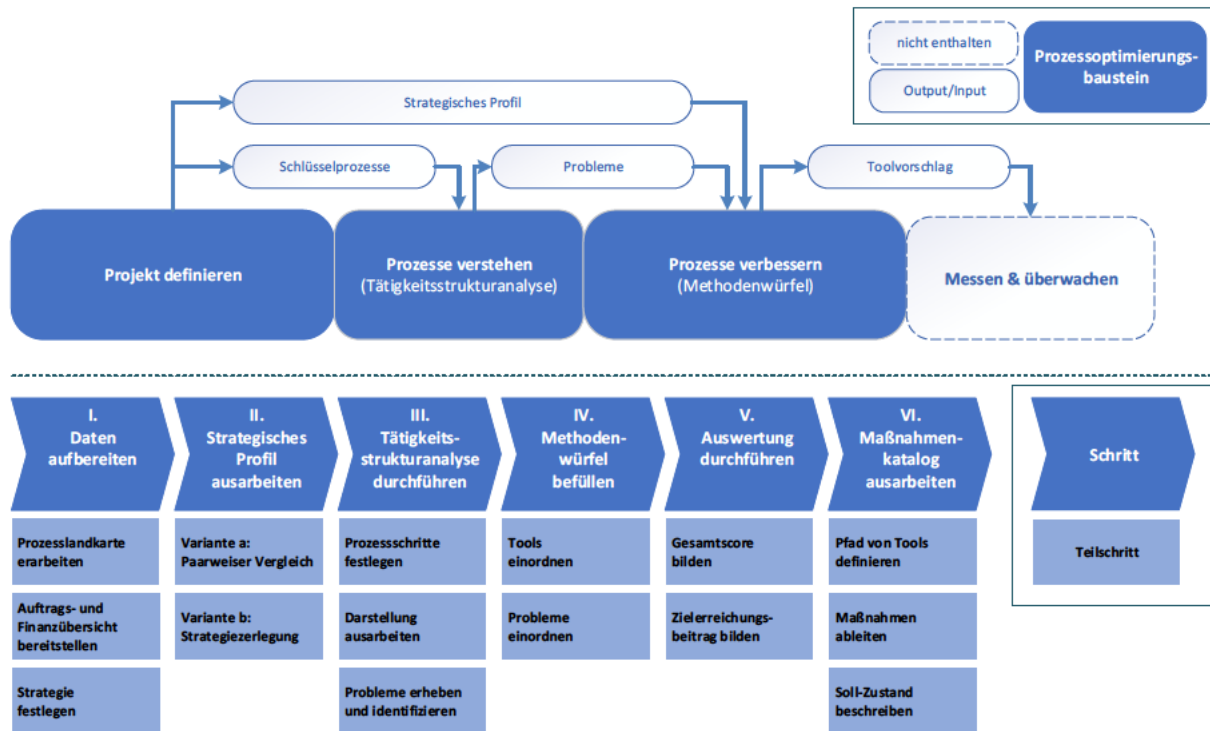


Abbildung 40: Schritte des Vorgehensmodells im Zusammenhang mit den Prozessoptimierungsbausteinen<sup>231</sup>

In Abbildung 40 ist der Zusammenhang der Prozessoptimierungsbausteine, ihrer generierten Output/Input-Objekte (oben, vgl. Abbildung 27) und der detaillierte Ablauf der sechs Schritte und Teilschritte des konzipierten Vorgehensmodells (unten) dargestellt. Die ersten beiden Schritte lassen sich klar dem Prozessoptimierungsbaustein „Projekt definieren“ zuordnen. Das Ergebnis sind die zu analysierenden Schlüsselprozesse, sowie das strategische Profil, welches die Toolbewertung beeinflusst. Der Prozessoptimierungsbaustein „Prozesse verstehen“ betrifft die Tätigkeitsstrukturanalyse, sowie die Einordnung der Probleme in den Methodenwürfel. Hier ist gut ersichtlich, dass das Befüllen des Methodenwürfels im vierten Schritt das verbindende Element zwischen dem Verständnis der Prozesse, durch Identifikation und Einteilung der Probleme, und dem Verbessern der Prozesse, durch Zuordnung von Tools im Methodenwürfel, ist. Diese werden im fünften Schritt

<sup>231</sup> eigene Abbildung

unter Einbeziehung des strategischen Profils und Bewertungen des Anwenders des Vorgehensmodells ausgewertet und generieren einen Toolvorschlag pro Verbesserungspotential, welcher den Abschluss des automatisierbaren Vorgehens im Vorgehensmodell darstellt. Der sechste Schritt des Vorgehensmodells, das Ausarbeiten von Maßnahmen, ist somit nur grob umrissen und von individuellen Entscheidungen im konkreten Anwendungsfall abhängig. Dieser Schritt bildet die Verbindung zur im Vorgehensmodell nicht mehr enthaltenen Implementierungsphase der Optimierungsmaßnahmen, welche im weiteren Verlauf zu messen und überwachen ist. Wesentliche Aspekte und Beschränkungen einzelner Vorgaben durch das Vorgehensmodell werden nun kritisch reflektiert.

**Auswahl der Schlüsselprozesse:** Durch die Erstellung von Prozess-, Auftrags- und Finanzübersichten wird ein Überblick über die Gesamtsituation des Prüflabors geschaffen und der richtige Ansatzpunkt zur Identifikation von Problemen in den erfolgskritischen Schlüsselprozessen gefunden. Dabei wird durch Einbezug der Auftrags- und Finanzübersicht der Fokus auf die finanzielle Perspektive gelegt, die meist ein Auslöser einer Prozessoptimierungsbestrebung ist. Spielt eine finanzielle Komponente in der Motivation der Prozessoptimierung keine Rolle, ist die Auswahl der Analyseprozesse nicht unbedingt jene der Schlüsselprozesse, welche kritische wirtschaftliche Erfolgsfaktoren der Unternehmung darstellen. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn mit einer Prozessoptimierung ausschließlich die Zieldimensionen Qualität oder Flexibilität eines Prozesses adressiert werden. Ein weiteres Beispiel dafür ist, eine Prozessoptimierung gezielt an einem untergeordneten, wirtschaftlich gering bedeutsamen Prozess durchzuführen, um diesen strategisch langfristig zu einem Schlüsselprozess der Organisation zu entwickeln. Die Auswahl der Analyseprozesse besitzt aus den eben dargelegten Gründen, bedingt durch die konkrete Ausgangssituation des Prüflabors und Ziel der Prozessoptimierung Handlungsspielraum zur vorgestellten Entscheidungsfindung durch Zugrundelegung der Auftrags- und Finanzübersicht. Sind jedoch Komponenten der Zielsetzungen auch den Dimensionen Zeit und Kosten zuzuordnen bzw. ist eine gesamtheitliche Prozessoptimierung eines Prüflabors durchzuführen, stellt die priorisierte Auswahl der Schlüsselprozesse als Analyseprozesse einen guten Weg dar, vgl. Kapitel 4.2.

**Interpretation des strategischen Profils:** Optimierungsmaßnahmen sind an Ziele gerichtet und werden anhand einer übergeordneten Gesamtstrategie, welche Ziele gewichtet, betrachtet.<sup>232</sup> Das heißt, dass die Betrachtung verschiedener Aspekte eines Prüflabors aus einer ganzheitlichen Perspektive durch Erstellen eines strategischen Profils in den ersten Schritten des Vorgehensmodells geschieht. Die beiden vorgestellten Möglichkeiten der Erstellung eines strategischen Profils bieten eine gute Möglichkeit, eine abstrakte Strategie in quantifizierbare Komponenten, den

---

<sup>232</sup> vgl. Becker, 2018, S.8

generischen Zieldimensionen, überzuführen. Die gewissermaßen kondensierten Informationen im strategischen Profil lassen sich durch Angaben in der Literatur zur Wirkung von GPS- und erweiterten Lean-Methoden in den generischen Zieldimensionen verbinden, durch Berechnung des Generell-Zielerreichungsbeitrags eines Tools. Diese Komponente des Toolvorschlags lässt Aussagen darüber treffen, wie gut das Tool fähig ist in den durch das strategische Profil gewichteten Zieldimensionen zu wirken. Es ist wichtig zu verstehen, dass dieser Prozentwert relativ zu anderen Generell-Zielerreichungsbeiträgen von Tools zu interpretieren ist. Durch die grobe, dreistufige Punkteskala der Zieldimensionsbewertung aus der Literatur ist eine Interpretation der absoluten Werte wenig aussagekräftig. Zudem ist einschränkend zu bedenken, dass die Zieldimensionsbewertung aus der Literatur allgemeiner Natur ist und bei Anwendung der Tools in akkreditierten Prüflaboratorien die Validität dieser Daten nicht bestätigt ist.

### **Subjektive Einschätzungen bei Problemgruppierung und Bewertungen:**

Hinsichtlich der Weiterbearbeitung der durch die Tätigkeitsstrukturanalyse gefundenen Probleme sieht das Modell eine Gruppierung von ähnlichen Problemen in einem Problemfeld zu Verbesserungspotentialen vor. Dies hilft die Komplexität und den Umfang der Bearbeitung im Methodenwürfel zu senken. Außerdem wird bereits in einem gedanklichen Bearbeitungsschritt, nämlich der Benennung des Verbesserungspotentials und Zuordnung der darunterliegenden Probleme, eine abstrakte Richtung der Optimierungslösung benannt. Das hat den Vorteil, dass die nachgelagerte Bewertung der Eignung von Tools ein Verbesserungspotential zu nutzen, leichter fällt, da bereits zuvor eine gedankliche Auseinandersetzung des Anwenders stattgefunden hat. Jedoch ist es auch möglich, dass durch die subjektive Gruppierung von Problemen unter einem Verbesserungspotential eine Fixierung einer bestimmten Lösungsrichtung vorgegeben wird, die nicht zum optimalen Ergebnis führt. Die Bewertungsmethodik des Vorgehensmodells kann dies kaum ausgleichen, da durch Anwendung des Vorgehensmodells, sowohl beim Gruppieren der Probleme als auch beim Bewerten der Eignung von Tools zu Verbesserungspotentialen, subjektive Einschätzungen miteingebracht werden.

**Anpassbarkeit des Vorgehensmodells auf den Anwendungsfall:** Durch Entscheidungsspielräume des Anwenders ist eine große Anpassbarkeit des Modells an die verwendeten Tools, Ziele, Prozesse und Rahmenbedingungen des Prüflabors gegeben. Gleichzeitig ist der Nachteil einer großen subjektiven Komponente im Bewertungsschema und in weiterer Folge im Toolvorschlag vorhanden, die nicht unbedingt erwünscht ist. Beim Bilden eines kritischen Pfads der Toolvorschläge pro Verbesserungspotential ist die spezifische Anpassung des Anwenders, vor allem durch Entscheidung der zu setzenden Wirkungsweise eines Tools, an die angewendete Problemstellung zweckmäßig, um individuelle Maßnahmen abzuleiten. Es wird ein Soll-Zustand formuliert, der den Zielzustand mit allen vollumfänglich

umgesetzten Maßnahmen und dem theoretisch erreichbaren Nutzen der Maßnahmen beschreibt. Durch Überlegungen bezüglich Nutzen-Aufwandverhältnissen von Maßnahmen und deren Implementierungsdauer werden diese nach Anwendung des Vorgehensmodells in einen Umsetzungsplan überführt und die Verbesserungen durch Messgrößen überwacht. Interne Audits dienen der laufenden Erfolgskontrolle und stellen im Sinne des PDCA-Zyklus eine nachhaltige Verbesserung der Prozessabläufe sicher.

**Kein Nutzen-Aufwand-Verhältnis der Tools im Toolvorschlag:** Das Einbeziehen eines Nutzen-Aufwand-Verhältnisses der Implementierung von Tools in den Toolvorschlag wurde angedacht, da in der Literatur dazu Angaben mit einer groben Bewertungsskala gefunden wurden. Aus der Vielzahl der genannten Anwendungsmöglichkeiten eines Tools, das im Falle einer GPS-Methode hier in einem nicht dafür vorgesehenen Gebiet angewendet wird, wurde dieser Gedanke verworfen. Die Aussagekraft eines allgemeinen Nutzen-Aufwand-Verhältnisses pro Tool ist als sehr niedrig eingeschätzt worden.

Die detaillierte Analyse von Prozessen und Ableitung von Verbesserungspotentialen aus einem problemgetriebenen Bottom-Up-Vorgehen stellt für kleine und mittlere Unternehmen, wie es akkreditierte Prüflabore zumeist sind, einen ressourcenschonenderen Weg dar, als dies durch Top-Down-Konfiguration eines GPS der Fall ist.<sup>233</sup> Ein Vorteil eines Top-Down-Vorgehens ist jedoch das immanent vorhandene Gesamtkonzept, mit dem die Prozessoptimierung gestartet wird. Das Bottom-Up-Vorgehen läuft Gefahr durch Insellösungen kein gesamtheitliches Konzept zu verfolgen, in dem alle Optimierungen zielgerichtet wirken. Das vorgestellte Vorgehensmodell versucht diesem Nachteil entgegenzuwirken, in dem Anwender des Modells mit dem strategischen Profil und dem Zielerreichungsbeitrag eine Entscheidungsgrundlage diesbezüglich zur Verfügung haben. Die Anwendbarkeit dieses Modells und Ableitung von zielgerichteten Maßnahmen wird in der Validierung im folgenden Kapitel dargestellt.

---

<sup>233</sup> vgl. Merl, 2016, S.109

## 5 Validierung des Vorgehensmodells

Das entwickelte Vorgehensmodell wird anhand des Prüflabors für Feuerungsanlagen der TU Wien validiert. Dabei werden zwei Use-Cases, welche die Haupttätigkeitsbereiche des Prüflabors betreffen, verwendet. Die beiden Use-Cases unterscheiden sich wesentlich in der Handhabung des Prüfobjekts. Der erste Use-Case beschreibt eine Optimierung des Prozesses „Prüfung von Feuerungsanlagen“, bei dem die technische Prüftätigkeit stationär am Prüfstand des Prüflabors stattfindet. Dabei wird der gesamte Auftragsdurchlauf, von der Anfrage bis zur Berichtsübergabe bzw. dem Rechnungsversand, betrachtet. Beim zweiten Use-Case handelt es sich um die Prozessoptimierung von Brennstoffanalysen, welche als mobile Proben in mehreren Laborräumlichkeiten des Prüflabors analysiert werden. Am Ende jedes Use-Case werden die Ergebnisse zusammengefasst und Maßnahmen zur Prozessverbesserung festgehalten. Beim zweiten Use-Case wird eine bereits durchgeführte Bachelorarbeit zur Optimierung der Brennstoffanalyse im Prüflabor der TU Wien in die Betrachtung miteinbezogen. Abschließend werden die Anwendung und erzielten Ergebnisse des Vorgehensmodells kritisch reflektiert.

### 5.1 Use-Case 1: Prozessoptimierung der Prüfung von Feuerungsanlagen

Bei Durchführung des ersten Schrittes des Vorgehensmodells wurde der Kernprozess des Leistungsbereichs der Prüfung von Feuerungsanlagen als Schlüsselprozess identifiziert und als Use-Case 1 ausgewählt. Diese Auswahl und alle weiteren Schritte des Vorgehensmodells werden aus Gründen der Dokumentation in Kapitel 5.1.2, der Durchführung des Vorgehensmodells, detailliert ausgeführt. Zuvor wird der Use-Case kurz beschrieben, um ein grobes Verständnis der Leistungserstellung zu geben.

#### 5.1.1 Beschreibung

Das Prüfen von Feuerungsanlagen stellt die Kernkompetenz des Prüflabors für Feuerungsanlagen der TU Wien dar. Dabei werden Raumheizer, Kamineinsätze, offene Kamine, Heizkessel, Herde, Speicherfeuerstätten und Kachelöfen mit Brennstoffen von Scheitholz oder Pellets nach den geltenden Normen geprüft, vgl. Abbildung 41. Die Prüfung von Feuerungsanlagen findet an einem Prüfstand in einem von den Büro- und Laborräumlichkeiten separierten Gebäude statt. Der Aufbau, die Prüftätigkeiten und der Abbau der Feuerungsanlage, sowie Anpassungen an der Prüfstrecke nehmen insgesamt mehrere Tage in Anspruch. Anschließend erfolgt durch Auswertung der Messdaten und Überprüfung von Herstellerunterlagen die Berichtslegung der getätigten Prüfungen. Dazu werden Messergebnisse und

konstruktive Parameter der Feuerungsanlage mit Anforderungen aus der für den Feuerungsanlagentyp entsprechenden Norm verglichen.

Dieser Use-Case betrachtet jedoch nicht nur die technische Prüftätigkeit, sondern stellt einen Auftragsdurchlauf ganzheitlich, von der Auftragsanbahnung bis zum Auftragsabschluss, dar. Der betrachtete Prozess startet bei Eingang einer Kundenanfrage, führt über die technische Abklärung zum Angebot an den Kunden, der Kundenbestellung, Prüfung der Feuerungsanlage, Berichtslegung und -freigabe, und endet mit Rechnungslegung und Versand des Prüfberichts an den Kunden. Dabei sind Personen aus der Administration, technische Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die Leitung des Prüflabors, sowie Sachbearbeiterinnen und Sachbearbeiter aus anderen Organisationseinheiten der TU Wien im Auftragsverlauf in die Bearbeitung involviert. Die Arbeitsweise und Dokumentensicherung wird in sämtlichen Prozessschritten und über Schnittstellen hinweg von Vorgaben des Qualitätsmanagements begleitet.

Durch Durchführung der beschriebenen Schritte aus Kapitel 4.2 wird die Anwendung des Vorgehensmodells auf diesen Use-Case im folgenden Unterkapitel dokumentiert.



Abbildung 41: Raumheizer - Pelletsgerät<sup>234</sup>

<sup>234</sup> eigene Abbildung



## 5.1.2 Durchführung

Die im ersten Schritt des Vorgehensmodells erforderlichen Informationen (vgl. Kapitel 4.2) sind im Qualitätsmanagementbereich bzw. der Prüflaborleitung zu finden. Konkret befindet sich im Qualitätsmanagementhandbuch des Prüflabors für Feuerungsanlagen eine Organisationsübersicht und Prüflaborziele. Die Informationen zu Auftrags- und Finanzdaten, sowie eine prozessorientierte Aufbauorganisation sind in Dokumenten der Prüflaborleitung vorhanden. Nach Sichtung der Informationen wird festgelegt (vgl. Tabelle 13),

- dass eine Prozesslandkarte aus der prozessorientierten Aufbauorganisation erarbeitet wird,
- die Auftrags- und Finanzübersichten in bisheriger Form geringfügig überarbeitet und für das Jahr 2019 erstellt werden,
- sowie eine Überarbeitung der Ziele des Prüflabors im Sinne eines strategischen Konzepts erfolgt.



Abbildung 42: Durchführung Schritt I - Daten aufbereiten (Use-Case 1)<sup>235</sup>

### Prozesslandkarte des Prüflabors erarbeiten:

Um eine Prozesslandkarte für das Prüflabor aufzustellen (vgl. Abbildung 43), wird die bereits vorhandene prozessorientierte Aufbauorganisation (vgl. Abbildung 3) als Leitfaden benutzt. Ergänzend werden die Arbeitsgänge beobachtet und die Labormitarbeiterinnen und -mitarbeiter befragt. Da eine Prozesslandkarte als Leitbild spezifisch an die Organisation ausgerichtet wird, wird ein Hintergrundbild mit einem administrativen (links), einem technischen Arbeitsplatz (rechts) und einem Ofen als Prüfobjekt im Zentrum entworfen. Ein Fenster (links oben) symbolisiert den Ausblick in die Zukunft, ein Monitor rechts davon, die Lenkung des Labors mit fortschrittlichen Methoden. Das eingerahmte Prüfsiegel streicht die Wichtigkeit von Akkreditierung und Qualitätsmanagement für das Labor hervor. Am rechten Bildrand befindet sich eine Tür, die den Zugang zu TU-internen Ressourcen darstellt.

Aspekt	vorhanden/nicht vorhanden	Überarbeitung notwendig
Prozessübersicht	vorhanden	ja
Auftragsübersicht	vorhanden	ja, für 2019
Finanzübersicht	vorhanden	ja, für 2019
Strategie & Ziele	vorhanden	ja

Tabelle 13: Überarbeitungen - Gesamtübersicht Prüflabor für Feuerungsanlagen der TU Wien

<sup>235</sup> eigene Abbildung



Abbildung 43: Prozesslandkarte - Akkreditiertes Prüflabor für Feuerungsanlagen an der TU Wien<sup>236</sup>

Die wichtigste Kategorie an Prozessen stellen die Kernprozesse dar, welche die Wertschöpfung der Organisation generieren. Die Einteilung der wertschöpfenden Prozesse in vier Kern- bzw. Leistungsbereiche wurde bereits im Außenauftritt des Prüflabors getroffen und findet sich nun einheitlich in allen betreffenden Facetten des Labors wieder. Bei den zu „Auftragsanbahnung“ und „Auftragsabschluss“ zusammengefassten Prozessschritten fällt eine eindeutige Einteilung in wertschöpfende und nicht wertschöpfende Prozessschritte wegen des Dienstleistungscharakters schwierig aus. Um den gesamten Dienstleistungsprozess, von der Auftragsanbahnung bis zum Auftragsabschluss mit dem Kunden, verstärkt zu visualisieren, werden diese zwei Prozesse zu den Kernprozessen gezählt und der Fluss durch die Organisation betont.

Der Geräteverleih, die Tätigkeiten in Lehre und Normenausschuss stellen einen Sonderfall dar. Sie sind zwar nicht unbedingt direkt wertschöpfend im Sinne von anschließenden Zahlungsflüssen, gehören aber zu den Aufgaben des Prüflabors in Anbetracht der Einbettung in der TU-Organisation. Dagegen lassen sich einige Prozesse eindeutig zu unterstützenden Prozessen zuordnen, da sie dazu dienen den Betrieb aufrechtzuerhalten und nicht in die wertschöpfende Dienstleistung direkt

<sup>236</sup> eigene Abbildung

eingehen. Dies sind vor allem in Anspruch genommene Dienste des übergeordneten Instituts an der TU Wien: IT, Infrastruktur, Buchhaltung, Einkauf und Marketing. Das Prüflabor hält den Prüfbetrieb mit der Überwachung von benötigten Prüfmitteln und der Wartung sämtlicher Prüfgeräte aufrecht.

Bei den Managementprozessen sind unter dem Oberbegriff „Prüflaborleitung“ die operative Planung und Steuerung der Aufträge angesiedelt. Es wird auch durch Kundenkontaktpflege des Laborleiters der Vertrieb der Dienstleistungen gefördert. Durch die ovale Einrahmung des Qualitätsmanagementbegriffs wird die Funktion als Stabstelle angedeutet und die Wichtigkeit als eigenständiger Managementprozess hervorgehoben. Im oberen Bereich der Darstellung werden Schlagwörter zum festgelegten strategischen Konzept des Prüflabors für die Zukunft, auf das noch näher eingegangen wird, festgehalten.

### **Auftrags- und Finanzübersicht des Prüflabors bereitstellen:**

Die vier Kernbereiche Brennstoffanalysen, Prüfung von Feuerungsanlagen, Emissionsmessungen, Probenahme und Analyse werden zur Bestimmung der Schlüsselprozesse hinsichtlich ihrer Relevanz für den Erfolg des Prüflabors eingeschätzt. Dazu wird eine Übersicht der Auftrags- und Finanzaufgaben getrennt nach diesen Bereichen erstellt. Bei den Aufträgen ist die Zuordnung in die vier Bereiche mit Hilfe der Auftragsliste der letzten fünf Jahre einfach möglich, vgl. Abbildung 44. Hinsichtlich des Prozessdurchlaufs muss beachtet werden, dass nicht jeder Auftrag der Kategorie „Prüfung von Feuerungsanlagen“ einer tatsächlich physischen Prüfung des Prüfobjekts im Prüflabor entspricht. Es gibt auch sogenannte „Folgeprüfungen“ laut der entsprechenden Norm. Dabei handelt es sich um Überprüfung der Unterlagen, wie z.B. Bedienungsanleitung, Aufstellungsanleitung, technische Zeichnungen, etc. ohne gesonderte Prüfdurchläufe mit Messungen. Diese Art von Prüfung ist möglich, wenn eine Geräteserie, sich in bestimmten Grenzen nicht wesentlich von einer bereits zuvor vollumfänglich geprüften Serie unterscheidet. Die technische Arbeit für das Prüflabor beschränkt sich bei einer Folgeprüfung von Feuerungsanlagen lediglich auf die Begutachtung der Unterlagen und das Ausstellen eines Berichts. 2019 lag der Anteil solcher Folgeprüfungen bei ca. 20 % der Gesamtanzahl an Prüfungen von Feuerungsanlagen.

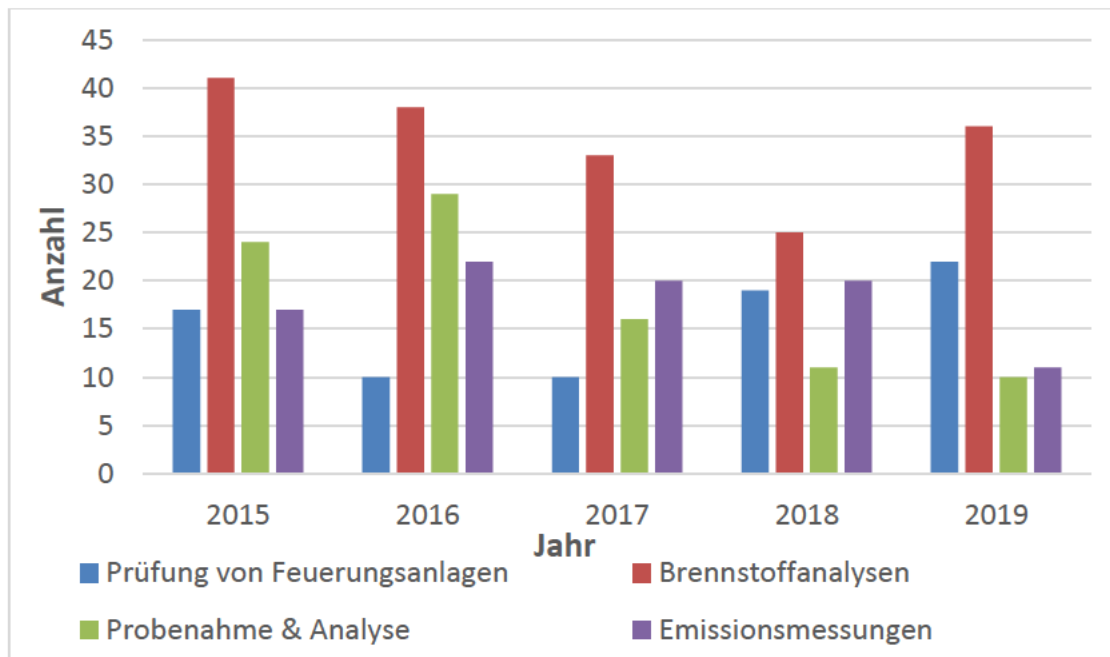


Abbildung 44: Aufträge in den vier Kernbereichen der letzten 5 Jahre<sup>237</sup>

Wie in Abbildung 44 zu sehen, fallen durchgängig die meisten Aufträge pro Periode den Brennstoffanalysen zu. Die Prozessdurchläufe bei Brennstoffanalysen sind sogar noch höher anzusetzen, da für jede Brennstoffcharge zur Prüfung einer Feuerungsanlage am Prüfstand des Labors eine zusätzliche Brennstoffanalyse, welche hier nicht explizit angeführt sind, anfällt. Weiters ist ein Trend zu höheren Auftragszahlen in der Kategorie „Brennstoffanalysen“ seit zwei Jahren und „Prüfung von Feuerungsanlagen“ seit einem Jahr zu erkennen. Dies widerspiegelt die stärkere Fokussierung auf Leistungen dieser beiden Kategorien, als Kernkompetenz, in den letzten Jahren.

Um im Sinne eines prozessorientierten Controllings einen Eindruck über die finanzielle Bedeutsamkeit der Kernprozesse zu erlangen, werden deren Erlöse betrachtet, vgl. Abbildung 45.<sup>238</sup> Gerade in einer verwobenen Struktur eines Prüflabors an einer Universität ist über die Einnahmen der Aufträge eine leichtere Zuordnung nach Leistungsbereichen möglich, als dies ausgabenseitig der Fall ist. Hier ist es im Sinne einer Prozessoptimierung auch lediglich notwendig die relativen Einnahmenanteile der Leistungsbereiche zu kennen. Wie Abbildung 45 zeigt, fällt wertmäßig mehr als der halbe Anteil der Gesamteinnahmen den Prüfungen von Feuerungsanlagen zu. Brennstoffanalysen, und Probenahme und Analyse machen jeweils rund 15 % der Einnahmenanteile aus. Wie zuvor erwähnt fallen Brennstoffanalysen auch bei Prüfungen von Feuerungsanlagen an, weshalb bei einer strikten Trennung ein kleiner Teil der Einnahmen aus Prüfungen von Feuerungsanlagen den Brennstoffanalysen

<sup>237</sup> eigene Abbildung

<sup>238</sup> vgl. Horváth, 2009, S.782

zuzuordnen wäre. Die restlichen drei Kategorien generieren zusammen weniger als ein Fünftel der Einnahmen des gesamten Prüflabors.

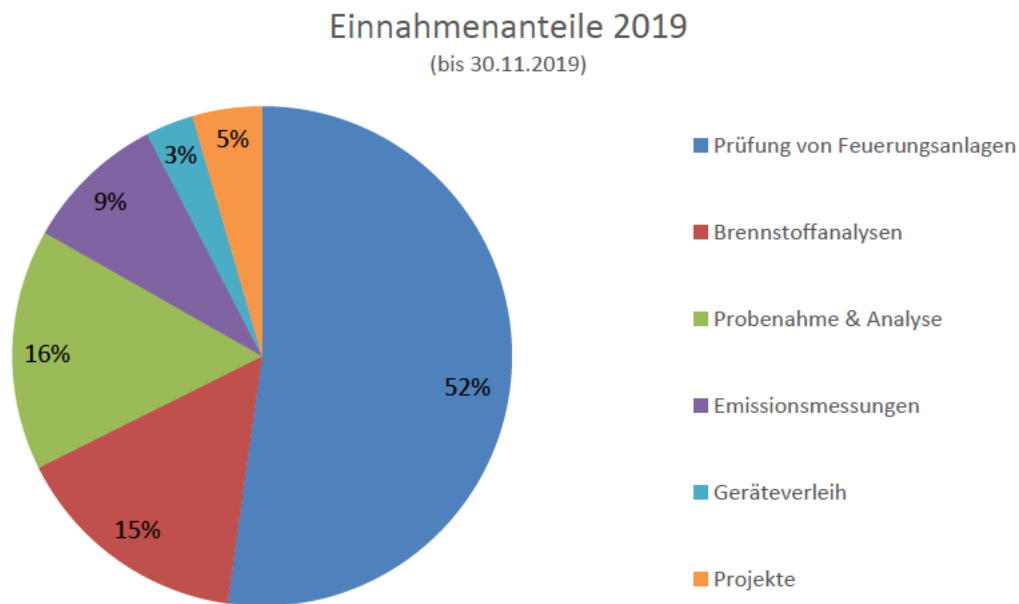


Abbildung 45: Einnahmenanteile nach Kategorien (2019)<sup>239</sup>

Brennstoffanalysen weisen die höchste Anzahl an Aufträgen auf. Das lässt darauf schließen, dass hinsichtlich der Prozessrepetitionen auch hier die höchste Zahl vorliegt. Finanziell ist die Prüfung von Feuerungsanlagen mit Abstand der wichtigste Bereich. Hier werden hohe Einnahmenanteile mit wenigen Aufträgen lukriert, weshalb eine Sicherung der Marktanteile und Stammkunden wichtig erscheint. Diese zwei Bereiche werden deshalb für eine detailliertere Prozessanalyse im Rahmen dieser Prozessoptimierung ausgewählt.

