



Masterarbeit

# Wertstromorientiertes Prozessmanagement in der Praxis

anhand eines ausgewählten Beispiels der Erdölindustrie

eingereicht an der

**Montanuniversität Leoben**

erstellt am

**Lehrstuhl Industrielogistik**

**Vorgelegt von:**

Mathias Veit, BSc.  
m0735337

**Betreuer/Gutachter:**

Univ.-Prof. Mag.et Dr.rer.soc.oec.  
Helmut Zsifkovits

Ass.Prof. Dipl.-Ing.(FH) Dr.techn.  
Susanne Altendorfer-Kaiser

Leoben, am 5. Oktober 2015

„Erfolg besteht darin, dass  
man genau die Fähigkeiten hat,  
die im Moment gefragt sind.“

Henry Ford

## Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfsmittel bedient habe.

## Affidavit

I declare in lieu of oath, that I wrote this thesis and performed the associated research myself, using only literature cited in this volume.

Leoben, am \_\_\_\_\_

Datum

\_\_\_\_\_

Unterschrift

# Kurzfassung

Den Anstoß zu dieser Arbeit gaben die dramatischen Marktveränderungen am Erdöl- und Erdgasmarkt. Sinkende Ölpreise zwingen das ausgewählte Erdölunternehmen dazu, Kosten einzusparen, um die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten. Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Optimierung des Prozesses *Rohöltransport* in diesem Unternehmen. Der Prozess umfasst dabei alle Vorgänge ab der Förderung des Öls bis zur Übergabe an den Kunden: Transport von der Sonde (Bohrung) zum Stützpunkt, Aufbereitung, Lagerung, Verladung auf die Bahn, Bahntransport und die Entladung beim Kunden.

Methodisch wurde für die Optimierung das *Wertstromorientierte Prozessmanagement* als Rahmen gewählt. Dieses verbindet die Philosophie und Werkzeuge des Prozessmanagements mit der Wertstrommethode aus dem Lean Management. Die Basis bildet das Managementsystem aus dem Prozessmanagement.

Der Prozess wird dabei in fünf Schritten verbessert: 1. Prozess abgrenzen, 2. Ist-Zustand aufnehmen, 3. Ist-Zustand analysieren, 4. Soll-Prozess definieren und 5. Maßnahmenkatalog (Weg vom Ist zum Soll) erstellen. Der Beitrag der Wertstrommethode ist vordergründig die Visualisierung des Prozesses. Die Ist-Aufnahme inkl. der Visualisierung wird durch die spezielle Herangehensweise sehr nahe am Prozess (in sogenannten "Linewalks") durchgeführt. Verbesserungspotentiale sind hierdurch leicht zu erkennen. Diese werden spezifiziert und der Soll-Prozess unter Berücksichtigung der Leitlinien des Wertstromdesigns definiert.

Ziel der Arbeit ist die Schaffung dieses Rahmens für die praktische Optimierung, die Analyse des Wertstroms, die Erarbeitung alternativer Prozessfolgen und –schritten, Bestimmung der Prozesskosten und der Beginn der Optimierung des Prozesses selbst. Das Ergebnis ist eine Liste von Verbesserungsmaßnahmen und ein definierter Soll-Prozess. Das Umwandeln der Verbesserungspotentiale in konkrete Maßnahmen obliegt im Anschluss der Arbeit dem betrachteten Unternehmen selbst.

# Abstract

Triggering this thesis are the dramatic market changes in the oil and gas industry. Decreasing oil prices force the selected company to cut costs in order to stay competitive. The thesis therefore focuses on the optimization of crude oil transportation in the company. The process includes all procedures, starting at production, until the point of sales: transportation from the drill site to the base, processing, storage, loading of goods on to trains, transportation via train and unloading at the customer's refinery.

For this optimization, *value stream oriented process management* has been chosen as framework, which combines the philosophy and tools of process management with the value stream design from lean management. The base hereby consists of the process management's management system.

The process will be optimized in five steps: 1. differentiation of the process, 2. definition of the current state, 3. analysis of the current state, 4. definition of the future state and 5. definition of measures to achieve said future state. The main contribution of the value stream design is the visualization of the process. The definition of the current state, including the visualization, is therefore executed very close to the process (by way of *line walks*). As a result, rooms for improvements are easy to spot. These are then specified and the future state is defined, with consideration of the guidelines of the value stream designs.

The objective of this thesis is the creation of a framework for the practical optimization, the analysis of the value stream, the development of alternative process procedures and steps, defining process costs and the initiation of the process optimization itself. The result is a list of improvements and a defined future state of the process. The responsibility of the conversion of said improvements into precise actions will therefore lie with the examined company.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Eidesstattliche Erklärung</b>	<b>II</b>
<b>Kurzfassung</b>	<b>III</b>
<b>Abstract</b>	<b>IV</b>
<b>1 Aufgabenstellung</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangssituation . . . . .	1
1.2 Problemstellung . . . . .	2
1.3 Forschungsfrage . . . . .	3
1.4 Gliederung . . . . .	3
<b>2 Prozessmanagement</b>	<b>5</b>
2.1 Grundlagen . . . . .	5
2.2 Der Prozess . . . . .	6
2.3 Grundlegende Aspekte . . . . .	8
2.4 Die Prozesslandkarte . . . . .	10
2.5 Der Prozesslebenszyklus . . . . .	11
2.5.1 Übersicht . . . . .	11
2.5.2 Phase 1: Prozesse in Prozesslandkarte aufnehmen . . . . .	13
2.5.3 Phase 2: Prozesse erarbeiten mit dem 4-Stufen-Modell . . . . .	14
2.5.4 Phase 3: Prozesse betreiben, steuern und verbessern . . . . .	18
2.5.5 Phase 4: Gesamtprozessleistung überwachen und steuern . . . . .	19
2.6 Prozessmodellierung . . . . .	20
2.7 Prozessoptimierung . . . . .	24
<b>3 Der Wertstrom</b>	<b>29</b>
3.1 Toyota Production System . . . . .	29
3.2 Die Wertstrom-Methode . . . . .	32
3.2.1 Definition . . . . .	32
3.2.2 Nutzen . . . . .	33
3.2.3 Vorgehensweise . . . . .	34
3.3 Wertstrom-Analyse . . . . .	36

3.3.1	Vorbereitung . . . . .	36
3.3.2	Ablauf . . . . .	37
3.4	Wertstrom-Mapping . . . . .	38
3.4.1	Ablauf des Mapping . . . . .	38
3.4.2	Elemente des Mapping . . . . .	40
3.5	Wertstrom-Design . . . . .	42
3.5.1	Vorgehen . . . . .	42
3.5.2	Leitlinien Wertstromdesign . . . . .	44
3.5.3	Empfehlungen zur Optimierung . . . . .	45
<b>4</b>	<b>Wertstromorientiertes Prozessmanagement</b>	<b>47</b>
4.1	Zusammenführung der Methoden . . . . .	47
4.1.1	Grundlagen . . . . .	47
4.1.2	Vergleich der beiden Prozessverbesserungsroutinen . . . . .	48
4.1.3	Beiträge des Prozessmanagements . . . . .	49
4.1.4	Beiträge der Wertstrommethode . . . . .	54
4.2	Erweiterung der Wertstrommethode . . . . .	55
4.3	Erweiterung des Prozessmanagement . . . . .	57
4.3.1	Methodische Brücken . . . . .	58
4.3.2	Vorgehen anhand des Process Life Cycle . . . . .	61
<b>5</b>	<b>Case Study</b>	<b>72</b>
5.1	Einleitung . . . . .	72
5.2	Phase 1: Prozess in die Prozesslandkarte aufnehmen . . . . .	74
5.3	Phase 2: Prozesse erarbeiten . . . . .	76
5.4	Phase 2.1: Abgrenzung . . . . .	77
5.5	Phase 2.2: Ist-Aufnahme . . . . .	77
5.6	Phase 2.3: Ist-Analyse . . . . .	81
5.6.1	Fokus der Analyse . . . . .	81
5.6.2	Mengen . . . . .	82
5.6.3	Bahn-Transport . . . . .	84
5.6.4	LKW-Transport . . . . .	93
5.6.5	Alternative Transportkonzepte . . . . .	104
5.6.6	Wirtschaftlichkeit der Anlagen . . . . .	106
5.6.7	Übersicht der Einsparungspotentiale . . . . .	109
5.7	Phase 2.4: Soll-Prozess . . . . .	109
5.8	Kennzahlen . . . . .	110
5.9	Phase 2.5: Umsetzung der Maßnahmen . . . . .	110
5.10	Phase 3: Prozesse betreiben, steuern und verbessern . . . . .	111

<b>6 Conclusio</b>	<b>112</b>
<b>Acronym</b>	<b>XII</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>XIII</b>

# Abbildungsverzeichnis

1.1	Prozess „Rohöltransport“ . . . . .	2
2.1	Einbindung des Prozessmanagement . . . . .	6
2.2	Prozessdefinition . . . . .	7
2.3	Prozessregelkreis . . . . .	7
2.4	Nutz-, Stütz-, Blind- und Fehlleistung . . . . .	9
2.5	Wertkette nach Porter . . . . .	10
2.6	Beispiel einer Prozesslandkarte . . . . .	11
2.7	Ebenen der Prozesslandkarte . . . . .	12
2.8	Der Prozesslebenszyklus . . . . .	13
2.9	4-Stufen-Modell . . . . .	14
2.10	Prozess-Infotafel . . . . .	19
2.11	Übersicht Methoden der Prozessmodellierung . . . . .	22
2.12	SCOR-Modell . . . . .	24
2.13	Zusammenspiel Prozesserneuerung und -verbesserung . . . . .	25
2.14	Vorgehensmodell für Process Excellence . . . . .	26
2.15	PDCA-Zyklus . . . . .	28
2.16	Konzepte des Six Sigma . . . . .	28
3.1	Das TPS-Haus . . . . .	30
3.2	Der Wertstrom . . . . .	32
3.3	Wertstrom in der Fabrik . . . . .	33
3.4	4 Schritte Methode . . . . .	35
3.5	Vergleich der beiden Ansätze . . . . .	35
3.6	Entwicklung des Wertstrombild . . . . .	39
3.7	Darstellung der Elemente Kunde und Prozess . . . . .	40
3.8	Darstellung des Materialflusses . . . . .	41
3.9	Darstellung des Informationsflusses . . . . .	41
3.10	Darstellung der Go-See-Planung und des Kaizen-Blitzes . . . . .	41
3.11	Darstellung der Zeitleiste . . . . .	42
3.12	Vom Ist über das Ideal zum Soll . . . . .	43
4.1	Vergleich der beiden Vorgehensmodelle . . . . .	49

4.2	Orientierung am Ideal-Zustand . . . . .	50
4.3	Verbesserungszyklen des PLC . . . . .	51
4.4	Erweiterte 4-Schritte-Methode . . . . .	56
4.5	Evolution und Revolution im PLC . . . . .	57
4.6	Vorgehensmodell der systematisierten WSM . . . . .	58
4.7	Einführungs- und Entwicklungsmodell . . . . .	60
4.8	Prozesslandkarte im WPM . . . . .	62
4.9	5-Schritte-Methode zur Erarbeitung von Prozessen . . . . .	63
4.10	Unterschiedliche Layer des WPM . . . . .	64
4.11	Beispiel eines vollständig gemappten Prozesses . . . . .	64
4.12	WPM-Kompass . . . . .	65
4.13	Verbesserungsportfolio . . . . .	70
5.1	Prozess „Rohöltransport“ . . . . .	72
5.2	Ist-Prozess . . . . .	78
5.3	Analysebereiche . . . . .	82
5.4	Diagramm Preisentwicklung . . . . .	96
5.5	Prozess Transport via Binnenschiff . . . . .	104

# Tabellenverzeichnis

2.1	Vergleich Aufbau- und Prozessorganisation . . . . .	6
3.1	8 Muda . . . . .	31
4.1	Vergleich Wertstromdesign und Prozessmanagement . . . . .	48
4.2	Beiträge des Process Life Cycle . . . . .	53
4.3	Vorteile im Ablaufmodell . . . . .	55
5.1	Betrachtungspunkte der Prozesskette . . . . .	73
5.2	Ist-Transportkosten Bahn . . . . .	80
5.3	Kostenvergleich Frächter Stützpunkt 1 . . . . .	80
5.4	Kostenvergleich Frächter Stützpunkt 2 . . . . .	81
5.5	Fördermengen Öl . . . . .	83
5.6	Fördermengen Wasser . . . . .	83
5.7	Kapazitätsrechnung Bahn . . . . .	85
5.8	Ausfallwahrscheinlichkeit der KWG . . . . .	85
5.9	Angebot EVU 1 für 2015 . . . . .	86
5.10	Logistischer Ablauf Alternativkonzept Bahntransport . . . . .	86
5.11	Eckpunkte Transportkonzept EVU 2 . . . . .	87
5.12	Kosten Transportkonzept EVU 2 . . . . .	87
5.13	Kosten EVU 2 nach Überarbeitung . . . . .	88
5.14	Gesamtaufstellung Angebote . . . . .	88
5.15	Kapazitätsplanung nach Kosten Stützpunkt 1 . . . . .	89
5.16	Kostensätze KWG-Miete . . . . .	90
5.17	Anbietervergleich Kesselwagenmiete . . . . .	90
5.18	Anbietervergleich Kesselwagenmiete 2 . . . . .	91
5.19	Einsparungspotential Schließung Stützpunkt 2 bei Wahl EVU 1 . . . . .	92
5.20	Einsparungspotential Schließung Stützpunkt 2 bei Wahl EVU 2 . . . . .	92
5.21	Transportierte Mengen LKW . . . . .	94
5.22	Kostenvergleich der LKW-Transporte Ist/Optimum . . . . .	95
5.23	Regressionsgeraden der Frächter . . . . .	96
5.24	Legende Berechnungsformeln . . . . .	97
5.25	Anzufahrender Stützpunkt nach Wahl EVU . . . . .	98

---

5.26	Grenzwerte des Öl-Anteils für Transport . . . . .	98
5.27	Transportentscheidung bei Trennung von Öl und Wasser . . . . .	99
5.28	Überstundenregelung Frächter A . . . . .	99
5.29	Transportkalkulation Saugen . . . . .	99
5.30	Transportkalkulation Verladearm . . . . .	100
5.31	Kalkulation Saugtankwagen . . . . .	101
5.32	Kalkulation Fahrer . . . . .	101
5.33	Insourcing Variante 1 . . . . .	101
5.34	Insourcing Variante 2 . . . . .	102
5.35	Kostenkalkulation Schiff . . . . .	105
5.36	Kostenkalkulation LKW direkt . . . . .	105
5.37	Kostenkalkulation Verladearm . . . . .	108
5.38	Übersicht der Einsparungspotentiale . . . . .	109
5.39	Zusätzliche Kennzahlen . . . . .	110

# 1 Aufgabenstellung

## 1.1 Ausgangssituation

Die industrielle Produktion hat in den letzten Jahrzehnten einigen Wandel durchleben müssen. Das breite Aufkommen von Computern und deren Anwendung, die zunehmende Bedeutung der Logistik durch die Globalisierung und die vermehrte Anwendung von wissenschaftlichen Methoden im Geschäftsleben sind nur einige der vielen Änderungen.

Unternehmen von heute stehen unter konstantem wirtschaftlichen Druck. Ein steigendes Lohnniveau, höhere Rohstoffpreise, eine höhere Variantenvielfalt und wenn möglich eine sofortige Lieferung treiben dabei die Produktionskosten in die Höhe. Diese können jedoch aufgrund von festgesetzten Marktpreisen nicht an den Kunden weitergegeben werden. Eine Reorganisation des eigenen Unternehmens und ein Aufdecken von Optimierungspotentialen (oder Einsparungspotentialen) ist daher der einzige Weg, den geänderten Bedingungen entgegenzutreten.

Aufgrund dessen konzentrieren sich Unternehmen zunehmend auf ihre Prozesse und verwalten diese mithilfe des Prozessmanagements. Dadurch ist die Prozessorientierung zur „*unverzichtbaren Maxime*“<sup>1</sup> geworden, sie ist in der Praxis etabliert und hat sich zur Notwendigkeit entwickelt.<sup>2</sup>

Eine Vielzahl von praktischen Methoden wie Six Sigma, das Toyota-Produktionssystem bzw. Lean Management, Kaizen, Total Quality Management, Benchmarking, Just-In-Time und Business Process Reengineering versprechen dabei eine Prozessoptimierung.<sup>3</sup> Diese Methoden sind teilweise ergänzend, teilweise widersprüchlich, eine Kombination stellt Unternehmen daher vor eine Herausforderung.

Wagner/Lindner stellen sich in ihrem Werk „Wertstromorientiertes Prozessmanagement“ dieser Herausforderung. Sie verknüpfen Ansätze des „Prozessmanagements“ mit denen des „Wertstromdesigns“, um so eine Prozessoptimierung zu erreichen.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup>J. Becker/Kugeler/Rosemann 2000, S.VI.

<sup>2</sup>Vgl. Gadatsch 2012, S.1.

<sup>3</sup>Vgl. Hirzel/Geiser/Gaida 2013.

<sup>4</sup>Vgl. Wagner/Lindner 2013, S.V.

Die vorliegende Masterarbeit nimmt sich diese Verknüpfung als Grundlage und wendet sie in einem Praxisbeispiel an. Dabei soll ein Unternehmen in der Erdölindustrie durch eine Neugestaltung des Prozesses des Rohöltransports eine Prozessoptimierung erreichen. Ziel ist die Umgestaltung in einen schlanken Prozess, der möglichst kosteneffizient ist, jedoch Faktoren wie Qualität, Sicherheit und Flexibilität mit betrachtet. Eine ganzheitliche Sichtweise ist hier die Basis der Optimierung.

## 1.2 Problemstellung

Anstoß dieser Arbeit sind die dramatischen Marktveränderungen am Erdöl- und Erdgasmarkt. Sinkende Ölpreise zwingen auch das betrachtete Erdölunternehmen dazu, Kosten einzusparen, um die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten. Ein Blickpunkt dieser Kosteneinsparung ist der Prozess des Rohöltransports, der ganzheitlich betrachtet werden soll, um Einsparungspotentiale aufdecken zu können.

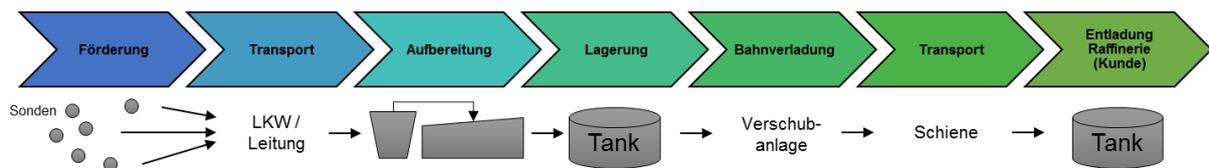


Abbildung 1.1: Prozess „Rohöltransport“

Aufgrund der vorgegebenen Prozesskette (Förderung → Aufbereitung → Verkauf) ist der Prozess sehr linear und starr. Dies stellt einen Sonderfall im Prozessmanagement dar, da Produktionsprozesse üblicherweise verzweigt und einzelne Schritte substituierbar sind.

Die Prozessorientierung ist im Unternehmen nicht weit fortgeschritten, es existiert keine Prozesslandkarte. Der Prozess wurde bisher nicht mit Prozessmapping-Tools festgehalten, Prozesskennzahlen und -kosten sind nicht bekannt. Einige Engpässe sind den Prozessbeteiligten bewusst, der Prozess wurde diesbezüglich jedoch bisher nicht untersucht. All dies führt dazu, dass Einsparungspotentiale nicht klar aufgezeigt werden können, unklar ist, wo Verbesserungen angesetzt werden können und mögliche alternative Prozessschritte ungeprüft sind.

Diese Arbeit soll die angesprochenen Probleme aufgreifen und mit Methoden aus dem *Wertstromorientierten Prozessmanagement* Lösungen finden.

## 1.3 Forschungsfrage

Aus der Problemstellung ergeben sich daher folgende Forschungsfragen:

- Welche Methoden bietet das wertstromorientierte Prozessmanagement, um Prozesse zu optimieren und zukünftige Verbesserungen sicherzustellen?
- Wie können diese Methoden im konkreten Praxisbeispiel angewandt werden?
- Wie sehen die ersten Schritte der Optimierung aus und welche Einsparungspotentiale sind im Prozess *Rohöltransport* zu finden?

Die Beantwortung der Forschungsfragen führt zu den Zielen dieser Arbeit:

1. Methoden aufzeigen
2. Methodischen Rahmen schaffen
3. Wertstrom analysieren
4. Alternative Prozessfolgen & -schritte erarbeiten
5. Prozesskosten einzelner Prozessschritte aufzeigen
6. Start des Optimierungs-Prozesses

## 1.4 Gliederung

Das Kapitel 2 dieser Arbeit zeigt die Grundzüge des Prozessmanagements, die Prozesslandkarte und den Prozesslebenszyklus. Kapitel 3 beschreibt die Wertstrommethode, zeigt Bausteine aus dem Mapping und legt die Leitlinien des Wertstromdesigns dar. Zusammen ergeben das Prozessmanagement und die Wertstrommethode die Basis für das Konzept *Wertstromorientiertes Prozessmanagement* von Wagner/Lindner und damit ebenso die Basis der Case Study.

In Kapitel 4 werden unterschiedliche Möglichkeiten gezeigt, Prozessmanagement und Wertstrommethode zu vereinen. Dabei kann die Wertstrommethode um Bausteine des Prozessmanagements (z.B. Managementsystem und Prozessregelkreis) erweitert werden (siehe Kapitel 4.2). Wagner/Lindner zeigen im zweiten Ansatz (Kapitel 4.3) die Erweiterung des Prozessmanagements mit der Wertstrommethode und entwickeln so das *Wertstromorientierte Prozessmanagement*.

Kapitel 5 beschreibt detailliert eine Case Study aus der Erdölindustrie (im bereits angesprochenen Unternehmen). Die Umsetzung der Methodik aus Kapitel 4.3 ist schrittweise von Kapitel 5.2 (Phase 1) bis Kapitel 5.10 (Phase 3 des Process Life Cycle) beschrieben. Dabei wird der

Prozess entlang seines Wertstroms (siehe Abbildung 1.1) aufgenommen und verbessert. Die Ist-Aufnahme in Kapitel 5.5 zeigt ihn mit seinen Eckpunkten und Restriktionen, die Ist-Analyse in Kapitel 5.6 bricht den Prozess in sechs grobe Analysebereiche herunter. Die Bereiche sind nach Prozessablauf getrennt, greifen jedoch kausal ineinander und sind somit immer ganzheitlich zu betrachten. Kapitel 5.6.7 zeigt die ausgearbeiteten Einsparungspotentiale und damit die Ergebnisse der Case Study.

# 2 Prozessmanagement

## 2.1 Grundlagen

Die Idee des Managements von Prozessen ist nicht neu. Bereits Frederik Taylor hat Anfang des 20. Jahrhunderts Arbeitsteilung betrieben und somit einzelne wiederholbare Prozesse abgegrenzt.<sup>5</sup> Darauf aufbauend hat sich die klassische Unternehmensorganisation entwickelt, die in funktionale Bereiche trennt (z.B. Einkauf, Produktion, Vertrieb, Marketing, etc.). Aufgrund der veränderten Marktbedingungen sind Flexibilität und Agilität zu Erfolgsfaktoren geworden, die klassische Organisationsform ist ausgereizt und nicht mehr „up to date“.<sup>6</sup> Sie führt dazu, dass Mitarbeiter nur die eigene Abteilung betrachten, der ganzheitliche Blick verloren geht und Vorgänge langsamer und ineffizienter von statten gehen.<sup>7</sup>

Die Einführung von Prozessmanagement als komplettes, oder „*integratives*“, Konzept greift hier. Nach Schmelzer/Sesselmann ermöglicht dieses Konzept durch Führung und Controlling eine kundenorientierte Steuerung der Geschäftsprozesse.<sup>8</sup> Auch Gadatsch spricht von Prozessmanagement als „*zentraler Bestandteil eines integrierten Konzepts für das Geschäftsprozess- und Workflow-Management.*“<sup>9</sup> Koch vereinfacht eine Abbildung von Gadatsch und zeigt die Einbindung ins Unternehmensbild (siehe Abbildung 2.1).<sup>10</sup>

Auch Nicolai sieht einen Wandel von der Aufbauorganisation zur Prozessorganisation.<sup>11</sup> Im Vergleich der beiden Organisationsformen ist die Prozessorganisation klar als die modernere und bessere erkennbar (siehe Tabelle 2.1).<sup>12</sup>

Die Merkmale des Prozessmanagements lassen sich wie folgt beschreiben:<sup>13</sup>

1. Kunden mit dauerhaftem Bedarf
2. Angebot mit definiertem Kundennutzen

---

<sup>5</sup>Vgl. Jeston/Nelis 2006, S.XIII.

<sup>6</sup>Vgl. Hirzel/Geiser/Gaida 2013, S.1.

<sup>7</sup>Vgl. Wagner 2003, S.4f.

<sup>8</sup>Vgl. Schmelzer/Sesselmann 2008, S.4f.

<sup>9</sup>Gadatsch 2012, S.1.

<sup>10</sup>Vgl. Koch 2011, S.11.

<sup>11</sup>Vgl. Nicolai 2009, S.182.

<sup>12</sup>Vgl. Koch 2011, S.12.

<sup>13</sup>Vgl. Hirzel 2013, S.5.

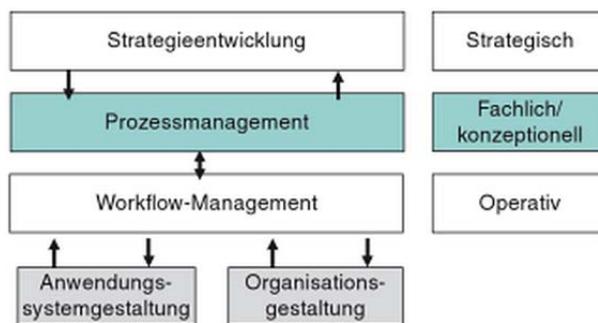


Abbildung 2.1: Einbindung des Prozessmanagement (Koch, 2011, S.11)

Funktionsorganisation	Prozessorganisation
Vertikale Ausrichtung	Horizontale Ausrichtung
Starke Arbeitsteilung	Arbeitsintegration
Verrichtungsorientiert	Objektbearbeitung
Tiefe Hierarchie	Flache Hierarchie
Abteilungsziele	Prozessziele
Ziel: Kosteneffizienz	Ziel: Kundenzufriedenheit, Produktivität
Zentrales Fremdcontrolling	Dezentrales Selbstcontrolling
Redundanzen in der Abwicklung	Kontinuierliche Verbesserung
Komplexität	Konzentration auf Wertschöpfung
	Transparenz

Tabelle 2.1: Vergleich Aufbau- und Prozessorganisation (Koch, 2011, S.12)

3. Wiederholte und stetig verbesserte Leistungserstellung
4. Organisationsübergreifende Wertschöpfungskette
5. Planungs- und Steuerungs-Aktivitäten
6. Eigene Zuständigkeit verknüpft mit Linienmanagement
7. Regelmäßig angepasste Ziel- und Leistungsvereinbarungen
8. Definierte Lieferantenbeziehung
9. Fokus auf Qualität

## 2.2 Der Prozess

Der Prozess als zugrundeliegendes Objekt einer „neuen“ Philosophie oder Sichtweise der Abläufe im Unternehmen hat viele Definitionen, oft sehr ähnlich und nur in Nuancen abgeändert.

Eine gute und sehr umfangreiche Beschreibung von Prozessen bietet die ISO 9000-Familie. Sie ist die Norm für die Einführung eines Qualitätsmanagement-Systems, das auf Prozessen und

deren Zusammenspiel basiert. Der Begriff Prozess wird dabei als „Satz von in Wechselbeziehung oder Wechselwirkung stehenden Tätigkeiten, der Eingaben in Ergebnisse umwandelt“ definiert.<sup>14</sup> Dazu folgen die Anmerkungen, dass die Eingaben / Input meist Ergebnisse aus anderen Prozessen sind (Prozesskette, Wechselwirkung) und diese normalerweise vom Management bzw. der Organisation geplant werden.<sup>15</sup> Daraus lässt sich schließen, dass die Konzeption der Prozesse und des Prozesssystems eine Management-Aufgabe darstellt.

Die klassische Darstellung des Prozesses (Abbildung 2.2) spricht von: Input (alle Faktoren, die für die Ausführung dieses Prozesses benötigt werden), Prozess (die Umwandlung der Inputfaktoren und damit die Wertschöpfung) und dem Output (fertiges Produkt/Dienstleistung inkl. Abfällen und Verschwendungen).<sup>16</sup>



Abbildung 2.2: Prozessdefinition (Wagner, 2003, S.6)

Diese Prozessdefinition lässt sich nun zu einem Regelkreis erweitern (Abbildung 2.3), in dem die zuvor festgelegten Prozessziele vom Prozessteam evaluiert werden und der Prozess daraufhin geändert/verbessert wird. Dieser Vorgang wird normalerweise protokolliert und in einer Prozessdokumentation (die auch die grafische Abbildung des Prozesses, seine Ziele und Input-/Outputfaktoren beinhaltet) festgehalten.

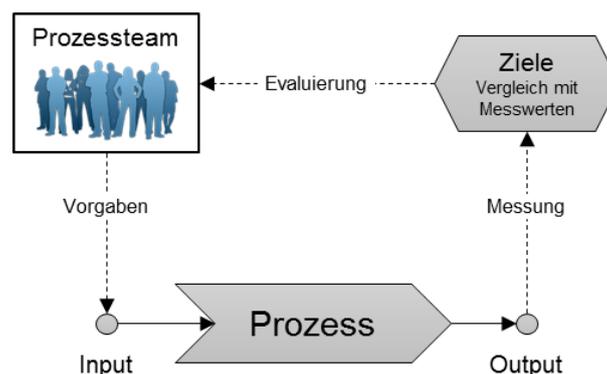


Abbildung 2.3: Prozessregelkreis (Wagner, 2003, S.6)

Eine umfassende Sammlung von Prozessdefinitionen findet sich in Koch<sup>17</sup>, eine ausführliche

<sup>14</sup>ISO 9000 2005, S.23.

<sup>15</sup>Vgl. ISO 9000 2005, S.23.

<sup>16</sup>Vgl. Wagner 2003, S.6.

<sup>17</sup>Vgl. Koch 2011, S.3ff.

Beschreibung von Prozess, Umfeld und Abgrenzung in Wagner/Lindner<sup>18</sup>. Die ISO 9000 Normenfamilie geht in der Beschreibung der Prozesse noch einen Schritt weiter und bettet den Prozess in ein ganzheitliches Qualitätsmanagementsystem ein.<sup>19</sup>

## 2.3 Grundlegende Aspekte

### Prozessorientierung

Wie bereits erwähnt ist ein Grundsatz des Prozessmanagements die Orientierung anhand von Prozessen. Dabei spielt der funktionale Aufbau im Unternehmen nur mehr eine geringfügige Rolle, die Prozesse und deren Verantwortlichen (s.g. Prozess-Owner) sind abteilungsübergreifend organisiert. Dies führt zu einer ganzheitlichen Sichtweise mit dem Kunden und seinen Anforderungen am Anfang und Ende. Verantwortungen für Prozessdurchführung (durch die Prozessmitarbeiter), Prozessverbesserung, Schnittstellen, usw. sind in der Prozessdokumentation klar definiert und für jeden im Unternehmen einsichtig.

### Kundenorientierung

*„Die oberste Leitung muss sicherstellen, dass die Kundenanforderungen ermittelt und mit dem Ziel der Erhöhung der Kundenzufriedenheit erfüllt werden.“<sup>20</sup>*

Der Fokus auf die Erhöhung der Kundenzufriedenheit ist deshalb von so großer Bedeutung, da die derzeitigen und zukünftigen Anforderungen und Bedürfnisse des Kunden den Fortbestand des Unternehmens entscheiden. So sind Unternehmen, die die Bedürfnisse ihrer Kunden verstehen für die Zukunft gerüstet.

### Qualitätspolitik

Die oberste Leitung muss sicherstellen, dass die Qualitätspolitik<sup>21</sup>

- (a) für den Zweck der Organisation angemessen ist,
- (b) eine Verpflichtung zur Erfüllung von Anforderungen und zur ständigen Verbesserung der Wirksamkeit des Qualitätsmanagementsystems enthält,
- (c) einen Rahmen zum Festlegen und Bewerten von Qualitätszielen bietet,
- (d) in der Organisation vermittelt und verstanden wird und
- (e) auf ihre fortlaufende Angemessenheit bewertet wird.

---

<sup>18</sup>Vgl. Wagner/Lindner 2013, S.68ff.

<sup>19</sup>ISO 9004 2009, S.7.

<sup>20</sup>ISO 9001 2008, S.20.

<sup>21</sup>ISO 9001 2008, S.20.