### Strategie des Prüflabors festlegen:

Im Qualitätsmanagementhandbuch (Stand: Dezember 2019) des Prüflabors sind drei langfristig anzustrebende Ziele festgehalten:

- Die Anzahl der Kundenbeschwerden ist kleiner als 5 % der Anzahl der Aufträge.
- Der Z-Score von Vergleichsprüfungen ist kleiner gleich 2.
- Die Auftragsdurchlaufzeit von Brennstoffanalysen beträgt maximal 4 Wochen.

Von diesen Zielen adressieren die ersten beiden die generische Zieldimension „Qualität“. Das dritte Ziel ist der Zieldimension „Zeit“ zuzuordnen. Eine Einschätzung der Bedeutung der Zieldimensionen „Kosten“ und „Flexibilität“ ist dadurch nicht möglich.

<sup>239</sup> eigene Abbildung

Die Neuausgabe der Akkreditierungsnorm von 2018 macht eine umfängliche Revision des Qualitätsmanagementhandbuchs notwendig. Es werden u.a. zusätzlich Maßnahmen zum Umgang mit Risiken und Chancen gefordert. Da diese im Prüflabor der TU Wien noch nicht umgesetzt sind, wird ein Risiko- und Chancenbeurteilungsprozess gestartet. Dieser wird genutzt, um die strategische Ausrichtung des Prüflabors abzuleiten. Die Akkreditierungsnorm fordert formal keine speziellen Methoden zum Risikomanagement, weshalb ein Bericht zur Risikobeurteilung angelehnt an die *DIN ISO 31000:2018-10 Risikomanagement – Leitlinien* erstellt wurde (vgl. Anhang 7.2). Dabei wurden durch Brainstorming aller Prüflabormitarbeiterinnen und -mitarbeiter Chancen und Risiken im Zeithorizont der nächsten 10 Jahre identifiziert und beurteilt. Zur Identifikation wurden dabei externe sowie interne Einflüsse auf das Prüflabor berücksichtigt. Die Zielbereiche auf deren Erreichung die Chancen positiv bzw. die Risiken negativ einwirken, werden allgemein wie folgt von der Prüflaborleitung festgelegt und beschrieben:

**Leistung von validen Prüfergebnissen:** Dieser Bereich betrifft Qualitätsziele, wie sie bereits im Qualitätsmanagementhandbuch formuliert sind. Weiters adressiert dies die Sicherung der Expertise der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie die Sicherstellung der korrekten Anwendung der akkreditierten Normen in den Prüfverfahren und das korrekte Bedienen und Warten von Geräten.

**Verlässlicher Partner für die Kunden des Prüflabors:** Hier wird die termingerechte Abarbeitung von Aufträgen festgehalten. Daneben ist die Durchführung der Leistungen in der geforderten Qualität und eine gewisse Flexibilität für das Eingehen auf Kundenwünsche gefordert.

**Sicherung der Marktposition des Prüflabors:** Unter diesem Aspekt berühren Ziele alle generischen Zieldimensionen. Wie in vielen Branchen ist auch beim Prüflabor der TU Wien der Kostenaspekt für die Auftragsgewinnung ein wichtiger Faktor. Aber auch eine schnelle Anpassungsfähigkeit auf neue Prüfnormen bzw. alternative Konzepte von Feuerungsanlagen unter sich ändernden gesetzlichen Bestimmungen fallen in diesen Bereich. Eine qualitätsvolle und rasche Leistungserbringung muss auch im sich ändernden Umfeld sichergestellt werden.

**Bereitstellung eines adäquaten Prüfumfelds in Bezug auf Prüfmittel und Prüftechnikerinnen und -techniker:** Diese Kategorie zielt hauptsächlich auf eine hohe Flexibilität in der Auftragsabarbeitung ab, in Bezug auf Redundanzen von qualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, und vorhandenen Geräten. Daneben sollen Prüfmittel dem Stand der Technik entsprechen, um das Prüflaborpersonal zu unterstützen die Aufträge in hoher Qualität und rasch abzuarbeiten.



Abbildung 46: Durchführung Schritt II - Strategisches Profil ausarbeiten, Durchführung Schritt III - Tätigkeitsstrukturanalyse durchführen (Use-Case 1)<sup>240</sup>

### Strategisches Profil des Prüflabors durch Strategiezerlegung ausarbeiten:

Die genannten Zielbereiche werden in die vier generischen Zieldimensionen zerlegt, vgl. Tabelle 14. Durch vertikales Addieren resultiert eine Gewichtung, die als strategisches Profil des Prüflabors der TU Wien betrachtet wird. Qualität und Flexibilität stellen sich dabei als wichtigste Zieldimensionen mit einer jeweiligen Gewichtung von 5/16 dar. Die Dimension „Zeit“ wird mit 4/16 und die Dimension „Kosten“ mit 2/16 gewichtet. Diese Werte werden nachfolgend in der Errechnung der Zielerreichungsbeiträge von Tools verwendet.

Strategiezerlegung in Zieldimensionen					
	Qualität	Kosten	Zeit	Flexibilität	
Leistung von validen Prüfergebnissen	2	0	0	0	<b>0 = kein Einfluss</b> <b>1 = Unterziele</b> <b>2 = Kernziele</b>
Verlässlicher Partner für die Kunden des Prüflabors	1	0	2	1	
Sicherung der Marktposition des Prüflabors	1	2	1	2	
Bereitstellung eines adäquaten Prüfumfelds	1	0	1	2	
<b>Gewichtung</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>16</b>

Tabelle 14: Strategisches Profil durch Strategiezerlegung - Prüflabor der TU Wien

### Prozessschritte der Schlüsselprozesse festlegen und Darstellung ausarbeiten:

Zuerst werden die Prozessschritte vom Eingang der Anfrage bis zum Versand des Prüfberichts und der Rechnung von Aufträgen zur Prüfung von Feuerungsanlagen verfolgt und festgehalten. Dabei wird die Prozessschrittabgrenzung gemäß Kapitel 4.2 gewählt. Folgende in Tabelle 15 erfassten Prozessschritte werden identifiziert und mit einer kurzen Beschreibung der Tätigkeiten versehen. Die Nummerierung macht eine schnelle Zuordnung im Wertstromabbild (vgl. Anhang 7.3) möglich. Prozessschritte zwischen Erstkundenkontakt und Versenden des Angebots an den Kunden erhalten eine fortlaufende Nummerierung mit dem Buchstaben „A“ vorangestellt. Prozessschritte, die nach Erhalt des Auftrags geschehen, werden mit dem führenden Buchstaben „B“ versehen. Der Prozessschritt „B4“ wird in einer detaillierteren Darstellung in die Prozessschritte „B4.1“, „B4.2“ usw. aufgeteilt, vgl. Anhang 7.3.

<sup>240</sup> eigene Abbildung

Nr.	Prozessschritt	bearb. Stelle	Kurzbeschreibung
A1	Anfrage registrieren	Administration	Kundenkontakt mit Aufnahmen der Anforderungen an die Leistung
A2	Machbarkeit prüfen	techn. MA	Überprüfen der Anforderungen mit dem angebotenen Leistungsspektrum durch das PL
A3	Angebot erstellen	Administration	Preiskalkulation durchführen und Angebot legen
A4	Angebot prüfen/freigeben	Leiterin, Leiter	vor allem Angebotsbedingungen prüfen und eventuell Sonderrabatte gewähren
A5	Angebot übermitteln	Administration	Versandtätigkeit, standardmäßig per E-Mail
B1	Auftrag annehmen	Administration	Prüfung der beauftragten im Vergleich zu angebotenen Leistungen
B2	Auftragsbestätigung unterschreiben	Leiterin, Leiter	formale Bestätigung der Auftragsannahme und Entscheidung über Anzahlungsrechnung
B3	Projekt anlegen & Bearbeiter zuweisen	Administration	TISS-Projekt vom Institut anlegen lassen, um Zahlungen an PL empfangen zu können; techn. MA den Auftrag zuweisen
B4	Ofen prüfen	techn. MA	Gesamtheit der Prozessschritte der technischen Prüfung der Feuerungsanlage am Prüfstand
B4.1	Annahme des Geräts	techn. MA	Übernahme des Prüfobjekts und zwischenlagern
B4.2	Überprüfung der Unterlagen	techn. MA	technische Prüfung der Herstellerunterlagen zum Prüfobjekt
B4.3	Aufbau des Geräts	techn. MA	Aufbau des Prüfobjekts am Prüfstand
B4.4	Vorbereitungsarbeit	techn. MA	Prüfmittel vorbereiten, Messgeräte kalibrieren
B4.5	Prüflauf durchführen	techn. MA	nach Norm vorgegebenen Prüfablauf durchführen
B4.6	Nachbereitung Messdaten	techn. MA	Berechnungen und Ergebnisblätter im Excel erstellen
B4.7	Abbau des Geräts	techn. MA	Abbauen des Prüfobjekts und zwischenlagern
B5	Bericht erstellen	techn. MA	Bericht mit Ergebnissen aus Überprüfung der Unterlagen und Prüfläufen erstellen
B6	Bericht freigeben	Leiterin, Leiter	formale Bestätigung des ausgedruckten Berichts
B7	Bericht versandfertig machen	techn. MA	Bericht einscannen und ausgedruckten Bericht binden
B8	Rechnung legen	Administration	Veranlassen der Rechnungslegung beim Institut
B9	Versand freigeben	Leiterin, Leiter	formale Freigabe der Endrechnung
B10	Bericht & Rechnung versenden	Administration	Veranlassen des Versands von Bericht & Rechnung beim Institut

Tabelle 15: Prozessschritte - Prüfung von Feuerungsanlagen



### Probleme in den Schlüsselprozessen erheben und identifizieren:

Unter den Prozessschritten werden in der Swimlane-Darstellung Auffälligkeiten und Probleme festgehalten. Es wird dabei der Fokus auf unnötige Wechsel zwischen den Speichermedien und auffällige Schleifen gelegt. Durch Betrachten der Nutzung der Dokumente werden Konfliktpunkte im Qualitätsmanagementsystem bzw. interner Informationen sichtbar. Für die weitere Bearbeitung der Probleme bietet sich die Nutzung eines Tabellenkalkulationsprogrammes an. In den nachfolgenden Tabellen (Tabelle 16, Tabelle 17, Tabelle 18) sind alle festgestellten Probleme aufgelistet, die in weiteren Schritten durch ihre Nummer identifiziert werden. Probleme der Arbeitsdurchführung eines Prozessschrittes entstammen immer aus den Experteninterviews mit den bearbeitenden Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern.

Nr.	Problembeschreibung	Prozessschritt
1	Anfragekanäle breit gefächert; zentrale E-Mail-Adresse relativ unbenutzt	A1
2	doppelte Ordnerstruktur für Anfragen & Aufträge --> PL & ICBlab-Ordner	A1
3	Anfrageliste & Auftragsliste sind zwei separate Listen	A1
4	Erstellen neuer Auftragsordner	A1
5	FO-031 für Registrierung obsolet, nur für Machbarkeit	A1
6	Ablaufdiagramm in VA-04-02 an geänderte Formulare anpassen	A1
7	Ablage des Mail-Verkehrs in pdf-Form im Auftragsordner (QM-HB)	A1
8	Angebote werden nur zur Durchsicht ausgedruckt	A3
9	keine Datenbank mit Kundendaten & Kundennummern vorhanden	A3
10	Vergabe einer PL-Nummer (Auftragsnummer, obwohl erst Angebotsprozess)	A3
11	Umfangreiches Druck- und Kopiergerät für Angebotslegung weit weg	A3
12	Angebot wird ausgedruckt obwohl es elektronisch gefertigt wird	A4
13	Elektronische Fertigung nicht mit digitaler Signatur	A4
14	Freigaben auf Papier können Verzögerungen durch persönliche Anwesenheit verursachen	A4
15	nach Gerätedatenblattausfüllung müssen ev. Zusatzleistungen nachangeboten werden	A5
16	manchmal kein eindeutiger Gerätenamen (Änderung bis Berichtszusendung)	A5

Tabelle 16: Probleme in der Auftragsanbahnung

Nr.	Problembeschreibung	Prozessschritt
17	PL-Nummer steht nicht auf Auftragserteilungsabschnitt	B1
18	elektronische Auftragsbestätigung wird ausgedruckt --> unterschrieben --> eingescannt	B2
19	Auftragskalkulation nach TU-internen Richtlinien für PL von keiner Relevanz	B3
20	Beauftragung manchmal doppelt hochgeladen	B3
21	ERP Projektkontoeröffnung pro Jahr und Kunde	B3
22	ERP Buchungen ohne Auftragsnummer im Buchungstext schwer zuordenbar	B3
23	nach Auftragsbestätigung theoretisch 3 Wochen Zeit bis Anzahlungsrechnung überwiesen ist	B3
24	Berichte werden eventuell von Kunden nur digital benötigt	B7

Tabelle 17: Probleme in der Auftragsabwicklung

Nr.	Problembeschreibung	Prozessschritt
25	hohe Unterschiedlichkeit des Anlieferungszustandes bei Prüfbrennstoffen	B4.1
26	Platzproblem für Zwischenlagerung Öfen und Prüfbrennstoff	B4.1
27	Herstellerdokumente sind nicht vollständig oder werden verspätet zugesandt	B4.2
28	Staubmesshülsen auf zwei separaten Formularen einzutragen	B4.4
29	Beschriftung der Temperaturmesssonden nicht durchgängig	B4.4
30	Bestellzeit für neue Kalibriergase lange, wegen Schnittstelle TU und Lieferant	B4.4
31	Eintragung der Justierwerte fehleranfällig, da lange Nachkommastellen	B4.4
32	Wartungskosten Thermoelement wäre nur alle 2 Jahre nötig	B4.4
33	"Kabelsalat" bei Datenlogger	B4.4
34	Strahlungswärmewände schwer zu bewegen	B4.4
35	Kalibriergase nur ein Jahr verwendbar, ev. längere Verwendungsgarantie möglich	B4.4
36	"Hin- & Her"-Weg beim Justieren zwischen Justiergerät, LabView und Formular	B4.4
37	LabView-Umgebung nicht intuitiv und fehleranfällig	B4.5
38	Übertrag von Justierwerten aus Formular in Excel fehleranfällig	B4.5
39	paralleler Prüfbetrieb auf beiden Prüfplätzen nicht möglich	B4.5
40	Excel-Auswerte-File nicht intuitiv bedienbar	B4.5
41	Excel-Auswerte-File redundante Eintragung zu Formularen	B4.5
42	Auftragsfortschritt nur am Whiteboard in Echtzeit nachverfolgbar	

Tabelle 18: Probleme beim Prüfdurchlauf

Abbildung 47: Durchführung Schritt IV - Methodenwürfel befüllen (Use-Case 1)<sup>241</sup>

### Tools in den Methodenwürfel einordnen:

Die verwendeten Tools aus Tabelle 6 (Kapitel 3.4) werden dazu eindeutig einer „Wirkungsweise“ zugeordnet, unter zu Hilfenahme der Fragestellungen in Tabelle 10, vgl. Kapitel 4.2. Die anderen beiden Kriterien „Anwendungsbereich“ und „Verbesserungsziel“ können durchaus mehrdeutig mit direktem (3), unterstützenden (2), oder gar keinem Einfluss (1) bewertet werden. Die getroffene Bewertung findet sich in Tabelle 19. Weitere geeignet erachtete Tools können jederzeit ergänzt werden.

Tool	Wirkungsweise	Anwendungsbereich			Verbesserungsziel		
		A	P	M	Me	Te	Org
Wertstromplanung	einmalig gestaltend	3	3	2	2	1	3
Chaku-Chaku	einmalig gestaltend	2	3	1	1	2	3
U-Layout	einmalig gestaltend	2	3	1	2	1	3
Supermarkt	einmalig gestaltend	3	3	1	1	1	3
Workflowgestaltung	einmalig gestaltend	3	3	1	2	1	3
LIMS	einmalig gestaltend	3	3	3	2	3	2
Geräteredundanz	einmalig gestaltend	1	3	1	1	3	1
Parallelarbeit	einmalig gestaltend	3	3	1	1	1	3
Prozessstandardisierung	einmalig gestaltend	3	3	3	3	1	3
5S-Methode	begleitend gestaltend	3	3	3	3	1	1
Shopfloor Management	begleitend gestaltend	2	3	1	3	1	3
Ideenmanagement	begleitend gestaltend	3	3	3	3	3	3
PDCA-Zyklus	begleitend gestaltend	3	3	3	3	3	3
Benchmarking	begleitend gestaltend	1	1	3	1	2	3
Zielmanagement	begleitend gestaltend	2	2	3	3	1	3
Verschwendungsbewertung	analytisch	3	3	3	2	1	3
5-x-Warum-Methode	analytisch	3	3	3	3	2	3
Ishikawa-Diagramm	analytisch	2	3	1	1	3	2
Spaghetti-Diagramm	analytisch	3	3	1	2	1	3
Activity-Relationship-Chart	analytisch	2	3	1	2	1	3

A...Administration, P...Prüftätigkeit, M...Management, Me...Mensch, Te...Technik, Org...Organisation

Tabelle 19: Tool-Einordnung in den Methodenwürfel

<sup>241</sup> eigene Abbildung

### Probleme in den Methodenwürfel einordnen und zu Verbesserungspotentialen gruppieren:

Die zuvor erfassten Probleme werden eindeutig in die Kriterien „Anwendungsbereich“ und „Verbesserungsziel“ zugeordnet und bilden Problemgruppen in den neun Problemfeldern, vgl. Abbildung 48. Ähnliche Probleme werden zu Verbesserungspotentialen zusammengefasst. Die Anfangsbuchstaben der betreffenden Ausprägungen des Problembereichs gefolgt von einer laufenden Nummer bezeichnen das Verbesserungspotential eindeutig, vgl. Tabelle 12 (Kapitel 4.2). Der Name des Verbesserungspotentials ist bewusst kurz gewählt und beschreibt bereits einen allgemeinen Zielgedanken. Eine Kurzbeschreibung umfasst die untergeordneten Probleme etwas näher.

**PROBLEM - Sicht**

Anwendungsbereich (Umfeld und Rahmenbedingungen)	Management	10, 28	13, 32, 35, 41, 42	5, 6, 17, 24, 25
	Prüfbarkeit	29, 33, 34, 36, 38	31, 37, 40	26, 39
	Administration	8, 12	4, 7, 9, 18	1, 2, 3, 11, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 30
		Mensch	Technik	Organisation
		Verbesserungsziel (Adressat der Verbesserungsaktivität)		

**Abbildung 48: Einordnung der Probleme (Nr.) über PROBLEM-Sicht (Use-Case 1)<sup>242</sup>**

#### **MM1 – Qualitätsmanagementsystem verursacht keine Verschwendung (10, 28):**

Die festgestellte Verschwendung betrifft hauptsächlich unnötige Bearbeitungsschritte durch Vorgaben des Qualitätsmanagementsystems bzw. gelebten Arbeitspraktiken, die deshalb davon abweichen.

**PM1 – Körperliche Arbeitserleichterung (34):** Das Heben von schweren Gegenständen, wie z.B. Strahlungswärmewände beim Prüflaufaufbau soll vermieden werden. Es werden diesbezüglich nur wenig Arbeitshilfen verwendet.

**PM2 – Schnittstellen minimiert (36, 38):** Tätigkeiten an Prüfgeräten und die Eintragung auf Formularen und am Computer verursachen zwar kurze, aber stark

<sup>242</sup> eigene Abbildung

frequentierte Wegstrecken. Ebenso besteht die Gefahr der Übertragungsfehler von Daten durch den Mitarbeiter von Papier zum Computer.

**PM3 – Arbeitsumfeld übersichtlich gestaltet (29, 33):** Ordnungssysteme des Arbeitsumfelds am Prüfstand sind nicht übersichtlich oder intuitiv gestaltet. Zum Beispiel sind Messkabel historisch bedingt nicht durchgängig mit einer laufenden Nummerierung beschriftet. Beim Datenlogger entsteht durch Zusammenlegen der Kabel beim Abbau des Prüfaufbaus häufig ein „Kabelsalat“. Es sind viele verschiedene Anschlussstücke für den Rauchgasabzug vorhanden, bei denen nicht klar ist, inwieweit sie von zukünftigem Nutzen sind.

**AM1 – Arbeitsweise basiert verstärkt auf elektronischen Medien (8, 12):** Momentan werden manche Arbeitsdokumente nur zur Durchsicht ausgedruckt, obwohl sie elektronisch abgelegt werden. Auch Dokumente die elektronisch gefertigt werden, werden zumindest einmal im Auftragsablauf ausgedruckt.

**MT1 – Wartung und Betriebsmittel werden gebrauchsgerecht kostenoptimiert (32, 35):** Die gefundenen Probleme beziehen sich auf die Verwendungsdauer von Kalibriergasen und auf die Wartung von Thermoelementen. Der momentane Hersteller/Lieferant der Kalibriergase garantiert die erforderliche Gaszusammensetzung nur für ein Jahr. Bei manchen Gasmischungen ist der Verbrauch im Prüflabor so gering, dass sie in einem Jahr nicht verbraucht und somit nicht mehr für das Kalibrieren verwendet werden können. Bezüglich der Wartung der Thermoelemente gibt es Anhaltspunkte, dass diese nur alle zwei Jahre durchgeführt werden muss. Das Prüflabor wendet momentan jährlich Kosten für die Wartung auf.

**MT2 – Digitale Signatur (13):** Die elektronische Fertigung von Dokumenten wird momentan nicht mit digitaler Signatur durchgeführt und ist somit keine amtliche Unterschrift. Die digitale Signatur könnte auch dazu beitragen Arbeitsabläufe zunehmend zu digitalisieren.

**MT3 – QM unterstützt elektronische Bearbeitung (41):** Aufgrund von historisch bedingten Vorgaben im Qualitätsmanagementhandbuch müssen viele Dinge per Formular manuell ausgefüllt und abgelegt werden. Die umfänglichere elektronische Bearbeitung im Arbeitsablauf könnte ihr Potential nur dann gut ausnutzen, wenn die Spielräume der Akkreditierungsnorm bezüglich elektronischer Ablage von Dokumenten ausgenutzt werden.

**MT4 – Elektronisches Auftragsmonitoring (42):** Gelingt es die Arbeitsabläufe vermehrt zu digitalisieren, ist es ein nachfolgender Schritt auch das Auftragsmonitoring digital zu betreiben. Momentan wird dazu ein Whiteboard im fünften Obergeschoss des Gebäudes eingesetzt, welches sich zum Beispiel vom Prüfstand weit weg befindet.

**PT1 – Integrierte, bedienerfreundliche Prüfsoftware (31, 37, 40):** Bei der Kalibrierung und Justierung von Messgeräten entsprechen die Schnittstellen der Software mit den Geräten nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik. Durch manuelle Eintragungen und wenig Automatisierung ist die Fehleranfälligkeit erhöht. Zudem ist die Schnittstelle Software zum Menschen durch ein veraltetes User-Interface nicht intuitiv bedienbar. Ebenfalls ist eine unpraktische Arbeitsweise nötig, um die Messergebnisse aus der Lab-View Umgebung in das validierte Excel-Auswertefile zu übertragen. Die von der Akkreditierungsnorm geforderte Validierung von Software und Auswertefiles muss bei Lösungen mitberücksichtigt werden.

**AT1 – Workflowautomatisierung (4, 7, 9, 18):** Die elektronische Dokumentenablage basiert auf einer einfachen Datei-Explorer Ordnerstruktur. So sind Automatisierungen in der Ablage von Dokumenten zu Aufträgen nicht vorhanden. Ebenso gibt es keine Datenbanken für die sinnvolle Nutzung von immer wieder auftretenden Kunden- bzw. Lieferantendaten, etc. Ein weiteres Beispiel für unnötige Bearbeitungsschritte aufgrund fehlender Digitalisierung stellt das Ausdrucken elektronisch vom Kunden übersendeter Auftragsbestätigungen dar. Diese werden händisch unterschrieben, um eingescannt wieder zurück an den Kunden geschickt zu werden.

**AT2 – Digitale Ablage von Dokumenten (7):** Wichtiger Mailverkehr wird in der Ordnerstruktur abgelegt. Für die digitale Ablage von Dokumenten gibt es jedoch wenig Vorgaben durch das QM-Handbuch und vor allem kein ganzheitliches Softwaretool, das bedienerfreundlich alle Bereiche des Prüflabors unterstützt.

**MO1 – Schlankes Formularwesen (5, 6):** Einige Vorgaben des Qualitätsmanagementsystems, v.a. Verfahrensanweisungen befinden sich in einer Aktualisierungsüberarbeitung. Durch z.B. elektronische Listenführungen finden sich nicht mehr gebrauchte Formularanweisungen in den Vorgaben. Durch den Ausbau des Qualitätsmanagementsystems in kleinen Schritten sind eventuell Vorgaben entstanden, die eine Übererfüllung der aktuellen Akkreditierungsnorm bedeuten.

**MO2 – Präzise Kundenvorgaben (24, 25):** Einerseits ist es wichtig, Kundenwünsche genau zu verstehen, andererseits müssen Kunden prüflaborseitig Vorgaben gemacht werden, die eine reibungslose und kosteneffiziente Auftragsabwicklung möglich machen. So ist z.B. der Anlieferungszustand des zu einer Ofenprüfung mitgelieferten Prüfbrennstoffs von Kunden bezüglich Menge und Art unterschiedlich. Vor allem bei Scheitholz sind eine bestimmte Größe und Form der Scheite für eine normgerechte Prüfung essenziell. Ein anderer Punkt behandelt Berichte, die auf Papier ausgedruckt und gemeinsam mit der Endrechnung an Kunden versendet werden. Einige Kunden fordern bereits vor Auftragsabschluss eine digitale Vorabversion. Eventuell ist auch die Endberichtsform in digitaler Ausführung für die Kunden ausreichend.

**PO1 – Strategische Verbesserung des Ofenprüfplatzes (26, 39):** Die Zwischenlagerung für ankommende Öfen bzw. Prüfbrennstoff ist nur in einem sehr kleinen Raum vor dem Prüfraum möglich. Es sind auch zwei Prüfplätze mit unterschiedlichen Abzugsgrößen vorhanden, diese können jedoch aus Gründen der Wärmeabstrahlung beim Heizen nicht gleichzeitig für Prüfungen benützt werden.

**PO2 – Lagerplatzvergrößerung für An- und Ablieferung (26):** Es können sehr oft, je nach Größe und Art des Ofens, nicht mehr als ein Ofen zwischengelagert werden. Auch die Lagerung des Prüfbrennstoffs im Vorraum des Prüfstands ist auf längere Zeit problematisch, da die klimatischen Bedingungen dort nicht präzise geregelt werden. Der Prüfbrennstoff kann rasch zu trocken für eine normgerechte Prüfung werden.

**AO1 – Standardisierte Kundenkommunikation (1, 15, 16, 27):** Zur zentralen E-Mail-Kommunikation von Anfragen ist eine E-Mail-Adresse, die von mehreren Mitarbeitern eingesehen werden kann, vorhanden. Diese wird jedoch von Kunden noch sehr sparsam benützt. Durch eine noch nicht ausreichend standardisierte Kommunikation kommt es nach Ausfüllen des „Gerätedatenblatts“ bei Auftragserteilung manchmal zu Angebotsnachverhandlungen, da ein anderer Leistungsumfang dem Kunden laut dessen Anfrage angeboten wurde. Auch sind die vom Kunden bei Auftragserteilung bekanntzugebenden Information v.a. bezüglich Gerätenamen und anderer Herstellerunterlagen noch nicht vorhanden. Kunden drängen trotzdem meist auf schnellen Auftragsbeginn.

**AO2 – Fließender Auftragsdurchlauf (2, 3, 11, 14):** Interne digitale Dokumente wie z.B. Anfrage- und Auftragslisten werden teilweise doppelt mit Daten befüllt oder befinden sich in der Dateistruktur an zwei unterschiedlichen Stellen. Durch die überwiegende Nutzung von Dokumentenflüssen auf Papier können Verzögerungen in Freigabeprozessen durch Dienstreisen von Freigabeberechtigten, etc. entstehen. Der Weg zu Druck- und Kopiergerät ist für einen Teil des Personals vergleichsweise lang.

**AO3 – Verminderung von Arbeitshemmnissen über TU-Schnittstellen (19, 20, 21, 22, 23, 30):** Durch die Einbettung des Prüflabors im TU-Institutsumfeld werden manche Ressourcen des Instituts mitgenutzt. Dadurch treten jedoch auch Hemmnisse an den Schnittstellen auf, die den Auftragsablauf im Prüflabor negativ beeinflussen. So muss zur sehr detaillierten prüflaboreigenen Auftragskalkulation eine zweite, für den Zweck der Abgabe beim Institut nach „TU-Richtlinien“, erstellt werden. Außerdem werden die für das Prüflabor alltäglichen Dienstleistungsaufträge TU-seitig wie Forschungsprojekte behandelt, mit den damit verbundenen administrativen Aufwänden der ERP-Kontoeröffnung, etc. Einnahmen sind einfach den einzelnen Aufträgen zuordenbar, bei Ausgaben des Prüflabors die direkt einem Auftrag entspringen ist dies durch die TU-seitige Verbuchung allerdings schwer möglich. Bei Bestellung über diese Schnittstellen entstehen lange Lieferzeiten (z.B. Kalibriergase).

Abbildung 49: Durchführung Schritt V - Auswertung durchführen (Use-Case 1)<sup>243</sup>

### Gesamtscore und Zielerreichungsbeiträge bilden:

Die verwendeten Tools werden angelehnt an die *VDI 2870-1 (2012)* bzw. *Merl (2016)* hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die generischen Zieldimensionen bewertet. Findet sich keine Entsprechung in der Literatur, so werden die Auswirkungen selbst eingeschätzt. Danach kann mit Hilfe des strategischen Profils der Generell-Zielerreichungsbeitrag nach Formel 2 (Kapitel 4.2) errechnet werden, vgl. Tabelle 20.