## Mitarbeiterorientierung

Prozessverbesserung funktioniert auch bottom-up, also von den Mitarbeitern im operativen Ablauf aufwärts. Dafür müssen sich Mitarbeiter mit ihrer Tätigkeit identifizieren können und diese selbstständig weiterentwickeln können. Die Basis ist der richtige Rahmen, der Eigenständigkeit und Selbststeuerung fördert, jedoch auch die Verantwortung für den Prozess bzw. Prozessschritte den Mitarbeitern übergibt. So lässt sich die Mitarbeiterzufriedenheit fördern, was indirekt oftmals zu einer Erhöhung von Qualität und Produktivität führt.<sup>22</sup>

## Orientierung an der Nutzleistung

Im perfekten Unternehmen werden nur Leistungen erbracht, die den Wert des Produkts bzw. der Dienstleistung aus Kundensicht erhöhen (und die damit „verrechnet“ werden können). Diese Leistung nennt sich *Nutzleistung* (z.B. Fertigung, Konstruktion, Montage).

In der Praxis sind jedoch unterschiedliche Formen der Verschwendung neben der Nutzleistung allgegenwärtig (siehe Abbildung 2.4). Diese können in *Stützleistung* (wertneutral, aber geplante Tätigkeiten, z.B. Rüstung, Produktionsplanung, Controlling), *Blindleistung* (ungeplant, z.B. Nacharbeit, Unterbrechung im Fluss) und *Fehlleistung* (wertmindernde Aktivitäten, z.B. fehlerhafte Produkte) unterteilt werden.<sup>23</sup>

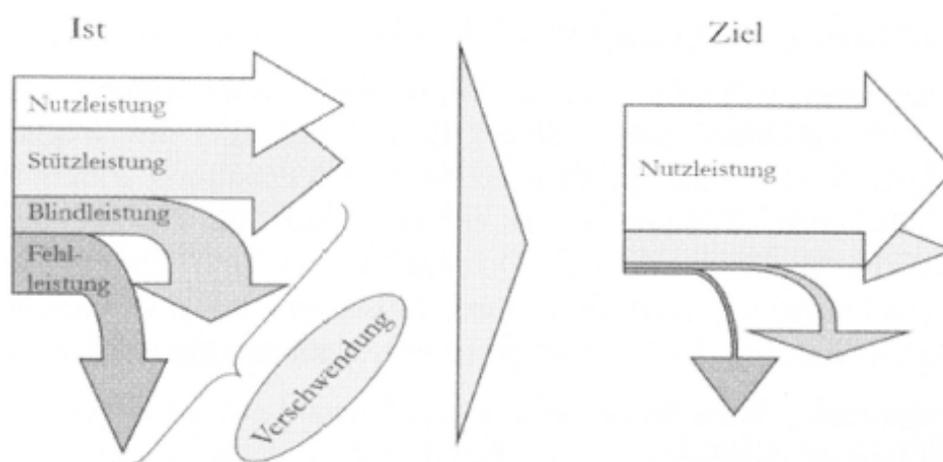


Abbildung 2.4: Nutz-, Stütz-, Blind- und Fehlleistung (Zsifkovits, 2013, S.324)

Ziel ist es nun, die Nutzleistung zu erhöhen, in dem Stütz-, Blind- und Fehlleistung gesenkt werden (Verminderung von Verschwendung).

<sup>22</sup>Vgl. Wagner/Lindner 2013, S.80f.

<sup>23</sup>Vgl. Zsifkovits 2013, S.324.

## 2.4 Die Prozesslandkarte

### Porters Wertkette

Prozesse lassen sich nach ihrer Funktion im Unternehmen unterschiedlich klassifizieren. So tragen z.B. Personalwirtschaft und Unternehmensführung nicht zur direkten Wertschöpfung bei, der klassische Weg des Produkts vom Wareneingang über Produktion zum Vertrieb hingegen schon. Porter trennt diese Prozesse daher in *Primäre Aktivitäten* und *Unterstützende Aktivitäten*, wie in Abbildung 2.5 zu sehen ist.

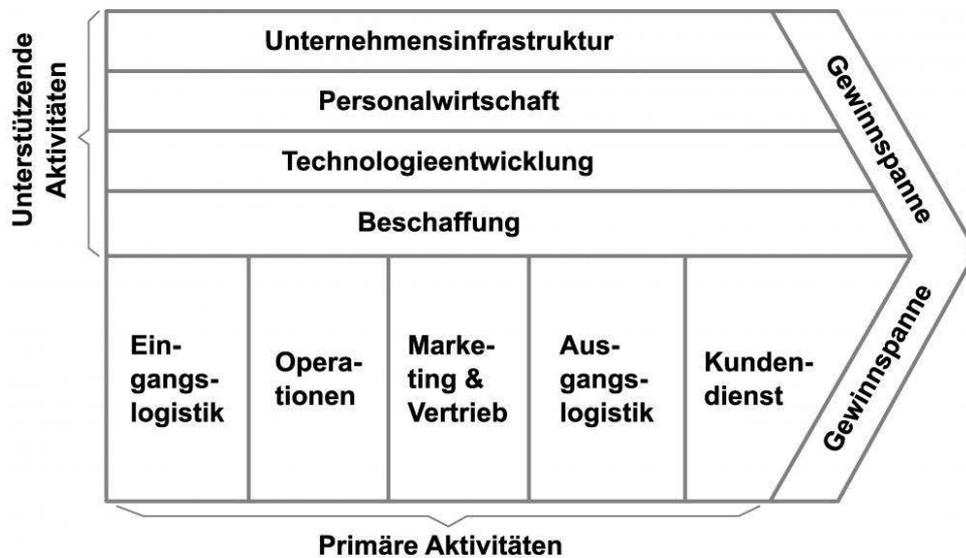


Abbildung 2.5: Wertkette nach Porter (Porter, 2000, S.66)

### Prozesslandkarte

Die Prozesslandkarte (Beispiel siehe Abbildung 2.6) ist eine weitere Möglichkeit der Unterteilung von Prozessen. Dabei werden Prozesse grundsätzlich folgendermaßen klassifiziert: *Managementprozesse* (z.B. Führung, Leitung des Unternehmens), *Kernprozesse* (oder Geschäftsprozesse: vgl. zu Porters Primären Aktivitäten) und *Unterstützende Prozesse* (z.B. IT, Personalverwaltung, Buchhaltung).<sup>24</sup>

Sie dient als Ankerpunkt und Übersicht über die Vorgänge im Unternehmen. Mithilfe einer detaillierten Prozesslandkarte, den unterliegenden Prozessen und Teilprozessen und deren Dokumentation sind sämtliche Vorgänge in einem Unternehmen festgehalten. Wurde dies vollständig und gewissenhaft durchgeführt, sollte es theoretisch möglich sein, als Laie, ohne

<sup>24</sup>Vgl. Wagner/Patzak 2007, S.67.

weiteren Einblick in das Unternehmen, die Produkte und Produktionsvorgänge zu verstehen und nachvollziehen zu können. Die Prozesslandkarte dient daher als auch als Wissensspeicher und Schulungsdokument.

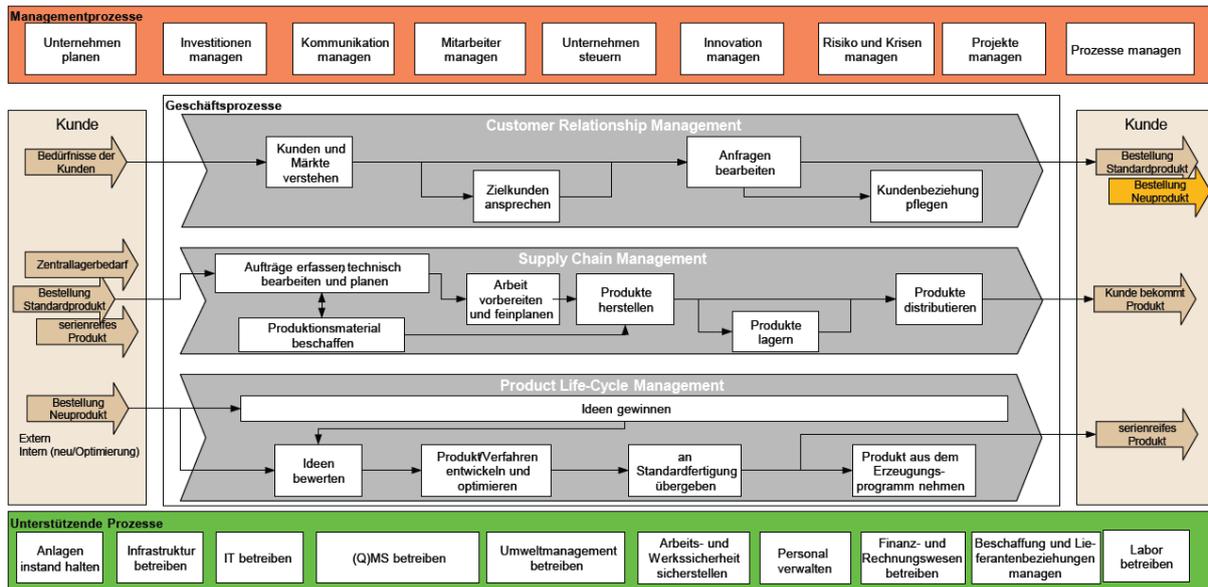


Abbildung 2.6: Beispiel einer Prozesslandkarte (Wagner/Patzak, 2007, S.67)

Die Prozesslandkarte wird dabei sowohl vom Management (top-down) als auch von den beteiligten Mitarbeitern der Prozesse (bottom-up) bearbeitet. Das obere Management definiert dabei die Prozessstrukturen und die Kernprozesse (siehe Abbildung 2.7: Ebene 0-2), das mittlere Management erweitert und spezifiziert die Prozesse (Ebene 3) und gemeinsam mit dem operativen Personal werden Teilprozesse und benötigte Dokumente definiert.

## 2.5 Der Prozesslebenszyklus

### 2.5.1 Übersicht

Im Beispiel der Prozesslandkarte (Abbildung 2.6) ist als Managementprozess *Prozesse managen* definiert. Dies wird unter anderem mithilfe des Prozesslebenszyklus (oder PLC<sup>25</sup>) durchgeführt. Der PLC spiegelt sich aus 4 Phasen zusammen:<sup>26</sup>

1. Prozess in Prozesslandkarte aufnehmen
2. Prozess erarbeiten
3. Prozess betreiben, steuern und verbessern

<sup>25</sup>Process Life Cycle

<sup>26</sup>Vgl. ÖNORM A9009 2013, S.12.

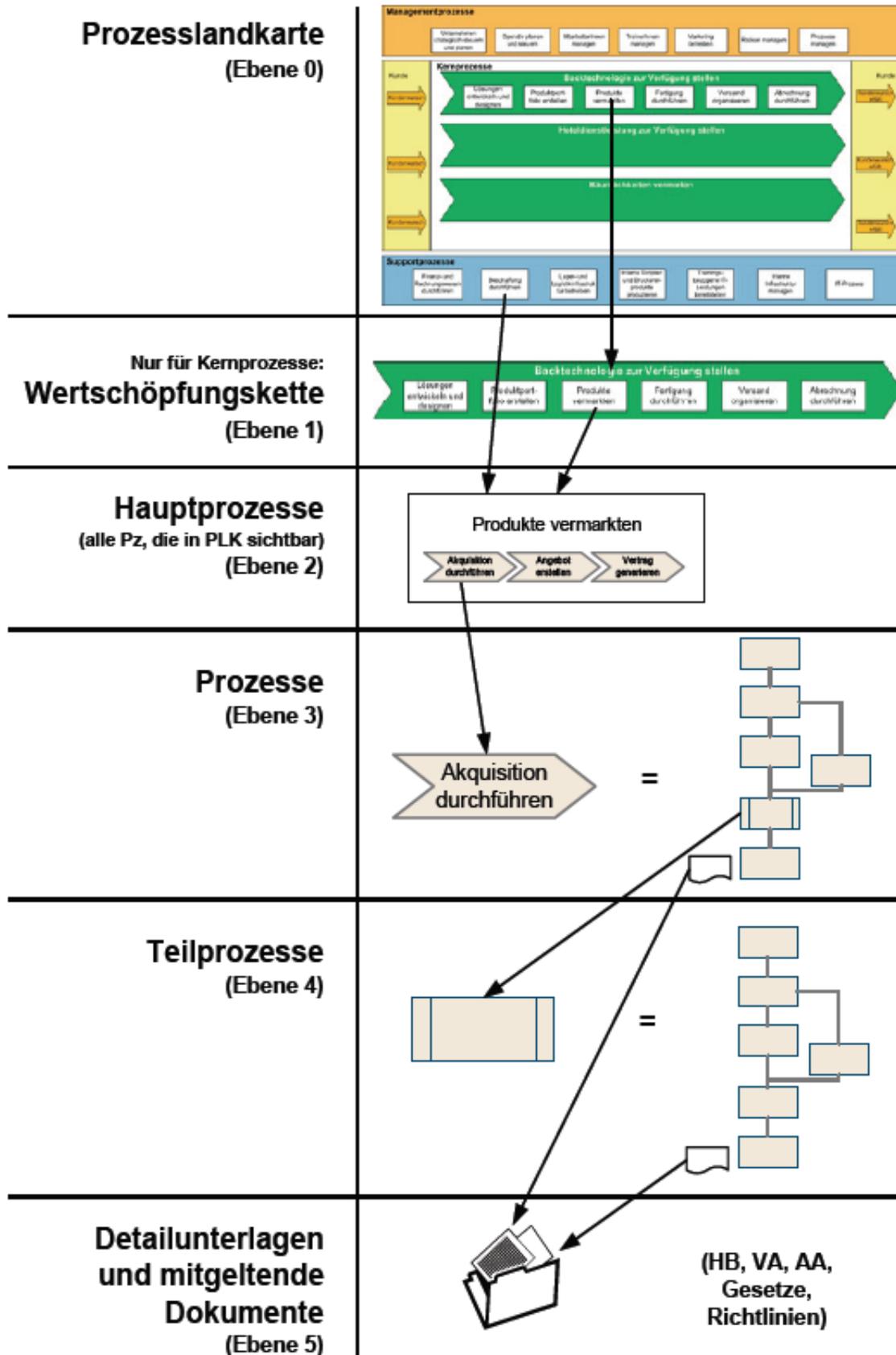


Abbildung 2.7: Ebenen der Prozesslandkarte (Wagner/Lindner, 2013, S.74)

## 4. Gesamtprozessleistung überwachen und steuern

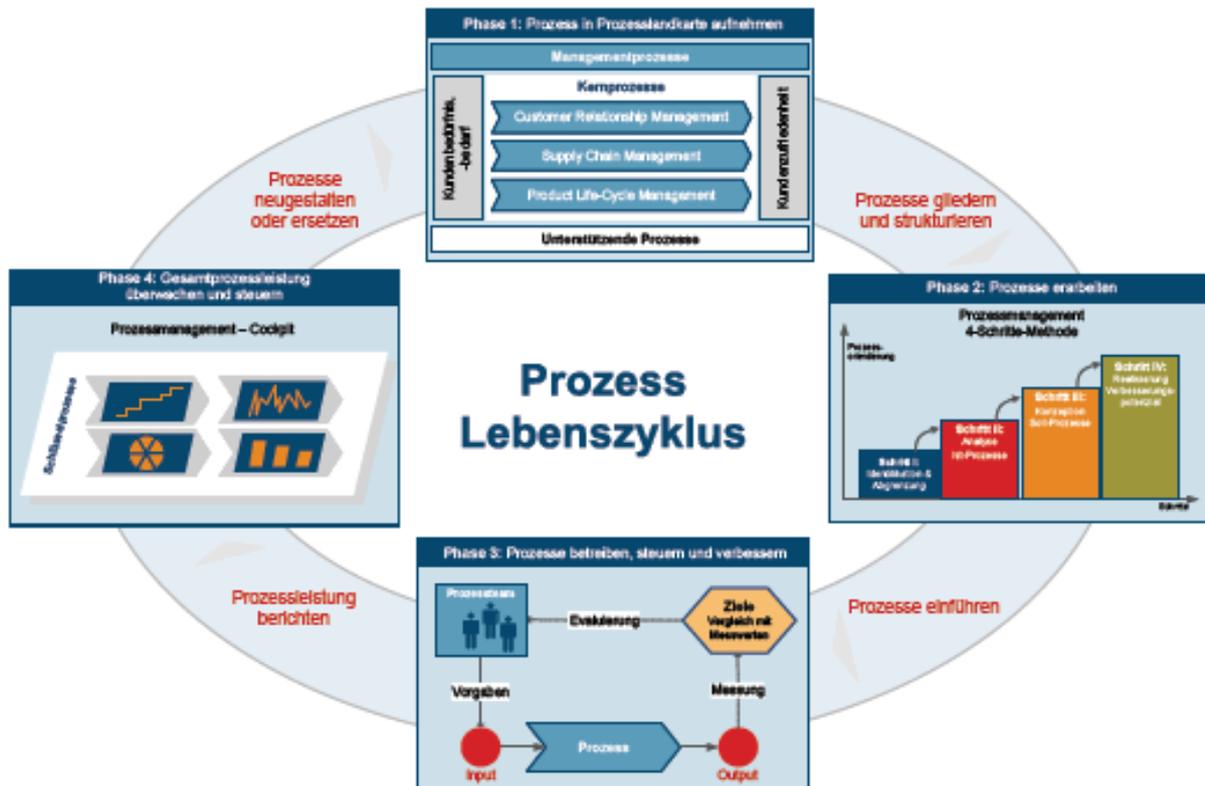


Abbildung 2.8: Der Prozesslebenszyklus (Önorm A9009:2013, S.12)

Aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet, zeigt der PLC weitere Eigenschaften:<sup>27</sup>

- Unterscheidung nach „System aufbauen“ (Phasen 1 & 2) und „System leben“ (Phasen 3 & 4)
- Unterscheidung nach „Multiprozessmanagement“ (Phasen 4 & 1) und „Einzelprozessmanagement“ (Phasen 2 & 3)

### 2.5.2 Phase 1: Prozesse in Prozesslandkarte aufnehmen

Bereits im Kapitel 2.4 beschrieben, beinhaltet die Prozesslandkarte alle Prozesse des Unternehmens. Sie wird hier nun in den PLC eingegliedert und ist Ausgangspunkt für die Erarbeitung der Prozesse in Phase 2.

Jeder neue Prozess wird in die Prozesslandkarte eingegliedert. Davor muss jedoch festgestellt werden, ob der Prozess von allen anderen Prozessen richtig abgetrennt wurde und sich nicht teilweise deckt (Prozesswürdigkeit). Seine Auswirkungen und Zusammenhänge mit anderen

<sup>27</sup>Vgl. Wagner/Lindner 2013, S.82ff.

Prozessen müssen genauso überprüft werden. Dies gilt auch bei Änderungen bereits integrierter Prozesse.<sup>28</sup>

### 2.5.3 Phase 2: Prozesse erarbeiten mit dem 4-Stufen-Modell

Dieses 4-Stufen-Modell wird durchlaufen, um den Prozess aktiv zu verbessern. Durchgeführt wird dies vom Prozessteam, dass sich aus dem Prozess-Owner (Verantwortlicher) und den Prozessteam-Mitgliedern zusammensetzt. Außerdem ist es hilfreich, andere Prozessbeteiligte, wie z.B. den Kunden (intern im nachfolgenden Prozess), Lieferanten (Verantwortliche des vorangegangenen Prozesses) oder Fachpersonen aus fremden Abteilungen mit einzubinden, da diese wertvolle Ideen einbringen können.<sup>29</sup>

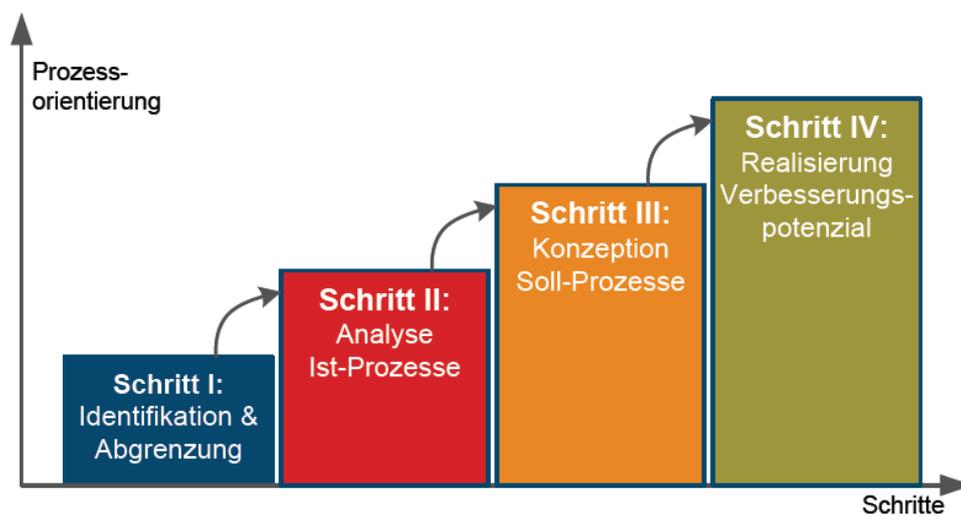


Abbildung 2.9: 4-Stufen-Modell (Wagner/Patzak, 2007, S.12)

#### 2.5.3.1 Stufe 1: Prozessidentifikation und Abgrenzung

Der Prozess muss sauber nach allen Seiten abgegrenzt sein, d.h. sein erster und letzter Prozessschritt sind festgelegt. Folgende Punkte sind dabei zu bestimmen:<sup>30</sup>

- Prozesszweck: Was soll erreicht werden?
- Kunden des Prozesses und seine Erwartungen
- Input: Roh-, Hilfs- & Betriebsstoffe, Dokumente, Personal, Daten, Unterlagen, Dienstleistungen, Informationen
- Output: Produkte, Nebenprodukte, Dokumente, Daten, Unterlagen, etc.

<sup>28</sup>Vgl. Wagner 2003, S.29.

<sup>29</sup>Vgl. Wagner 2003, S.45.

<sup>30</sup>Vgl. Wagner 2003, S.47f.

- Erster Prozessschritt: klare Angrenzung nach vorne
- Letzter Prozessschritt: klare Angrenzung nach hinten
- Schnittstellen: zu anderen Prozessen, Bereichen, Systemen, etc.
- Erfolgsfaktoren: Welches sind die wichtigsten Voraussetzungen, damit der Prozess zur Zufriedenheit aller Beteiligten abläuft.
- Unterlagen: Checklisten, Arbeitsanweisungen, Prozessdokumentation, die zur Ausführung des Prozesses notwendig sind

### 2.5.3.2 Stufe 2: Analyse Ist-Prozess

Nach der Abgrenzung wird der Ist-Zustand des Prozesses aufgenommen (Ausnahme: Konzipierung neuer Prozess). Dabei wird der Prozess genau so dokumentiert, wie er von den Mitarbeitern tatsächlich ausgeführt wird (Achtung Falle: Der Soll-Zustand hat hier nichts verloren!). Zuerst werden einzelne Prozessschritte, Schnittstellen, etc. aufgenommen (Prozessanalyse), danach wird der Prozess visualisiert und zu Papier gebracht (Prozessmodellierung, Prozessmapping).

Wagner sieht in der Prozessanalyse folgende Punkte als entscheidend an:<sup>31</sup>

1. Untersuchung auf Wertschöpfung:  
Ist der Prozess wertschöpfend und erzeugt Nutzleistung mit Kundennutzen? Unterteilung in wertschöpfende und nicht wertschöpfende Tätigkeiten (z.B. Vorbereitung, prozessbedingte Lagerung, Kontrolle/Prüfen) sowie in Verschwendung.
2. Momente der Wahrheit  
Der Moment, in dem der Kunde Kontakt mit dem Unternehmen oder dem Produkt hat. Er hat entscheidender Einfluss auf den Eindruck und somit auf das Urteil des Kunden.
3. Stimme des Kunden  
Erhebung der tatsächlichen Erfüllung der Erwartungen der Kunden. Diese kann quantitativ (Auswertung Kundenzufriedenheit) und/oder qualitativ (Feedback aus dem Vertrieb) geschehen.
4. Schnittstellen  
Zu welchen Prozessen gibt es Schnittstellen? Was (Informationen, Daten, etc.) und in welcher Form wird dort übergeben?
5. Einflussfaktoren  
Untersuchung des Prozesses auf die „7M“: Mensch, Maschine, Material, Methode, Messung, Management, Milieu/Mitwelt/Umwelt

---

<sup>31</sup>Vgl. Wagner 2003, S.53ff.

6. betriebswirtschaftliche Analysemethoden  
Gemeinkosten-Wertanalyse; Cost-Driver-Analyse; Aktivitätenanalyse; Messung der Prozessleistung
7. 6-W-Fragetechnik zur Ortung von Verbesserungen  
Problemstellungen (aber auch Prozessabläufe) mit 6 W-Fragen hinterfragen: Wer? Was? Wann? Wo? Wie? Warum?
8. sonstige Analysemethoden  
Zur weiteren Prozessanalyse können sämtliche prozessrelevanten Informationen herangezogen werden (Durchlaufzeiten, Reklamationen, Fehleranalysen, etc.).

Wagner/Lindner fassen die Prozessanalyse noch weiter und definieren Optimierungsperspektiven. Folgende Aufzählung zeigt diese Sichten und deren Methoden:<sup>32</sup>

1. Kundensicht  
Erhebung der Kundenzufriedenheit; Momente der Wahrheit/Kundenkontaktstellenanalyse; Die Stimme des Kunden (Erwartungen an das Produkt); Gap-Analyse (Ursachenerhebung für Differenz von erwarteter und erbrachter Leistung)
2. Wirtschaftlichkeitssicht  
Gemeinkosten-Wertanalyse; Cost-Driver-Analyse; Prozesskostenrechnung
3. Risikosicht  
Risiko durch Risikomanagement verfrüht erkennen und reagieren; zentrale Methode: prozessbezogene Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)
4. Fähigkeitssicht  
Die Fähigkeit von Prozessen kann über Reifegradmodelle untersucht werden. Identifikation von Stärken, Schwächen und Risiken; Die Norm ISO 15504, s.g. SPICE - Software Process Improvement and Capability Determination<sup>33</sup>, gibt einen Rahmen dafür vor.
5. Informationssicht  
Neben dem Produktfluss ist in jedem Prozess auch immer ein Informationsfluss identifizierbar. Diese kann z.B. durch die Wertstrommethode visualisiert werden. Die Darstellung von verwendeten Medien, Systembrüchen und Plattformen kann dabei sehr informativ sein.
6. Organisationssicht  
Stellt Verantwortungen entlang des Prozessablaufs dar. Anwendbar sind unter anderem

---

<sup>32</sup>Vgl. Wagner/Lindner 2013, S.92ff.

<sup>33</sup>Vgl. ISO 15504 2012.

Flussdiagramme (mit seitlicher Erweiterung) und die BPMN-Swimlane-Darstellung. Methoden: Schnittstellenanalyse; Kompetenzanalyse; Ablaufanalyse (zeigt Ablaufprobleme und Effizienzpotentiale auf, Grundlage ist die Darstellung des Ist-Prozesses)

Eine weitere Methode zur Unterstützung der Ist-Analyse ist der Einsatz von Benchmarking für diesen Prozess. Dabei wird der Prozess und seine Kennzahlen mit anderen Unternehmen oder Unternehmensteilen (unterschiedliche Werke, Regionen) verglichen, dies muss jedoch nicht zwangsweise in der selben Branche geschehen. Wichtig ist die Vergleichbarkeit der Prozesse und die Bedingungen, unter denen verglichen wird. Oftmalig werden Beratungsunternehmen für Benchmarking herangezogen, denen anonymisiert Daten aus der ganzen Branche zur Verfügung stehen.<sup>34</sup>

Grundsätze und Methoden der Prozessmodellierung werden in Kapitel 2.6 vorgestellt, die Ziele und Methoden der Prozessoptimierung in Kapitel 2.7.

### 2.5.3.3 Stufe 3: Konzeption Soll-Prozess

Nach Abschluss der Ist-Analyse und der Erkenntnis von Verbesserungspotentialen gilt es nun, diese in den Prozess zu integrieren. Es wird dabei im Prozessteam gearbeitet, eventuell sollten auch die Prozessverantwortlichen und die Personen zugegen sein, die den Prozess derzeit durchführen/umsetzen. Die Verbesserungspotentiale werden hier nun in Verbesserungsmaßnahmen umgewandelt, die in den neuen Soll-Prozess einfließen.

Zusätzlich kann das Sollmodell durch weitere Informationen wie Prozessänderungen, geplante Durchlaufzeit/Kosten/Häufigkeit, Datenmodell (bei EDV-Anwendungen) ergänzt werden.<sup>35</sup>

Ansätze für neue Prozesse ergeben sich durch:<sup>36</sup>

- Eliminieren überflüssiger/hinzufügen fehlender Prozesse bzw. Unterprozesse
- Änderungen der Prozessreihenfolge
- Integration/Zusammenlegung von Prozessen
- Automatisierung
- Parallelisieren und Beschleunigen von Prozessen

Nach Konzeption des Soll-Prozesses und seiner Darstellung erfolgt das Festlegen von Prozesszielen und Kennzahlen. Die Prozessziele ergeben sich einerseits aus den strategischen Zielen

<sup>34</sup>Vgl. Speck/Schnetgöke 2000, S.144f.

<sup>35</sup>Vgl. Speck/Schnetgöke 2005, S.211.

<sup>36</sup>Vgl. Koch 2011, S.93.

der Organisation und andererseits aus der Erfahrung der Mitarbeiter. Dabei ist jedoch immer(!) die Kundensicht miteinzubeziehen. Für die Sicherstellung der Quantifizierbarkeit jedes Ziels werden diesem Ziel Messgrößen/Kennzahlen hinterlegt. Für jede Messgröße ist anzuführen: Prozessziel, Messgröße, Zielwert, Messmethode, Messfrequenz, Verantwortung.<sup>37</sup>

#### 2.5.3.4 Stufe 4: Realisierung Verbesserungspotential

In Stufe 4 wird nun die Einführung des Soll-Prozesses gemanagt. Dabei werden die definierten Maßnahmen zur Veränderung des Ist-Modells durchgeführt, um zum Soll-Prozess zu kommen. Die Weg bzw. die Art und Weise der Implementierung ist in der Theorie nicht klar zu definieren. Sie hängt sehr stark von kulturellen und politischen Gegebenheiten im Unternehmen ab. Nach diesen Gegebenheiten und dem Umfang der Reorganisation sind geeignete Maßnahmen zu wählen (in den letzten Jahren hat sich daraus ein ganzes Forschungsgebiet entwickelt - Change Management).<sup>38</sup>

Prinzipiell lässt sich in der Umsetzung aus zwei Ansätzen wählen: „*Big Bang*“ vs. „*Step by Step*“, bzw. Mischformen der beiden. Bei einer Step-by-Step-Einführung werden die Änderungen zuerst in einem Pilotprojekt (z.B. eigenständiges Werk, Abteilung, etc.) umgesetzt und getestet und die Auswirkungen genau analysiert. Erst dann werden schrittweise andere Werke/Abteilungen geändert. Bei einem Big-bang erfolgt die Umsetzung des Soll unternehmensweit gleichzeitig, der potentielle Nutzen ist gegenüber der schrittweisen Einführung höher. Es herrschen kürzere Einführungszeiträume, alle Änderungen können in einem Schritt umgesetzt werden (punktuell höherer Aufwand, langfristig weniger Aufwand). Das Risiko ist hierbei allerdings höher, da die Auswirkungen der Änderungen unbekannt sind.<sup>39</sup>

#### 2.5.4 Phase 3: Prozesse betreiben, steuern und verbessern

Der Start in Phase 3 bedeutet, dass das System nun vollständig aufgebaut ist. Das heißt der Prozess wurde aufgenommen, analysiert, verbessert und ist nun wieder in den operativen Betrieb eingegliedert. Die Steuerung erfolgt nach Prinzip des Regelkreises (siehe Abbildung 2.3).

Der Prozess liefert nun einen Output, der nach den bestimmten Kennzahlen im Stufe 3 der 4-Stufen-Modells gemessen werden kann. Wird das Ziel nicht erreicht, so hat das Prozessteam bzw. der Prozessverantwortliche die Aufgabe, steuernd in den Prozess einzugreifen.<sup>40</sup>

Zur Visualisierung des Prozesses in der Produktion dient am besten die sogenannte Info-tafel. Dort sind allgemeine Informationen wie die Qualitätspolitik des Unternehmens und

---

<sup>37</sup>Vgl. Wagner 2003, S.72ff.

<sup>38</sup>Vgl. Krüger 1994, S.217.

<sup>39</sup>Vgl. Laske 2000, S.233.

<sup>40</sup>Vgl. Wagner 2003, S.85.