Tool	Qualität	Kosten	Zeit	Flexibilität	Generell-Zielerreichungsbeitrag
LIMS	2	3	3	3	90%
PDCA-Zyklus	3	3	3	2	90%
Wertstromplanung	2	2	3	3	85%
Geräteredundanz	2	1	3	3	81%
Prozessstandardisierung	3	2	2	2	77%
Shopfloor Management	2	2	2	3	77%
5S-Methode	2	2	3	2	75%
Parallelarbeit	1	3	2	3	71%
Verschwendungsbewertung	2	3	2	2	71%
U-Layout	2	3	3	1	69%
Arbeitsorganisation	1	3	3	2	69%
Chaku-Chaku	1	2	2	3	67%
Ideenmanagement	2	2	2	2	67%
Benchmarking	2	2	2	2	67%
Zielmanagement	2	2	2	2	67%
5-x-Warum-Methode	2	2	2	2	67%
Ishikawa-Diagramm	3	2	2	1	67%
Supermarkt	1	2	3	2	65%
Spaghetti-Diagramm	1	3	2	2	60%
Activity-Relationship-Chart	1	3	2	2	60%

Tabelle 20: Tool-Wirkung auf Zieldimensionen angelehnt an *VDI 2870-1 (2012)* und *Merl (2016)*<sup>244,245</sup><sup>243</sup> eigene Abbildung<sup>244</sup> vgl. Merl, 2016, S.233ff<sup>245</sup> vgl. VDI 2870-2, 2012, S.4



Nun werden pro Verbesserungspotential die für das übergeordnete Problemfeld vorselektierten Tools nochmals auf ihre Eignung mit 1 – 3 Punkten bewertet und der Gesamtscore nach Formel 1 (Kapitel 4.2) gebildet. Tools, welche einen Gesamtscore von mindestens 12 Punkten aufweisen, werden in den Toolvorschlag für das Verbesserungspotential aufgenommen. Im Folgenden werden die Toolvorschläge für jedes Verbesserungspotential kurz beschrieben:

Management-Mensch	Prozessstandard.	PDCA-Zyklus	Ideenmanagement	5-x-Warum-Methode	Verschwendungsbew.
Zielerreichungsbeitrag	77 %	90 %	67 %	67 %	47 %
MM1 Gesamtscore	27	27	27	27	18

Tabelle 21: Toolvorschlag des Problembereichs Management-Mensch

**MM1 Qualitätsmanagementsystem verursacht keine Verschwendung (Tabelle 21):** Die Probleme, die im konkreten Anwendungsfall diesem Problembereich zugeordnet sind, bedürfen weiterer Aufklärung. So schlägt die Auswertemethodik als bestbewertetes Tool der Kategorie „analytisch“ die 5-x-Warum-Methode vor, die in Anbetracht der Probleme auch sehr passend erscheint. Sind die Gründe und daraus resultierende Verbesserungen genauer bekannt, kann im Sinne der Prozessstandardisierung ein neuer verbesserter Arbeitsablauf festgelegt werden.

Prüftätigkeit-Mensch	Prozessstandard.	LIMS	Wertstromplanung	Arbeitsorganisation	PDCA-Zyklus
Zielerreichungsbeitrag	77 %	60 %	57 %	46 %	90 %
PM1 Gesamtscore	18	-	-	18	18
PM2 Gesamtscore	27	18	12	18	27
PM3 Gesamtscore	-	-	-	-	27
Prüftätigkeit-Mensch	5-S-Methode	Ideenmanagement	5-x-Warum-Methode	Verschwendungsbew.	Spaghetti-Diagramm
Zielerreichungsbeitrag	75 %	67 %	67 %	47 %	40 %
PM1 Gesamtscore	18	27	27	-	12
PM2 Gesamtscore	18	27	27	18	18
PM3 Gesamtscore	27	27	-	-	-

Tabelle 22: Toolvorschlag des Problembereichs Prüftätigkeit-Mensch

**PM1 Körperliche Arbeitserleichterung (Tabelle 22):** Für die ungünstigen körperlichen Anstrengungen können Gestaltungsmaßnahmen gefunden werden. Dazu kann am besten das Ideenmanagement Hilfe leisten. In einer Besprechungsrunde der betroffenen Personen mit der Prüflaborleitung können mögliche Lösungsoptionen ausgearbeitet werden. Experten im Bereich „Arbeitsplatzgestaltung“ können dabei unterstützen.

**PM2 Schnittstellen minimiert (Tabelle 22):** Ziel dieses Verbesserungspotentials ist es Eingabehilfen zu finden bzw. die Geräte zur Prüfung besser zu vernetzen. In einem ersten Schritt können durch die 5-x-Warum-Methode Anforderungen hinterfragt werden, die für den Arbeitsablauf wichtig sind. Dadurch kann eine Spezifikation für mögliche Lösungsoptionen abgeleitet werden. Sind dies eher kleine Verbesserungen, wird die Umsetzung im Rahmen einer PDCA-Vorgehensweise möglich sein. Werden größere technische Hilfsmittel implementiert ist der Arbeitsablauf im Sinne der Prozessstandardisierung darauf anzupassen.

**PM3 Arbeitsumfeld übersichtlich gestaltet (Tabelle 22):** Die dahinterliegenden Probleme sind ein klassisches Beispiel für die Anwendung der 5-S-Methode im Arbeitsplatzumfeld des Prüfstandes. Um die Kabel des Datenloggers geordneter ablegen zu können, können z.B. Kabelaufzugsrollen das Arbeitsumfeld verbessern. Die ständige Weiterverbesserung des Arbeitsbereichs durch den PDCA-Zyklus kann die Hauptmethode 5-S unterstützen.

<b>Administration-Mensch</b>	<b>Prozessstandard.</b>	<b>LIMS</b>	<b>Arbeitsorganisation</b>	<b>PDCA-Zyklus</b>	<b>5S-Methode</b>
Zielerreichungsbeitrag	77 %	60 %	46 %	90 %	75 %
AM1 Gesamtscore	27	18	12	27	18
<b>Administration-Mensch</b>	<b>Ideenmanagement</b>	<b>Shopfloor Management</b>	<b>Zielmanagement</b>	<b>5-x-Warum-Methode</b>	<b>Verschwendungsbew.</b>
Zielerreichungsbeitrag	67 %	51 %	44 %	67 %	47 %
AM1 Gesamtscore	18	18	12	27	18
<b>Administration-Mensch</b>	<b>Spaghetti-Diagramm</b>				
Zielerreichungsbeitrag	40 %				
AM1 Gesamtscore	12				

**Tabelle 23: Toolvorschlag des Problembereichs Administration-Mensch**

**AM1 Arbeitsweise basiert verstärkt auf elektronischen Medien (Tabelle 23):** Die Arbeitsweise langjähriger Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu ändern ist erfahrungsgemäß ein langwieriger Prozess. Die Grundlage einer effizient gestalteten Arbeitsweise in der gesamten Administration, bildet die Prozessstandardisierung bestmöglicher Arbeitsweisen. Wie im Verbesserungspotential angedeutet, werden diese meist durch IT-Unterstützung realisiert. Durch die Einführung eines Laborinformationssystems können standardisierte Prozesse gut abgebildet werden.

Management-Technik	LIMS	PDCA-Zyklus	Ideen-management	Bench-marking	5-x-Warum-Methode
Zielerreichungsbeitrag	90 %	90 %	67 %	44 %	44 %
MT1 Gesamtscore	27	27	18	12	18
MT2 Gesamtscore	27	27	18	12	-
MT3 Gesamtscore	27	27	27	18	12
MT4 Gesamtscore	27	18	-	12	-

**Tabelle 24: Toolvorschlag des Problembereichs Management-Technik**

**MT1 Wartung und Betriebsmittel werden gebrauchsgerecht kostenoptimiert (Tabelle 24):** Die Probleme der begrenzten Nutzungsdauer von Kalibriergasen und der längeren Wartungsintervalle von Thermelementen sind bekannt. Es kann durch Rechercharbeiten nach besseren Lösungen im Rahmen der Vorschriften bzw. anderen Lieferanten gesucht werden. Um den Verwaltungsaufwand der Betriebsmittel und durch terminoptimiertes Bestellen die Kosten zu senken, können diese Aufgaben in ein LIMS integriert werden.

**MT2 Digitale Signatur (Tabelle 24):** Die Benennung beschreibt bereits ein eng eingegrenztes Verbesserungspotential. Damit ist die Umstellung von Freigabeprozessen durch Unterschriften auf Papier auf eine amtliche digitale Signatur gemeint. Das volle Potential kann durch einen rein elektronischen Dokumenten-Flow erreicht werden. Dies kann wiederum ein LIMS bieten.

**MT3 QM unterstützt elektronische Bearbeitung (Tabelle 24):** Dass Eintragungen auf Papier und zur Berechnung am Computer doppelt eingetragen werden müssen ist der papiermäßigen Ablage durch das QM-System geschuldet. Einerseits lässt sich durch weitere analytische Maßnahmen, wie dem Hinterfragen der Notwendigkeiten der papiermäßigen Ablagen durch die 5-x-Warum-Methode festlegen, ob nicht eine einfache digitale Speicherung ausreicht. Andererseits können auch spezielle Software-Lösungen eines LIMS eine höhere Datensicherheit gewährleisten, ohne den Arbeitsfluss zu behindern.

**MT4 Elektronisches Auftragsmonitoring (Tabelle 24):** Echtzeitinformationen über die Auftragsfortschritte sind nur am Whiteboard möglich, sofern sie dort aktuell eingetragen wurden. Dies kann durch IT-Systeme, hier im speziellen LIMS, ohne zusätzliche Arbeitsschritte geschehen. Aufgrund von erledigten Aufgaben aktualisiert sich der Auftragsstatus automatisch und das System stellt den Fortschritt zum Monitoring bereit.

Prüftätigkeit- Technik	LIMS	PDCA-Zyklus	Ideen- management	5-x-Warum- Methode	Ishikawa- Diagramm
Zielerreichungsbeitrag	90 %	90 %	67 %	44 %	67 %
PT1 Gesamtscore	27	27	27	18	27

Tabelle 25: Toolvorschlag des Problembereichs Prüftätigkeit-Technik

**PT1 Integrierte, bedienerfreundliche Prüfsoftware (Tabelle 25):** Es können im Sinne des PDCA-Zyklus kleine Verbesserungen an der Prüfsoftware durchgeführt werden. Das bestehende System scheint allerdings bereits so veraltet, dass ein kompletter Systemwechsel sinnvoll erscheint. Das Ziel so eines Projekts wäre die nahtlose Einbindung in ein LIMS, bezüglich zu importierenden und exportierenden Daten. Die Zusammenhänge und Anforderungen der Prüfgeräte und -software können in einem Ishikawa-Diagramm dargestellt werden, um unbedingt notwendige Kriterien für die Neuanschaffung zu identifizieren.

Administration- Technik	LIMS	PDCA-Zyklus	Ideen- management	5-x-Warum- Methode	Ishikawa- Diagramm
Zielerreichungsbeitrag	90 %	90 %	67 %	44 %	44 %
AT1 Gesamtscore	27	27	27	18	18
AT2 Gesamtscore	27	27	18	18	12

Tabelle 26: Toolvorschlag des Problembereichs Administration-Technik

**AT1 Workflowautomatisierung (Tabelle 26):** Die vollumfängliche digitale Administration als Fernziel ist eine der Stärken von LIMS. Aber auch Teilprozessautomatisierungen, wie zum Beispiel des Freigabeprozesses, würde eine wesentliche Verbesserung bezüglich Engpassproblemen beim Freigeben bringen. Kleine Verbesserungen, wie das Nutzen einer Kundendatenbank können vorerst im Rahmen des PDCA weiterentwickelt werden. Die Umstellung auf ein vollumfängliches LIMS ist jedoch anzustreben.

**AT2 Digitale Ablage von Dokumenten (Tabelle 26):** Die Vorteile der jederzeitigen Verfügbarkeit von Dokumenten an jedem Arbeitsplatz liegt auf der Hand. Ein klassisches Explorer-Ordnersystem kann durch eine saubere Arbeitsweise aller Beteiligten eine gewisse Übersichtlichkeit der vorhandenen Daten gewährleisten. Durch ein Dateiablagensystem in einem LIMS können jedoch auch weitere Daten, wie Verläufe, Revisionen, etc. einfach automatisiert abgerufen werden. Durch Verweishinterlegungen bei Dokumenten lässt sich auch die intuitive Bedienbarkeit erhöhen und z.B. die notwendige Klickanzahl verringern.

Management-Organisation	Prozessstandard.	LIMS	Wertstromplanung	PDCA-Zyklus	Benchmarking
Zielerreichungsbeitrag	77 %	60 %	57 %	90 %	67 %
MO1 Gesamtscore	27	18	18	27	27
MO2 Gesamtscore	27	12	-	27	27
Management-Organisation	Ideenmanagement	Zielmanagement	Verschwendungsbew.	5-x-Warum-Methode	
Zielerreichungsbeitrag	67 %	67 %	71 %	67 %	
MO1 Gesamtscore	18	-	27	18	
MO2 Gesamtscore	27	27	27	27	

Tabelle 27: Toolvorschlag des Problembereichs Management-Organisation

**MO1 Schlankes Formularwesen (Tabelle 27):** Dieses Verbesserungspotential zeigt an, dass die historisch gewachsenen Arbeitsablaufdefinitionen des Qualitätsmanagementsystems überarbeitet werden müssen. Dies wirkt sich auf die auszufüllenden Formulare im Arbeitsablauf aus. Eine weitere Analyse ist hier dringend von Nöten. Dazu kann eine Art Verschwendungsbewertung mit Hilfe der Akkreditierungsnorm und dem Qualitätsmanagementhandbuch durchgeführt werden, um Übererfüllungen zu vermeiden. Eventuell können Einblicke in andere Prüflaboratorien und der Vergleich durch ein Benchmarking gelingen. Andererseits soll das QM-Handbuch verstärkt die praktische Arbeit unterstützen und keine Hürden in der Arbeitsweise aufbauen.

**MO2 Präzise Kundenvorgaben (Tabelle 27):** Die Schnittstelle zum Kunden muss bezüglich einer eindeutigen Kommunikation verbessert werden. Durch ein Hinterfragen mit der 5-x-Warum-Methode, welche Kriterien für einen Prüflaborauftrag essenziell sind, kann die Basis für einen standardisierten Kundenkontakt gelegt werden. Begleitend kann der PDCA-Zyklus für stetige Weiterentwicklung sorgen.

**PO1 Strategische Verbesserung Ofenprüfplatz (Tabelle 28):** Als langfristige Verbesserung kann ein Neubau des Prüfplatzes bzw. des gesamten Gebäudeteils betrachtet werden. Die Lagerkapazitäten sowohl für Prüfbrennstoff als auch für zwischenlagernde Prüfgeräte ist sehr klein. Es können zusätzliche Räumlichkeiten Abhilfe schaffen, sofern sie nahe genug zum aktuellen Prüfplatz zur Verfügung stehen. In einem strategischen Projekt können Möglichkeiten zu einer anderen Arbeitsorganisationsgestaltung mit Parallelarbeit ausgelotet werden. So könnte eine Möglichkeit für das gleichzeitige Prüfen von zwei Prüfobjekten vorgesehen werden, was bei den langen Prozesszeiten der Prüfung von Feuerungsanlagen grundsätzlich interessant erscheint.

Prüftätigkeit-Organisation	Wertstrom-planung	Prozess-standard.	Parallelarbeit	U-Layout	Arbeits-organisation
Zielerreichungsbeitrag	85 %	77 %	71 %	69 %	69 %
PO1 Gesamtscore	27	18	27	18	18
PO2 Gesamtscore	18	18	-	-	-
Prüftätigkeit-Organisation	Chaku-Chaku	Supermarkt	LIMS	PDCA-Zyklus	Shopfloor Management
Zielerreichungsbeitrag	67 %	65 %	60 %	90 %	77 %
PO1 Gesamtscore	18	27	12	18	27
PO2 Gesamtscore	-	27	18	27	27
Prüftätigkeit-Organisation	Ideen-management	Ziel-management	Verschwend-ungsbew.	5-x-Warum-Methode	ARC
Zielerreichungsbeitrag	67 %	44 %	71 %	67 %	60 %
PO1 Gesamtscore	27	12	27	27	27
PO2 Gesamtscore	18	12	27	27	18
Prüftätigkeit-Organisation	Spaghetti-Diagramm	Ishikawa-Diagramm			
Zielerreichungsbeitrag	60 %	44 %			
PO1 Gesamtscore	18	18			
PO2 Gesamtscore	18	12			

Tabelle 28: Toolvorschlag des Problembereichs Prüftätigkeit-Organisation

**PO2 Lagerplatzvergrößerung für An- und Ablieferung (Tabelle 28):** Dieses Verbesserungspotential kann in PO1 integriert umgesetzt werden, stellt allerdings eine eigene Verbesserungsmöglichkeit mit eventuell schnelleren Umsetzungschancen dar. Durch größere Lagerräumlichkeiten kann das Supermarkt-Konzept sowohl für die Brennstoffbereitstellung als auch die Prüfobjektzwischenlagerung verwirklicht werden. Dies scheint mit den aktuellen Räumlichkeiten nicht möglich.

**AO1 Standardisierte Kundenkommunikation (Tabelle 29):** Hier gilt es durch weitere Prozessstandardisierungen die Vorgaben an den Kunden klar zu kommunizieren. Probleme aus Fehlkommunikation über die zu erbringende Leistung sind zu vermeiden. Kleine Verbesserungen durch PDCA können weitere Impulse geben die Kundenkommunikation für Anfragen auf die zentralen Kommunikationswege (E-Mail, Hotline) zu leiten.

Administration-Organisation	Wertstromplanung	Prozessstandard.	Parallelarbeit	Arbeitsorganisation	LIMS
Zielerreichungsbeitrag	85 %	77 %	71 %	69 %	60 %
AO1 Gesamtscore	27	27	-	27	18
AO2 Gesamtscore	27	27	18	27	18
AO3 Gesamtscore	-	27	-	-	18
Administration-Organisation	U-Layout	PDCA-Zyklus	Ideenmanagement	Shopfloor Management	Verschwendungsbew.
Zielerreichungsbeitrag	46 %	90 %	67 %	51 %	71 %
AO1 Gesamtscore	-	27	18	12	27
AO2 Gesamtscore	18	27	18	18	27
AO3 Gesamtscore	-	18	18	-	27
Administration-Organisation	5-x-Warum-Methode	Spaghetti-Diagramm	ARC	Ishikawa-Diagramm	
Zielerreichungsbeitrag	67 %	60 %	40 %	30 %	
AO1 Gesamtscore	27	-	-	-	
AO2 Gesamtscore	27	27	12	-	
AO3 Gesamtscore	27	-	-	12	

Tabelle 29: Toolvorschlag des Problembereichs Administration-Organisation

**AO2 Fließender Auftragsdurchlauf (Tabelle 29):** Dieses Verbesserungspotential zielt darauf ab, unnötige Bearbeitungsschritte, lange Wege und Liegezeiten des Auftrags zu minimieren. Dafür bietet sich die Verschwendungsbewertung im administrativen Bereich des Auftragsdurchlaufs an.

**AO3 Verminderung von Arbeitshemmnissen über TU-Schnittstellen (Tabelle 29):** Um Hemmnisse abbauen zu können, muss die Ursache ergründet werden. Mit einem gemeinsamen Verständnis der Probleme beider Schnittstellen-Partner können diese leichter gelöst werden. Da es hier vor allem organisatorische Hemmnisse gibt, scheint die 5-x-Warum-Methode gut geeignet. Durch Standardisierung von neuen Prozessabläufen können Arbeits- und damit Zeitaufwand eingespart werden.



Abbildung 50: Durchführung Schritt VI - Maßnahmenkatalog ausarbeiten (Use-Case 1)<sup>246</sup>

### Pfad der Toolauswahl definieren:

Im vorhergehenden Schritt wurden durch die Betrachtung des Toolvorschlags pro Verbesserungspotential bzw. Problemfeld bereits einige Gedanken bezüglich der Maßnahmensetzung getroffen. Nun wird die Gesamtheit der Verbesserungspotentiale betrachtet. Unter dem Gesichtspunkt einer sparsamen Anzahl an auszuwählenden Tools zur ganzheitlichen Optimierung des Labors werden Synergieeffekte durch die Wirkung der Tools in mehreren Problembereichen genutzt. Die Vielfalt an möglichen Maßnahmenvorschlägen ist groß, daher wird ein Fokus auf ausgewählte Maßnahmen gesetzt, deren Nutzen/Aufwand Verhältnis als groß eingeschätzt wird.

In Tabelle 30 werden die im vorigen Schritt als sinnvoll ausgewerteten Tools pro Verbesserungspotential eingetragen. Diese Auflistung kann als „kritischer Pfad“ des Optimierungsweges der gefundenen Potentiale betrachtet werden. Durch diese Darstellung lässt sich ein Überblick über „große Brocken“ der Optimierung mit den jeweiligen Tools erlangen. Demnach wird nun in eine maßnahmenbezogene Betrachtung übergegangen. Im Folgenden wird ein Soll-Zustand durch Maßnahmenoptionen beschrieben, ihre Auswirkungen abgeschätzt und Messgrößen zur künftigen Überprüfung des Verbesserungsfortschritts genannt. Die Reihung stellt einen Vorschlag der priorisierten Durchführung aufgrund von schnellen Ergebnissen mit niedrigem Aufwand bis hin zu Maßnahmen mit hohem Implementierungsaufwand dar.

<sup>246</sup> eigene Abbildung



Nr.	Verbesserungspotential	einmalig gestaltend	begleitend gestaltend	analytisch
MM1	Qualitätsmanagement enthält keine Verschwendung			5-x-Warum-Methode
PM1	Körperliche Arbeitserleichterung		Ideenmanagement	
PM2	Schnittstellen minimiert (LabView, Formular, Prüfgerät)	Prozessstandardisierung		5-x-Warum-Methode
PM3	Arbeitsumfeld übersichtlich gestaltet		5-S-Methode	
AM1	Arbeitsweise basiert verstärkt auf elektronischen Medien	LIMS, Prozessstandardisierung		
MT1	Wartung und Betriebsmittel werden gebrauchsgerecht kostenoptimiert	LIMS	PDCA-Zyklus	
MT2	Digitale Signatur			
MT3	QM unterstützt elektronische Bearbeitung			5-x-Warum-Methode
MT4	Elektronisches Auftragsmonitoring			
PT1	Integrierte, bedienerfreundliche Prüfsoftware	LIMS		Ishikawa-Diagramm
AT1	Workflowautomatisierung	LIMS		
AT2	Digitale Ablage von Dokumenten			
MO1	Schlankes Formularwesen			Verschwendungsbewertung
MO2	Präzise Kundenvorgaben		PDCA-Zyklus	5-x-Warum-Methode
PO1	Strategische Verbesserung Ofenprüfplatz	Parallelarbeit		
PO2	Lagerplatzvergrößerung für An- und Ablieferung	Supermarkt		
AO1	Standardisierte Kundenkommunikation		PDCA-Zyklus	
AO2	Fließender Auftragsdurchlauf			Verschwendungsbewertung, Spaghetti-Dia.
AO3	Verminderung von Arbeitshemmnissen über TU-Schnittstellen	Prozessstandardisierung		5-x-Warum-Methode

Tabelle 30: "Kritischer Pfad" der Toolauswahl - Prüfung von Feuerungsanlagen

**Maßnahmen ableiten und daraus resultierenden Soll-Zustand beschreiben:**

Aus den in Tabelle 28 ausgewählten Tools werden nun Maßnahmen abgeleitet. Durch eine Überarbeitung der Wertstromabbildung aus der Tätigkeitsstrukturanalyse wird ein idealisierter Prozessdurchlauf, bezogen auf die vollumfängliche Umsetzung der folgend genannten Maßnahmen, dargestellt (Soll-Zustand des Prozesses, vgl. Anhang 7.3). Der dadurch beschriebene Soll-Zustand des Prozesses der Prüfung von Feuerungsanlagen stellt den zu erreichenden Zielzustand aus Sicht der aktuell durchgeführten Tätigkeitsstrukturanalyse und den daraus abgeleiteten Verbesserungspotentialen dar.

**1. Einführung eines elektronischen Akts (MM1, AO2):**

Alle Informationen und Dokumente eines Auftrags werden nicht nur papiermässig, sondern auch elektronisch gemeinsam abgelegt. Die elektronische Bearbeitung am Server erfolgt dadurch auftrags- und nicht bereichsbezogen, dies verbessert das prozessorientierte Denken und Auffinden von Dateien. Durch eine Unterscheidung des Status eines Akts, im Sinne von Anfrage, Angebot, Auftrag, wird die Transparenz erhöht und das Monitoring erleichtert.

**Nutzen:** Es werden Anfrage- und Angebotsdateien nicht mehr doppelt, sondern nur in einer Ordnerstruktur abgelegt. Anfrage- und Auftragsliste werden in eine Auftragsdatenbank-Datei zusammengefasst, in der mit einer Aktnummer die Eindeutigkeit gesichert ist.

**Messgrößen:** Bearbeitungszeit, Mitarbeiterzufriedenheit

**bereits gesetzte Maßnahmen:** Es wurde eine neue Ordnerstruktur am Server implementiert, welche die Dateien der operativen Tätigkeiten in einem Ordner „Auftragsabwicklung“ nach den elektronischen Aktnummern gliedert. In diesen „Elektronischen-Prüflabor-Akt“ werden alle im Prozessdurchlauf generierten Dokumente, wie z.B. Anfrage, Angebot, Auftrag, Auswertedateien, Bericht, etc. abgelegt. Bezüglich der Übersicht der Akte wurde eine Auftragsdatenbank-Excel-Datei angelegt, in der Anfragen ohne Aktnummer in einem separaten Tabellenblatt eingetragen werden. Wenn ein Angebot ausgestellt wird, wird der Datensatz mit in die Aktübersicht mit der nächstfreien laufenden Nummer eingeordnet. Sobald das Angebot beauftragt wird, wird der laufenden Nummer ein Buchstaben-Code angefügt. Dieser Buchstaben-Code identifiziert die Kategorie des Auftrags zu Brennstoffanalyse, Prüfung von Öfen, Emissionsmessung, Probenahme und Analyse, Verleih von Geräten, Gutachten und Diverses. Diese Zuordnung erleichtert das Auftragsmonitoring und die Zuordnung der Kosten nach Kategorien am Jahresende.

## 2. Digitale Berichtslegung abklären (MO2):

Es wird nur noch ein digitaler Bericht ausgestellt, den die meisten Kunden ohnehin vorab einfordern.

**Nutzen:** Entfall des Prozessschrittes „B7 Bericht versandfertig machen“, mit einer durchschnittlichen Zeitersparnis von 3 Stunden.

**Messgröße:** Auftragsdurchlaufzeit

**bereits gesetzte Maßnahmen:** Die Bestätigung des Instituts wurde bereits auf einen elektronischen „Institutsstempel“ umgestellt. Die Berichte werden standardmäßig nur noch digital gelegt. Berichte in ausgedruckter Form werden dem Kunden extra verrechnet.

## 3. Elektronische Fertigung wird mit digitaler Signatur durchgeführt (MT2):

Der Zusatz „elektronische Fertigung“ auf Angeboten wird durch eine digitale Signatur der pdf-Datei ersetzt. Die als pdf-Datei einlangenden Aufträge werden zur Unterfertigung einer Auftragsbestätigung mit digitaler Signatur versehen und dadurch nicht mehr ausgedruckt.

**Nutzen:** Rechtliche Absicherung der Gültigkeit der Unterfertigung des Freigabeberechtigten durch eine amtlich gültige digitale Signatur. Entfall des Ausdrucks des Auftrages, Unterfertigen und Einscannen zur Versendung der Auftragsbestätigung (Ersparnis Administration: 0,25 h).

**Messgröße:** Bearbeitungszeit

## 4. Angebote werden elektronisch geprüft und freigegeben (AM1):

Angebote werden dem Kunden elektronisch zugesandt. Das Prüfen bzw. Anmerken von Änderungen wird an der elektronischen Datei durchgeführt, die entweder über den Server oder im eingeführten LIMS bereitgestellt wird.

**Nutzen:** Das Ausdrucken und Einarbeiten der Änderungsvermerke am Papier in die elektronische Angebotsdatei entfallen. Änderungen werden direkt an der Ursprungsdatei vorgenommen. Die Anwesenheit im Prüflabor des Freigabeberechtigten ist dadurch nicht notwendig, es kann auch über einen Remote-Zugang freigegeben werden. Bei Implementierung eines LIMS entfällt die zusätzliche Dokumentation der Freigabe am Formular FO-034, da sie durch das System durchgeführt wird (Ersparnis Administration: 0,25 h, Entfall Wartezeit auf Freigabe durch Nichtanwesenheit des Freigabeberechtigten: 1-2 Tage).

**Messgrößen:** Bearbeitungszeit, Auftragsdurchlaufzeit

## 5. Anfragen treffen zentral per E-Mail mit bereits ausgefülltem Gerätedatenblatt ein (AO1):

Diese Annahme gilt spezifisch für Aufträge zur Prüfung von Feuerungsanlagen. Dem Kunden ist das Gerätedatenblatt früh im Prozess vorzulegen. Damit ist das weitgehend standardisierte Leistungsspektrum bekannt und einer

Fehlkommunikation, die zu nachgelagerten Rückschleifen im Prozessablauf führt, wird vorgebeugt. Die Schnittstelle über die zentrale E-Mail-Adresse stellt eine größere zeitliche als auch personelle Unabhängigkeit im Anfrageneingang sicher.

**Nutzen:** Durch den Wegfall einer Rückschleife aufgrund eines Missverständnisses der beauftragten mit der durchgeführten Leistung bringt eine Einsparung des erneuten Durchlaufens von 3 Prozessschritten (Ersparnis Administration: 1,25 h, Leiterin bzw. Leiter: 0,25h). Ein zentraler Anfrageeingang wirkt positiv auf den Zielbereich der Verlässlichkeit des Prüflabors und wird über kleine PDCA-Maßnahmen im Kundenkontakt forciert.

**Messgröße:** Auftragsdurchlaufzeit

**bereits gesetzte Maßnahmen:** Das Gerätedatenblatt wurde aktualisiert und wird vor Angebotslegung vom Kunden bereits ausgefüllt verlangt. Die Anfragen werden von der zentralen Prüflabor-E-Mail-Adresse beantwortet.

## 6. Machbarkeitsprüfung verschlanken (MO1):

Die Machbarkeitsprüfung durch Ausfüllen des Formulars FO-031 beschränkt sich im Fall eines standardmäßigen Auftrags (Leistungsumfang durch Gerätedatenblatt eindeutig) auf das Dokumentieren der Anfrage.