Unternehmensziele und prozessspezifische Informationen dargestellt. Die prozessspezifischen Informationen sind unter anderem die Prozessziele, das Prozessteam an sich, der Prozessablauf, Maßnahmen und der Prozessreport. Der Prozessreport ist wiederum ein Überblick über die Prozessziele (definiert in Phase 2: Schritt 3) und deren Erreichung.<sup>41</sup>

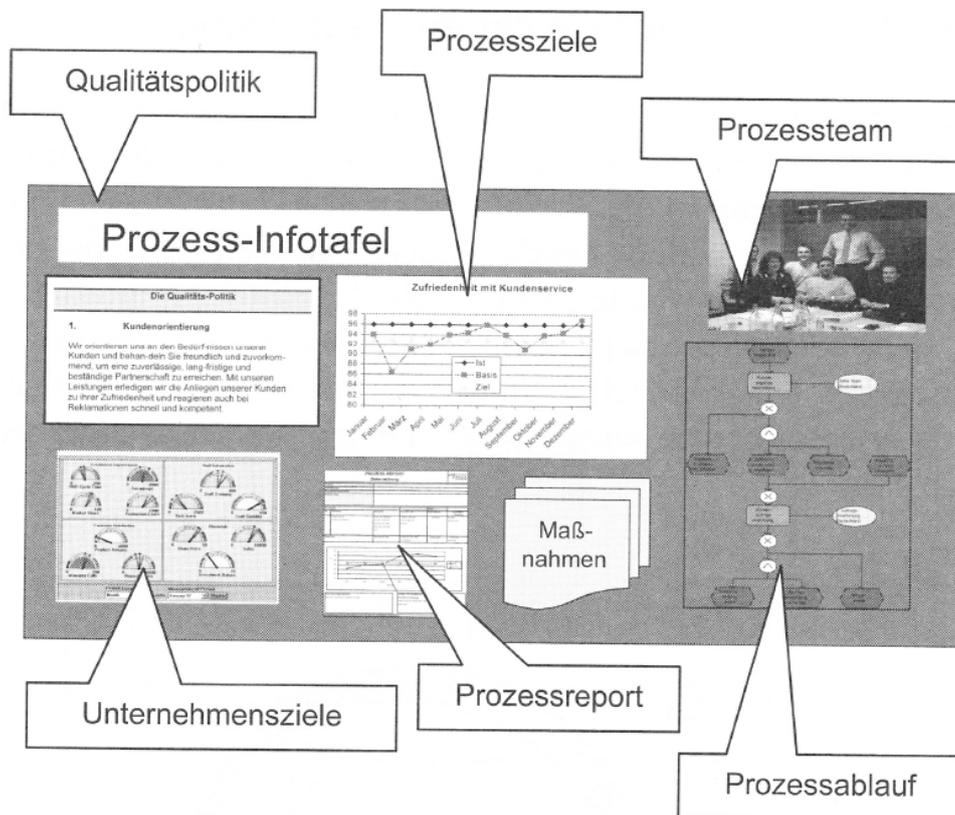


Abbildung 2.10: Prozess-Infotafel (Wagner, 2003, S.86)

### 2.5.5 Phase 4: Gesamtprozessleistung überwachen und steuern

*„Unter dem Überwachen und Steuern der Gesamtprozessleistung wird der Abgleich der operativen Leistung mit der Strategie, die Bewertung und Steuerung des Zusammenwirkens der verschiedenen Prozessziele, mögliche Änderungen oder Adaptierung von Zielen und Zielwerten sowie die Entscheidung zu Maßnahmen verstanden.“<sup>42</sup>*

Dreht sich die Steuerung in Phase 3 also um die Erreichung der gesetzten Ziele und die Umsetzung des Solls, so ist in Phase 4 die Einbindung des Prozesses in die Unternehmensstrategie der Fokus. Sie ist damit nicht mehr im operativen sondern im strategischen Management

<sup>41</sup>Vgl. Wagner 2003, S.85ff.

<sup>42</sup>Wagner/Lindner 2013, S.107.

anzusiedeln. Auch können hier Ziele umformuliert, korrigiert bzw. neue Ziele gesteckt werden, wenn sich in Phase 3 ein Änderungsbedarf abzeichnet.

Der Prozesslebenszyklus ist damit abgeschlossen, der Prozess läuft. Sollten sich nun Rahmenbedingungen ändern (etwa durch eine Strategieänderung, Änderung der Gesetzeslage, etc.), wird nun erneut Phase 1 angestoßen und der Lebenszyklus beginnt von neuem mit einer Prozessabgrenzung.

## 2.6 Prozessmodellierung

### Grundsätze der Modellierung

Angelehnt an die Grundsätze ordnungsgemäßer Buchhaltung (GoB), die große Anwendung finden, wurde in den letzten Jahren ein analoges Framework zur Prozessmodellierung geschaffen: die Grundsätze der Modellierung (GoM). Ziel war dabei die Entwicklung von Maßnahmen, die eine vergleichbare und qualitätsgerechte Modellerstellung erlauben. Dabei sind die Grundregeln der einzelnen Modellierungsmethoden nicht ausreichend, um zu einem „guten“ Modell zu gelangen. Die Grundregeln:<sup>43</sup>

1. Grundsatz der Richtigkeit:

Hier wird zwischen der syntaktischen und der semantischen Richtigkeit unterschieden. Ein Modell ist dann syntaktisch richtig, wenn es seinen Modellierungsregeln (Abfolge von Objekten, Welches Objekt wird für welche Tätigkeit herangezogen?, usw.) entspricht. Die semantische Richtigkeit ist schwerer messbar und bezieht sich auf die Güte eines Modells. Diese ist fast nur qualitativ mithilfe von Sachkundigen festzustellen, die gewillt sind, dieses Modell mit „bestem Wissen und Gewissen“ möglichst wirklichkeitsgetreu darzustellen.

2. Grundsatz der Relevanz:

Im Gegensatz zum Grundsatz der Vollständigkeit in den GoB ist es in der Modellierung nicht Ziel, vollständig abzubilden. Es sollen nur die Sachverhalte modelliert werden, die für den zugrunde liegenden Modellierungszweck relevant sind.

3. Grundsatz der Wirtschaftlichkeit:

Der Aufwand in der Modellierung steigt mit dem Detaillierungsgrad des Modells. Das Optimum stellt hier der perfekt auf die Anforderungen angepasste und modellierte Prozess ohne Aufwand (und Kosten) für die Modellierung dar. In der Praxis muss hier jedoch eine Ausgewogenheit hergestellt werden. Ziel ist es einen Detaillierungsgrad zu bestimmen, bei dem der Nutzen des Modells den Erstellungsaufwand rechtfertigt.

<sup>43</sup>Vgl. Becker/Probandt/Vering 2012, S.31ff.

#### 4. Grundsatz der Klarheit:

Ziel des Grundsatz der Klarheit ist die Verständlichkeit der Modelle. Leichte Lesbarkeit und Anschaulichkeit werden fokussiert, nach dem Prinzip „so einfach wie möglich, so kompliziert wie nötig“. So sollte zum Beispiel ein Prozess immer auf einer A4-Seite Platz finden, ansonsten sind Prozessschritte in Teilprozesse auszulagern.

#### 5. Grundsatz der Vergleichbarkeit:

Modelle, die mit unterschiedlichen Modellierungsmethoden erstellt worden sind, sollen weiterhin vergleichbar sein. Daher sind gleiche Abläufe in der realen Welt mit gleichen Abläufen im System festzulegen.

#### 6. Grundsatz des systematischen Aufbaus:

Oft kommen bei der Modellierung unterschiedliche Sichten zum Einsatz (Organisations-sicht, Prozesssicht, Datensicht). Hier muss klargelegt werden, dass in der Prozesssicht nur auf Daten Bezug genommen wird, die in der Datensicht auch vorhanden sind.

## Ziele der Modellierung

Koch definiert folgende Ziele für Prozessmodelle:<sup>44</sup>

- **Transparenz:** Prozessbeteiligte kennen ihre Aufgaben, Verständnis für Tätigkeiten, Funktionen, etc. wird erhöht
- **Fehlervermeidung:** Fehlerfreie Prozesse erhöhen Termintreue, Qualität und Kundenzufriedenheit.
- **Kostenreduktion:** kann nur durch genaue Kenntnis der Einsparungspotentiale erreicht werden (siehe Ist-Analyse)
- **Dokumentation/Wissensmanagement:** Objektivität wird gefördert, Wissen nachhaltig generiert und festgehalten
- **Erleichterte Einarbeitung neuer Mitarbeiter:** Unterstützung durch Visualisierung
- **Erhöhte Mitarbeitermotivation:** erleichterte Verdeutlichung von Verantwortung, „Denken über den Rand des eigenen Schreibtisches“
- **Auswertungsmöglichkeiten:** „You can't manage, what you can't measure!“
- **Prozessoptimierung:** Erkennen von Verbesserungspotentialen
- **Simulationen:** Auf Basis der Modelle können Simulationen erstellt werden, um z.B. Engpässe zu erkennen.

---

<sup>44</sup>Vgl. Koch 2011, S.47.

- Zertifizierung: Prozessmodelle sind die standardisierte Dokumentationsform für eine Zertifizierung nach ISO 9000
- Basis für informationstechnische Unterstützung: Grundlage für die Entwicklung und Einführung von Softwaresystemen

## Modellierungsmethoden

Es gibt unterschiedliche Methoden der Modellierung, die alle eine andere Herkunft haben und damit andere Zwecke erfüllen. Gadatsch gibt einen guten Überblick (Abbildung 2.11) über vieler dieser Methoden, einige ausgewählt sind in diesem Kapitel erwähnt.<sup>45</sup>

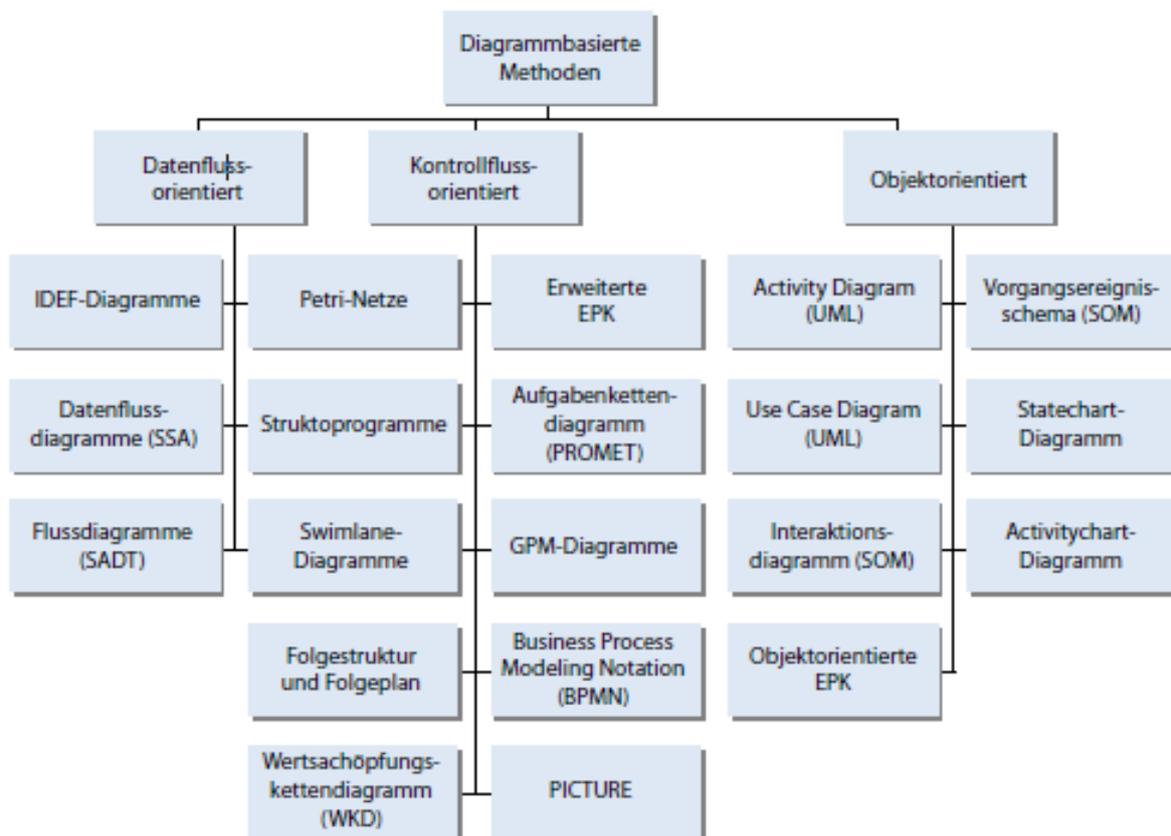


Abbildung 2.11: Übersicht Methoden der Prozessmodellierung (Gadatsch, 2012, S.64)

### Ereignisgesteuerte Prozesskette (ePK)

Die ePK als Methode hat sich im Rahmen der Business Intelligence Software ARIS entwickelt. ARIS dient der Modellierung von Geschäftsprozessen, dabei kommen unterschiedliche Sichten (Organisations-, Daten-, Steuerungs-, Funktions- und Leistungssicht) auf das Modell zum

<sup>45</sup>Vgl. Gadatsch 2012, S.63ff.

Einsatz, die alle differenzierten Nutzen mit sich bringen.<sup>46</sup> Die Visualisierungsmethode in der Steuerungssicht ist dabei die ePK. Dabei beginnt und endet jeder Prozess mit einem Ereignis. Auf ein Ereignis können eine oder mehrere Funktionen folgen (und/oder-Beziehung), es wird jedoch auch immer durch eine Funktion ausgelöst.<sup>47</sup>

### **Wertschöpfungskettendiagramm (WKD)**

Die Prozesslandkarte wird mithilfe dieser Methode dargestellt. Das WKD findet Verwendung für die Übersicht von Unternehmensprozessen und dient als Basis für eine anschließende detaillierte Modellierung.<sup>48</sup>

### **Flussdiagramm, Flowchart**

Entstanden ist das Flussdiagramm zur Darstellung in der Programmierung, hat aber aufgrund der Bekanntheit seiner Symbole (nach DIN 66001) große Verbreitung gefunden. Es ist ein sehr einfaches Mittel der Prozessdarstellung, wird leicht verstanden und ist sehr einfach adaptierbar. Das Flussdiagramm eignet sich gut für Prozesse mit geringem Umfang, da es bei höherer Komplexität meist unübersichtlich wird. Als Symbole werden das Rechteck für Bearbeitung und Operationen, die Raute für Entscheidungen, der Kreis für Verweise, der langgezogene Kreis für Start und Ende und ein einfacher Pfeil für den Informationsfluss verwendet.<sup>49</sup>

### **Business Process Model and Notation (BPMN)**

Ziel des Standards „Business Process Model and Notation“ ist die Entwicklung einer grafischen Prozessnotation, die auch für die Prozessautomatisierung geeignet ist und dort verwendet werden kann. Sie ist in der Norm ISO 19510:2013 international standardisiert. Eine „Process Engine“ (Programm zur Ausführung von Prozessen), z.B. in der Software „Visual Paradigm“ eingebettet, kann Prozesse nach dieser Notation lesen und ausführen. Die BPMN ist ein Bestandteil der BPMS-Modellierungsmethode.<sup>50</sup>

### **Prozessreferenzmodell SCOR**

Das Prozessreferenzmodell SCOR-Modell (Supply Chain Operations Reference Model) wurde zur Beschreibung von Geschäftsprozessen in sämtlicher Phasen und Detaillierungsgraden entwickelt. Es ist branchenunabhängig und wird vom Supply Chain Council (Non-profit Organisation) herausgegeben und weiterentwickelt und dient als Industriestandard für unternehmensinterne

---

<sup>46</sup>Vgl. Scheer 1998, S.1ff.

<sup>47</sup>Vgl. Scheer 1998, S.125ff.

<sup>48</sup>Vgl. Koch 2011, S.54f.

<sup>49</sup>Vgl. Becker 2008, S.126f.

<sup>50</sup>Vgl. Freund/Rücker 2012, S.8ff.

und -übergreifende Kommunikation. Die Referenzprozesse im Modell dienen allen teilnehmenden Unternehmen als Modellierungshilfe und Benchmark.<sup>51</sup>

Im Modell wird in die fünf Hauptprozesse *Plan*, *Source*, *Make*, *Deliver* und *Return* unterschieden.

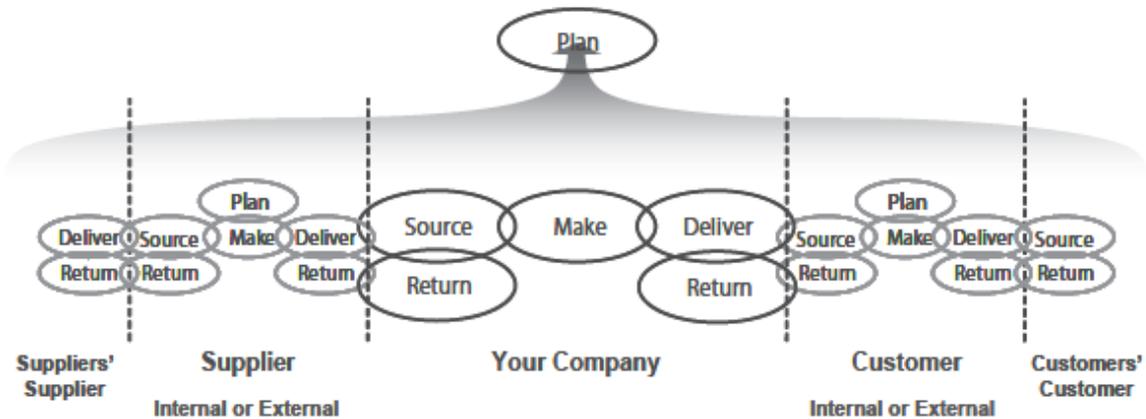


Abbildung 2.12: SCOR-Modell (SCOR, 2010, S.11)

## 2.7 Prozessoptimierung

### Ansätze der Optimierung

Grundsätzlich lässt sich in der Prozessoptimierung zwischen zwei Ansätzen unterscheiden:<sup>52</sup>

- Prozesserneuerung (Revolution)
- und Prozessverbesserung (Evolution).