**Nutzen:** Das Formular FO-031 ist in diesem Fall überflüssig, da die Anfragedaten am Server-Laufwerk ohnehin abgelegt werden. Dieser Prozessschritt beschränkt sich dadurch nur mehr auf die terminliche Auskunft der Abarbeitung (Ersparnis techn. MA: 0,25 h). Die Machbarkeitsbestätigung bzw. terminliche Einplanung des technischen Mitarbeiters solcher standardmäßigen Aufträge in einem LIMS dokumentiert diesen Prozessschritt ohne relevanten zeitlichen Aufwand.

**Messgröße:** Anfragedurchlaufzeit

## 7. Herstellerdokumente, Gerätenamen, etc. sind bei Auftragserteilung vollständig beim Prüflabor eingelangt (AO1):

Spätestens zur Auftragserteilung müssen die zur Prüfung notwendigen Dokumente im Prüflabor vorliegen, um Verzögerungen in der Auftragsabwicklung auszuschließen.

**Nutzen:** Verzögerungen im Auftragsabschluss, da der Bericht nicht fertig gestellt werden kann, werden eliminiert. 2019 erfolgte bei zwei Aufträgen die Zusendung der vollständigen Herstellerunterlagen mindestens 6 Monate nach Auftragserteilung. Dadurch entstehen beim Prüflabor verspätete Einnahmen durch verspätete Endrechnungslegung.

**Messgröße:** Auftragsdurchlaufzeit

**bereits gesetzte Maßnahmen:** Am Angebot werden die vorab benötigten Dokumente bereits vermerkt. Es wird eine Anrechnungsrechnung gelegt bzw. bei nicht vertrauenswürdigen Kunden eine komplette Vorauszahlung eingefordert.

### 8. Arbeitsumfeld bei Prüftätigkeiten verbessern (PM1, PM3):

Die Strahlungswärmewände werden modulartig für verschiedene Aufbauten zusammengesetzt und über Rollen leicht bewegt werden. Die Temperaturmesssonden erhalten eine durchgängige Beschriftung und der dazugehörige Datenlogger wird durch Kabelaufroller und ein Gehäuse auch für den mobilen Einsatz verbessert.

**Nutzen:** Die Belastung auf den Bewegungsapparat wird durch das leichtere Hantieren mit modulartigen Strahlungswärmewänden gesenkt. Auch in der Einlagerung kann dadurch Platz gespart werden. Durch die Maßnahmen am Temperaturmesssystem steigt die Bedienbarkeit am Prüfstand, sowie bei externen Messvorhaben.

**Messgröße:** Mitarbeiterzufriedenheit, Krankenstandstage

### 9. Verringerung der Kalibrier- und Wartungskosten von Prüfmitteln (MT1):

Die Deutsche Akkreditierungsstelle DAkkS erachtet in einer Richtlinie die Kalibrierung des Messsystems aus Thermoelementen und Temperaturlogger in einem zweijährigen Intervall als ausreichend. Derzeit führt das Prüflabor diese Kalibrierung jährlich durch. Ein zweiter Aspekt ist die Nutzung der akkreditierten Kalibriergase, bei denen der Hersteller eine Gebrauchsdauer von einem Jahr zulässt. Bei manchen Kalibriergasen ist der Verbrauch zu gering, um eine gesamte Flasche in einem Jahr zu verbrauchen.

**Nutzen:** Die Kalibrierkosten für das Temperaturmesssystem halbieren sich. Durch Ankauf von kleineren Kalibriergasflaschen oder längerer Gebrauchsdauer seitens des Herstellers wird die Ankaufmenge an Kalibriergas in einem noch zu bestimmenden Maße reduziert.

**Messgröße:** jährliche Kalibrier- und Wartungskosten

**bereits gesetzte Maßnahmen:** Die Kalibrierintervalle des Temperaturmesssystems werden geprüft und angepasst. Es wird nach anderen Kalibriergasherstellern gesucht, welche eine längere Gebrauchsdauer garantieren.

### 10. Einführung der Dokumentenverwaltung durch ein LIMS (AM1, MT1, MT2, MT3, MT4, PT1, AT1, AT2):

Die Einführung eines LIMS beinhaltet Maßnahmen, die zuvor gesondert genannt wurden. Es übernimmt im Idealfall die komplette digitale Dokumentenverwaltung und Dokumentenarchivierung.

**Nutzen:** Es fallen dadurch 17 papiermäßige Dokumentenübergaben an 11 Schnittstellen im Prozessdurchlauf weg. 6 Gespräche sind dadurch nicht mehr unbedingt persönlich notwendig und können auch telefonisch abgewickelt werden. Es entfallen mindestens 6 papiermäßige Dokumentenarchivierungen, je nach Prüfauftrag. Die Weiterbearbeitung von Dokumenten erfolgt an der im LIMS hinterlegten Originaldatei, die durch eine Bearbeitungshistorie die Funktion des

Begleitblatts für Prüfobjekte (Formular FO-034) vollumfänglich übernimmt. 14 Eintragungen des jeweiligen Bearbeiters über den Auftragsstatus übernimmt das LIMS.

**Messgrößen:** Anfragedurchlaufzeit, Auftragsdurchlaufzeit, Mitarbeiterzufriedenheit  
Begleitend kann die Prüfmittelüberwachung, wie z.B. Kalibrier- und Wartungsintervall elektronisch durch das LIMS erfolgen.

**Nutzen:** Bestellzyklen können leichter geplant und eventuell automatisiert durchgeführt werden. Durch die bessere Übersichtlichkeit wird die Ausfallwahrscheinlichkeit durch zu spät durchgeführte Kalibrier- und Wartungstätigkeiten verringert.

**Messgröße:** Ausfalltage des Prüfstands

#### 11. LIMS übernimmt die automatische Preisberechnung durch Einbindung des Preisberechnungstools (AT1):

Diese Annahme bedingt die Einführung eines eigenständigen Software-Tools und die Einbindung der standardisierten Leistungen laut dem Gerätedatenblatt.

**Nutzen:** Durch Verknüpfung der Leistungsbeschreibung mit den bereits standardisierten Kostensätzen in einer Excel-Datei (Preisberechnungstool) ist das separate Ausfüllen der Excel-Preiskalkulation nicht mehr notwendig. (Ersparnis Administration: 0,5 h) Die jährliche Kalibration der Kostensätze des Excel-Preisberechnungstools kann durch das LIMS eventuell automatisch geschehen.

**Messgröße:** Bearbeitungszeit

#### 12. Verbesserung der Integration des Prüflabors in TU-Organisation (AO3):

Durch Zusammenführung der momentan verwendeten Software: ERP, TISS und Prüflabor-Server bzw. LIMS, entfallen einige Arbeitsschritte in der Projekt- und Rechnungslegung. Auf die Systeme ERP und TISS kann nur durch Hinterfragen von Tätigkeiten und Unterbreiten von Vorschlägen von außen eingewirkt werden, da sie die TU verwaltet. Es ist deshalb prioritär auf eine möglichst unbehinderte Anbindung des Prüflaborsystems an die TU-Systeme zu achten.

**Nutzen:** Im Idealfall wird die Auftragskalkulation nach Kostenstruktur des Prüflabors durch die TU anerkannt und die Erstellung einer Auftragskalkulation nach TU-internen Regeln entfällt. Durch Abstimmung mit TU-internen Verrechnungsstellen ist das Hochladen der Beauftragung seitens des Prüflabors nicht mehr notwendig. Durch bessere Vernetzung des ERP, TISS und Prüflaborsystems ist eine Auftragsanlage in nur mehr einem System notwendig.

**Messgrößen:** Mitarbeiterzufriedenheit, Auftragsdurchlaufzeit

**bereits gesetzte Maßnahmen:** Es werden Anfragen an die TU-internen Schnittstellen getätigt, um Doppelgleisigkeiten bei der Auftragskalkulation und Projektkontoeröffnung abzubauen. Mittelfristig wird mit treuen Kunden des Prüflabors das Unterzeichnen von Rahmenverträgen über mehrere Prüftätigkeiten

angestrebt. Dadurch fällt der komplette Auftragsanlage- und Rechnungslegungsprozess über die TU-Schnittstellen-Partner nur einmal pro Rahmenvertrag und nicht pro Prüftätigkeit an. Ebenso wird ein Eintragen der PrüflaboraAuftragsnummer im Buchungstext bei Buchungen im ERP-System mit den TU-Verrechnungsstellen vereinbart, damit die Zuordnung von Zahlungen zur Einnahmen-Ausgaben-Rechnung am Jahresende vereinfacht wird.

### 13. Holzlagerraum errichten (PO2):

Durch Umbau und Klimatisierung des momentan nicht verwendeten Öltankraums wird die Einlagerung von Prüfbrennstoff unter konstanten Bedingungen ermöglicht. Es ist jedoch darauf zu achten, nicht eine Last-In – First-Out Lagerung zu betreiben. Dies würde durch die lange Lagerdauer der ersteingelagerten Prüfbrennstoffe Qualitätsprobleme bei der Prüfung nach sich ziehen.

**Nutzen:** Das Austrocknen des Prüfbrennstoffs bis zum Prüflauf wird vermieden. Es wird im Vorraum Platz zur Zwischenlagerung von Öfen frei.

**Messgröße:** Qualitätsproblemmeldungen zum Prüfbrennstoff, Lagerkapazität

### 14. Verbesserung und Automatisierung der Auswertesoftware am Prüfstand (PM2, PT1):

Die zur Messdatenaufzeichnung verwendete Auswertesoftware zeigt im Idealfall die tatsächlich gemessenen Werte der Rohdatensignale an. Dadurch wird eine Mitverfolgung der Messdaten in Echtzeit ermöglicht, negativ verlaufende Prüfläufe können schneller abgebrochen werden. Das Kalibrieren und Justieren der Messgeräte wird durch ein Vernetzen der Geräte mit der Auswertesoftware vereinfacht. Die Auswertung kann direkt in der Auswertesoftware durchgeführt und ein Ergebnisblatt ausgedruckt bzw. im LIMS hinterlegt werden.

**Nutzen:** Die Fehlerquelle des zweimaligen Abschreibens von langen Rohdatensignalen, das viermalige Ausfüllen von Stammdaten und Übertragungen auf elektronische Medien entfallen. Der mehrmalig zurückgelegte Weg zwischen Auswertesoftware und Messgerät zum Kalibrieren und Justieren wird stark reduziert. Die Auswertesoftware ist intuitiv bedienbar, die Auswertung im Excel-File entfällt.

**Messgröße:** Reklamationen zum Prüfbericht, Mitarbeiterzufriedenheit

**bereits gesetzte Maßnahmen:** Das momentan noch notwendige Excel-File zur Auswertung wird um Bestandteile aus dem anzufertigenden Bericht erweitert. Es lassen sich dadurch Kriterien-Abfragen in Excel automatisieren und als Beilage dem Bericht hinzufügen. Dadurch entfällt ein großer Anteil des Arbeitsaufwands bei der Berichtslegung.

## 15. Prüfstand-Neubau (PO1):

Durch freie Flächen der TU Wien, wie z.B. am Campus Arsenal, könnte ein neuer Prüfstand realisiert werden, bei dem die Zwischenlager- und Parallelprüfbetriebskapazitäten eingeplant werden. Auch die Automatisierung des Prüfstands kann mit diesem Projekt mitgezogen werden.

**Nutzen:** An- und Ablieferung von Öfen und Prüfbrennstoff gestaltet sich durch größere Zwischenlagerflächen einfacher. Die Kapazität des Prüfbetriebs wird erhöht, allerdings wird eine größere Anzahl an Messgeräten benötigt.

**Messgrößen:** Prüf- und Lagerkapazität

### 5.1.3 Zusammenfassung und Fazit

Die im Zuge der Tätigkeitsstrukturanalyse dargestellten Prozessschritte (vgl. Anhang 7.3) lassen die Betrachtung von drei Durchlaufzeiten zu:

- Anfragedurchlaufzeit: Zeitspanne zwischen Anfrageeingang (Schritt A1) und Übermittlung des Angebots (Schritt A5)
- Auftragsdurchlaufzeit: Zeitspanne zwischen Auftragseingang (Schritt B1) und Versand von Bericht und Rechnung (Schritt B10)
- Auftragserteilungszeit: Zeitspanne zwischen Angebotsübermittlung (Schritt A5) und Auftragseingang (Schritt B1), vom Kunden abhängig

Die beiden erst genannten Durchlaufzeiten widerspiegeln eine Durchlaufgeschwindigkeit im Prüflabor. Die Auftragserteilungszeit hat hingegen lediglich informativen Charakter, sie ist vom Kunden abhängig und nicht direkt durch das Prüflabor beeinflussbar. Um die Durchlaufzeiten zu bestimmen wurden alle Aufträge aus dem Jahr 2019 zu Prüfungen von Feuerungsanlagen durchsucht. Dabei wurden sieben Aufträge gefunden, bei denen die relevanten Daten zur Aufstellung der Durchlaufzeiten verfügbar waren, vgl. Tabelle 31.

Die eingetragenen Daten liegen in Kalendertagen bzw. -wochen vor, aus denen der Durchschnitt berechnet wird. Um auf die in der Tätigkeitsstrukturanalyse notwendigen Arbeitsstunden umzurechnen, wurde eine Kalenderwoche mit 40 Arbeitsstunden bzw. fünf Arbeitstagen zu je acht Arbeitsstunden angenommen (Feiertage und Urlaub bleiben unberücksichtigt).

Es wird festgestellt, dass bei den dargestellten Aufträgen die durchschnittliche Anfragedurchlaufzeit mit 44,91 Arbeitsstunden knapp über einem intern vorgegebenen Ziel von sieben Kalender- bzw. fünf Arbeitstagen liegt. Laut Tätigkeitsstrukturanalyse liegt eine reine Bearbeitungszeit von 2,25 Arbeitsstunden vor. Dabei wird angenommen, dass keine Rückschleifen zu vorhergehenden Prozessschritten notwendig sind. Die zirka um den Faktor 20 höhere durchschnittliche Anfragedurchlaufzeit kommt aus dieser in der Realität nicht zutreffenden Annahme



zustande. Rückschleifen sind bei der Abstimmung der Machbarkeit, sowie beim Legen des Angebots bis zur Freigabe möglich. Auch kommt es durch Warte- bzw. Liegezeiten bis zur Angebotsfreigabe zu einer Durchlaufzeiterhöhung.

Auftragsnr.	Prüfnorm	Anfrage-durchlaufzeit (in Tagen)	Auftrags-durchlaufzeit (in Wochen)	Auftrags-erteilungszeit (in Tagen)
19004-P	EN 12815	9,00	2,43	34,00
19014-P	EN 303-5	10,00	6,57	3,00
19035-P	EN 303-5	18,00	8,00	40,00
19047-P	EN 303-5 Sicherheitsprüf.	9,00	3,71	122,00
19050-P	EN 14785	4,00	7,00	1,00
19064-P	EN 14785	4,00	4,86	1,00
19070-P	EN 14785	1,00	6,86	9,00
<b>Durchschnitt (in Kalendertagen/-wochen)</b>		<b>7,86 Kalendertage</b>	<b>5,63 Kalenderwochen</b>	<b>30,00 Kalendertage</b>
<b>Durchschnitt (in Arbeitstagen)</b>		<b>5,61 Arbeitstage</b>	<b>28,15 Arbeitstage</b>	-
<b>Durchschnitt (in Arbeitsstunden)</b>		<b>44,91 Arbeitsstunden</b>	<b>225,32 Arbeitsstunden</b>	-
<b>Bearbeitungszeit laut Tätigkeitsstrukturanalyse</b>		<b>2,25 Arbeitsstunden</b>	<b>ca. 50,25 Arbeitsstunden</b>	-

**Tabelle 31: Durchlaufzeiten Prüfung von Feuerungsanlagen - Ist-Zustand (Sample n=7)**

Die Auftragsdurchlaufzeit liegt in einem Bereich von 2,43 bis 8,00 Kalenderwochen. Dies kommt einerseits aufgrund von unterschiedlichen Prüfumfängen der Prüfnormen und andererseits durch eine gewisse Slot-Einplanung des Prüfobjekts auf dem Prüfstand zustande. Prüfobjekte können erst angeliefert werden, wenn genug Platz zur Zwischenlagerung bzw. zum sofortigen Aufbau am Prüfstand vorhanden ist. Ebenso spielen externe Faktoren eine Rolle. So dauert die Rechnungslegung der Anzahlungsrechnung über die TU-Schnittstelle zirka eine Woche. Das Zahlungsziel von zwei Wochen lässt bei spät zahlenden Kunden weitere Zeit verstreichen, bevor in der Regel die Prüftätigkeit begonnen wird. Ist der Kunde bei der Übersendung der vollständigen Unterlagen säumig, kann der Auftrag für diese Zeit nicht abgeschlossen werden. Der Bearbeitungszeitanteil der Auftragsdurchlaufzeit wird mit zirka 50,25 Arbeitsstunden angegeben. Hier kommt es zu einer Unschärfe aufgrund der technischen Erfordernisse und Variabilität im Prüfdurchlauf. Nicht alle Prüfdurchläufe verlaufen mit einem positiven Ergebnis. Es werden jedoch bei knappen Ergebnissen mehrere Prüfdurchlaufversuche unternommen. Da Prüfungen nach mehreren Normen

angeboten werden, bedingen auch die unterschiedlichen Normen eine unterschiedlich lange Bearbeitungszeit und technisch erforderliche Wartezeiten. Der gesamte Ofenprüfprozess (Schritt B4) wird somit mit einer Bearbeitungszeit von einer Woche bzw. 40 Arbeitsstunden hinterlegt. Der Faktor von ungefähr 4,5 zwischen durchschnittlicher Auftragsdurchlaufzeit und Bearbeitungszeit kommt aus den zuvor genannten Gründen zustande. Die großen Unterschiede von realer Durchlaufzeit und Bearbeitungszeit laut Tätigkeitsstrukturanalyse lassen auf großes Potential durch Maßnahmen, welche auf Auftragsstatusverfolgung abzielen schließen, da sie große Warte- und Liegezeiten im Auftrag sichtbar machen.

Die Auftragserteilungszeit zeigt eine starke Streuung von 1 bis 122 Kalendertagen mit einem Durchschnitt von 30 Kalendertagen. Bei Betrachtung aller Aufträge aus dem Jahr 2019 liegen die Werte zwischen 1 und 144 Kalendertagen mit einem Durchschnittswert von 31 Kalendertagen. Die Beeinflussung der Auftragserteilungszeit durch das Prüflabor ist nur indirekt, z.B. über Angebotsgültigkeiten, möglich.

Die Hauptaussage der Durchlaufzeitbetrachtungen liegt im Sichtbarmachen von Warte- und Liegezeiten im Auftragsablauf, wie auch der Reduktion von Rückschleifen im Prozessablauf durch Standardisierungen und vereinfachter Kommunikation. Diese Aspekte ließen sich durch Digitalisierungsmaßnahmen und dem Einführen eines LIMS zum vereinfachten Monitoring der Aufträge großteils umsetzen. Eine generelle Abschätzung der Gesamtauswirkung des Soll-Zustands auf die Durchlauf- und Bearbeitungszeiten ist aufgrund der Variabilität der Auftragsumfänge, der Unschärfe in den Ist-Daten und der noch näher zu definierenden Ausführungen und daraus folgenden Interdependenzen der Maßnahmen nicht zielführend. Es wurden daher die Direktauswirkungen jeder einzelnen Maßnahme (Nutzen) beschrieben und, wo möglich, ein quantifizierter Nutzen auf Durchlauf- und Bearbeitungszeiten angegeben.

Die angegebenen Messgrößen sind bei den internen Audits zu erheben und Entwicklungen nach Maßnahmenimplementierungen zu überwachen. Neben den Durchlaufzeiten wird die Mitarbeiterzufriedenheit jährlich festgehalten, alle weiteren angegebenen Messgrößen müssen erst erhoben werden. Dies ist essentiell, um auf ungewünschte Entwicklungen reagieren zu können, wenngleich für manche Messgrößen, z.B. Krankenstandstage, eine zu geringe Anzahl von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern vorliegt, um einen direkten Bezug von Maßnahme und Messgröße herzustellen. Die Zielverfolgung muss daher in manchen Fällen durch Gespräche und Bewertungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erfolgen. Dazu ist ein Ausbau der jährlichen Mitarbeitergespräche zwischen Führungskraft und Prüflabormitarbeiterinnen und -mitarbeiter anzudenken.

## 5.2 Use-Case 2: Prozessoptimierung der Analyse von Brennstoffen

Wie bereits in Kapitel 5.1.2 dargestellt, wurde als zweiter Analyseprozess die zweite zentrale Säule der Leistungen des Prüflabors für Feuerungsanlagen ausgewählt, die Analyse von Brennstoffen. Die beiden ersten Schritte des Vorgehensmodells entfallen, da sie bereits bei Use-Case 1 für das Prüflabor der TU Wien durchgeführt wurden. Außerdem wird die Durchführung des Vorgehensmodells in Kapitel 5.2.2 aufgrund von Analogien zu Use-Case 1 verkürzt dargestellt. Es sind alle erforderlichen Daten im Anhang zu finden.

### 5.2.1 Beschreibung

Dieser Use-Case unterscheidet sich im Umgang mit dem Prüfobjekt wesentlich von jenem des ersten Use-Cases. Brennstoffproben werden hier, im Gegensatz zur stationären Ofenprüfung, mobil zwischen den einzelnen Stationen im Analyseablauf transportiert. Einerseits ist es notwendig Prüfbrennstoff (Brennstoff, der zur Prüfung einer Feuerungsanlage verfeuert wird) zu analysieren, um die notwendigen Prüfwerte der Feuerungsanlage bestimmen zu können (Innenauftrag). Andererseits analysiert das Prüflabor für Kunden auch jegliche andere Art von biogenen Brennstoffen (Außenauftrag). Dabei werden u.a. folgende Werte eines Brennstoffs bestimmt: Brenn- und Heizwert, Wassergehalt, flüchtige Bestandteile, Aschegehalt, Ascheschmelzverhalten, Elementarbestandteile (Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Stickstoff-, Schwefel- und Chlor-Gehalt).

Aufgrund der hohen Variabilität des gebotenen Analyseumfangs eines Brennstoffs durch das Prüflabor und verfahrenstechnischer Kenntnisse, um die Abläufe schnell zu verstehen, wurde zur Optimierungsaufgabe dieses Bereichs eine separate Bachelorarbeit durchgeführt. Johann Zeitlhofer, Verfahrenstechnik-Student an der TU Wien, verfasste von Oktober 2019 bis Februar 2020 die Arbeit „Optimierung der Brennstoffanalyse im Prüflabor für Feuerungsanlagen der TU Wien“, welche am Institut aufliegt. Die in dieser Arbeit gefundenen Probleme, welche einen Bezug zur technischen Arbeitsweise bei Brennstoffanalysen aufweisen, werden in dieser Arbeit in die Inputmenge aufgenommen. Es wird im Weiteren näher darauf eingegangen, welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede das Vorgehensmodell im Vergleich zu Maßnahmenvorschlägen von Johann Zeitlhofer aufweist.

Der Analyseumfang einer Brennstoffprobe kann nahezu unabhängig modular aus den gebotenen Leistungen aufgebaut werden, deshalb ist der in dieser Optimierung zu betrachtende Analyseumfang festzulegen. Da bei einer Prüfstoffanlieferung zur Prüfung einer Feuerungsanlage eine Brennstoffanalyse notwendig ist, wurde der dafür erforderliche Analyseumfang als Analyseumfang-Szenario gewählt. Dieser stellt einen

typischen Analyseumfang für Brennstoffproben von Holzscheiten, Holzpellets und Hackschnitzel dar und ist notwendig, um einen Prüfbericht einer Prüfung einer Feuerungsanlage fertigstellen zu können. Die dafür erforderlichen Prozessschritte sind in Tabelle 32 aufgeführt. Die vor- und nachgelagerten Prozessschritte zur Interaktion mit dem Kunden werden in diesem Use-Case nicht nochmals analysiert.

## 5.2.2 Durchführung

Wie bereits erwähnt, entfallen die ersten beiden Schritte des Vorgehensmodells (Daten aufbereiten, Strategisches Profil ausarbeiten), da die Daten bereits in Use-Case 1 aufbereitet und die Analyseprozesse ausgewählt wurden, sowie das strategische Profil für das gesamte Prüflabor gültig ist.

### Tätigkeitsstrukturanalyse durchführen:



Abbildung 51: Durchführung Schritt III - Tätigkeitsstrukturanalyse durchführen (Use-Case 2)<sup>247</sup>

Die Darstellung der durchgeführten Tätigkeitsstrukturanalyse befindet sich im Anhang 7.3. Es ist dabei anzumerken, dass die Prozessschritte C1.2 bis C1.8 (vgl. Tabelle 32) nicht in einer sequentiellen Reihenfolge durchlaufen werden. Die Planung der einzelnen Analysen hängt vom Probeaufkommen anderer Aufträge ab.

Nr.	Prozessschritt	bearb. Stelle	Kurzbeschreibung
<b>C1</b>	Brennstoff analysieren	techn. MA	Gesamtheit der Prozessschritte der Brennstoffanalyse (Analyseumfang: Brennstoff für Prüfung von Feuerungsanlage)
<b>C1.1</b>	Probenannahme	techn. MA	Übernahme des Brennstoffs und Zwischenlagerung
<b>C1.2</b>	Probeprobereitung	techn. MA	Entscheidung über Vortrocknung und Probenzerkleinerung
<b>C1.3</b>	Bestimmung der groben Feuchte	techn. MA	nur wenn sich Wassergehalt nicht direkt bestimmen lässt (Holzscheite und Hackschnitzel), vortrocknen und wägen
<b>C1.4</b>	Bestimmung des Wassergehalts	techn. MA	mehrmaliges trocknen und wägen
<b>C1.5</b>	Bestimmung der flüchtigen Bestandteile	techn. MA	mehrmaliges glühen im Muffelofen, auskühlen und wägen
<b>C1.6</b>	Bestimmung des Aschegehalts	techn. MA	mehrmaliges glühen im Muffelofen (programmierbar), auskühlen und wägen
<b>C1.7</b>	Bestimmung des Brennwertes	techn. MA	größtenteils automatisierter Analyseablauf in Kalorimeterbombe
<b>C1.8</b>	Elementaranalyse	techn. MA	Subauftragnehmer für CHNS-Analyse
<b>C1.9</b>	Bericht der Brennstoffanalyse	techn. MA	Ergebnisblatt für Innenaufträge bzw. Bericht für Außenaufträge erstellen

Tabelle 32: Prozessschritte - Brennstoffanalysen

<sup>247</sup> eigene Abbildung

In Tabelle 33 sind die von Johann Zeitlhofer benannten Probleme für den betroffenen Analysenumfang zusammengefasst. Die Problemliste wurde um die Probleme aus Tabelle 34 im Rahmen der Tätigkeitsstrukturanalyse erweitert.

Nr.	Problembeschreibung	Prozessschritt
43	kein Überblick über Fortschritt der laufenden Analysen	
44	unübersichtliche Ansammlung von Geräten und Materialien im Brennstofftechnischen Zentrum	
45	Arbeitsweg zur Analysenwaage wird oft frequentiert	
46	Vortrocknen von Scheitholz und Hackgut kann mehrere Wochen dauern	C1.2
47	Zerkleinerung von Scheitholz nicht normgerecht	C1.2
48	langer Transportweg der Probe zur Probenzerkleinerung	C1.2
49	Arbeitsanweisung zur Probevorbereitung zu allgemein gehalten	C1.2
50	fehlende Arbeitsanweisung für Bestimmung des Wassergehalts bzw. der Analysenfeuchte	C1.4
51	Messwerte der Bestimmung des Wassergehalts werden nicht auf Validität überprüft	C1.4
52	Trockenschrank blockiert Fluchtweg	C1.4
53	nicht ausreichende Menge an Tiegel für hohes Probeaufkommen	C1.6
54	zusätzliche Wege zum Ausspülen der Kalorimeterbombe	C1.7
55	CHNS-Analyse derzeit nicht im PL möglich	C1.8

**Tabelle 33: Probleme bei Brennstoffanalysen (Bachelorarbeit Johann Zeitlhofer)**

Nr.	Problembeschreibung	Prozessschritt
56	kein Innenauftrag für Brennstoffanalyse bei Ofenprüfung	C1.1
57	Probenannahme nicht an einem zentralen Punkt	C1.1
58	Brennstoffprobenmenge teilweise zu groß --> Problem Probenahme	C1.1
59	in der Praxis muss PL Brennstoff-Probenahme bei Ofenprüfungen durchführen	C1.2
60	nicht beide Muffelöfen sind programmierbar	C1.6
61	Ausfüllen eines Standard-Bestellscheins für CHNS-Analyse	C1.8
62	hohe Anzahl an auszufüllenden Formularen	
63	Ausfüllen derselben Daten auf mehreren Formularen	
64	Übertragung von Formulardaten --> Excel --> in das Formular	
65	Personalengpass bei hohem Probeaufkommen (Adventzeit)	

**Tabelle 34: Probleme bei Brennstoffanalysen - Erweiterung**

**Methodenwürfel befüllen:**Abbildung 52: Durchführung Schritt IV - Methodenwürfel befüllen (Use-Case 2)<sup>248</sup>

Da die gleichen Tools wie in Use-Case 1 verwendet werden, ist der Teilschritt der Einordnung der Tools nicht nötig. Die Tooleinordnung im Methodenwürfel wird aus dem Use-Case 1 übernommen. Die aufgelisteten Probleme werden in den Methodenwürfel eingeordnet (vgl. Abbildung 53) und analog zu Use-Case 1 Verbesserungspotentiale formuliert.

**PROBLEM - Sicht**

Anwendungsbereich (Umfeld und Rahmenbedingungen)	Management			49, 50, 51, 52, 59, 65
	Prüftätigkeit	44, 45, 48, 54, 64	46, 47, 60	43, 53, 55
	Administration	62, 63		56, 57, 58, 61
		Mensch	Technik	Organisation
		<b>Verbesserungsziel</b> (Adressat der Verbesserungsaktivität)		

Abbildung 53: Einordnung der Probleme (Nr.) über PROBLEM-Sicht (Use-Case 2)<sup>249</sup>

**PM4 – Brennstofftechnisches Zentrum übersichtlich gestaltet (44):** Im Arbeitsbereich und den Verstaüräumen des Brennstofftechnischen Zentrums haben sich viele Geräte und Materialien angesammelt, die ohne Ordnungssystem „gelagert“ werden.

**PM5 – Wege werden bestmöglich verkürzt (45, 48, 54):** Es sind drei Wegstrecken im Analyseverlauf auffällig. Ein häufig frequentierter Weg zwischen Brennstofftechnischem Zentrum und Analysenwaage, der Transportweg der Probe

<sup>248</sup> eigene Abbildung<sup>249</sup> eigene Abbildung

von der Annahme zur Probenzerkleinerung über sieben Stockwerke in das 2. Untergeschoss und der Weg zum Ausspülen der Kalorimeterbombe in das Nasschemische Analysezentrum.