Erfolgt eine Revolution und danach ein striktes Halten des Status Quo, so entsteht ein Leistungsverlust, der durch eine erneute Revolution erst wieder aufzuholen ist. Erst die kontinuierlichen Prozessverbesserung bringt Progress.

Aufgrund dieser unterschiedlichen Sichtweisen bzw. Ansätze der Prozesserneuerung und Prozessverbesserung sind deren Methoden sehr differenziert und gut abzugrenzen. Ein sehr bekannter Begriff in Rahmen der Prozesserneuerung ist das *Business Reengineering* (wenn es das komplette Unternehmen betrifft) oder *Business Process Reengineering* (wenn nur einzelne Prozesse betroffen sind). Ziel ist hierbei ein großer Sprung (Verbesserung) in der Leistung durch wenige, effektive Maßnahmen. Im Gegensatz dazu steht die inkrementelle und laufende Verbesserung, die sich an den bestehenden Prozessen orientiert und diese schrittweise verbessert. Die geläufigsten Methoden sind dabei der *kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP)*, auch unter

<sup>51</sup>Vgl. Supply Chain Council 2010.

<sup>52</sup>Vgl. Koch 2011, S.115f.

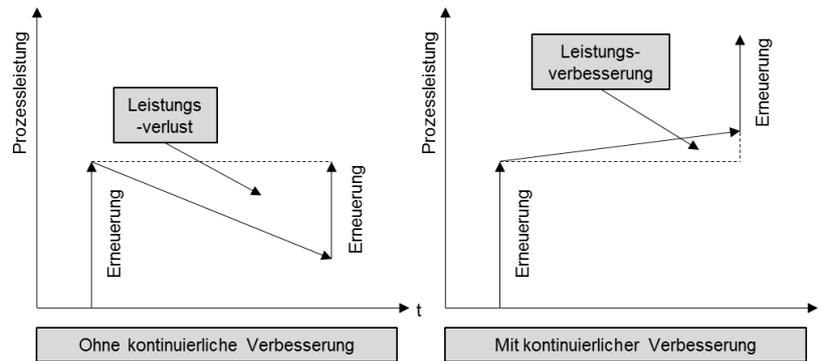


Abbildung 2.13: Zusammenspiel Prozesserneuerung und -verbesserung (Koch, 2011, S.116)

*Kaizen* bekannt, die statistische Auswertungsmethode *Six Sigma* und der *Deming-Kreis* oder *PDCA-Zyklus*.<sup>53</sup>

Im Folgenden sollen nun einige ausgewählte Methoden kurz vorgestellt werden.

## Ziele der Optimierung

Becker erweitert die klassischen Optimierungsziele Qualität, Zeit, Kosten um die Ziele Flexibilität und Kapitaleinsatz, die jedoch mit den anderen Zielen teilweise überlappen und teilweise konkurrieren. Die Kapitalbindung wird von Unternehmen zunehmend fokussiert, dabei gilt es das Umlaufvermögen zu reduzieren (z.B. durch Senkung der Bestände) und kapitalintensive Prozesse zu optimieren.<sup>54</sup>

Des weiteren gibt er zehn Grundsätze für gute Prozesse an: effektiv, effizient, beherrscht, deterministisch, atomar, flexibel, robust, neben- oder nachwirkungsfrei, dokumentiert und ständig verbesserbar.

## Business Process Reengineering (BPR)

Business Reengineering oder Business Process Reengineering (als kleinere Version, bei der nur einzelne Prozesse erneuert werden) bedeutet immer einen Neubeginn. Es bedeutet nicht kleine Verbesserungen, Fehler aufdecken und Verhaltensweisen danach richten oder „Feintuning“ der Prozesse. BPR heißt radikaler Wandel, Fokus auf das Soll und außer Acht lassen des Ist (zumindest im ersten Schritt). Hammer/Champy definieren dazu 4 „Key Words“:<sup>55</sup>

- Fundamental: Die Organisation muss sich den grundsätzlichen Fragen des Unternehmens stellen: Warum tun wir das, was wir tun? Warum tun wir es auf die Art und Weise? Der Fokus liegt am „Was“ und nicht am „Wie“.

<sup>53</sup>Vgl. Koch 2011, S.115f.

<sup>54</sup>Vgl. Becker 2008, S.13f.

<sup>55</sup>Vgl. Hammer/Champy 2002, S.34ff.

- Radikal: Radikales Redesign heißt an der Wurzel angreifen. Es dreht sich um die Neuerung des Unternehmens/der Prozesse und nicht um Verbesserung.
- Dramatisch: Reengineering ist nur dann sinnvoll (und sollte auch nur dann angewandt werden), wenn drastische und große Maßnahmen unumgänglich sind. Hammer und Champy sehen diese Not in drei Arten von Unternehmen: Unternehmen die bereits in großen Schwierigkeiten sind; Unternehmen die dies noch nicht sind, deren Management aber erkennt, das sie es bald sein werden und Unternehmen die völlig gesund und am Gipfel ihres Tuns sind, deren Management jedoch aggressiv und ehrgeizig daran arbeitet, dem Wettbewerb einen weiteren Schritt voraus zu sein.
- Prozesse: Prozessorientierung ist der wichtigste der angeführten Punkte. Wenn die Prozesse nicht funktionieren, ist die Kundenzufriedenheit niedrig und die Zukunft des Unternehmens in Gefahr.

## Process Excellence

Process Excellence ist eine „einfache Strukturierungshilfe [. . .], die es erlaubt, die Redesign-Vorschläge aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten , und die so den Horizont für neue Ideen erweitert.“<sup>56</sup>

Es nimmt dabei die Bausteine Prozessleistung, Prozesskette, Ressourcen und Führungssystem, um die ganze Prozesslandschaft zu beschreiben. Dies hat sich in der Praxis als hilfreich erwiesen, da es schnell ein gemeinsames Verständnis für den Prozess erzeugt.<sup>57</sup>

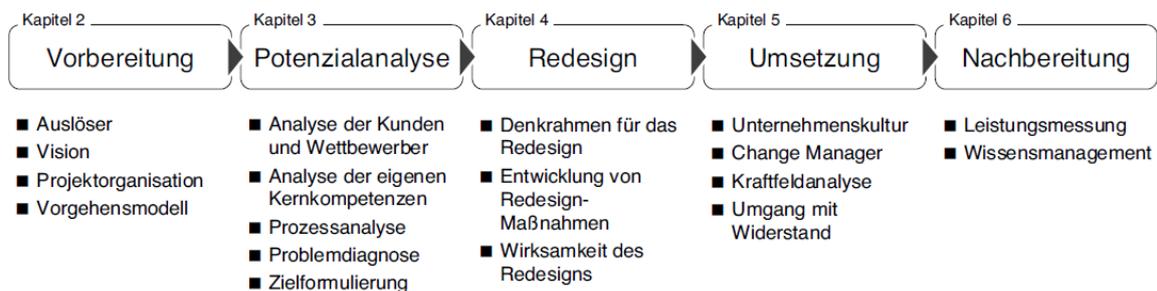


Abbildung 2.14: Vorgehensmodell für Process Excellence (Best/Weth, 2010, S.29)

<sup>56</sup>Best/Weth 2010, S.9.

<sup>57</sup>Vgl. Best/Weth 2010, S.12f.

## Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)

Entstanden in Japan aus der Leistungsverbesserung, diente der KVP eigentlich der Qualitätsverbesserung. Da er als Problemlösungsmethode aber universell anwendbar ist, hat er sich auch bei Prozessverbesserungen bewährt. Im KVP werden im Team (Prozessteam) kleine Verbesserungen des Ist-Zustands erarbeitet und implementiert. Dabei wird das Team auf eine Standardlösungsmethode (PDCA-Zyklus oder DMAIC-Zyklus aus Six Sigma)geschult. Der KVP ist gleichzusetzen mit dem Prozessregelkreis aus Phase 3 des Prozesslebenszyklus (siehe Abbildung 2.3).<sup>58</sup>

## PDCA-Zyklus

Der PDCA-Zyklus ist ein Standardwerkzeug zur Lösung von Problemen und ist heute Bestandteil jeder Verbesserungsaktivität. Nach Deming kann jede Aktivität als Prozess aufgefasst werden, also Prozessorientierung, wie es heute üblich ist. Der Zyklus besteht aus 4 Phasen, nach deren Durchlauf eine Verbesserung des Prozesses erfolgt ist:<sup>59</sup>

1. Plan: Untersuchung der Ist-Situation durch Datenaufnahme und -analyse (u.a. mit den 7 Qualitätswerkzeugen). Basierend darauf wird ein Verbesserungsplan erstellt.  
Ziele setzen, Überlegen, Planen
2. Do: Die verantwortlichen Mitarbeiter setzen diese Verbesserungsmaßnahmen um.  
Verändern, Tun, Experiment
3. Check: Datenerfassung und -analyse: Wurden die gesetzten Ziele im Plan-Schritt erreicht?  
Beobachten, Messen, Audit
4. Act: Ist der Check-Schritt positiv, so wird die Verbesserung als neue Standard gesetzt. Wenn nicht, dann werden Gründe untersucht und der Plan-Schritt neu angestoßen.  
Weitermachen, Standardisieren, Korrigieren

Diese 4 Phasen sind als kontinuierlicher Prozess, zu sehen, der ständig durchlaufen wird, um die Qualität des Prozesses permanent zu verbessern.<sup>60</sup>

## Six Sigma

*„Das Konzept lässt sich [...] folgendermaßen definieren: Six Sigma ist darauf ausgerichtet, Abweichungen und Durchlaufzeiten bei Produkten, Prozessen und generell bei Transaktionen zu reduzieren, die besonders kritisch für die Kundenzufriedenheit sind, sowie zusätzlich das Nutzungsniveau bzw. den Wirkungsgrad aller*

<sup>58</sup>Vgl. Becker 2008, S.31.

<sup>59</sup>Vgl. Koch 2011, S.118; Vgl. Benes/Groh 2011, S.100.

<sup>60</sup>Vgl. Koch 2011, S.118.

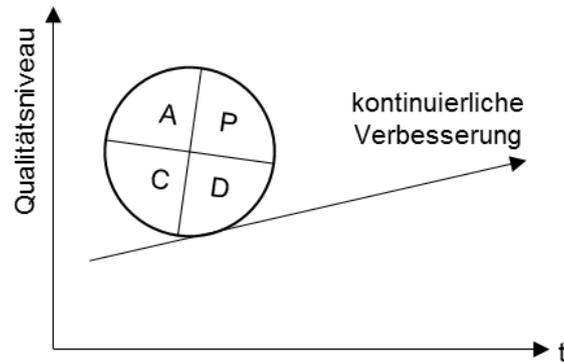


Abbildung 2.15: PDCA-Zyklus (Gastl, 2005, S.26)

*Einsatzfaktoren nachhaltig zu erhöhen, um dadurch eine Wertsteigerung für das Unternehmen zu erreichen.“<sup>61</sup>*

Gedacht als Instrument der Statistik um Fehler zu reduzieren, hat sich Six Sigma mittlerweile zu einem ganzes Konzept für Qualitätsmanagement entwickelt. Dabei kommt unter anderem der DMAIC-Kreis (Define, Measure, Act, Improve, Control) zum Einsatz, der dem PDCA-Zyklus sehr ähnlich ist.<sup>62</sup>

<b>Six Sigma</b> = Pfiffiges Projektmanagement mit fundierter statistischer Basis und wirksamen QM-Instrumenten	<b>6σ</b> = Statistisches Messkonzept
<ul style="list-style-type: none"> <li>o Systematische Methodik (DMAIC, DMADV)</li> <li>o Projekt- und Prozessmanagement</li> <li>o Toolbox (Prozessanalyse, Problemlösung, Statistik)</li> <li>o Philosophie, Kultur der Null-Fehler-Qualität „The way we work“</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Kennzahl zur Leistungsfähigkeit von Prozessen</li> <li>o 3,4 Fehler bei 1 Million Fehlermöglichkeiten</li> </ul>
<p>► <b>• Philosophie/ Managementkonzept und Messkonzept</b> <b>• Was man nicht messen kann, kann man nicht verbessern</b></p>	

Abbildung 2.16: Konzepte des Six Sigma (Töpfer, 2007, S.7)

<sup>61</sup>Töpfer 2007, S.7.

<sup>62</sup>Vgl. Töpfer 2007, S.7.

## 3 Der Wertstrom

### 3.1 Toyota Production System

#### Entwicklung

Mitte der 80er-Jahre hatte sich die Automobilindustrie der westlichen Welt in ihren Grundzügen seit Henry Ford und dem Fordismus kaum verändert. Doch nach und nach traten die Konzerne ins Hintertreffen, japanische Produzenten (Toyota) produzierten billiger und mit besserer Qualität. So entschloss sich das Boston MIT, eine Studie in Auftrag zu geben (IMVP-World Assembly Plant Survey)<sup>63</sup>, um die japanische Produktionsphilosophie zu ergründen. Anfang der 90er entstand das Buch „*The Machine That Changed The World*“ von Womack und Jones als Ergebnis dieser Studie und die westliche Welt war geschockt. Die Methoden von Toyota waren neu und in ein substanziiell anderes Produktionssystem eingebettet, das als *Toyota Production System* bezeichnet wurde und in der westlichen Literatur den Namen *Lean Management* erhalten hat.<sup>64</sup>

#### Das Toyota-Haus

Als Kopf hinter dem Toyota Production System (TPS) steht Taiichi Ohno, er war der leitende Produktions-Ingenieur bei Toyota. In seinem Buch „*Das Toyota-Produktionssystem*“<sup>65</sup> beschreibt er das Vorgehen und die Notwendigkeit der Methoden des TPS.

Liker, der sich seit Ende der 80er an der „University of Michigan“ auch mit dem TPS beschäftigt, zeichnet die Methoden von Ohno in eine übersichtliche Form, das „TPS Haus“ (siehe Abbildung 3.1). Die Basis des Hauses sind dabei nicht etwa Methoden, sondern die Toyota-Philosophie. Alle Methoden sind dabei immer nur Teil des großen Ganzen. Dies wird in der heutigen westlichen Literatur oft unterschlagen.<sup>66</sup>

---

<sup>63</sup>IMVP 1989.

<sup>64</sup>Vgl. Womack/Jones 1990, S.3ff.

<sup>65</sup>Ohno 2005.

<sup>66</sup>Vgl. Liker 2004, S.32ff.



Abbildung 3.1: Das TPS-Haus (Liker, 2004, S.33)

Das Haus steht auf einem Sockel aus Philosophie, visuellem Management, stabilen und standardisierten Prozessen und der kundenorientierten Produktion (*heijunka*). Die Prozessorientierung ist hier also auch allgegenwärtig und als Basis anzusehen. Dies kann als erste Verknüpfung mit dem Prozessmanagement dienen, beide Methoden beruhen also am gleichen Prinzip. Auch die Visualisierung nimmt im TPS einen großen Stellenwert ein, vor allem die Methode des Wertstromdesigns zur Darstellung des Wertflusses in der Produktion. Der Kern des TPS sind die acht Arten der Verschwendung (Muda). Ziel ist es, diese zu vermeiden.

### Muda - Verschwendung

<b>Überproduktion</b>	Ohno selbst sieht als schlimmste Verschwendung die Überproduktion, da sie alle anderen Muda nach sich zieht. Eine Produktion von Produkten ohne Auftrag bindet Ressourcen und erzeugt zusätzliche Kosten(z.B. für Lagerung). Wartezeiten, Bewegungen und Transporte werden zunehmen. Gründe: Sicherheitsreserven, schlechte Qualität aufgrund schlechter Prozesse, ungenügendes Training, schlechte Logistik, schlechtes Layout, lange Rüstzeiten, Überbetonung der Maschinenauslastung
-----------------------	---

<b>Wartezeit</b>	Wartezeit der Arbeiter, wenn die Maschine läuft, oder ein Rohstoff/Halbfertigprodukt nicht verfügbar ist und der Prozess daher unterbrochen werden muss. Auch durch Suchen von Material und Werkzeug wird wertvolle Arbeitszeit verloren.
<b>Unnötiger Transport</b>	Grund dafür ist oft Überproduktion (Transport ins Lager und zurück) und Ausrichtung von Fertigungsinseln nach Funktion und nicht Prozessfluss.
<b>Verarbeitung</b>	Das Produkt genügt höheren Ansprüchen, als vom Kunden gefordert wird. Dies wird auch als „Nonvalue Added“ bezeichnet und ist nicht effektiv.
<b>Bestände</b>	Kapitalbindung für drei Arten von Beständen: Rohmaterialbestand (Lagerkosten, Gefahr bei Änderungen der Produkte), Bestände im Prozess (WIP <sup>67</sup> , Erhöhung der Gesamtdurchlaufzeit der Produkte) und Bestand fertiger Produkte (Abwägung Lagerkosten und Kosten für Kapazitätserhöhung)
<b>Unnötige Bewegung</b>	Der WIP steigt, wenn Material und Werkzeug nicht griffbereit ist oder z.B. im Arbeitsgang der Arbeitsplatz gewechselt werden muss. Weitere Gründe: Schwierige Bestückung von Maschinen, unhandliche Produkte/Rohstoffe
<b>Fehler/Defekte</b>	Nachbearbeitungen sind notwendig. Probleme ziehen sich durch den ganzen Prozess und führen danach zu Fehlfunktionen.
<b>Ungenutzte Kreativität der Mitarbeiter</b>	Verlorene Zeit, Ideen, Fähigkeiten und Verbesserungsvorschläge durch nicht engagierte bzw. unmotivierte Mitarbeiter.

Tabelle 3.1: 8 Muda (Liker, 2004, S.28f; Locher, 2008, S.15f)

Zusätzlich werden im Kaizen noch zwei weitere Verschwendungsarten definiert: Muri (die Überlastung von Mensch und Maschine - führt zu Übermüdung, Stress, Fehlern, mangelnder Qualität) und Mura (Unausgeglichenheit - die fehlende Harmonie in der Produktion).

Wichtigstes Ziel des TPS ist es, diese Verschwendungen so gut als möglich zu minimieren. Dies führt zu schlanken Prozessen, die kosteneffizient sind und eine hohe Produktivität und Kundenzufriedenheit vorweisen können.

---

<sup>67</sup>Work In Progress

## 3.2 Die Wertstrom-Methode

### 3.2.1 Definition

Die Wertstrommethode (WSM<sup>68</sup>) ist eine Visualisierungsmethode für Produktionsprozesse, Material- und Informationsflüsse in einem Unternehmen. Sie dient als „*innerbetriebliche Kommunikationsplattform zur gemeinsamen Verständigung über den aktuellen Ist-Zustand sowie den angestrebten Soll-Zustand einer Fabrik*“.<sup>69</sup>

Rother/Shook sehen im Wertstrom alle Tätigkeiten (egal ob wertschöpfend oder nicht) der derzeitigen Produktion, die notwendig sind, um ein Produkt vom Rohstoff zum Endprodukt beim Kunden zu formen. Dabei wird eine „door-to-door-Sichtweise“ angestrebt, die den physischen Beschaffungsprozess (Beschaffungslogistik) auf der einen Seite und die Auslieferung an den Kunden auf der anderen Seite mit einschließt.<sup>70</sup>

Klevers schließt sich in der Definition von Rother/Shook an, stellt jedoch sogleich den Begriff „Wertstrom“ (als Übersetzung aus dem Englischen „Value Stream“) wieder in Frage und sieht als treffendere Beschreibung einen „Strom der Werte“ oder „Strom der Wertschöpfung“.<sup>71</sup>

Lindner beschreibt ihn folgendermaßen:<sup>72</sup>

*Ein Wertstrom fasst alle Aktivitäten zusammen, um ein Produkt/eine Dienstleistung vom Lieferanten zum Kunden zu bringen [siehe Abbildung 3.2, Anm.]. Tätigkeiten (wertschöpfend, unterstützend, nicht wertschöpfend) sowie Material- und Informationsfluss prägen ihn.*



Abbildung 3.2: Der Wertstrom (Lindner, 2010, S.9)

Die Visualisierung basiert auf sechs Elementen, die durch Parameter und Kennzahlen beschrieben und quantifiziert werden (siehe Abbildung 3.3):<sup>73</sup>

#### 1. Produktionsprozesse für produzierende Tätigkeiten

<sup>68</sup>Wertstrommethode

<sup>69</sup>Erlach 2007, S.7f.

<sup>70</sup>Vgl. Rother/Shook 1999, S.13.

<sup>71</sup>Vgl. Klevers 2007, S.27.

<sup>72</sup>Vgl. Lindner/Becker 2010, S.9.

<sup>73</sup>Vgl. Erlach 2007, S.32.

2. Geschäftsprozesse: Aufgaben der Auftragsabwicklung, Produktionsplanung und -steuerung sowie das Informationssystem
3. Materialfluss: Transport zwischen Maschinen inkl. Bestände
4. Informationsfluss: für Daten und Dokumente
5. Kunde: extern oder intern
6. Lieferant: extern oder intern

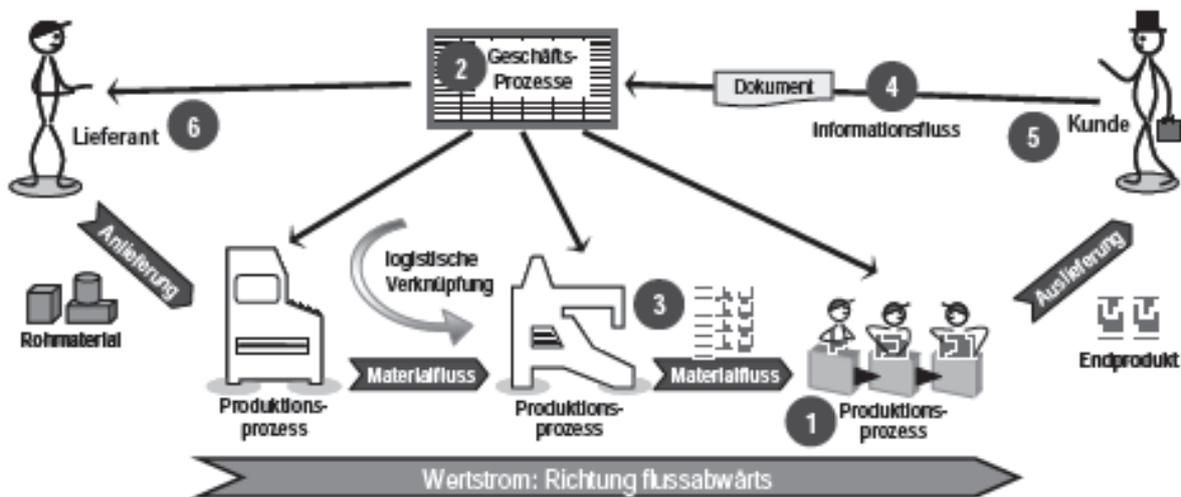


Abbildung 3.3: Wertstrom in der Fabrik (Erlach, 2007, S.33)

### 3.2.2 Nutzen

Der große Vorteil der WSM zur Visualisierung liegt am einfachen Erkennen der Zusammenhänge der Prozesse, Material- und Informationsflüsse. Sie bietet mit relativ wenig Aufwand (gegenüber anderen Prozessvisualisierungsmethoden) einen schnellen Überblick über die Prozesse der Produktion. Außerdem unterstützt sie die Entwicklung der Produktionsprozesse im Unternehmen mit dem Ziel der Minimierung der Verschwendung und Erhöhung des Qualitätsniveaus.<sup>74</sup>

Die Wertstrommethode<sup>75</sup>

- ist schnell erlernbar und ohne große Aufwände einsetzbar,
- ist ein für viele Zwecke anwendbares Visualisierungs- und Analysetool,
- ist auf den Prozessablauf und die Durchlaufzeit fokussiert,

<sup>74</sup>Vgl. Lindner/Becker 2010, S.9; Vgl. Wagner/Lindner 2013, S.11f.

<sup>75</sup>Vgl. Wagner/Lindner 2013, S.11f; Vgl. Rother/Shook 1999, S.14.

- ermöglicht das Erkennen des Zusammenspiels zwischen Prozessen, Material- und Informationsfluss,
- ermöglicht eine einfache und transparente Darstellung - „One Page Mapping“ (Darstellung des kompletten Prozesses auf einer einzelnen Seite),
- ersetzt Vermutungen durch Zahlen und Daten mithilfe der Recherche vor Ort (unter anderem beim „Linewalk“ - Begehen des Prozesses bei der Ist-Aufnahme),
- ist Basis für anschließende Entwicklung eines neuen Soll-Prozesses,
- hilft beim Visualisieren des Prozessflusses,
- verdeutlicht Verschwendung und deren Ursachen,
- verbindet Lean Konzepte und Techniken,
- bietet eine gemeinsame Gesprächsbasis für Produktionsprozesse,
- ist die Basis/der Bauplan der Implementierung und
- bietet durch Einsatz von spezifischen Kennzahlen einen ganzheitlichen Blick, und damit mehr als andere quantitative Methoden.

### 3.2.3 Vorgehensweise

Das Vorgehen bei der WSM lässt sich in 3 Grundaufgaben unterteilen:<sup>76</sup>

1. Wertstrom-Analyse: Die Analysephase umfasst die Vorbereitung (Auswahl der Prozesses, Bestimmung Verantwortliche), die Ist-Aufnahme des Prozesses und das Herausarbeiten von Schwachstellen (Stellen der Verschwendung) und Verbesserungsmaßnahmen dazu.
2. Wertstrom-Mapping: Ist die Darstellung des in der Analyse ausgearbeiteten Prozessflusses mithilfe spezifischer Symbole und Prozesskennzahlen. Das Mapping wird oft als Unterpunkt der Analyse gesehen.
3. Wertstrom-Design: Vom Ist zum Soll. Das Wertstrom-Design beschäftigt sich mit der Erarbeitung des Soll-Prozesses aus den erkannten Verschwendungen und den Verbesserungsmaßnahmen aus der Analyse.

In seiner ursprünglichen Form (diese Darstellung wird im englischen Raum weiterhin verwendet) ist die Wertstrommethode eine 4-Schritte-Methode (siehe Abbildung 3.4). Dabei wird in Schritt 1 (Product Family) eine Prozessfamilie (Prozesse mit ähnlichen Eigenschaften) und ein Repräsentant daraus bestimmt. Dieser soll Gegenstand der Analyse, der Visualisierung und der

---

<sup>76</sup>Vgl. Lindner/Becker 2010, S.13ff.

Optimierung sein. In Schritt 2 (Current State) wird der Ist-Prozess aufgenommen. Dies soll immer vor Ort geschehen, um sich sofort ein Bild vom tatsächlichen Ablauf machen zu können. Ergebnis dieses Schrittes sind aufgezeigte Verschwendungen und Verbesserungsvorschläge. In Schritt 3 (Future State) werden diese nun analysiert und ein Soll-Prozess definiert. Schritt 4 (Work Plan & Implementation) stellt die konkreten Änderungen mit detaillierter Beschreibung, Verantwortung und Zeitplan dar.<sup>77</sup>

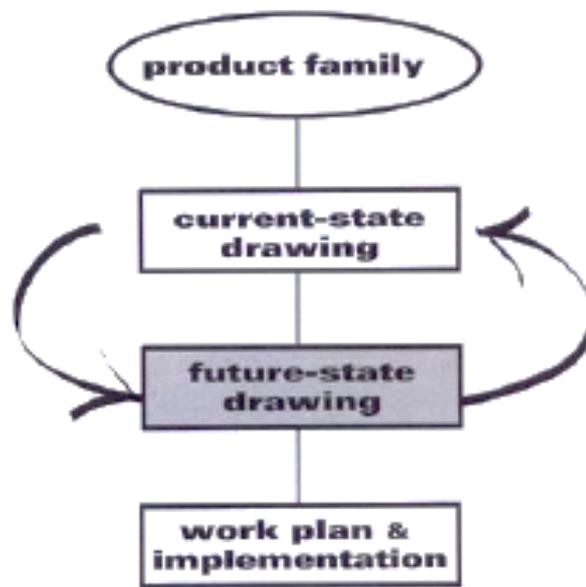


Abbildung 3.4: 4 Schritte Methode (Rother/Shook, 1999, S.20)

Die beiden Sichtweisen sind sich sehr ähnlich (wie Abbildung 3.5 zeigt). Das Mapping findet dabei vor allem im Current State statt, jedoch wird der Soll-Prozess mit den gleichen Bausteinen dargestellt.

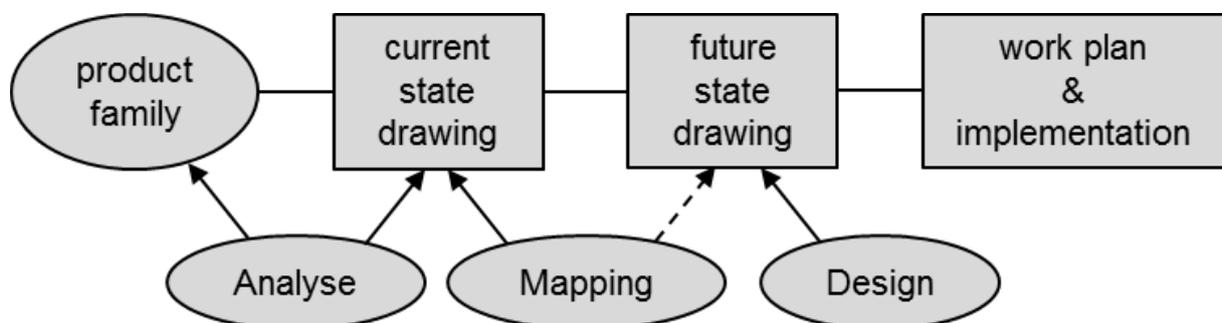


Abbildung 3.5: Vergleich der beiden Ansätze

<sup>77</sup>Vgl. Rother/Shook 1999, S.14ff.

## 3.3 Wertstrom-Analyse

### 3.3.1 Vorbereitung

Bevor die eigentliche Analyse und das Erkennen von Verschwendung starten kann, sind Vorbereitungsmaßnahmen notwendig:<sup>78</sup>

1. Prozessauswahl

Zuerst erfolgt die Einteilung in Prozess- oder Produktfamilien (durch ähnliche Eigenschaften). Obwohl die Wertstromanalyse prinzipiell für nahezu jeden Prozess (Produktion wie auch Verwaltung) möglich ist, liegt die Konzentration normalerweise auf den Hauptprozessen. Diese sind üblicherweise am komplexesten und beinhalten daher das größte Verbesserungspotential.

2. Systemgrenzen

Die Prozessgrenzen wie Start und Ende müssen genau definiert werden. Es ist auch möglich, sich zuerst auf einen Teilprozess zu konzentrieren. Sind die Grenzen zu eng gesetzt, werden möglicherweise Potentiale übersehen. Daher ist es sinnvoll, die Grenzen zuerst etwas weiter zu stecken (Überblick verschaffen) und sie dann zu verengen.

3. Repräsentant auswählen

Nun gilt es, einen repräsentativen Prozess aus der Familie auszuwählen. Die Auswahl kann jedoch auch bewusst auf spezielle Prozesse (beste/schlechteste Prozesse, Prozess aus der Mitte) fallen. Clusterbildung oder eine Pareto-Analyse können bei der Auswahl ebenso behilflich sein.

4. Linewalk

*„Die Wertstrommethode lebt davon, dass sie am Ort des Geschehens ist.“*<sup>79</sup> Dabei wird der ganze Prozess (Ist-Aufnahme) an der Linie selbst aufgenommen, um ein korrektes Abbild des Prozesses festhalten zu können. Die Route sollte vorher geplant und die richtigen Teilnehmer am Linewalk (Kenner des Prozesses, Verantwortliche) bestimmt werden.

5. Zeitpunkt

Die Wertstrom-Analyse ist immer eine Momentaufnahme, daher gilt es zu versuchen, dass die Beteiligten des Linewalk möglichst viel erkennen und aufnehmen können.

6. Daten sammeln

Zudem gilt es im Vorfeld, möglichst viele Prozessdaten zum Materialfluss (Lagerdaten, Prozessschritte, Durchlaufzeiten, etc.) zu sammeln, um Abweichungen vom derzeitigem Soll zum Ist sofort erkennen zu können.

---

<sup>78</sup>Vgl. Lindner/Becker 2010, S.14ff.

<sup>79</sup>Vgl. Lindner/Becker 2010, S.17.