**PM6 – Software unterstützt Arbeitstätigkeiten (64):** Es sind zahlreiche Formulare zur Messdatenaufzeichnung während einer Brennstoffanalyse anzulegen. Das Übertragen der Formularaufzeichnungen in ein Excel-Auswertefile bzw. die Rückübertragung von Auswertedaten in das Formular stellt eine Verschwendung durch Medienbrüche dar.

**AM2 – Verringerung des bürokratischen Arbeitsaufwands (62, 63):** Die Messdaten der durchgeführten Analysen werden auf vielen verschiedenen Formularen festgehalten. Ebenso sind Felder, wie z.B. Auftragsnummer, Eingangsdatum, Probennummer und Bezeichnung immer wieder auszufüllen.

**PT2 – Anschaffung von adäquaten Hilfsmitteln (46, 47):** Das Vortrocknen der Probe bei Raumtemperatur kann bis zu mehreren Wochen dauern und stellt eine kritische Wartezeit hinsichtlich der Vorgabezeit von 4 Wochen pro Analyse dar. Hilfsmittel sind auch bei der Probenzerkleinerung gefordert, da bei Scheitholz nicht die passenden Arbeitswerkzeuge zur Verfügung stehen.

**PT3 – Engpassbetrachtung Muffelöfen (60):** Es stehen für Brennstoffanalysen zwei Muffelöfen zur Verfügung, allerdings besitzt nur einer die Möglichkeit ein voreingestelltes Temperaturprofil abzufahren. Dies ist bei der Bestimmung des Aschegehalts notwendig.

**MO3 – Überarbeitung der QM-Dokumente (49, 50, 51, 59):** Die Arbeitsanweisung zur Probevorbereitung ist zu allgemein gehalten und geht nicht auf die unterschiedlichen Arten von Proben ein. Zur Bestimmung des Wassergehalts ist momentan keine Arbeitsanweisung vorhanden und im Auswertefile werden die Messwerte zur Bestimmung des Wassergehaltes nicht den Vorgaben zur Wiederholpräzision entsprechend überprüft. Kritisch zu hinterfragen ist die Tatsache, dass das Prüflabor grundsätzlich keine Probenahmen laut QM-Handbuch durchführt, diese jedoch im Falle einer Brennstoffanalyse des Prüfbrennstoffs einer Feuerungsanlage in der Praxis machen muss.

**MO4 – Sicherheitsbestimmungen einhalten (52):** Ein Trockenschrank befindet sich im Öffnungsbereich eines Fensters, das als Fluchtweg bestimmt ist.

**MO5 – Personalkapazitäten abstimmen (65):** Bei Auftragsspitzen, wie sie im Dezember 2019 vorkamen, stand nicht genug Personal zur Verfügung, welches gemäß Prüfmatrix auch berechtigt war Analysen durchzuführen.

**PO3 – Überblick Analysenfortschritt (43):** Brennstoffanalysen müssen je nach Analysenumfang unterschiedlich viele Analysestationen durchlaufen. In diesen sind auch mehrmalige Wartezeiten erforderlich. Der aktuelle Fortschritt der Analyse in den einzelnen Stationen ist nirgends sichtbar gemacht.

**PO4 – Abgestimmte Kapazitäten (53):** Bei Auftragsspitzen stellen die Probentiegel und eventuell der programmierbare Muffelofen einen Engpass dar.

**PO5 – CHNS-Analyse Anschaffungsbetrachtung (55):** Die Bestimmung des Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Stickstoff- und Schwefelgehalts (CHNS) durch eine Elementaranalyse erfolgt derzeit nicht durch das Prüflabor selbst. Die Durchführung aller akkreditierten Analysen im Prüflabor ist durch die größere Unabhängigkeit anzustreben.

**AO4 – Standardisierte Kundenkommunikation (58):** Die Anlieferungsmenge und Homogenität des Brennstoffs entspricht bei Außenaufträgen manchmal nicht den zur Analyse notwendigen Bedingungen. Es sind ca. 200 g des homogenisierten Brennstoffs für eine Analyse ausreichend. Das Homogenisieren des Materials und die Probenahme der Analysemenge aus einer größeren Menge sind nicht Bestandteil des Leistungsumfangs des Prüflabors.

**AO5 – Standardisierter Auftragsdurchlauf (56, 57):** Zur Brennstoffanalyse eines Prüfbrennstoffs wird kein Innenauftrag angelegt, weshalb die Probenbezeichnung anders als bei einem Außenauftrag gewählt wird. Die Annahme von Proben geschieht nicht in einer einheitlichen Art und Weise. Die Probe wird z.B. persönlich bis ins Prüflabor gebracht oder durch den Paketdienst beim Institutspostempfang im 4. Stock hinterlegt.

**AO6 – Verschlinkung des Bestellprozesses (61):** Die CHNS-Analyse wird derzeit nicht vom Prüflabor selbst durchgeführt und an einen Subauftragnehmer vergeben. Für diese regelmäßig erteilten Subaufträge ist es jedes Mal notwendig einen Bestellschein auszufüllen.

#### Auswertung durchführen und Maßnahmenkatalog ausarbeiten:



Abbildung 54: Durchführung Schritt V - Auswertung durchführen, Durchführung Schritt VI - Maßnahmenkatalog ausarbeiten (Use-Case 2)<sup>250</sup>

Die Auswirkungen der Tools auf die generischen Zieldimensionen werden aus Tabelle 20 (Kapitel 5.1.2) übernommen. Die anschließende Bildung des Gesamtscores und

<sup>250</sup> eigene Abbildung



Generierung des Toolvorschlags geschieht analog zu Use-Case 1. Die entsprechenden Toolvorschlag-Tabellen finden sich im Anhang 7.4. Die aus den Toolvorschlägen ausgewählten Tools wurden als „kritischer Pfad“ in Tabelle 35 zusammengefasst. Es werden im Weiteren die Verbesserungspotentiale PM4, PM5, PT2, MO3, MO4, PO3, PO4, PO5 in ihrer Toolauswahl vergleichend mit dem Maßnahmenvorschlag aus der Bachelorarbeit von Johann Zeitlhofer dargestellt.

Nr.	Verbesserungspotential	einmalig gestaltend	begleitend gestaltend	analytisch
PM4	Brennstofftechnisches Zentrum übersichtlich gestaltet	5-S-Methode		
PM5	Wege werden bestmöglich verkürzt			Spaghetti-Diagramm
PM6	Software unterstützt Arbeitstätigkeiten	LIMS	PDCA-Zyklus	
AM2	Verringerung des bürokratischen Arbeitsaufwands	Prozessstandardisierung		
PT2	Anschaffung von adäquaten Hilfsmitteln			Ishikawa-Diagramm
PT3	Engpassbetrachtung Muffelöfen	Geräte-redundanz		
MO3	Überarbeitung der QM-Dokumente	Prozessstandardisierung		
MO4	Sicherheitsbestimmungen einhalten			5-x-Warum-Methode
MO5	Personalkapazitäten abstimmen	Wertstromplanung		
PO3	Überblick Analysenfortschritt	Parallelarbeit	Shopfloor-management	
PO4	Abgestimmte Kapazitäten	Wertstromplanung		
PO5	CHNS-Anschaffungsbetrachtung	Wertstromplanung, Arbeitsorg.		
AO4	Standardisierte Kundenkommunikation		PDCA-Zyklus	
AO5	Standardisierter Auftragsdurchlauf	Prozessstandardisierung		
AO6	Verschlinkung des Bestellprozesses		Ideenmanagement	Verschwendungsbewertung

Tabelle 35: "Kritischer Pfad" der Toolauswahl - Brennstoffanalysen

Bei folgenden Verbesserungspotentialen zeigen die in der Bachelorarbeit ausgearbeiteten Maßnahmen starke Ähnlichkeiten zu den ausgewählten Tools:

**PM4:** Zur übersichtlichen Gestaltung des Brennstofftechnischen Zentrums ist die Anwendung der 5S-Methode im Arbeitsbereich vorgeschlagen worden.

**PM5:** Um die Wege des Probenverkehrs während des Analysendurchlaufs zu analysieren und zu verbessern wurden Spaghetti-Diagramme verwendet.

**MO3:** Bei fehlenden Anweisungen in den QM-Dokumenten wurde die Einarbeitung einer einheitlichen Arbeitsweise gefordert, dies entspricht einer Prozessstandardisierung.

**PO3:** Damit über alle laufenden Proben ein Überblick über den Analysenfortschritt behalten wird, wurde ein Whiteboard mit Magneten zur Kennzeichnung des Status der Probe vorgeschlagen. Diese Maßnahme zur Visualisierung passt in das Konzept des Shopfloor Management. Zusätzlich steigert das Whiteboard die Kapazitäten der Parallelarbeit, da mit Überblick geplant wird.

**PO5:** Es wurden Betrachtungen der Arbeitsorganisation hinsichtlich der Durchführung einer CHNS-Analyse durch das eigene Prüflabor oder dem Zukauf der Leistung durchgeführt.

Bei den Verbesserungspotentialen **PT2**, **MO4** und **PO4** ist die Toolauswahl wenig hilfreich. So sind die unter PT2 zusammengefassten Probleme einfacher Natur und durch Ankauf von Werkzeugen zu lösen. Die Komplexitätsreduktion durch eine Ursachen-Wirkungs-Analyse wie dem Ishikawa-Diagramm ist nicht nötig. Ebenso ist bei „MO4 – Sicherheitsbestimmungen einhalten“ keine Ursachen-Analyse mit einer 5-x-Warum-Methode notwendig, da Sicherheitsbestimmungen eine Voraussetzung für den Laborbetrieb darstellen. Die Wertstromplanung eignet sich grundsätzlich, um Kapazitäten abzustimmen. Da Probetiegel jedoch wirtschaftlich in C-Güter eingeordnet werden können, ist eine Ankaufentscheidung bei PO4 leicht getroffen und keine weitere Planung notwendig.

Die übrigen Verbesserungspotentiale wurden anhand der Tätigkeitsstrukturanalyse festgestellt, für die nun neuerlich ein Soll-Zustand betrachtet wird, vgl. Anhang 7.3.

### 1. Stammdaten werden einmalig erfasst (AM2):

Die Felder: Auftragsnummer, Eingangsdaten der Probe, Probenummer und Bezeichnung müssen nicht mehr bei allen fünf in diesem Analyseumfang auszufüllenden Formulare befüllt werden. Die Formulare werden mit diesen Stammdaten automatisiert aus der Auftragsdatenbank befüllt, oder es gibt Lösungen wie z.B. QR-Code-Aufkleber, die auf Proben und Formulare mit den hinterlegten Stammdaten geklebt werden können.

**Nutzen:** Entfall des 5-fachen Eintragens der Stammdaten auf Formularen. Insgesamt fallen dadurch 20 Eintragungen pro Auftrag weg.

**Messgrößen:** Mitarbeiterzufriedenheit, Bearbeitungszeit

## 2. Handheld-Gerät zur elektronischen Dateneingabe (PM6, AM2):

Durch ein mobiles Handheld-Gerät pro Arbeitskraft lassen sich Messwerte direkt in ein Auswertefile eintragen. Die zur Nachvollziehbarkeit benötigten Messprotokolle lassen sich automatisiert aus der Auswerte-Software erstellen.

**Nutzen:** Es entfallen ca. 87 Eintragungen pro Auftrag die momentan auf Formularen und danach im Auswertefile eingetragen werden, sowie ca. 66 Berechnungswerte pro Auftrag die vom Auswertefile in Formulare übertragen werden.

**Messgrößen:** Mitarbeiterzufriedenheit, Bearbeitungszeit

## 3. Schulung weiterer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Bereich Brennstoffanalysen (MO5):

Durch Schulung und Berechtigung weiterer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter Brennstoffanalysen durchzuführen können Auslastungsspitzen abgefedert werden. Die Analysen lassen sich gut arbeitsteilig gestalten, um so die Durchlaufzeit zu verringern und die Ausbringung zu erhöhen.

**Nutzen:** Neben der Erhöhung der Ausbringung bei Auslastungsspitzen, erhöht sich auch die Ausfallsicherheit beispielsweise bei Personalausfall durch Krankheit.

**Messgröße:** Auftragsdurchlaufzeit, Ausfalltage bei Brennstoffanalysen

**bereits gesetzte Maßnahmen:** Ein weiterer Mitarbeiter hat nach erfolgreicher Schulung die Berechtigung erhalten Brennstoffanalysen durchzuführen. Ebenso wurde eine weitere Arbeitskraft im Prüflabor angestellt, die in nächster Zeit im Bereich Brennstoffanalyse mit Schulungen beginnt.

## 4. Standard-Bestellprozess vereinfachen (AO6):

Durch Festlegung im Rahmenvertrag mit Subauftragnehmern ist das wiederholte Übersenden eines immer gleich ausgefüllten Bestellscheins überflüssig. Dies kann durch z.B. Senden eines E-Mails ersetzt werden.

**Nutzen:** Entfall des papiermäßigen Bestellscheins für Standard Bestellungen bei Subauftragnehmern.

**Messgröße:** Bearbeitungszeit

## 5. Standardisierte Kundenkommunikation (AO4):

Durch frühzeitiges Informationsmanagement im Anfragestadium verringert sich die Anzahl an nicht gut handhabbaren Probemengen.

**Nutzen:** Die für die Analysen notwendige Menge und Beschaffenheit der Probe kann ohne weitere Bearbeitungsschritte verwendet werden. Eine eigentlich durch das Prüflabor nicht angebotene Probenahme ist nicht notwendig.

**Messgröße:** Auftragsdurchlaufzeit

## 6. Zentrale Probeannahmestelle (AO5):

Durch eine zentrale Postboxadresse werden alle Brennstoffproben von Außenaufträgen an einem zentralen Punkt entgegengenommen.

**Nutzen:** Bei Vergrößerung des Arbeitsteams im Bereich der Brennstoffanalysen wird die Gefahr von Verzögerungen, durch Adressierung der Probe an eine bestimmte Person, minimiert.

**Messgröße:** Auftragsdurchlaufzeit

## 7. Anschaffung eines zweiten programmierbaren Muffelofens (PT3):

Durch einen zweiten programmierbaren Muffelofen kann sowohl eine Kapazitätssteigerung als auch eine erhöhte Ausfallsicherheit durch Redundanz erreicht werden.

**Nutzen:** Zur Bestimmung des Aschegehalts stehen zwei Muffelöfen zur Verfügung, die automatisiert über Nacht das vorgegebene Temperaturprofil abfahren können. Es steht die doppelte Probenkapazität zur Verfügung. Bei Ausfall eines Muffelofens können mit dem zweiten alle Analysen, die einen Muffelofen benötigen, weiter durchgeführt werden.

**Messgröße:** Ausfallstage der Bestimmung des Aschegehalts

### 5.2.3 Zusammenfassung und Fazit

Die Betrachtung der Auftragsdurchlauf- und Bearbeitungszeiten gestaltet sich bei Brennstoffanalysen schwierig, da die Analysedurchführung weitgehend modular aufgebaut ist und im ausgeführten Ablauf von weiteren aktuell bearbeiteten Aufträgen abhängt. Dies auf der einen Seite und der Entfall des Prozessschrittes C1.3 bei Pellets, im Vergleich zu Holzscheiten und Hackschnitzel als Prüfbrennstoff auf der anderen Seite, lassen allgemein gültige Schlüsse für den betrachteten Analyseumfang kaum zu. Die Daten aus der Auftragsliste von 2019 zeigen fünf Aufträge des betrachteten Analyseumfangs, vgl. Tabelle 36. Die durchschnittliche Auftragsdurchlaufzeit liegt mit 2,46 Kalenderwochen in der Zielvorgabe des QM-Handbuchs von 4 Wochen. Lediglich Auftrag 19032-A überschritt diesen Zielwert. Dies liegt vor allem an der ca. 2-wöchigen Vortrocknungsphase bei Raumtemperatur von Holzscheiten. Mögliche Optimierungen hierzu und die Einhaltung der Qualitätsziele aus dem Handbuch wurden von Johann Zeitlhofer bereits behandelt.

Die durch die Tätigkeitsstrukturanalyse bestimmte Bearbeitungszeit von 41,75 (Pellets) – 129,25 Arbeitsstunden (Holzscheite) spannt einen Bereich auf, in dem der reale Durchschnitt der Auftragsdurchlaufzeit von 98,32 Arbeitsstunden zu liegen kommt. Dies liegt daran, dass eine detaillierte Analyse der Bearbeitungszeiten aller Arbeitsschritte bei Brennstoffanalysen einen unverhältnismäßigen Aufwand bedeuten würde. Durch die flexible Anpassung der Durchführung der modulartig aufgebauten Prozessschritte bei parallel laufenden Aufträgen, durch die Expertise des

durchführenden Personals, wäre eine Vielzahl von möglichen Szenarien zu betrachten. Der angemessene Aufwand für die Darstellung der Tätigkeitsstrukturanalyse mittels Wertstromabbildungen ist nur für ein Analyseumfang-Szenario möglich. Daneben ist die gesamte Prozesskette von der Geschwindigkeit eines Subauftragnehmers abhängig, der zumeist den Engpass einer noch schnelleren Bearbeitung darstellt.

<b>Auftragsnr.</b>	<b>Prüfobjekt</b>	<b>Auftragsdurchlaufzeit (in Wochen)</b>
19032-A	Holzscheite	4,14
19059-A	Hackschnitzel & Pellets	2,86
19068-A	Pellets	0,86
19080-A	Pellets	2,57
19084-A	Hackschnitzel	1,86
<b>Durchschnitt (in Kalenderwochen)</b>		<b>2,46 Kalenderwochen</b>
<b>Durchschnitt (in Arbeitstagen)</b>		<b>12,29 Arbeitstage</b>
<b>Durchschnitt (in Arbeitsstunden)</b>		<b>98,32 Arbeitsstunden</b>
<b>Bearbeitungszeit laut Tätigkeitsstrukturanalyse</b>		<b>ca. 41,75 – 129,25 Arbeitsstunden</b>

**Tabelle 36: Auftragsdurchlaufzeiten Brennstoffanalysen - Ist-Zustand (Sample n=5)**

Die zuvor beschriebenen Maßnahmen zielen daher hauptsächlich auf arbeitsorganisatorische und arbeitsunterstützende Prozessoptimierungen ab. Durch Anschaffung eines CHNS-Analysators wird der Engpass-Prozessschritt in diesem betrachteten Analyseumfang-Szenario in die eigene Organisation überführt. Danach kann durch die beschriebenen Maßnahmen ein Kapazitätsausgleich zwischen den Prozessschritten für geplante Auftragsmengen hergestellt werden. Eine Schwierigkeit liegt jedoch an der Vielzahl an anderen möglichen Analyseumfang-Szenarien, welche im Allgemeinen andere Optima aufweisen. Hier sind Methoden und Maßnahmen zur flexiblen Arbeitsplanung, wie sie auch bereits Johann Zeitlhofer im Sinne eines Whiteboards vorgeschlagen hat, zielführend. Durch eine Umsetzung in Richtung Digitalisierung ist ein noch größerer Fortschritt im Auftragsmonitoring und in der Durchlaufgeschwindigkeit von Aufträgen möglich.

Neben den genannten Schwierigkeiten der Optimierung erzielt jede beschriebene Maßnahme isoliert betrachtet einen Nutzen, den es im Gesamtüberblick abzuwägen gilt. Es sei nochmals erwähnt, die Entwicklung jeder Maßnahme nach Implementierung mit der passenden Messgröße durch interne Audits zu überwachen.

### 5.3 Zusammenfassung und kritische Reflexion

Durch Anwendung des Vorgehensmodells am Prüflabor für Feuerungsanlagen der TU Wien wurden 22 Maßnahmen vorgeschlagen und ihre Auswirkungen beschrieben. Sie lassen sich in vier Themenkomplexen zusammenfassen, in denen die Hauptpotentiale einer Prozessoptimierung liegen. Der größte Bereich stellt Digitalisierungsmaßnahmen im Rahmen eines LIMS in der Hauptfunktion der Dokumentenverwaltung und dem Auftragsmonitoring dar. Dadurch werden viele Arbeitsvereinfachungen erreicht, die quantitativ schwer darstellbar sind. Im Bereich von Brennstoffanalysen können unter anderem mindestens 150 manuelle Übertragungen von Daten pro Auftrag vermieden werden. Maßnahmen, die auch eine Abschätzung der Durchlaufzeitverbesserung erlauben, erreichen beim Prozess der Prüfung von Feuerungsanlagen eine Verbesserung der reinen Bearbeitungszeit laut Tätigkeitsstrukturanalyse von mindestens 3 Stunden, dies entspricht mindestens 6 %. Dabei liegen die realen Durchlaufzeiten mindestens um den Faktor 5 höher, als die durch die Tätigkeitsstrukturanalyse ausgewiesene Bearbeitungszeit. Das heißt, jene zeitlich nicht abschätzbaren Verbesserungen im Bereich Digitalisierung werden die reale Durchlaufzeitverbesserung um einen Faktor größer eins steigern.

Der zweite Themenkomplex betrifft Maßnahmen zur Schnittstellenverbesserung zwischen Prüflabor und Kunde, sowie Prüflabor und TU-Organisation hauptsächlich durch Prozessstandardisierungen. Dadurch können lange Wartezeiten auf Abschluss eines Auftrags durch Kundenversäumnisse von u.a. 6 Monaten vorgebeugt werden. Ebenso werden Missverständnisse und dadurch bedingte Rückschleifen von z.B. 3 Prozessschritten mit einem Arbeitsaufwand von 1,5 Stunden vermieden. Festgestellte Doppelgleisigkeiten und Wartezeiten durch die Einbettung in die TU-Organisation sind durch Ursachenanalysen zu reduzieren.

Der dritte Bereich betrifft Standardisierungsmaßnahmen durch interne QM-Vorgaben. Durch Vereinfachungen von Standard-Bestellprozessen, einem intelligenten Wartungsplan und Erhöhung der Ausfallsicherheit durch Weiterbildung des Personals sind Reduktionen der Kosten und erhöhte Motivation der Arbeitskräfte zu erreichen.

Die Erhöhung der Mitarbeiterzufriedenheit hat der vierte Themenkomplex der Maßnahmen zur Arbeitsverbesserung im Prüfumfeld zur Folge. Arbeitserleichterungen durch technische Hilfsmittel oder bessere Arbeitsraumgestaltung resultieren auf langfristige Sicht in einem positiven Arbeitsklima und beugen Krankheit und Arbeitsunfällen vor.

Hinsichtlich eines Vergleichs der erzielten Ergebnisse in den vier Themenkomplexen und der zur Bildung des strategischen Profils verwendeten Zielbereiche ist auf eine gute Funktionsweise, der Einbindung des strategischen Konzepts in ein grundlegend problemorientiertes Bottom-Up-Vorgehen der Prozessoptimierung zu schließen. Dabei

wirken die Maßnahmen zur Schnittstellenverbesserung auf die Verlässlichkeit des Prüflabors gegenüber den Kunden, die Standardisierungsmaßnahmen vor allem auf die Leistung valider Prüfergebnisse, die Maßnahmen zur Arbeitsverbesserung für eine Bereitstellung eines adäquaten Prüfumfelds und die Digitalisierungsmaßnahmen wirken sowohl in der Verlässlichkeit des Prüflabors gegenüber dem Kunden, wie auch zur Sicherung der Marktposition und Bereitstellung eines adäquaten Arbeitsumfelds, vgl. Kapitel 5.1.2. Hinsichtlich der Validität der gefundenen Optimierungsmaßnahmen sind einige Aspekte zu beachten, die im Folgenden kritisch reflektiert werden.

**Einfluss des strategischen Profils und hinterlegter Daten aus Literatur:** Die Generell-Zielerreichungsbeiträge der Tools beruhen auf grob eingeschätzten Angaben der Literatur zu den Einflüssen auf generische Zieldimensionen. Beim Anwenden des Vorgehensmodells hat sich der Eindruck bestätigt, dass in der vielfältigen Möglichkeit der Anwendung eine hohe Streuung dieser Parameter möglich ist. Beeinflusst werden die spezifischen Zielerreichungsbeiträge naturgemäß durch die Festlegung des strategischen Profils, sowie der Einschätzung der Eignung der Tools für die Verbesserungspotentiale, bei denen die Subjektivität des Anwenders eine große Rolle spielt. Bei gleichem Gesamtscore ist es möglich, dass ein Tool mit niedrigerem Zielerreichungsbeitrag trotzdem strategisch passender erscheint, als ein anderes. Dies kann sowohl an der subjektiven Fehleinschätzung der Eignung eines Tools bzw. bei der Erstellung des strategischen Profils liegen als auch an den hinterlegten Daten zur Wirkung der Tools in den Zieldimensionen. Eine fundierte Aussage zu diesem Sachverhalt lässt sich im Rahmen dieser Arbeit nicht treffen.

**Erweiterung und Anwendbarkeit von Tools:** Des Weiteren ist eine Erweiterung des Methodenwürfels mit einer Vielzahl an Tools wünschenswert, da in manchen Problemfeldern bei Anwendung des Vorgehensmodells kein Tool einer gewünschten Wirkungsweise mit einem höchstmöglichen Tool-Score zur Verfügung steht. Dabei ist allerdings eine feinere Auswertungsmethodik auszuarbeiten, um den Vorteil einer überschaubaren Anzahl an Tools im Toolvorschlag nicht zu verlieren. Im Rahmen der Validierung dieses Vorgehensmodells wurden, wie im Vorgehensmodell vorgesehen, die Schritte bis zur Maßnahmenableitung und Beschreibung des Soll-Zustands durchgeführt. In einer nachfolgenden Implementierung ist die Anwendbarkeit der Tools in akkreditierten Prüflaboren zu beurteilen. Weitere Untersuchungen der Anwendbarkeit aller Tools aus dem verwendeten Toolkasten, vgl. Tabelle 6, sind notwendig. Dazu ist jedes Tool spezifisch auf die Anwendungsbereiche in akkreditierten Prüflaboren zu definieren und somit eine genauere Darstellung der Einflüsse der Tools auf die Problemfelder zu erstellen.

**Anwenderspezifische Auswahl der Wirkungsweise der Tools:** Die strukturierte Methodik des Vorgehensmodells berücksichtigt keinerlei Bewertungen oder Vorgaben, welche Wirkungsweise eines Tools für ein bestimmtes Verbesserungspotential auszuwählen ist. Speziell die Entscheidung, ob ein Tool mit einmalig oder begleitend gestaltender Wirkungsweise aus dem Toolvorschlag entnommen wird, obliegt dem Ermessen des Anwenders, welcher aufgrund des Fehlens eines Nutzen-Aufwand-Verhältnisses der Tools im Toolvorschlag keine Entscheidungsunterstützung erhält. Weitere Untersuchungen zur Wirkungsweise von Tools und deren Einsatzkriterien sind anzustreben.

**Abbildung des Dokumentenflusses:** Die Darstellung der Tätigkeitsstrukturanalyse in Form einer Wertstromabbildung mit erweiterten BPMN-Symbolen hat die Notwendigkeit von Dokumenterstellung und -übergaben in und zwischen den Prozessschritten gut verdeutlicht. Durch die Aufteilung in den Swimlanes des Zwecks der Informationen ist ein rascher Überblick über gelenkte Dokumente des QM-Systems und intern erstellte Dokumente möglich. Auch Rückschleifen zu vorherigen Prozessschritten und Medienbrüche bei Dokumentübergaben werden sichtbar.

**Wertstromabbild bei zahlreichen Prozessschrittvarianten:** Wie in Use-Case 2 deutlich wird, stößt das Abbilden des Wertstroms bei zahlreich möglichen Varianten der sequentiellen Abfolge von Prozessschritten an seine Grenzen. Bereits mit Auswahl eines typischen Analyseumfangs von Brennstoffen in Use-Case 2 wurde eine Einschränkung der Aussagekraft der erzielten Ergebnisse auf die allgemeine Durchführung von Brennstoffanalysen im Prüflabor der TU Wien getroffen. Doch auch im getroffenen Analyseumfang ist keine sinnvolle statisch optimale Prozessschrittfolge durch das Wertstromabbild anzugeben, da unzählige Varianten an parallellaufenden Aufträgen die optimale Geräteauslastung, Zwischenlagerungskapazitäten, geringsten Laufwege etc. beeinflussen. Die Analyse von Durchlaufzeiten ist somit nur durch untere und obere Schranken angebar. Dadurch lässt sich Verschwendung von Zeit und Ressourcen durch ein Wertstromabbild kaum darstellen. Detailliertere Analysen durch Szenariotechniken mit Hilfe von Softwarelösungen sind möglich, jedoch für kleine Prüflaboratorien zu ressourcen- und kostenintensiv.

**Gesamtauswirkung des Soll-Zustands:** Die Beschreibung eines Soll-Zustandes, bei dem alle abgeleiteten Maßnahmen umgesetzt sind, ist einerseits aufgrund der unternehmensspezifisch noch näher zu definierender Umsetzung von Maßnahmen und der sich daraus ergebenden Interdependenzen von Maßnahmenwirkungen nicht sinnvoll möglich. Andererseits sind viele Maßnahmen durch unscharfe bzw. fehlende Ist-Daten schwierig zu quantifizieren und mit angemessenem Aufwand nach Implementierung nur schwer messbar.



## 6 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem abschließenden Kapitel werden die wesentlichen Inhalte der Arbeit kurz zusammengefasst und die Ergebnisse im Hinblick auf die in Kapitel 2.2 formulierten Fragestellungen diskutiert. Zum Abschluss wird ein Ausblick auf Weiterentwicklungen und zukünftige Untersuchungen in Bezug auf das Vorgehensmodell gegeben.

### 6.1 Zusammenfassung

Lean-Methoden und im Speziellen Methoden Ganzheitlicher Produktionssysteme sind in der produzierenden Industrie weit verbreitet. Es gibt Bestrebungen diese Ansätze in andere Bereiche und Branchen zu übertragen. Im Bereich des Dienstleistungssektors ist dies noch nicht weit fortgeschritten. Für Laboratorien mit kleineren Probemengen, als in klinischen Analyselaboren üblich, sind Prozessoptimierungen mit Lean Management orientierten Methoden in der Literatur schwer zu finden. Akkreditierte Prüflabore, im Speziellen Prüflabore für Feuerungsanlagen, zeichnen sich durch hohe Variabilität in der Leistungserstellung und einer vergleichsweise geringen Auftragsmenge aus. Die Identifikation von geeigneten Lean-Methoden zur Prozessoptimierung wurde in diesem Anwendungsgebiet bisher kaum in wissenschaftlichen Arbeiten untersucht.

Es wurde ein Vorgehensmodell entwickelt, welches problembasiert Optimierungstools unter Berücksichtigung eines strategischen Konzepts des Prüflabors vorschlägt. Die in den Tools enthaltenen Methoden und Werkzeuge aus GPS wurden maßgebend nach einfacher Anwendbarkeit ausgesucht, da die Anwendung in einem gänzlich anderen Bereich, als durch die *VDI 2870* Richtlinie vorgesehen, stattfindet. Die Berücksichtigung von Gestaltungsprinzipien aus dem Bereich Ganzheitlicher Produktionssysteme im Anwendungsgebiet akkreditierter Prüflabore wurde anhand eines Referenzprozesses der Akkreditierungsnorm dargestellt. Es wurden zudem weitere Methoden und Aspekte zum Betrieb eines effizienten Labors recherchiert und in den Toolkasten des Vorgehensmodells aufgenommen.

Durch Weiterentwicklung des Methodenwürfels wurde die Verknüpfung von identifizierten Problemen aus einer Tätigkeitsstrukturanalyse mit Optimierungstools hergestellt. Durch Zufuhr einer Prozess-, Auftrags- und Finanzübersicht, sowie von Strategien, Experteninterviews, QM-Dokumenten und dem Toolkasten wird über das strukturierte Vorgehen im Vorgehensmodell ein Toolvorschlag generiert, der geeignete Lean-Methoden identifiziert. Das Modell lässt Spielraum zur Anpassung an die konkrete Anwendung im Labor und der zur Optimierung verwendete Toolkasten ist jederzeit erweiterbar. Aus dem generierten Toolvorschlag werden im konkreten Anwendungsfall entsprechende Maßnahmen zur Prozessoptimierung abgeleitet.

## 6.2 Diskussion der Ergebnisse

Das entwickelte Vorgehensmodell verwendet sowohl gut bekannte und standardisierte Methoden aus dem Bereich Ganzheitlicher Produktionssysteme als auch erweiterte Tools zu laborspezifischen Aspekten. Um die aktuellen und zukünftigen Herausforderungen im Optimierungsprozess abzubilden, wurden eine Tätigkeitsstrukturanalyse mit Unterstützung durch Experteninterviews angewandt und strategische Überlegungen in das Modell integriert. Die Erstellung eines Überblicks im ersten Schritt des Vorgehensmodells durch Prozess, Auftrags- und Finanzübersichten mit anschließender Auswahl der zu analysierenden Schlüsselprozesse fokussiert stark auf finanzielle und wirtschaftliche Aspekte, vgl. Kapitel 4.3. Da grundsätzlich auch andere Motive den Anstoß zu einer Prozessoptimierung geben können, wie z.B. die Verbesserung der Arbeitssituation der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, wäre es sinnvoll die Motivation der Prozessoptimierung stärker einzubeziehen. Das Modell sollte dahingehend adaptiv gestaltet werden, wenngleich die wirtschaftlichen Aspekte einer Prozessoptimierung nahezu immer eine Rolle spielen. Der problemorientierte Ansatz zur Toolauswahl und die Einbeziehung des strategischen Konzepts versuchen diesen unterschiedlichen Motivationen einer Optimierung Genüge zu tun und in einer Gesamtperspektive die wirtschaftliche Komponente zu berücksichtigen. Die auszuarbeitenden Optimierungsmaßnahmen entsprechen einem Soll-Zustand, der bei Umsetzung aller Maßnahmen erreicht wird. Die entsprechende Umsetzung wurde nicht weiter behandelt.

Die Tätigkeitsstrukturanalyse, welche auf einer Wertstromanalyse 4.0 aufsetzt, wurde um den Bestandteil der BPMN-Modellierung des Dokumentenflusses erweitert. Dies lässt eine gute Übersicht über die durch das Qualitätsmanagement erforderlichen und intern erstellten Dokumente zu, vgl. Kapitel 5.3. Der Analyse- und Darstellungsaufwand ist dadurch höher, jedoch werden Schwachstellen in der häufigen Übertragung von Informationen zwischen Medien rasch festgestellt. Auch Überhäufungen von gelenkten Dokumenten durch das Qualitätsmanagement und der Informationsfluss zwischen den Prozessschritten werden sichtbar. Diese Art der Darstellung kann bei komplexen Prozessen einen erheblichen Mehraufwand in der Analyse bedeuten, da parallel ablaufende Prozessschrittketten vor allem in der Chronologie schlecht darstellbar sind. Diese Problematik ist im Use-Case 2 der Durchführung einer Brennstoffanalyse zu bemerken, die durch modular aufgebaute Analyseleistungen und durch mehrere gleichzeitig ablaufende Prozessschritte charakterisiert ist, vgl. Kapitel 5.3. Es muss eine andere Lösung für die unter den Prozessschrittketten abgebildeten Swimlanes gefunden werden, um eine übersichtliche und chronologische Prozessdarstellung auch in diesem Fall bestmöglich zu erreichen. Die vollständige Analyse von unzählig möglichen Szenarien der Durchführung der Prozessschritte ist jedoch mit der Methodik der

Wertstromabbildung nicht zu erreichen. Auch ist darauf zu achten, die Verhältnismäßigkeit zwischen Informationsgewinn und Bewahrung der Übersichtlichkeit durch genaues Abbilden des Dokumentenflusses abzuwägen. Nur wenn die Übersichtlichkeit gegeben und das Verständnis leicht möglich ist, lassen sich die richtigen Schlüsse ziehen. Im Use-Case 1 wurde deshalb auf eine Detaildarstellung des Ofenprüfprozesses zurückgegriffen, um die Gesamtdarstellung nicht zu umfangreich zu gestalten.

Die Auswahl der Optimierungsmethoden im Vorgehensmodell erfolgt mit einer Eignung des Optimierungstools ein Verbesserungspotential zu nutzen bzw. darunter liegende Probleme zu lösen. Diese Eignung, der Gesamtscore, entspringt einem 3-stufigen Bewertungssystem, das von der Einschätzung beim Erstellen des Vorgehensmodells bzw. bei Adaptionen vom Anwender abhängig ist. Daneben ist auch bei der Erstellung des strategischen Profils die Einschätzung der Wichtigkeit von Zieldimensionen des Anwenders eine Einflussgröße auf das Ergebnis. Durch zwei aufgezeigte Methoden (Paarweiser Vergleich, Strategiezerlegung) wird versucht eine strukturierte Vorgehensweise zur Wahl der Gewichtung zu wählen, wenngleich diese durch subjektive Entscheidungen beeinflusst wird, vgl. Kapitel 5.3. Die Wirkung der Tools auf die Zieldimensionen ist weitestgehend aus der Literatur übernommen, doch hier ist anzumerken, dass die Methoden und Werkzeuge in diesem Anwendungsgebiet nicht in ihrer ursprünglichen Form, sondern weiter gefasst angewendet werden. Die Bewertungen aus der Literatur haben dadurch nur beschränkt Gültigkeit. Eine weitere Bearbeitung in diesem Aspekt ist anzustreben, um den Modellnutzen zu erhöhen. Aus der Summe dieser Einflussgrößen ist festzuhalten, dass der durch das Vorgehensmodell generierte Toolvorschlag, jedenfalls nur als Vorschlag zu betrachten ist und im konkreten Anwendungsfall Überlegungen bzw. Maßnahmen davon abzuleiten sind. Die Entscheidung das geeignete Tool auch hinsichtlich der Wirkungsweise für eine Maßnahmensetzung auszuwählen obliegt dem Anwender. Eine Berücksichtigung eines Nutzen-Aufwand-Verhältnisses der Tools im Toolvorschlag ist als Grundlage für eine Bewertung der geeigneten Wirkungsweise eines Tools pro Verbesserungspotential denkbar, vgl. Kapitel 4.3. Die Letztentscheidung welche Tools mit unterschiedlicher Wirkungsweise in einem Umsetzungsplan gesetzt werden, sollte beim derzeitigen Umfang der Inputs dieses Vorgehensmodells beim Anwender bleiben. Weitere Überarbeitungen zur Minimierung subjektiver Einflüsse des Anwenders und Unschärfen der Zieldimensionenbewertungsdaten aus der Literatur auf die Bewertungsmethodik des Modells sind wünschenswert.

Der optimale Laborbetrieb kann aufgrund von vielen Einflussgrößen und Rahmenbedingungen für kein Prüflabor, auch nicht im Konkreten, exakt angegeben werden. Das Umfeld des Labors und die Tatsache, dass es sich um ein sozio-technisches System handelt, machen ein ständiges Reagieren auf Entwicklungen

notwendig. Mithilfe des Vorgehensmodells lassen sich Probleme und Verbesserungspotentiale in den Prozessen durch die Tätigkeitsstrukturanalyse zu einem definierten Zeitpunkt aufzeigen. Beim Erarbeiten der Maßnahmen wird ein Soll-Zustand formuliert, der eine Optimierung, aber nicht das Optimum darstellt. Durch Überarbeiten der Darstellungen der Tätigkeitsstrukturanalyse mit den bestmöglich umgesetzten Maßnahmen lässt sich dieser Zustand auch veranschaulichen. Ein Hinarbeiten auf diesen Zustand durch Aufstellen eines Umsetzungsplans ist das Ziel zum Zeitpunkt der Analyse, jedoch muss ständig auf neue Entwicklungen reagiert werden.

Die Quantifizierbarkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen ist nur in einem sehr geringen Ausmaß möglich. Dies liegt an der zur Prozessschrittauflösung vergleichsweise geringen Datenauflösung der Ist-Situation einerseits. Andererseits bedingt die hohe Variabilität der Leistungserstellung, vor allem auch Bestandteile der Dienstleistung, wie z.B. technische Beratung des Kunden, eine große Streuung der Bearbeitungs- und Durchlaufzeiten der Aufträge, vgl. Kapitel 5.1.3. Es wurden Messgrößen zur Beobachtung der Entwicklung der Optimierungsmaßnahmen genannt, es ist jedoch unter den genannten Unsicherheiten schwierig valide Kennzahlen bzw. ein Kennzahlensystem aufzustellen. Die geringe Größe der jährlichen Auftragsmenge führt dazu, dass Aufträge mit identem Leistungsumfang selten vorkommen. Es ist dadurch auch nahezu ausgeschlossen, dass die bestehende Auftragslage bei Einsteuerung eines neuen Auftrags ähnlich einer vorangegangenen ist, um sinnvoll Vergleiche ziehen zu können. Die Betrachtung ist dadurch stark von Einzeleffekten geprägt und lässt sich kaum sinnvoll durch Kennzahlen interpretieren, da sie diese Hintergrundinformationen nicht abbilden. Entwicklungen müssen deshalb unumgänglich größtenteils qualitativ durch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter festgehalten und durch Bewertungen zu quantifizieren versucht werden.

### 6.3 Ausblick

Dieses Vorgehensmodell bietet eine strukturierte Vorgehensweise zur Identifikation von Lean Management orientierten Tools für akkreditierte Prüflabore, die teilweise aus anderen Bereichen, wie z.B. GPS entstammen. In weitergehenden Arbeiten ist die Anwendung und Adaptierung dieser Tools auf die Problembereiche von akkreditierten Prüflaboren zu untersuchen. Dabei ist eine Erweiterung von Tools im Methodenwürfel und eine differenziertere Beurteilung der Wirkung bereits vorhandener und neuer Tools für akkreditierte Prüflabore in den generischen Zieldimensionen wünschenswert. Im Zusammenhang mit dem strategischen Profil werden dadurch spezifischere Zielbeiträge generiert. Durch Erweiterung der betrachteten Aspekte im Toolvorschlag um ein Kosten-Nutzen-Verhältnis der Tools würde eine weitere Entscheidungshilfe geschaffen. Diese Kosten-Nutzen-Verhältnisse sind allerdings nur sinnvoll anzugeben,

wenn sie innerhalb ihrer Wirkungsweise des Tools nochmals in differenzierten Implementierungsszenarien ausgearbeitet werden. Die meisten im Vorgehensmodell verwendeten Tools können in der Implementierung sehr unterschiedlich detailliert ausgestaltet werden. Dies hat einen erheblichen Effekt auf das Kosten-Nutzen-Verhältnis bzw. die Implementierungsdauer der Tools. Dadurch lässt sich eine Handlungsempfehlung der momentan vom Anwender getroffenen Auswahl der Wirkungsweise des auszuwählenden Tools pro Verbesserungspotential erstellen, welche Kosten-Nutzen-Verhältnisse bzw. Implementierungsdauern mitberücksichtigt.

Weitere Überlegungen sind für eine ressourcensparende Tätigkeitsstrukturanalyse für nicht strikt sequentiell ablaufende Prozesse notwendig. Im Use-Case 2 wurde festgestellt, dass sich Verschwendung in einem Wertstromabbild in Fällen von unzähligen Varianten von Prozessschrittabläufen kaum identifizieren lässt. Hier sind andere Wege einer Analyse der Tätigkeitsstruktur auszuarbeiten, die unter Prozessen mit diesen Charakteristika zu detaillierteren Ergebnissen kommen. Ein möglicher Ansatz ist die Ausarbeitung von Szenarien, welche zu bestimmten Ausgangssituationen der Auftragslage einen bestmöglichen Prozessschrittablauf behandeln und Verschwendung vermeiden. Auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen dem Aufwand zur Erstellung dieser Szenarien und dem Mehrwert für die Identifikation von Lean-Methoden ist zu achten.

Im Gegensatz zum gewählten problemorientierten Ansatz in diesem Vorgehensmodell, ist auch ein Top-Down-Vorgehen denkbar. Es wurde bei der Weiterentwicklung des Methodenwürfels bereits die Möglichkeit angemerkt, über die STRATEGIE-Sicht die Toolauswahl im Methodenwürfel zu verknüpfen, vgl. Kapitel 4.2. Das entspricht näherungsweise dem Gedanken des gestaltungsorientierten Ansatzes bei Ganzheitlichen Produktionssystemen der entsprechenden VDI 2870 Richtlinie. Durch Weiterentwicklung in den genannten Aspekten lässt sich ein ähnliches Konzept, wie jenem von GPS, zur Implementierung von Prozessoptimierungsmaßnahmen in akkreditierten Prüflaboratorien aufbauen. Es entsteht ein Referenzmodell zum Aufbau eines Ganzheitliche Produktionssysteme für akkreditierte Laboratorien – das „Ganzheitliche Laborsystem“.

Das akkreditierte Prüflabor für Feuerungsanlagen an der TU Wien befindet sich bereits in der Planungsphase zur Umsetzung der durch Anwendung des Vorgehensmodells aufgezeigten Prozessoptimierungen. Kleinere Optimierungsmaßnahmen wurden sofort durchgeführt, ein umfangreicheres Projekt zur Implementierung von Digitalisierungsmaßnahmen ist aktuell in Ausarbeitung. Nach Anwendung des Vorgehensmodells in den beiden Schlüsselprozessen, der Prüfung von Feuerungsanlagen und der Analyse von Brennstoffen ist eine weitere Anwendung im Bereich von Emissionsmessungen angedacht.

## 7 Anhang

### 7.1 SLR-Protokolle

<b>Schritt 2: Protokoll Vorgehensweise – GPS</b>	
<b>Zweck der SLR (Schritt 1)</b>	
Ermittlung neuer Entwicklungen im Bereich Ganzheitlicher Produktionssysteme	
<b>Festlegung der Anfangsfragen (Schritt 1)</b>	
Welche neuen Entwicklungen Ganzheitlicher Produktionssysteme gibt es? Wie wurden Methoden weiterentwickelt und adaptiert?	
<b>Durchführung (Schritt 3)</b>	
<b>Art:</b>	webbasiert
<b>Datenbanken:</b>	UB TU Wien, Google Scholar
<b>Suchbegriffe:</b>	in nachfolgenden Auswertungstabellen
<b>Inklusion-Kriterium (Schritt 4)</b>	
<b>Erstellungsdatum:</b>	2009-2019
<b>Sprache der Ergebnisse:</b>	deutsch, englisch
<b>Art von Publikationen:</b>	wissenschaftliche Artikel in Zeitschriften (keine Zeitungsartikel), Bücher, Konferenzberichte, Dissertationen
<b>Suchbegriffe in:</b>	Schlagwörter, Titel, Abstract, Volltext
<b>Exklusion-Kriterium (Schritt 5)</b>	
<b>Verfügbarkeit der Publikationen:</b>	verfügbar im Volltext (online)
<b>Relevanz:</b>	Überprüfung durch Lesen des Abstracts
<b>Qualität (wissenschaftlich):</b>	Überprüfung durch Erstbetrachtung

**Tabelle 37: Protokoll Vorgehensweise - SLR GPS**

<b>Auswertung – GPS UB TU Wien</b>		
<b>Suchbegriffe</b>	<b>Ergebnisse nach Schritt 4 (Inklusion- Kriterium)</b>	<b>Ergebnisse nach Schritt 5 (Exklusion- Kriterium)</b>
„Ganzheitliche Produktionssysteme“	45	6
Vorgehensmodell UND „Ganzheitliche Produktionssysteme“	6	0
Geschäftsprozessoptimierung	81	5
Vorgehensmodell UND „Lean Management“	25	1
Thema ist exakt „Prozessmanagement“ UND Geschäftsprozessmanagement	425 (200, sortiert nach Relevanz)	2
Thema enthält „process“ UND value, stream, analysis	217	2
Thema ist exakt „Six Sigma“ UND „operational excellence“	209	5
Thema ist exakt „Business Process Management“ UND „operational excellence“	52	0

Tabelle 38: Auswertung UB TU Wien - SLR GPS

<b>Auswertung – GPS Google Scholar</b>		
<b>Suchbegriffe</b>	<b>Ergebnisse nach Schritt 4 (Inklusion- Kriterium)</b>	<b>Ergebnisse nach Schritt 5 (Exklusion- Kriterium)</b>
„Ganzheitliche Produktionssysteme“	746 (150, sortiert nach Relevanz)	4
Klassifizierung UND „Ganzheitliche Produktionssysteme“	106	4
Einordnung UND „Ganzheitliche Produktionssysteme“	96	3
Vorgehensmodell UND „Lean Management“	764 (150, sortiert nach Relevanz)	1
Assessment Ganzheitliche Produktionssysteme	1	1
Entwicklung UND „Ganzheitliche Produktionssysteme“	540 (150, sortiert nach Relevanz)	2
„Ganzheitliche Produktionssysteme“ UND 4.0	176	1

Tabelle 39: Auswertung Google Scholar - SLR GPS

<b>Schritt 2: Protokoll Vorgehensweise – Laborbetrieb</b>	
<b>Zweck der SLR (Schritt 1)</b>	
Ermittlung neuer Entwicklungen und Aspekte effizienten Laborbetriebs	
<b>Festlegung der Anfangsfragen (Schritt 1)</b>	
Welche Entwicklungen gibt es im Betrieb eines Labors?	
<b>Durchführung (Schritt 3)</b>	
Art:	webbasiert
Datenbanken:	UB TU Wien, Google Scholar
Suchbegriffe:	in nachfolgender Auswertungstabelle
<b>Inklusion-Kriterium (Schritt 4)</b>	
Erstellungsdatum:	1999-2019
Sprache der Ergebnisse:	deutsch, englisch
Art von Publikationen:	wissenschaftliche Artikel in Zeitschriften (keine Zeitungsartikel), Bücher, Konferenzberichte, Dissertationen
Suchbegriffe in:	Schlagwörter, Titel, Abstract, Volltext
<b>Exklusion-Kriterium (Schritt 5)</b>	
Verfügbarkeit der Publikationen:	verfügbar im Volltext (online)
Relevanz:	Überprüfung durch Lesen des Abstracts
Qualität (wissenschaftlich):	Überprüfung durch Erstbetrachtung

**Tabelle 40: Protokoll Vorgehensweise - SLR Laborbetrieb**



<b>Auswertung – Laborbetrieb UB TU Wien</b>		
<b>Suchbegriffe</b>	<b>Ergebnisse nach Schritt 4 (Inklusion- Kriterium)</b>	<b>Ergebnisse nach Schritt 5 (Exklusion- Kriterium)</b>
„laboratory workflow management“	14	1
„business process lab“	3	1
„laboratory logistics“	111	2
Thema ist exakt „Laboratories“ UND „workflow management“ UND lab	73	0
Thema ist exakt „Laboratories“ UND productivity, lab, improvement	89	5
Thema ist exakt „Laboratories“ UND „business intelligence“	51	0
Thema ist exakt „Laboratories“ UND „workflow modelling“	2	1
Thema ist exakt „Laboratories“ UND „process management“	68	0
Thema ist exakt „Laboratories“ UND routine, improvement, lab	77	2
Thema ist exakt „Laboratories“ UND „effective laboratory“	29	0
Thema ist exakt „Laboratories“ UND „best practice“	185	0
Thema ist exakt „Laboratories“ UND "operations management"	68	0
Thema ist exakt „Laboratories“ UND business, guide, lab	179	3
Thema ist exakt „Laboratories“ UND economics, analysis, lab	131	0
Thema ist exakt „Laboratories“ UND „lean process“	132	1
Thema ist exakt „Laboratories“ UND digitalization	51	0
Thema ist exakt „Laboratories“ (nur Bücher angezeigt)	34	2
Thema ist exakt „Laboratories“ (nur Deutsch angezeigt)	91	0
Thema ist exakt „optimal process design“	41	1
Thema ist exakt „Laboratorium“ (auch hard copies für sekundäres Auswahlkriterium zugelassen)	168	2

Tabelle 41: Auswertung UB TU Wien - SLR Laborbetrieb

<b>Auswertung – Laborbetrieb Google Scholar</b>		
<b>Suchwörter</b>	<b>Ergebnisse nach Schritt 4 (Inklusion-Kriterium)</b>	<b>Ergebnisse nach Schritt 5 (Exklusion-Kriterium)</b>
„laboratory workflow management“	26	2
„business process lab“	9	0
"laboratory productivity" UND improve	818 (150, sortiert nach Relevanz)	3
"laboratory business intelligence"	15	0
„laboratory process management“	25	0
„improve laboratory operations“	34	4
"laboratory digitalization"	6	1
"electronic laboratory notebook" UND digitalization	76	3
“lean laboratory”	324 (150, sortiert nach Relevanz)	3
design UND “lean laboratory”	250 (150, sortiert nach Relevanz)	2
laboratory UND “lean management”	5810 (150, sortiert nach Relevanz)	13

Tabelle 42: Auswertung Google Scholar - SLR Laborbetrieb

## 7.2 Auszug aus der Risiko- und Chancenbeurteilung

### Risiko- und Chancenbeurteilung des Prüflabors der TU Wien 2019 (in Anlehnung an DIN ISO 31000:2018-10, Kapitel 6)

#### 1. Festlegung des Anwendungsbereichs

Die Risiko- und Chancenbeurteilung für das Prüflabor für Feuerungsanlagen der TU Wien (PL) wird sowohl auf operativer als auch auf mittelfristig-strategischer Ebene (Zeithorizont: 10 Jahre) durchgeführt. Es wird dabei der interne oder externe Kontext, auf den sich das Risiko bzw. die Chance bezieht, festgehalten.

#### 2. Festlegung von Zielen zur Risiko- & Chancenidentifikation

- Leistung von validen Prüfergebnissen (im Sinne QM-Handbuch Kapitel 8.2.1)
- Verlässlicher Partner für die Kunden des Prüflabors (im Sinne QM-Handbuch Kapitel 8.2.1)
- Sicherung der Marktposition des Prüflabors
- Bereitstellung eines adäquaten Prüfumfelds in Bezug auf Prüfmittel und Prüftechnikerinnen und Prüftechniker

#### 3. Festlegung von Risiko- & Chancenkriterien

- Ein Risiko bezeichnet ein unsicheres Eintreten eines zukünftigen Ereignisses, welches die Zielerreichung negativ beeinflussen würde.
- Eine Chance bezeichnet ein unsicheres Eintreten eines zukünftigen Ereignisses, welches die Zielerreichung positiv beeinflussen würde.
- Risiko bzw. Chance werden identifiziert, wenn ihr Eintrittszeitpunkt des Ereignisses in einem Zeitraum bis 10 Jahre in die Zukunft liegen könnte.
- Risiken bzw. Chancen werden subjektiv in Einflussausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit eingeschätzt und durch Einteilung auf einer Skala quantifizierbar gemacht.

#### 4. Risiko- & Chancenidentifikation

Durch Brainstorming der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter werden Risiken und Chancen für das Prüflabor identifiziert. Ähnlich gefundene Aspekte werden gruppiert und die so identifizierten Ereignisse in einem Fragebogen zusammengestellt.

#### 5. Risiko- & Chancenanalyse

In nachfolgendem Fragebogen werden die identifizierten Risiken in den Ausprägungen Eintrittswahrscheinlichkeit und Einflussausmaß auf einer Punkteskala von 1 (gering) bis 10 (hoch) bewertet.

Die Ergebnisse werden ausgewertet in dem pro Ereignis ein Durchschnittspunktwert aus den gegebenen Bewertungen gebildet wird. Die Ereignisse werden nach dem so gebildeten Score gereiht und in einer Risiko- und Chancenmatrix grafisch dargestellt.

### 7.3 Darstellungen von Tätigkeitsstrukturanalysen

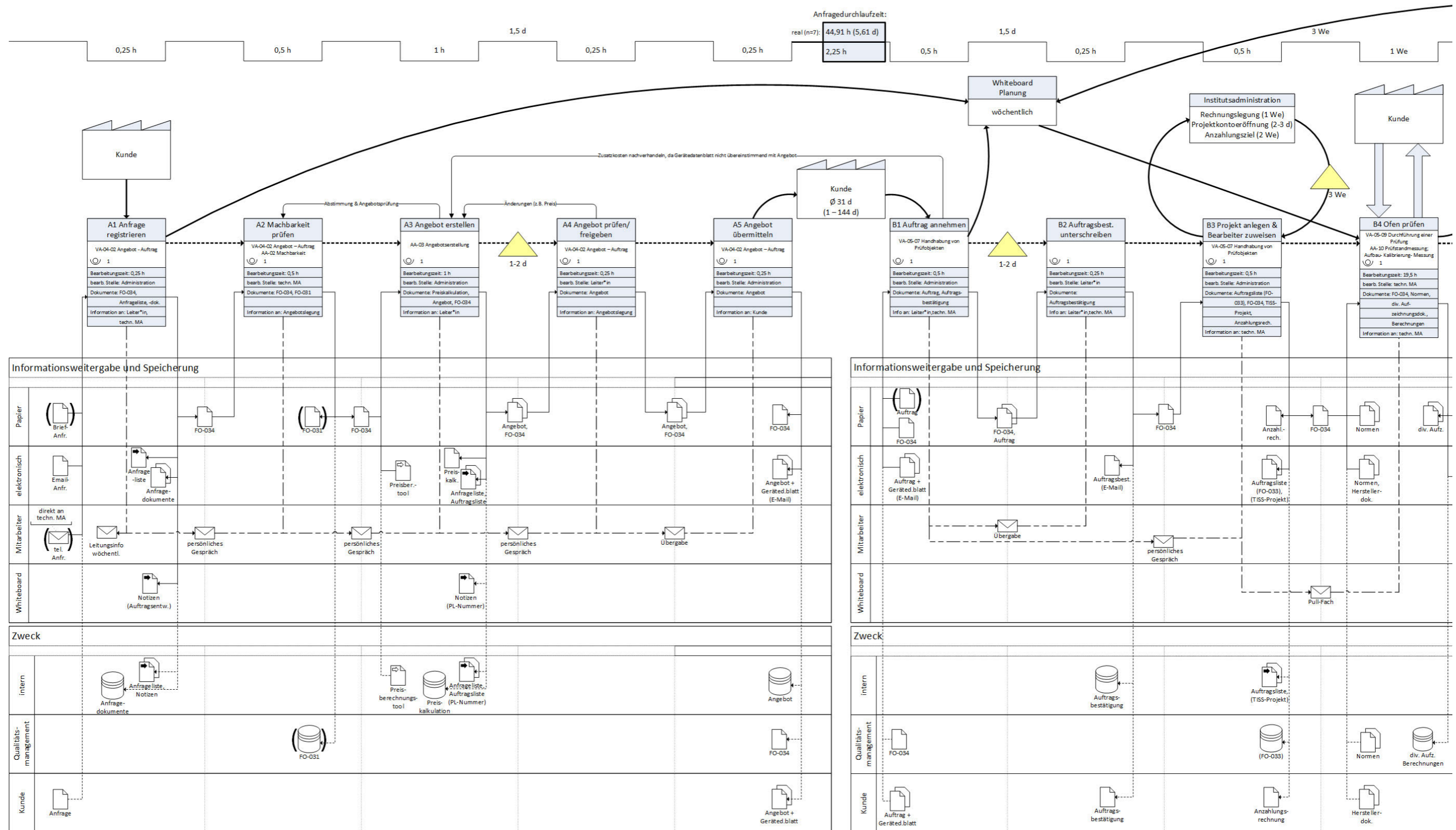


Abbildung 55: Ist-Prozess: Prüfung von Feuerungsanlagen (ohne Problemnotizen)

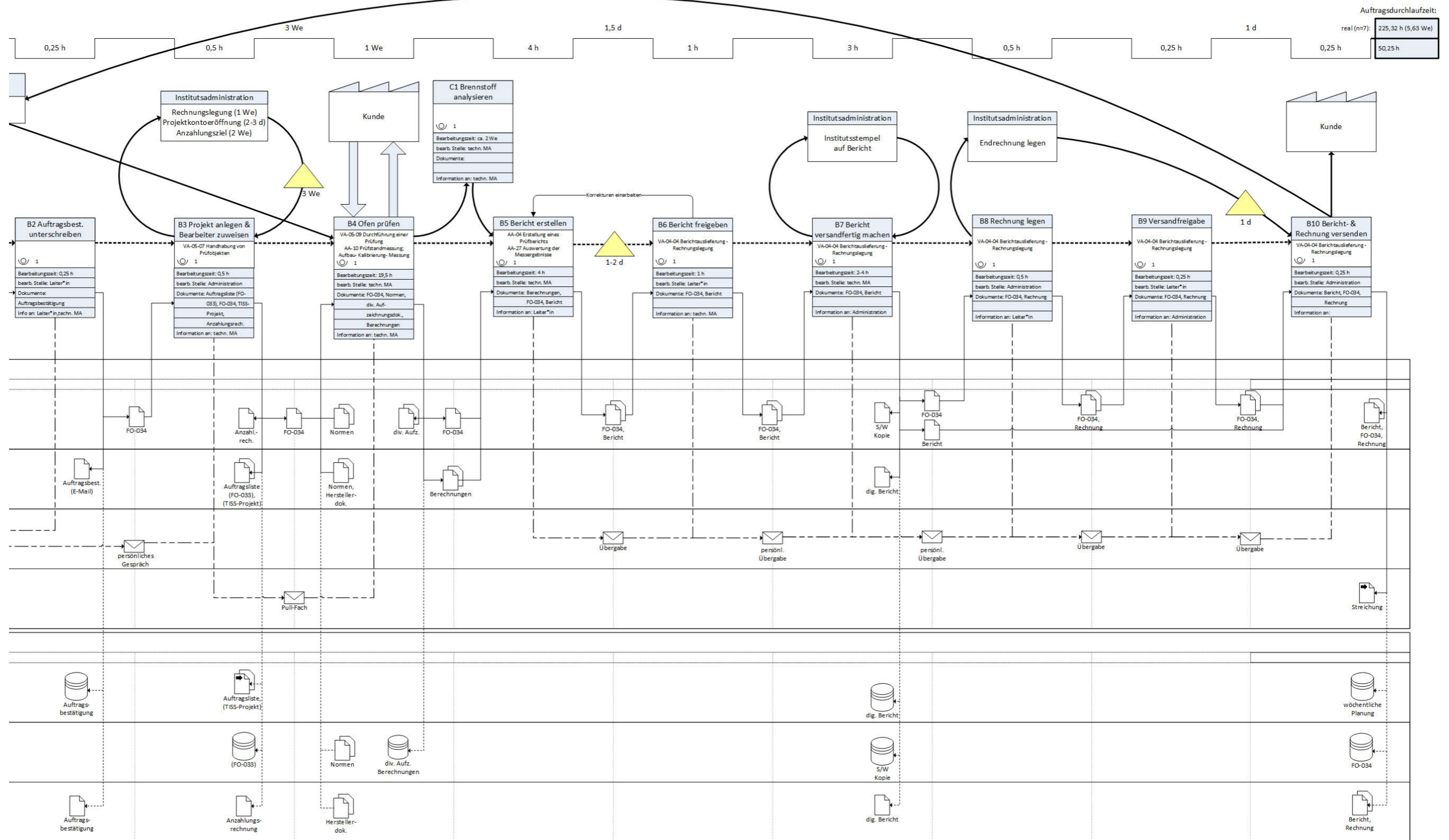


Abbildung 56: Ist-Prozess (Forts.): Prüfung von Feuerungsanlagen (ohne Problemnotizen)

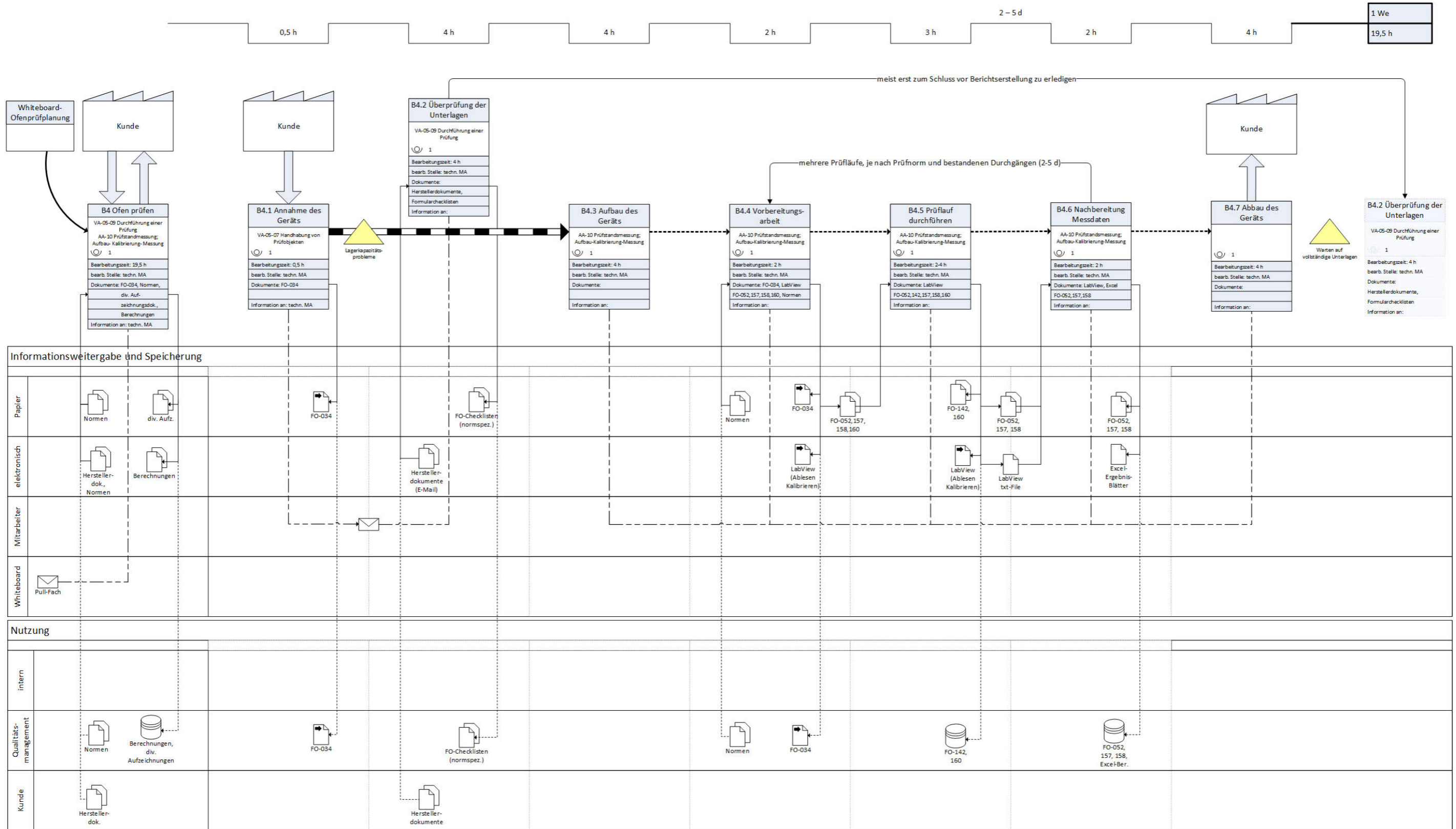


Abbildung 57: Ist-Prozess (B4 Detail): Prüfung von Feuerungsanlagen (ohne Problemnotizen)

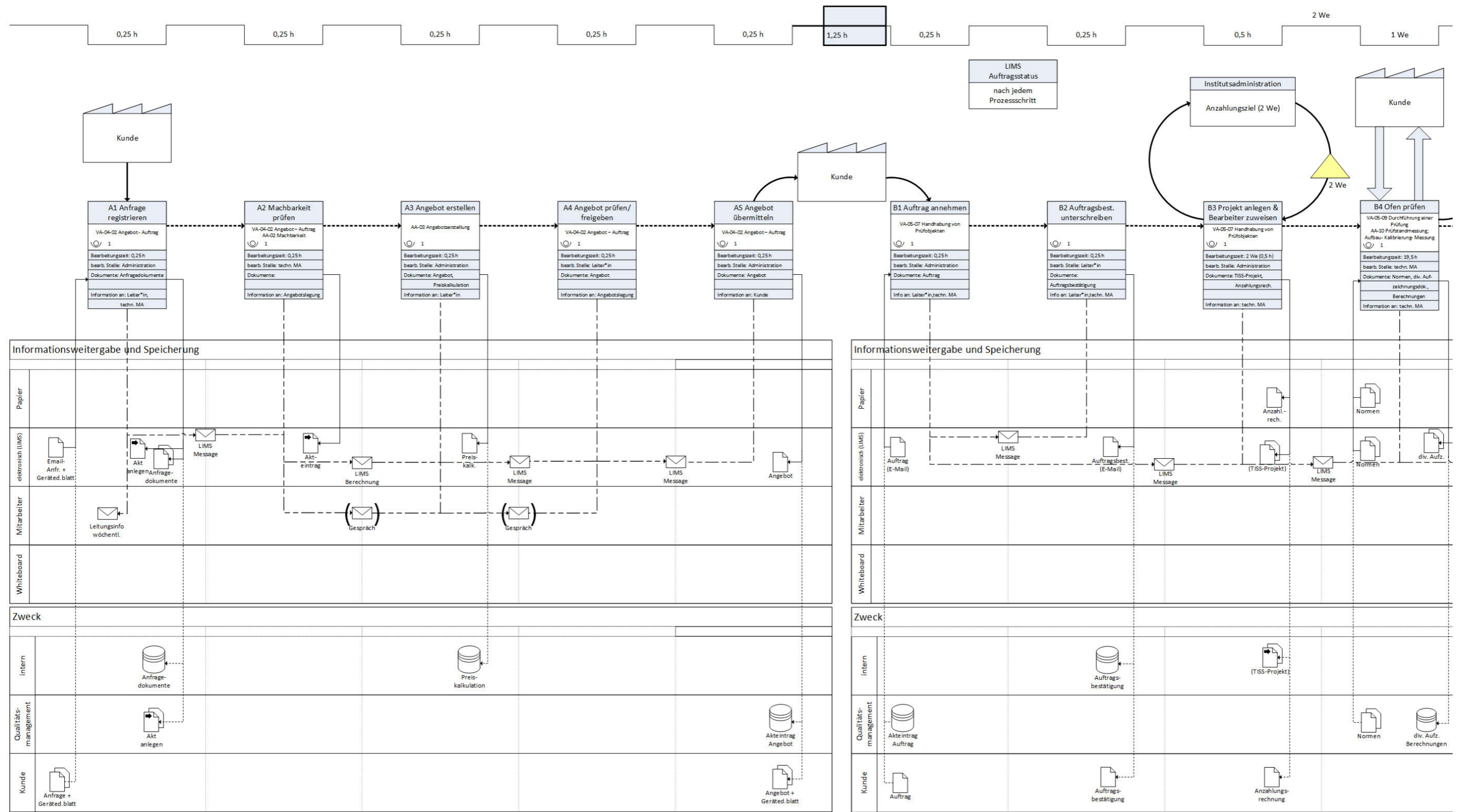


Abbildung 58: Soll-Prozess: Prüfung von Feuerungsanlagen (ohne Problemnotizen)

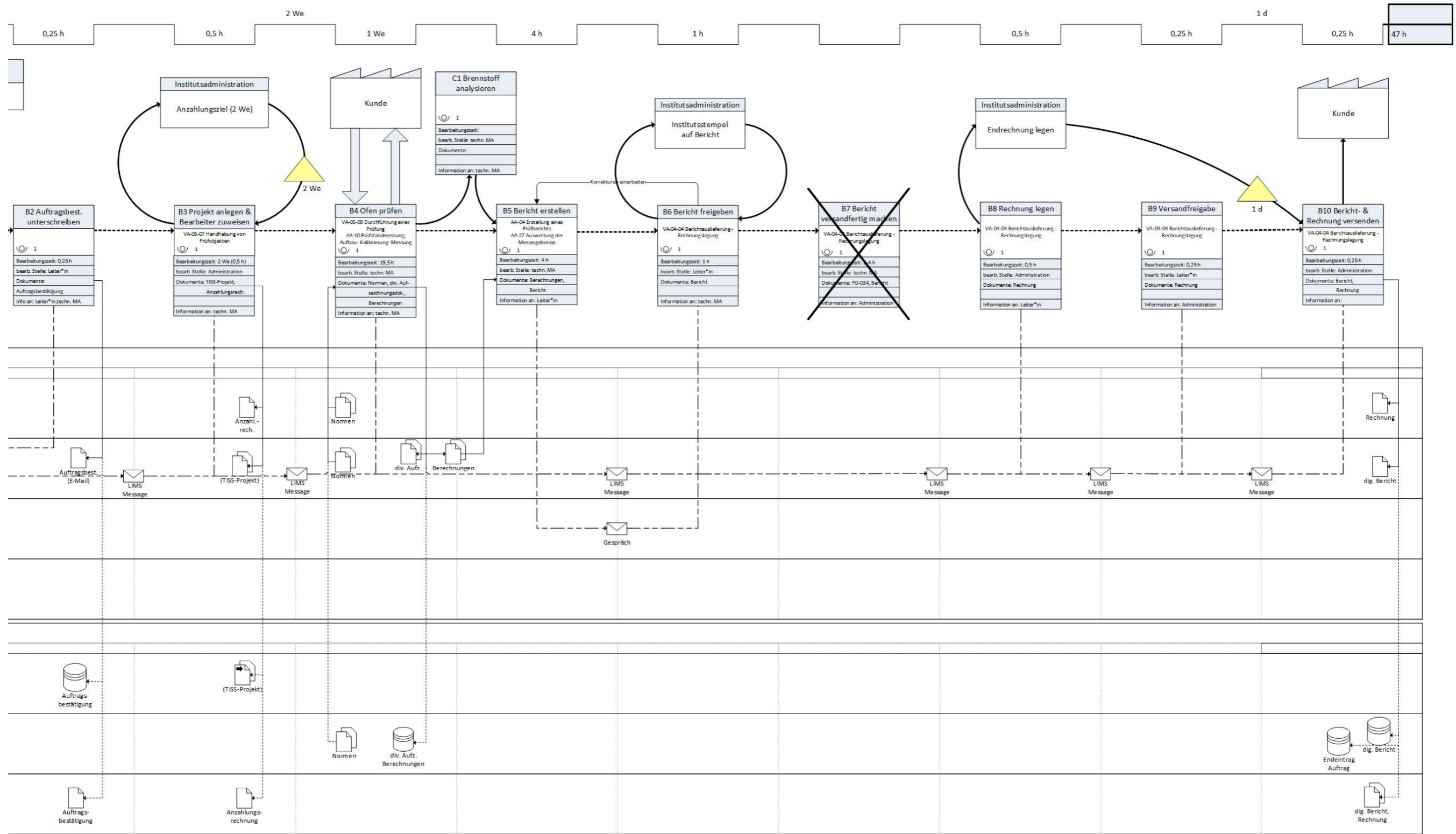


Abbildung 59: Soll-Prozess (Forts.): Prüfung von Feuerungsanlagen (ohne Problemnotizen)



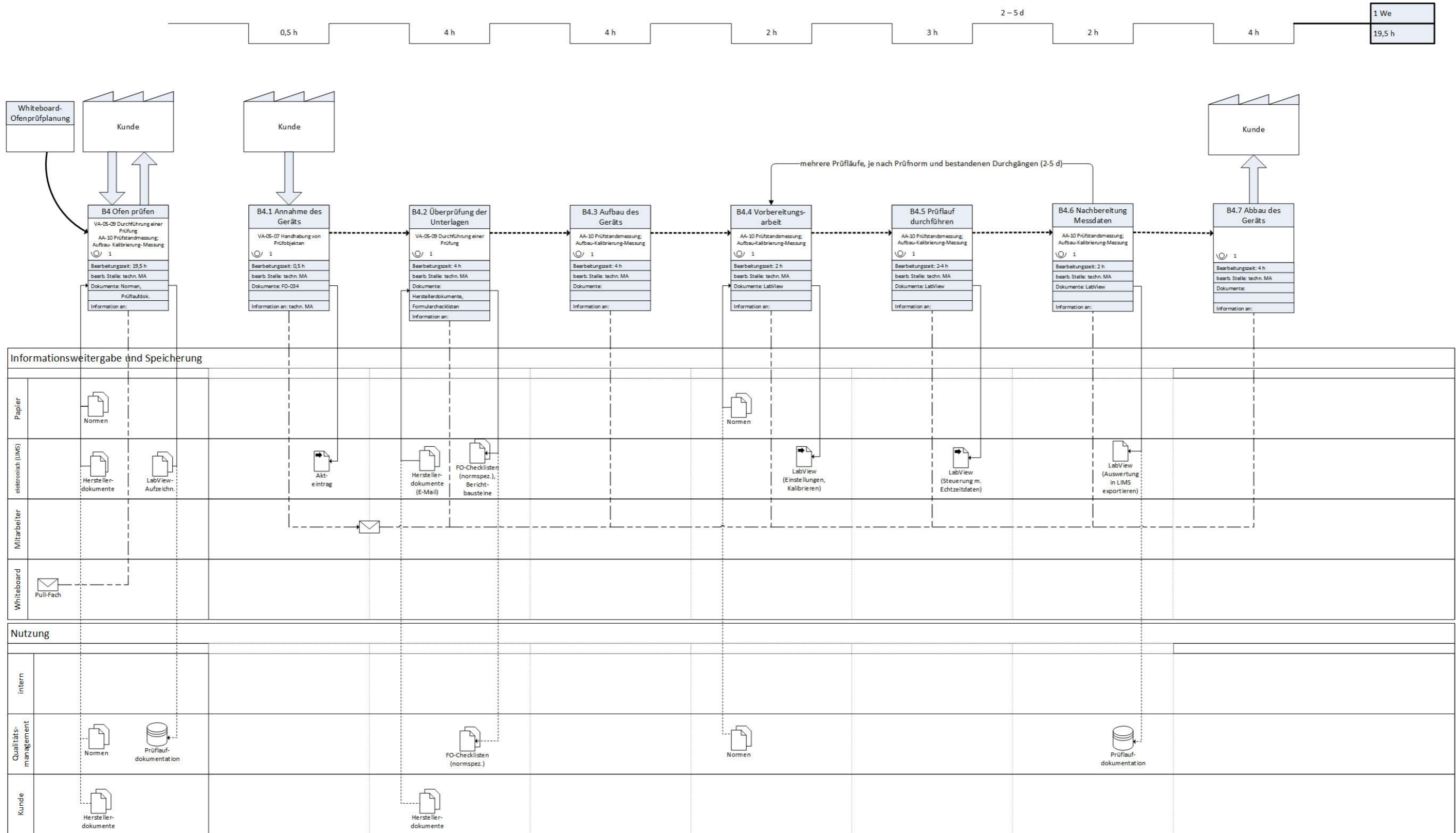


Abbildung 60: Soll-Prozess (B4 Detail): Prüfung von Feuerungsanlagen (ohne Problemnotizen)

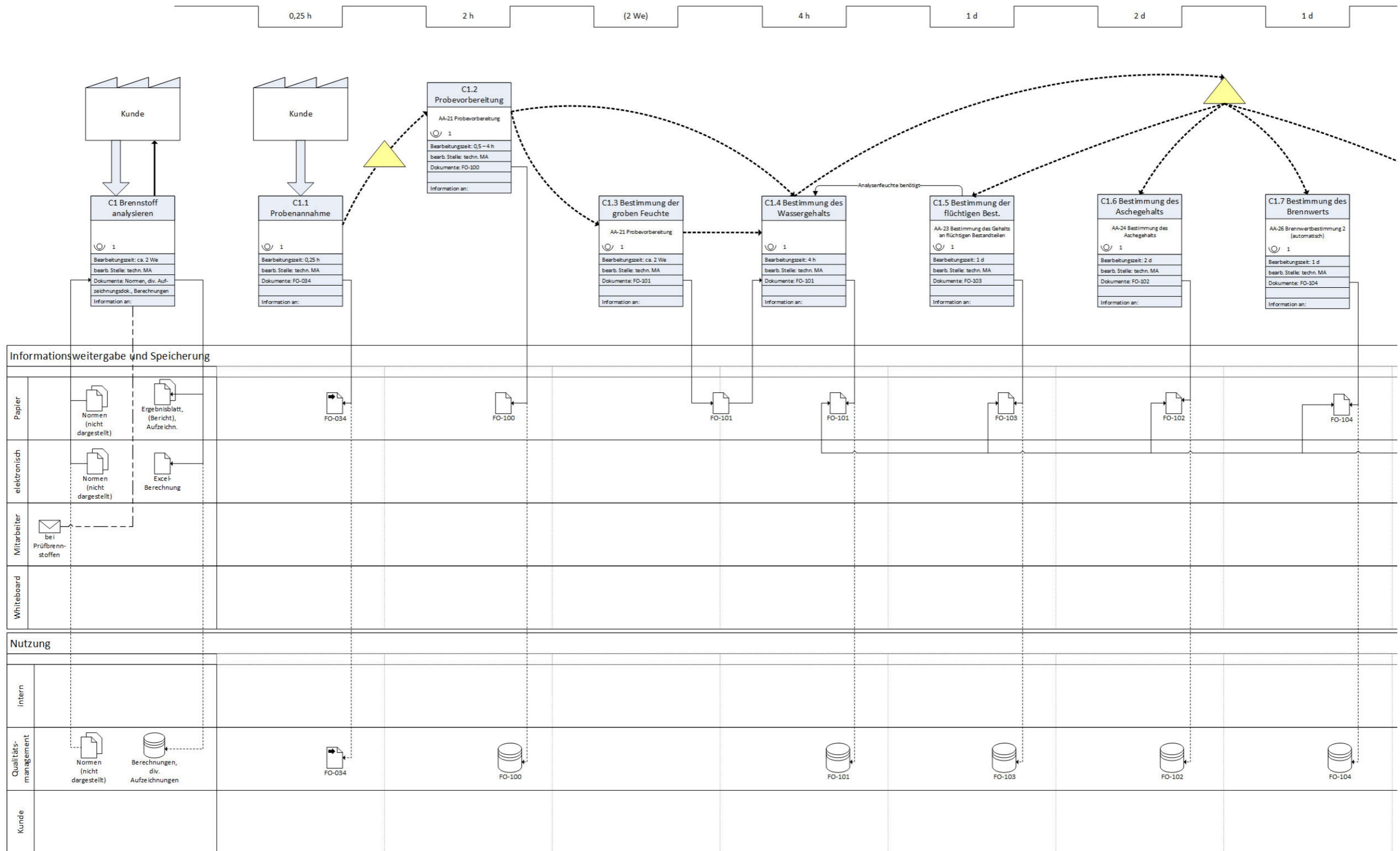


Abbildung 61: Ist-Prozess: Brennstoffanalysen (ohne Problemnotizen)

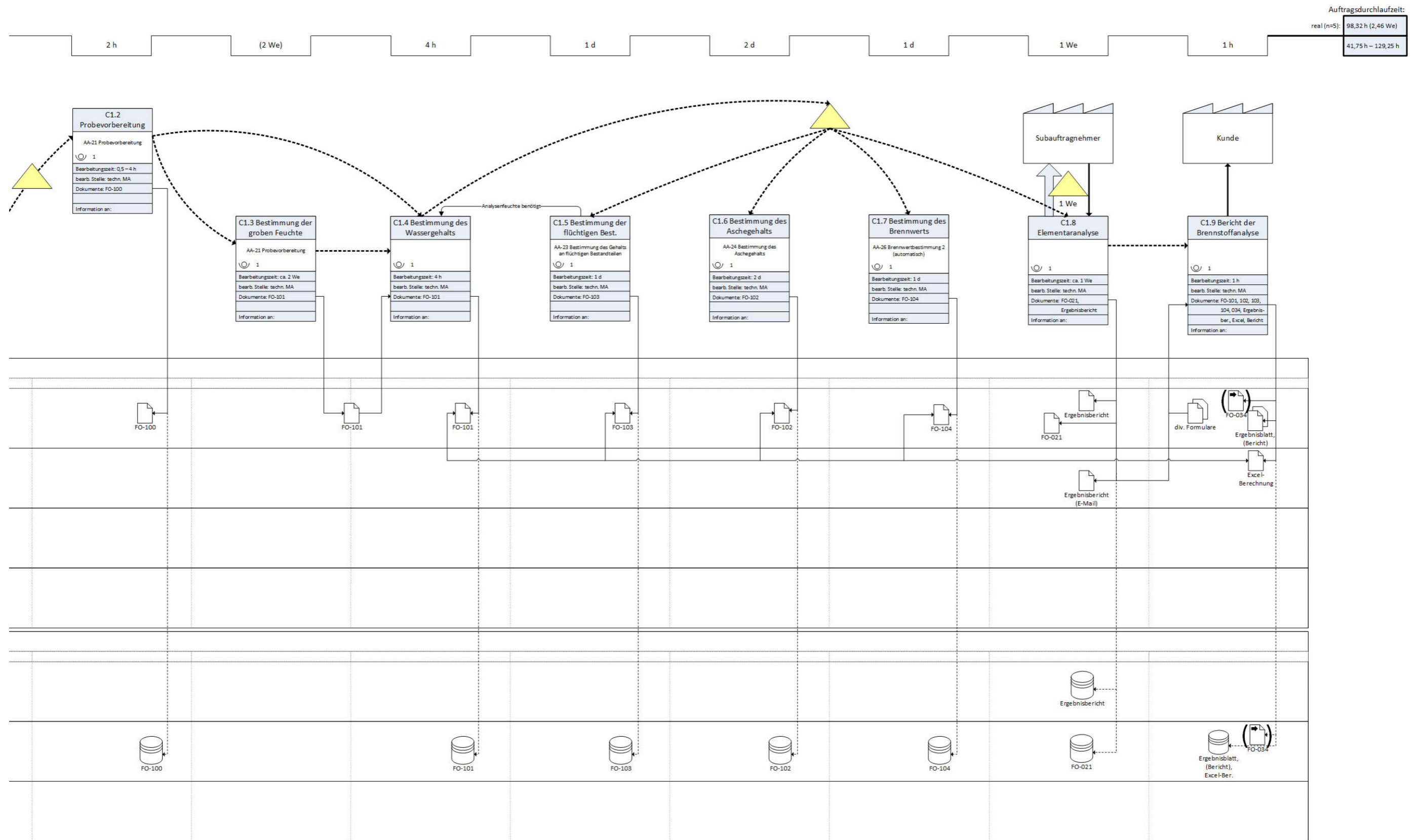


Abbildung 62: Ist-Prozess (Forts.): Brennstoffanalysen (ohne Problemnotizen)

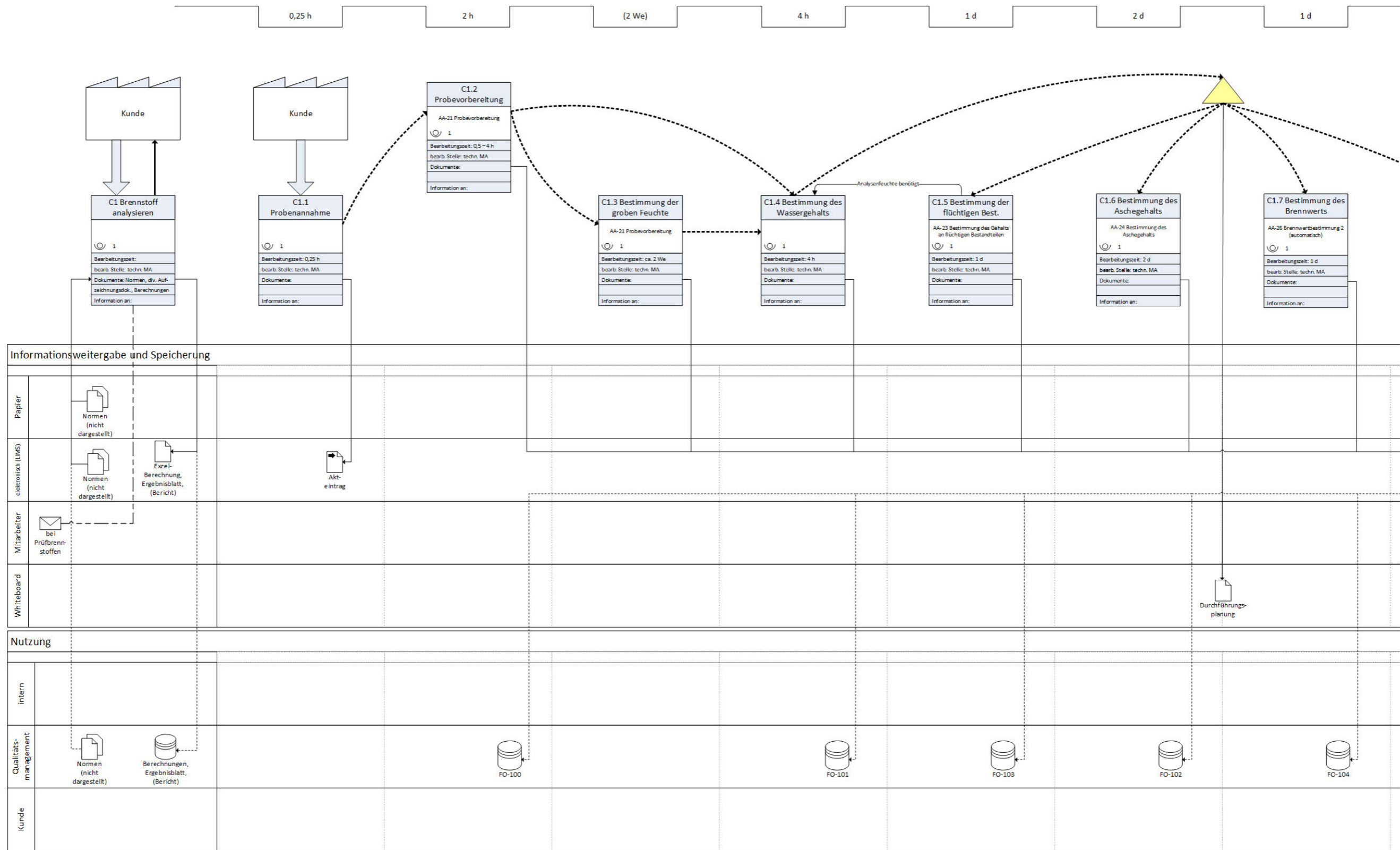


Abbildung 63: Soll-Prozess: Brennstoffanalysen (ohne Problemnotizen)

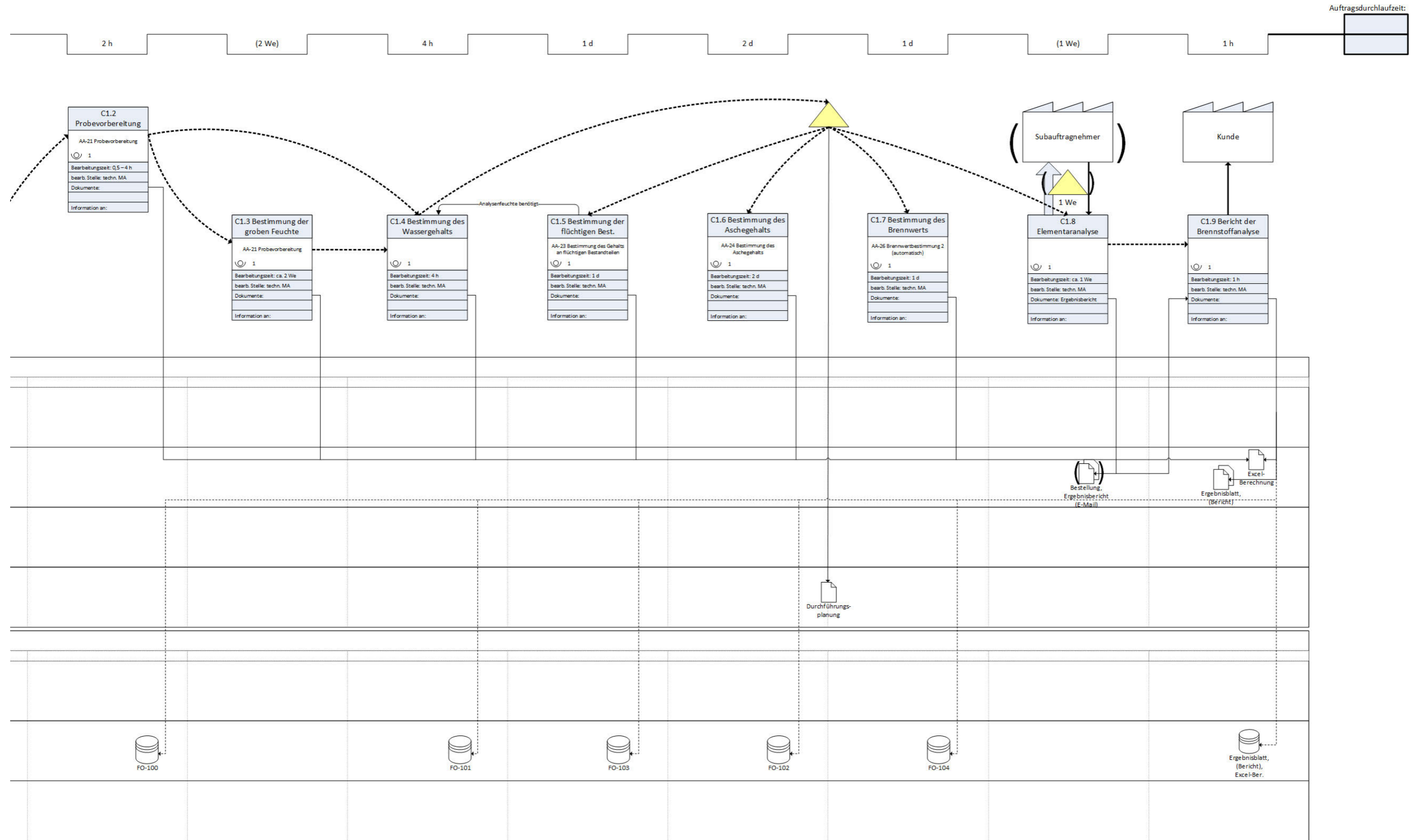


Abbildung 64: Soll-Prozess (Forts.): Brennstoffanalysen (ohne Problemnotizen)

## 7.4 Toolvorschläge Use-Case 2

<b>Prüftätigkeit-Mensch</b>	<b>Prozessstandard.</b>	<b>LIMS</b>	<b>Wertstromplanung</b>	<b>U-Layout</b>	<b>Arbeitsorganisation</b>
Zielerreichungsbeitrag	77 %	60 %	57 %	46 %	46 %
PM4 Gesamtscore	18	-	-	-	-
PM5 Gesamtscore	18	-	18	18	12
PM6 Gesamtscore	-	18	-	-	-
<b>Prüftätigkeit-Mensch</b>	<b>PDCA-Zyklus</b>	<b>5-S-Methode</b>	<b>Ideenmanagement</b>	<b>5-x-Warum-Methode</b>	<b>Verschwendungsbew.</b>
Zielerreichungsbeitrag	90 %	75 %	67 %	67 %	47 %
PM4 Gesamtscore	18	27	18	18	18
PM5 Gesamtscore	18	-	18	18	18
PM6 Gesamtscore	18	-	18	-	-
<b>Prüftätigkeit-Mensch</b>	<b>Spaghetti-Diagramm</b>	<b>ARC</b>			
Zielerreichungsbeitrag	40 %	40 %			
PM4 Gesamtscore	-	-			
PM5 Gesamtscore	18	18			
PM6 Gesamtscore	-	-			

Tabelle 43: Toolvorschlag des Problembereichs Prüftätigkeit-Mensch (Brennstoffanalysen)

<b>Administration-Mensch</b>	<b>Prozessstandard.</b>	<b>LIMS</b>	<b>PDCA-Zyklus</b>	<b>5S-Methode</b>	<b>Ideenmanagement</b>
Zielerreichungsbeitrag	77 %	60 %	90 %	75 %	67 %
AM2 Gesamtscore	18	18	18	18	18
<b>Administration-Mensch</b>	<b>5-x-Warum-Methode</b>	<b>Verschwendungsbew.</b>			
Zielerreichungsbeitrag	67 %	47 %			
AM2 Gesamtscore	18	18			

Tabelle 44: Toolvorschlag des Problembereichs Administration-Mensch (Brennstoffanalysen)

<b>Prüftätigkeit- Technik</b>	<b>Geräte- redundanz</b>	<b>Chaku-Chaku</b>	<b>PDCA-Zyklus</b>	<b>Ideen- management</b>	<b>Ishikawa- Diagramm</b>
Zielerreichungsbeitrag	81 %	44 %	90 %	67 %	67 %
PT2 Gesamtscore	-	-	27	27	27
PT3 Gesamtscore	27	18	-	-	27
<b>Prüftätigkeit- Technik</b>	<b>5-x-Warum- Methode</b>				
Zielerreichungsbeitrag	44 %				
PT2 Gesamtscore	18				
PT3 Gesamtscore	12				

Tabelle 45: Toolvorschlag des Problembereichs Prüftätigkeit-Technik (Brennstoffanalysen)

<b>Prüftätigkeit- Organisation</b>	<b>Wertstrom- planung</b>	<b>Prozess- standard.</b>	<b>Parallelarbeit</b>	<b>Arbeits- organisation</b>	<b>U-Layout</b>
Zielerreichungsbeitrag	85 %	77 %	71 %	69 %	69 %
PO3 Gesamtscore	-	18	27	18	-
PO4 Gesamtscore	27	18	27	-	-
PO5 Gesamtscore	27	-	27	27	18
<b>Prüftätigkeit- Organisation</b>	<b>Supermarkt</b>	<b>LIMS</b>	<b>PDCA-Zyklus</b>	<b>Shopfloor Management</b>	<b>Ideen- management</b>
Zielerreichungsbeitrag	65 %	60 %	90 %	77 %	67 %
PO3 Gesamtscore	-	18	18	27	18
PO4 Gesamtscore	27	12	-	-	-
PO5 Gesamtscore	-	12	-	-	-
<b>Prüftätigkeit- Organisation</b>	<b>Verschwend- ungsbew.</b>				
Zielerreichungsbeitrag	71 %				
PO3 Gesamtscore	-				
PO4 Gesamtscore	18				
PO5 Gesamtscore	-				

Tabelle 46: Toolvorschlag des Problembereichs Prüftätigkeit-Organisation (Brennstoffanalysen)

<b>Management-Organisation</b>	<b>Prozessstandard.</b>	<b>Wertstromplanung</b>	<b>PDCA-Zyklus</b>	<b>Ideenmanagement</b>	<b>5-x-Warum-Methode</b>
Zielerreichungsbeitrag	77 %	57 %	90 %	67 %	67 %
MO3 Gesamtscore	27	-	18	18	18
MO4 Gesamtscore	-	-	-	-	27
MO5 Gesamtscore	-	18	-	-	-

**Tabelle 47: Toolvorschlag des Problembereichs Management-Organisation (Brennstoffanalysen)**

<b>Administration-Organisation</b>	<b>Wertstromplanung</b>	<b>Prozessstandard.</b>	<b>LIMS</b>	<b>PDCA-Zyklus</b>	<b>Ideenmanagement</b>
Zielerreichungsbeitrag	85 %	77 %	60 %	90 %	67 %
AO4 Gesamtscore	-	27	-	27	-
AO5 Gesamtscore	27	27	-	27	18
AO6 Gesamtscore	-	18	18	18	27

<b>Administration-Organisation</b>	<b>Verschwendungsbew.</b>	<b>5-x-Warum-Methode</b>	<b>Spaghetti-Diagramm</b>		
Zielerreichungsbeitrag	71 %	67 %	60 %		
AO4 Gesamtscore	-	18	-		
AO5 Gesamtscore	27	18	18		
AO6 Gesamtscore	27	18	-		

**Tabelle 48: Toolvorschlag des Problembereichs Administration-Organisation (Brennstoffanalysen)**



## 8 Literaturverzeichnis

**Abele, E., Anderl, R., Metternich, J., Wank, A., Anokhin, O., Arndt, A., Meudt, T.,**

**Sauer, M.:** „*Effiziente Fabrik 4.0: Einzug von Industrie 4.0 in bestehende Produktionssysteme*“, ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb: 110 (3), 2015

**Abplanalp, P. A., Lombriser, R.:** *Strategien verstehen: Begriffe, Konzepte und Instrumente des Strategischen Managements*, Versus, Zürich, 2013

**Becker, T.:** *Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren*, 3. Aufl., Springer, Berlin, 2018

**Bogaschewsky, R., Rollberg, R.:** *Prozeßorientiertes Management*, Springer, Berlin, 1998

**Brunner, F. J.:** *Japanische Erfolgskonzepte: KAIZEN, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance, Shopfloor Management, Toyota Production System, GD3 - Lean Development*, 3. Aufl., Hanser, München, 2014

**Busse, M.:** „*Implementing Lean Management - ein ganzheitliches Vorgehensmodell zur nachhaltigen Implementierung des Lean Managements in KMU*“, Cottbus-Senftenberg, Brandenburgische Techn. Univ., Diss., 2017

**DGVU Information 213-850:** „*Sicheres Arbeiten in Laboratorien*“, 2. Aufl., 2011

**DIN EN ISO 9000:** „*Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe (ISO 9000:2015)*“, 2015

**DIN EN ISO/IEC 17025:** „*Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2017)*“, 2018

**Dittrich, E. (Hrsg.):** *Handbuch für nachhaltige Laboratorien*, Schmidt, Berlin, 2012

- Dombrowski, U., Mielke, T. (Hrsg.):** *Ganzheitliche Produktionssysteme: Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen*, Springer, Berlin, 2015
- Dombrowski, U., Palluck, M., Schmidt, S.:** „*Strukturelle Analyse Ganzheitlicher Produktionssysteme*“, ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb: 101 (3), 2006
- Drucker, P. F.:** *Management - Tasks, Responsibilities, Practices*, Truman Talley Books, New York, 1974
- Ehrlenspiel, K., Meerkamm, H.:** *Integrierte Produktentwicklung: Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit*, 6. Aufl., Hanser, München, 2017
- Fehr, S., Sauber, K., Schmidt, T.:** „*Klassifizierung der Methoden eines Ganzheitlichen Produktionssystems unter Berücksichtigung der Anforderungen indirekter Bereiche*“, Logistics Journal, 2012
- Gadatsch, A.:** *Grundkurs Geschäftsprozess-Management*, 7. Aufl., Springer Vieweg, Wiesbaden, 2013
- Ganz, W., Bienzeisler, B., Tombeil, S.:** „*Dienstleistungsproduktivität – Konturen eines Forschungsfeldes*“, *Moderne Dienstleistungen – Impulse für Innovation, Wachstum und Beschäftigung*. Beiträge der 6. Dienstleistungstagung des BMBF, 2006
- Graban, M.:** „*Lean in the laboratory*“, *Lean Manufacturing*, 2007
- Graban, M., Padgett, S.:** „*Lean Laboratories: Competing with Methods From Toyota*“, *Laboratory Medicine*: 39 (11), 2008
- Grönroos, C., Ojasalo, K.:** „*Service productivity: Towards a conceptualization of the transformation of inputs into economic results in services.*“, *Journal of Business research*: 57 (4), 2004
- Halwachs-Baumann, G.:** „*Concepts for Lean Laboratory Organization*“, *Journal of Medical Biochemistry*: 29 (4), 2010

- Hartmann, L., Meudt, T., Seifermann, S., Metternich, J.:** *„Wertstromdesign 4.0: Gestaltung schlanker Wertströme im Zeitalter von Digitalisierung und Industrie 4.0“*, ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb: 113 (6), 2018
- Herasuta, M.:** *„A 'Lean' Laboratory“*, Laboratory Medicine: 38 (3), 2007
- Horváth, P.:** *Controlling*, 11. Aufl., Vahlen, München, 2009
- Isack, H. D., Mutingi, M., Kandjeke, H., Vashishth, A., Chakraborty, A.:** *„Exploring the Adoption of Lean Principles in Medical Laboratory Industry: Empirical Evidences from Namibia“*, International Journal of Lean Six Sigma: 9 (1), 2018
- Jankulik, E., Piff, R. (Hrsg.):** *Praxisbuch Prozessoptimierung: Management- und Kennzahlensysteme als Basis für den Geschäftserfolg*, Publicis, Erlangen, 2009
- Lennings F.:** *Abläufe verbessern*, In: Institut für angewandte Arbeitswissenschaft. Abläufe verbessern - Betriebserfolg garantieren. ifaa-Edition, Springer, Berlin, 2019
- Liphard, K. G.:** *Labormanagement: Handbuch für Laborleiter und Berufseinsteiger*, Wiley-VCH, Weinheim, 2014
- Mallett, R., Hagen-Zanker, J., Slater, R., Duvendack, M.:** *„The Benefits and Challenges of Using Systematic Reviews in International Development Research“*, Journal of Development Effectiveness: 4 (3), 2012
- Mayer, H., Nordmann, S., Plecko, T., Wieland, E.:** *„Prozessorientiertes Labormanagement im Krankenhauslabor: Lean und Six-Sigma / Process oriented management of the hospital laboratory: Lean and Six sigma“*, Journal of Laboratory Medicine: 34 (5), 2010
- Merl, T.:** *„Konfiguration Ganzheitlicher Produktionssysteme in kleinen und mittleren Unternehmen“*, Lüneburg, Leuphana Univ., Diss., 2016

- Meudt, T., Rößler, M. P., Böllhoff, J., Metternich, J.:** „*Wertstromanalyse 4.0: Ganzheitliche Betrachtung von Wertstrom und Informationslogistik in der Produktion*“, ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb: 111 (6), 2016
- Mussnig, W., Mödritscher, G. (Hrsg.):** *Strategien entwickeln und umsetzen: Speziell für kleine und mittelständische Unternehmen*, 2. Aufl., Linde, Wien, 2013
- Nagel, K.:** *Die sechs Erfolgsfaktoren des Unternehmens: Strategie, Organisation, Mitarbeiter, Führungssystem, Informationssystem, Kundennähe*, 4. Aufl., Verlag moderne Industrie, Landsberg am Lech, 1991
- Naik, L., Sharma, R., Naik, R., Lakshmana, G., Devi, K.:** „*Lean Laboratory Approaches for Quality Assurance in Food*“, International Journal of Quality Research: 5 (3), 2011
- Okoli, C., Schabram, K.:** „*A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research*“, Sprouts: 26, 2010
- Petticrew, M., Roberts, H.:** *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*, Blackwell, Oxford, 2006
- Poksinska, B.:** „*The Current State of Lean Implementation in Health Care: Literature Review*“, Quality Management in Health Care: 19 (4), 2010
- Porr, M., Marquard, D., Stanislawski, N., Austerjost, J., Russo, M., Bungers, S., Klimmt, C., Scheper, T., Beutel, S. Lindner, P.:** „*SmartLAB - Interaktives Arbeiten in Digitalisierter Laborumgebung*“, Chemie Ingenieur Technik: 91 (3), 2019
- Posluschny, P.:** *Die wichtigsten Kennzahlen*, Redline Wirtschaft, Heidelberg, 2007
- Preißler, P. R.:** *Betriebswirtschaftliche Kennzahlen: Formeln, Aussagekraft, Sollwerte, Ermittlungsintervalle*, Oldenbourg, Wien, 2008

**Schlick, C. M., Schenk, M., Spath, D., Ganz, W. (Hrsg.):**

*Produktivitätsmanagement von Dienstleistungen: Modelle, Methoden und Werkzeuge*, Springer, Berlin, 2016

**Schulte, K. M., Paruchuri, M. R., Patel, J. B.:** „*Applying Lean Principles in a Test Laboratory Environment*“, SAE 2005 World Congress & Exhibition, 2005

**Schulte-Zurhausen, M.:** *Organisation*, 6.Aufl., Vahlen, München, 2014

**Sihn, W., Sunk, A., Nemeth, T., Kuhlang, P., Matyas, K.:** *Produktion und Qualität: Organisation, Management, Prozesse*, Hanser, München, 2016

**Steven, M.:** *Handbuch Produktion: Theorie - Management - Logistik - Controlling*, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, 2007

**Urnauer, C., Metternich, J.:** „*Die digitale Wertstrommethode: Process Mining als digitale Stütze der Wertstromanalyse*“, ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb: 114 (12), 2019

**Uygun, Y., Hasselmann, V.-R., Piastowski, H.:** „*Diagnose und Optimierung der Produktion auf Basis Ganzheitlicher Produktionssysteme*“, ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb: 106 (1–2), 2011

**VDI 2870-1:** „*Ganzheitliche Produktionssysteme - Grundlagen, Einführung und Bewertung*“, 2012

**VDI 2870-2:** „*Ganzheitliche Produktionssysteme - Methodenkatalog*“, 2012

**Villa, D.:** „*Automation, Lean, Six Sigma: Synergies for Improving Laboratory Efficiency*“, Journal of Medical Biochemistry: 29 (4), 2010

**Wagner, K. W., Käfer, R.:** *PQM - Prozessorientiertes Qualitätsmanagement: Leitfaden zur Umsetzung der ISO 9001*, 7. Aufl., Hanser, München, 2017

**Wagner, K. W., Patzak, G.:** *Performance Excellence: der Praxisleitfaden zum effektiven Prozessmanagement*, 2. Aufl., Hanser, München, 2015

- Wahyukaton, Affifah, G.:** „*Redesign of office layout using activity relationship chart (ARC) at the “X” department administration office of a “Y” university*“, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: 528 (6), 2019
- Werner, H.:** *Supply Chain Management: Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling*, 5. Aufl., Springer Gabler, Wiesbaden, 2013
- Womack, J. P.:** „*Lean thinking: Where have we been and where are we going?*“, Manufacturing Engineering: 129 (3), 2002

## 9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau der Arbeit .....	7
Abbildung 2: Kernbereiche des Prüflabors für Feuerungsanlagen der TU Wien ....	10
Abbildung 3: Prozessorientierte Organisation - Prüflabor für Feuerungsanlagen der TU Wien .....	12
Abbildung 4: PDCA-Kreislauf .....	19
Abbildung 5: Management eines Prozesses .....	19
Abbildung 6: Prozesslandkarte eines Transportunternehmens (Beispiel) .....	20
Abbildung 7: Struktur Ganzheitlicher Produktionssysteme .....	23
Abbildung 8: Gestaltungsprinzipien Ganzheitlicher Produktionssysteme nach <i>VDI 2870-1 (2012)</i> .....	23
Abbildung 9: Wertschöpfung und Verschwendung .....	25
Abbildung 10: Spaghetti-Diagramm einer Probe in einem klinischen Labor (Beispiel) .....	25
Abbildung 11: Nachhaltige Kontinuierliche Verbesserung .....	27
Abbildung 12: 5S-Methode .....	27
Abbildung 13: Ishikawa-Diagramm (Beispiel) .....	28
Abbildung 14: Wertstromplanung .....	28
Abbildung 15: Zielfestlegungsprozess .....	31
Abbildung 16: Prozessschritte zur Durchführung einer systematischen Recherche .....	33
Abbildung 17: Auswertung der systematischen Recherche nach Themengebiet & Datenbank .....	33
Abbildung 18: Vorgehen Wertstrommethode 4.0 .....	34
Abbildung 19: Ausschnitt aus einer Wertstromanalyse 4.0 (Beispiel) .....	36
Abbildung 20: Wertstromkartenergebnis nach Wertstromdesign 4.0 (Beispiel) .....	38
Abbildung 21: Erweiterter Lösungsraum für Prozessverbesserungen (WSD 4.0) ....	39
Abbildung 22: Angepasster Methodenwürfel für Prüflaboratorien .....	42
Abbildung 23: Activity Relationship Chart (Beispiel) .....	46
Abbildung 24: Schematische Darstellung der operativen Prozesse eines Laboratoriums nach <i>DIN EN ISO/IEC 17025 (2018)</i> .....	48
Abbildung 25: Piktogramm-Arbeitsanleitung in einer Datenbrille (Beispiel) .....	50
Abbildung 26: 3D-Visualisierung des smartLAB-Showlabor mit sechseckigen Modulen .....	50
Abbildung 27: Prozessoptimierungsbausteine des Vorgehensmodells .....	56
Abbildung 28: Konzept der durchzuführenden Schritte .....	58
Abbildung 29: Schritt I - Aufbereiten der Input-Daten .....	59
Abbildung 30: Schritt II - Zwei Varianten zur Ausarbeitung des strategischen Profils .....	60

Abbildung 31: Schritt III - Durchführen der Tätigkeitsstrukturanalyse an den Analyseprozessen .....	63
Abbildung 32: Prozesskasten und verwendete Datensymbole.....	64
Abbildung 33: Angepasste Prozessschrittdarstellung mit Swimlanes (beispielhaft) .	66
Abbildung 34: Weiterentwickelter Methodenwürfel - Darstellung der Sichten .....	68
Abbildung 35: Schritt IV - Tools und Probleme in den Methodenwürfel einordnen...	69
Abbildung 36: Schritt V - Bildung des Gesamtscores und Zielerreichungsbeitrags..	72
Abbildung 37: Bildung des Gesamtscores der Tools für ein Verbesserungspotential in einem Problemfeld .....	73
Abbildung 38: Berechnung des Zielerreichungsbeitrags eines Tools in einem Problemfeld (Beispiel) .....	74
Abbildung 39: Schritt VI - Tools auswählen, Maßnahmen ableiten und Soll-Zustand beschreiben.....	75
Abbildung 40: Schritte des Vorgehensmodells im Zusammenhang mit den Prozessoptimierungsbausteinen .....	76
Abbildung 41: Raumheizer - Pelletsgerät.....	81
Abbildung 42: Durchführung Schritt I - Daten aufbereiten (Use-Case 1).....	82
Abbildung 43: Prozesslandkarte - Akkreditiertes Prüflabor für Feuerungsanlagen an der TU Wien .....	83
Abbildung 44: Aufträge in den vier Kernbereichen der letzten 5 Jahre .....	85
Abbildung 45: Einnahmenanteile nach Kategorien (2019) .....	86
Abbildung 46: Durchführung Schritt II - Strategisches Profil ausarbeiten, Durchführung Schritt III - Tätigkeitsstrukturanalyse durchführen (Use-Case 1).....	88
Abbildung 47: Durchführung Schritt IV - Methodenwürfel befüllen (Use-Case 1).....	92
Abbildung 48: Einordnung der Probleme (Nr.) über PROBLEM-Sicht (Use-Case 1).....	93
Abbildung 49: Durchführung Schritt V - Auswertung durchführen (Use-Case 1).....	97
Abbildung 50: Durchführung Schritt VI - Maßnahmenkatalog ausarbeiten (Use-Case 1).....	105
Abbildung 51: Durchführung Schritt III - Tätigkeitsstrukturanalyse durchführen (Use-Case 2).....	117
Abbildung 52: Durchführung Schritt IV - Methodenwürfel befüllen (Use-Case 2)...	119
Abbildung 53: Einordnung der Probleme (Nr.) über PROBLEM-Sicht (Use-Case 2).....	119
Abbildung 54: Durchführung Schritt V - Auswertung durchführen, Durchführung Schritt VI - Maßnahmenkatalog ausarbeiten (Use-Case 2).....	121
Abbildung 55: Ist-Prozess: Prüfung von Feuerungsanlagen (ohne Problemnotizen) .....	141



Abbildung 56: Ist-Prozess (Forts.): Prüfung von Feuerungsanlagen (ohne Problemnotizen) .....	142
Abbildung 57: Ist-Prozess (B4 Detail): Prüfung von Feuerungsanlagen (ohne Problemnotizen) .....	143
Abbildung 58: Soll-Prozess: Prüfung von Feuerungsanlagen (ohne Problemnotizen) .....	144
Abbildung 59: Soll-Prozess (Forts.): Prüfung von Feuerungsanlagen (ohne Problemnotizen) .....	145
Abbildung 60: Soll-Prozess (B4 Detail): Prüfung von Feuerungsanlagen (ohne Problemnotizen) .....	146
Abbildung 61: Ist-Prozess: Brennstoffanalysen (ohne Problemnotizen).....	147
Abbildung 62: Ist-Prozess (Forts.): Brennstoffanalysen (ohne Problemnotizen) ....	148
Abbildung 63: Soll-Prozess: Brennstoffanalysen (ohne Problemnotizen) .....	149
Abbildung 64: Soll-Prozess (Forts.): Brennstoffanalysen (ohne Problemnotizen) ..	150

## 10 Formelverzeichnis

Formel 1: Gesamtscore eines Tools .....	72
Formel 2: Generell-Zielerreichungsbeitrag zum strategischen Profil eines Tools ....	73
Formel 3: Zielerreichungsbeitrag zum strategischen Profil eines Tools in einem Problemfeld .....	74

# 11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Labortypen nach unterschiedlichen Kriterien.....	8
Tabelle 2: Kriterien und Ausprägungen - Methodenwürfel nach <i>Fehr et. al (2012)</i> .....	40
Tabelle 3: Entscheidungskriterien für arbeitsteilige und nicht arbeitsteilige Labororganisation.....	44
Tabelle 4: Vor- und Nachteile bei integriertem Labor EDV-System.....	44
Tabelle 5: Verbindung von Lean-Tools zu typischen Verbesserungsmöglichkeiten im klinischen Labor .....	49
Tabelle 6: Toolkasten .....	51
Tabelle 7: Charakteristika von bekannten Prozessoptimierungsansätzen .....	53
Tabelle 8: Paarweiser Vergleich der vier Zieldimensionen (beispielhaft) .....	61
Tabelle 9: Strategiezerlegung in die vier Zieldimensionen (beispielhaft).....	62
Tabelle 10: Fragestellungen zur Einordnung eines Tools in den Methodenwürfel....	70
Tabelle 11: Einordnung eines Tools bezüglich Anwendungsbereich & Verbesserungsziel (beispielhaft).....	70
Tabelle 12: Bezeichnungscode von Verbesserungspotentialen je Problemfeld .....	71
Tabelle 13: Überarbeitungen - Gesamtübersicht Prüflabor für Feuerungsanlagen der TU Wien .....	82
Tabelle 14: Strategisches Profil durch Strategiezerlegung - Prüflabor der TU Wien.....	88
Tabelle 15: Prozessschritte - Prüfung von Feuerungsanlagen .....	89
Tabelle 16: Probleme in der Auftragsanbahnung .....	90
Tabelle 17: Probleme in der Auftragsabwicklung.....	91
Tabelle 18: Probleme beim Prüfdurchlauf.....	91
Tabelle 19: Tool-Einordnung in den Methodenwürfel .....	92
Tabelle 20: Tool-Wirkung auf Zieldimensionen angelehnt an <i>VDI 2870-1 (2012)</i> und <i>Merl (2016)</i> .....	97
Tabelle 21: Toolvorschlag des Problembereichs Management-Mensch .....	98
Tabelle 22: Toolvorschlag des Problembereichs Prüftätigkeit-Mensch .....	98
Tabelle 23: Toolvorschlag des Problembereichs Administration-Mensch.....	99
Tabelle 24: Toolvorschlag des Problembereichs Management-Technik .....	100
Tabelle 25: Toolvorschlag des Problembereichs Prüftätigkeit-Technik .....	101
Tabelle 26: Toolvorschlag des Problembereichs Administration-Technik.....	101
Tabelle 27: Toolvorschlag des Problembereichs Management-Organisation.....	102
Tabelle 28: Toolvorschlag des Problembereichs Prüftätigkeit-Organisation.....	103
Tabelle 29: Toolvorschlag des Problembereichs Administration-Organisation.....	104
Tabelle 30: "Kritischer Pfad" der Toolauswahl - Prüfung von Feuerungsanlagen...	106
Tabelle 31: Durchlaufzeiten Prüfung von Feuerungsanlagen - Ist-Zustand (Sample n=7).....	114

Tabelle 32: Prozessschritte - Brennstoffanalysen.....	117
Tabelle 33: Probleme bei Brennstoffanalysen (Bachelorarbeit Johann Zeitlhofer) .....	118
Tabelle 34: Probleme bei Brennstoffanalysen - Erweiterung .....	118
Tabelle 35: "Kritischer Pfad" der Toolauswahl - Brennstoffanalysen .....	122
Tabelle 36: Auftragsdurchlaufzeiten Brennstoffanalysen - Ist-Zustand (Sample n=5).....	126
Tabelle 37: Protokoll Vorgehensweise - SLR GPS.....	135
Tabelle 38: Auswertung UB TU Wien - SLR GPS .....	136
Tabelle 39: Auswertung Google Scholar - SLR GPS.....	136
Tabelle 40: Protokoll Vorgehensweise - SLR Laborbetrieb .....	137
Tabelle 41: Auswertung UB TU Wien - SLR Laborbetrieb .....	138
Tabelle 42: Auswertung Google Scholar - SLR Laborbetrieb .....	139
Tabelle 43: Toolvorschlag des Problembereichs Prüftätigkeit-Mensch (Brennstoffanalysen) .....	151
Tabelle 44: Toolvorschlag des Problembereichs Administration-Mensch (Brennstoffanalysen) .....	151
Tabelle 45: Toolvorschlag des Problembereichs Prüftätigkeit-Technik (Brennstoffanalysen) .....	152
Tabelle 46: Toolvorschlag des Problembereichs Prüftätigkeit-Organisation (Brennstoffanalysen) .....	152
Tabelle 47: Toolvorschlag des Problembereichs Management-Organisation (Brennstoffanalysen) .....	153
Tabelle 48: Toolvorschlag des Problembereichs Administration-Organisation (Brennstoffanalysen) .....	153

## 12 Abkürzungsverzeichnis

Akkreditierungsnorm	DIN EN ISO/IEC 17025 (2018)
ARC	Activity Relationship Chart
Art.	Artikel
bearb. Stelle	bearbeitende Stelle
BPMN	Business Process Model and Notation
B-VG	Bundes-Verfassungsgesetz
bzw.	beziehungsweise
CHNS-Analyse	Bestimmung des Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Stickstoff- und Schwefelgehalts
d.h.	das heißt
€	Euro
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
DIN	Deutsches Institut für Normung
DMAIC	Define, Measure, Analyse, Improve, Control
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EN	Europäische Norm
ERP	Enterprise Resource Planning (Software)
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
Forts.	Fortsetzung
GPS	Ganzheitliches Produktionssystem
h	Stunde
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnologie
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
LIMS	Laborinformations- und Managementsystem

MAV-Prozesse	Mess-, Analyse- und Verbesserungsprozesse
MIT	Massachusetts Institute of Technology
Nr.	Nummer
PDCA	Plan, Do, Check, Act
pdf	Portable Document Format
QM	Qualitätsmanagement
QR-Code	Quick Response Code
S.	Seite
SIPOC	Supplier, Input, Process, Output, Customer
SLR	Systematic Literature Review
techn. MA	technische Mitarbeiterin, technischer Mitarbeiter
TISS	TU Wien Informations-Systeme & Services
TU Wien	Technische Universität Wien
u. a.	und andere
UB	Universitätsbibliothek
USA	United States of America
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
vgl.	vergleiche
We	Woche
z.B.	zum Beispiel