Ähnlich dem Prozessmanagement gilt es, einen Verantwortlichen für den modellierten Wertstrom zu definieren - den „Wertstrom-Manager“. Dies soll eine abteilungsübergreifende Koordination vereinfachen und so den Fokus weg vom Funktionsdenken hin zu Denken in Wertströmen lenken.<sup>80</sup>

Die Schlüsselfragen der Analyse sind:<sup>81</sup>

- Welcher Prozess/Produkt/Dienstleistung genau wird analysiert und visualisiert?
- Welche Schritte sind darin inkludiert? Wie sehen die Prozessgrenzen aus?
- Welche Personen sind die richtigen für das Team? Wer ist als Wertstrom-Manager geeignet?
- Wie sehen die strategischen Ziele aus und wie werden sie gemessen?
- Welche Unterstützung aus dem Management ist notwendig?
- Was kann vorher geplant und organisiert werden, um Probleme für das Team im Projekt vorab zu lösen.

### 3.3.2 Ablauf

Ein typischer Ablauf der Wertstrom-Analyse kann wie folgt aussehen:<sup>82</sup>

1. Einführung/Teamfindung/Aufgabenverteilung
2. Aufnahme der Prozesse und Materialflüsse vor Ort, Interviews und Daten aus dem System ergänzen das Bild.
3. Dabei sind auch erkannte Mängel und Schwachstellen aufzunehmen (diese werden als s.g. Kaizen-Blitze dargestellt)
4. Prozesse und Materialflüsse abbilden, z.B. mittels Brown-Paper auf Pinnwänden.
5. Informationsflüsse auf Abbildung ergänzen
6. Kaizen-Blitze auf Abbildung eintragen
7. Zusammenfassung der Ergebnisse (Summary)
8. Mögliche Handlungsfelder zusammenstellen
9. Präsentation/Diskussion der Ergebnisse mit dem Management

---

<sup>80</sup>Vgl. Rother/Shook 1999, S.18.

<sup>81</sup>Vgl. Locher 2008, S.3.

<sup>82</sup>Vgl. Lindner/Becker 2010, S.20.

#### 10. Aufgabenpakete zuordnen und systematisch abarbeiten

Dabei sind Prozessdaten (Bearbeitungszeit, Rüstzeit, etc.), Daten zum Materialfluss (Anzahl Aufträge, Wege, Bestände, etc.) und Daten zum Informationsfluss (Rückfragen, Kommunikationswege, verwendete Medien, etc.) aufzunehmen.<sup>83</sup>

Erlach hat ein ähnliches Modell zur Vorgehensweise definiert:<sup>84</sup>

1. Produktfamilienbildung: Gruppierung des gesamten Produktspektrums nach Ähnlichkeiten im Ablauf
2. Kundenbedarfsanalyse: Modellierung des Kundenbedarfs für die ausgewählte Produktfamilie
3. Wertstromaufnahme: Ist-Aufnahme im Linewalk
4. Verbesserungspotentiale: Die Koordination zwischen den Prozessen und das Verhältnis zwischen Bearbeitungszeit und Durchlaufzeit (der s.g. „Wertstrom-Quotient“) können Messgrößen für die Güte des Wertstroms sein und Verbesserungspotentiale aufdecken.

## 3.4 Wertstrom-Mapping

### 3.4.1 Ablauf des Mapping

Ist die Analyse nun erfolgt, kann der Wertstrom dargestellt und „zu Papier gebracht“ werden. Dabei kommt das Team zusammen und entwickelt den Prozess auf Brown Paper (siehe Abbildung 3.6). Das Vorgehen:<sup>85</sup>

1. Am Prozessende Kunden einzeichnen.
2. Analog am Prozessanfang die Lieferanten einzeichnen
3. Prozesskarten (Name, Zeiten, Anzahl Mitarbeiter, etc.) ausfüllen und Prozesse in Reihenfolge anbringen.
4. Materialflüsse einzeichnen (Lager, Transporte, Bestände, etc.).
5. Informationssysteme entlang der Prozesskette ergänzen.
6. Schwachstellen nummerieren und als s.g. Kaizen-Blitze anpinnen.
7. Unter dem Wertstrom Bearbeitungs- und Durchlaufzeiten ergänzen.

---

<sup>83</sup>Vgl. Lindner/Becker 2010, S.21.

<sup>84</sup>Vgl. Erlach 2007, S.36.

<sup>85</sup>Vgl. Lindner/Becker 2010, S.23.

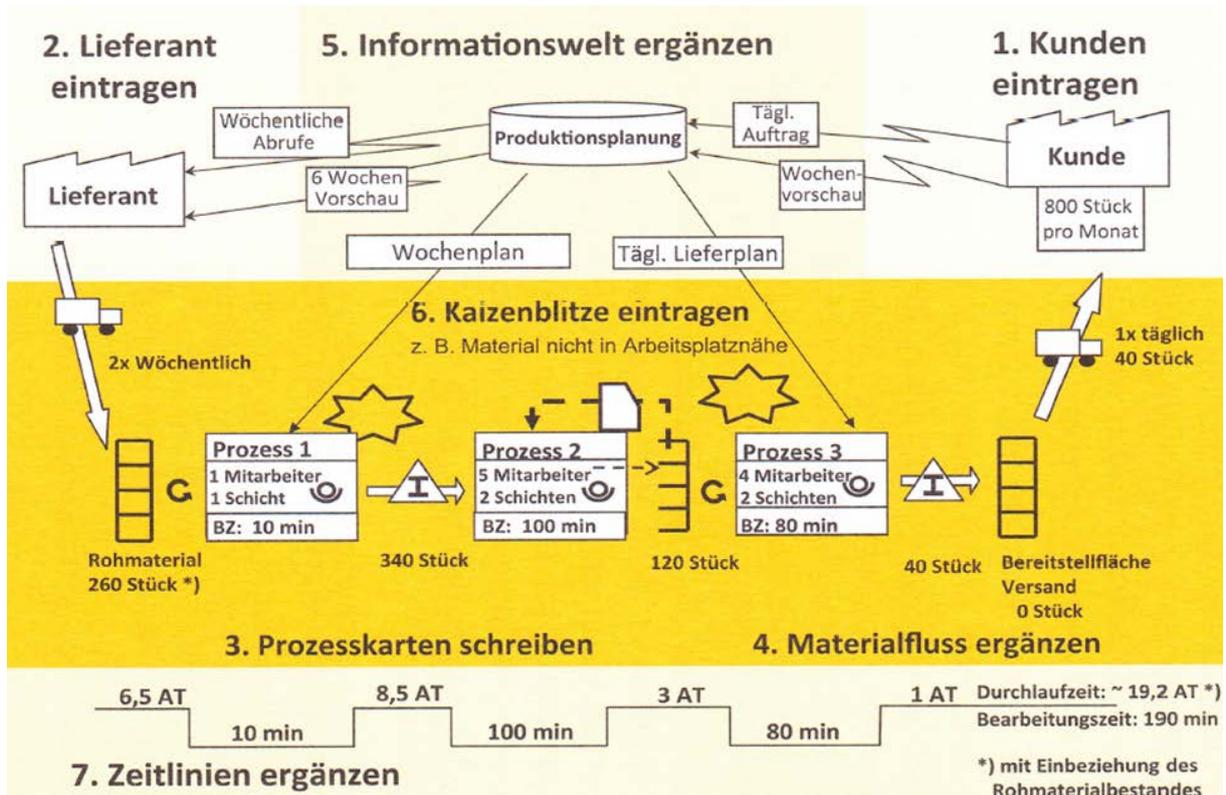


Abbildung 3.6: Entwicklung des Wertstrombild (Lindner/Becker, 2010, S.24)

Einige Tipps zur Wertstrom-Mapping:<sup>86</sup>

- Informationsbeschaffung in der Analyse bzw. Current State sollte immer an der Linie erfolgen.
- Der Start sollte immer ein schneller „door-to-door-walk“ entlang des Wertstroms sein, um einen Überblick zu bekommen.
- Der Linewalk sollte von hinten nach vorne durchgeführt werden (upstream) - dies erzeugt ein besseres Bild vom Kundennutzen.
- Informationen sollten immer selbst eingeholt werden (z.B. kein Verlassen auf Standard-Zeiten).
- Die Visualisierung sollte ebenso persönlich erfolgen (unterstützt das Prozessverständnis enorm).
- Gezeichnet wird per Hand und nicht am Computer.

<sup>86</sup>Vgl. Rother/Shook 1999, S.25.

### 3.4.2 Elemente des Mapping

Die hier erläuterten Symbole und Darstellungsweisen sind entnommen aus Lindner/Becker.

Wie bereits im Ablauf angeführt, wird mit der Darstellung des Kunden begonnen (Abbildung 3.7). Dieser wird, gemeinsam mit seinem Bedarf, am Ende des Flusses angebracht. Der LKW beschreibt die Belieferung (Distributionslogistik) an den Kunden mitsamt Häufigkeit und Stückzahl. Danach werden die einzelnen Prozessschritte auf Kärtchen notiert. Wichtige Kennzahlen des Prozesses werden dabei in die Informationsbox eingetragen. Auswahl der wichtigsten Prozessgrößen: Bearbeitungszeit, Durchlaufzeit, Zykluszeit, Wertschöpfungszeit (= Bearbeitungszeit minus Verschwendung), Rüstzeit, Anzahl Mitarbeiter, Anzahl Schichten, Maschinenverfügbarkeit, Losgrößen, Ausschussraten, Nacharbeit, Behältergröße.

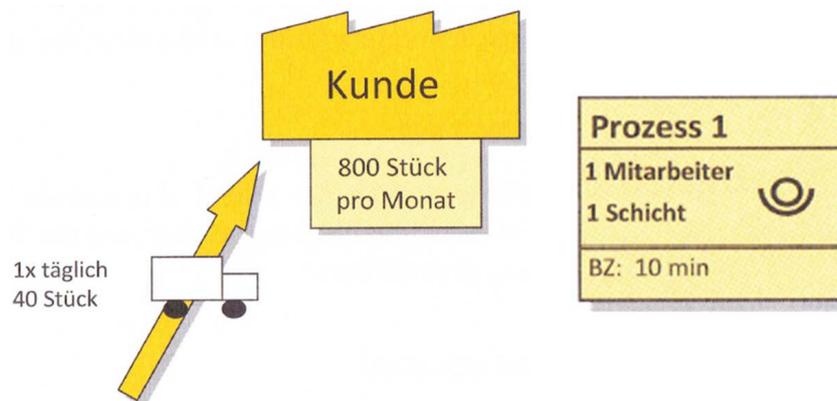


Abbildung 3.7: Darstellung der Elemente Kunde und Prozess (Lindner/Becker, 2010, S.32f)

Die Prozesse werden nun entlang des Flusses an das Schaubild angebracht (Abbildung 3.8). Dazwischen werden danach Verbindungselemente eingetragen:

- einfaches Lager: I für Inventory
- Supermarkt: Zwischen Prozess 2 und 3. Ist ein kleiner, kontrollierter Puffer, der einen reibungslosen Fluss gewährleisten soll (z.B. bei unterschiedlichen Zykluszeiten). Hier ist dem Supermarkt ein Prozess mit Produktionssteuerung, die Entnahme erfolgt als Pull und gibt ein Signal (Kanban-Karte), wenn ein Behälter nachgefüllt werden muss.
- Pufferlager für Rohmaterial zu Beginn und Produkte am Ende (Bereitstellfläche im Versand)

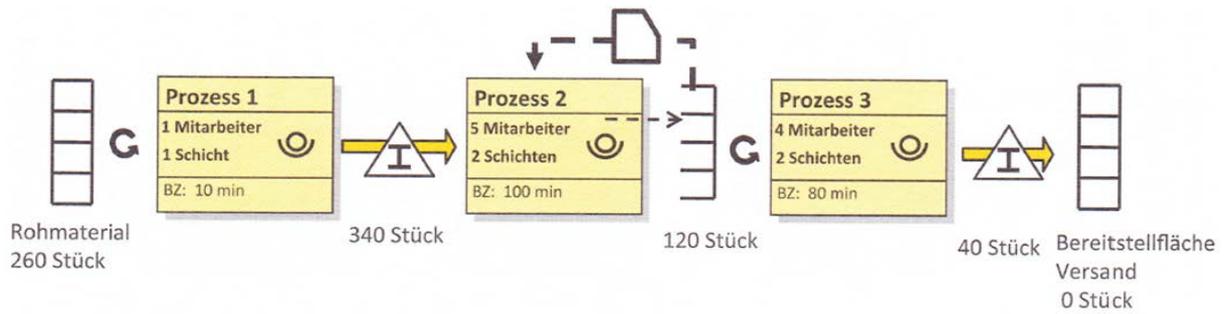


Abbildung 3.8: Darstellung des Materialflusses (Lindner/Becker, 2010, S.38)

Damit ist der Materialfluss dargestellt, nun ist der Informationsfluss gefragt (Abbildung 3.9). Ein gerader Pfeil bedeutet einen manuellen, ein gezackter Blitz einen elektronischen Informationsfluss. Die Box beschreibt den Fluss näher.

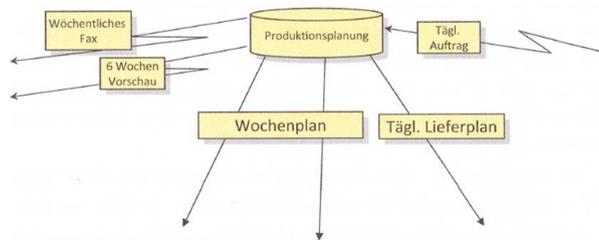


Abbildung 3.9: Darstellung des Informationsflusses (Lindner/Becker, 2010, S.39)

Die manuelle Erfassung oder Weitergabe von Daten wird „Go-See-Planung“ genannt und mittels einer Brille dargestellt (Abbildung 3.10). Erkannte Schwachstellen bzw. Verschwendungen werden mithilfe des Kaizen-Blitzes visualisiert.



Abbildung 3.10: Darstellung der Go-See-Planung und des Kaizen-Blitzes (Lindner/Becker, 2010, S.40f)

Zum Schluss wird die Zeitleiste mit Durchlaufzeit und Bearbeitungszeit eingetragen (Abbildung 3.11).



Abbildung 3.11: Darstellung der Zeitleiste (Lindner/Becker, 2010, S.40)

## Wertstromquotient

Der Wertstromquotient beschreibt das Verhältnis von Bearbeitungszeit zur gesamten Durchlaufzeit. Je geringer er ist, desto größer sind die Zeiten, in denen auf Bearbeitung gewartet wird (z.B. Einholen einer Unterschrift - Dokument liegt eine Woche am Tisch, bis die Unterschrift erfolgt). Dies hat meist hohe Bestände und geringe Flexibilität zur Folge.<sup>87</sup>

## Kaizen Blitze

Kaizen-Blitze sind Marker für Verschwendung, die in der Optimierung aufgearbeitet werden. Sie werden optisch an der Stelle am Prozess angebracht, an dem sie auftreten. Übliche Ansatzpunkte dafür sind: Bestände, hoher Steuerungsaufwand, Steuerung nach Go-see-Prinzip (lokale Reihenfolgeplanung), asynchrone Zykluszeiten, konkurrierende Planungsgrundlagen, unnötiger Transportaufwand, Warte- und Liegezeiten und viele mehr. Generell sollte eine Anlehnung an die 8 Muda erfolgen.<sup>88</sup>

## 3.5 Wertstrom-Design

### 3.5.1 Vorgehen

Der Prozess wurde aufgenommen und verstanden. Das Team hat Verbesserungspotentiale ausgemacht und diese gekennzeichnet. Nun kann der Soll-Prozess konzipiert werden. Dabei gilt es, möglichst früh (und spätestens nach der Ist-Analyse) die Gestaltungsziele des Soll-Prozesses festzulegen. Je allgemeiner diese sind, desto weniger fokussiert werden die Verbesserungen ausfallen. Werden die Ziele hingegen früh festgelegt und präzise definiert (z.B. Senkung der Durchlaufzeit), kann bereits in der Analyse der Fokus darauf gelegt werden (Achtung: Zu hohe Fokussierung verdeckt andere Potentiale!), die Ergebnisse werden präziser und besser ausfallen.<sup>89</sup>

Der Weg zum Soll kann nun 2 Richtungen annehmen: Abarbeiten der Kaizen-Blitze und damit eine Orientierung am Ist-Ablauf oder ein komplettes Redesign des Wertstroms („Grüne-Wiese-Ansatz“). Beide Ansätze haben Vorteile, deren Anwendung ist daher situationsabhängig.<sup>90</sup>

<sup>87</sup>Vgl. Lindner/Becker 2010, S.43.

<sup>88</sup>Vgl. Klevers 2007, S.65f.

<sup>89</sup>Vgl. Lindner/Becker 2010, S.46.

<sup>90</sup>Vgl. Lindner/Becker 2010, S.46.

Bei kürzeren Prozessen oder Teilprozessen ist meist kein komplettes Redesign notwendig. Dann werden die Kaizen-Blitze z.B. nach Pareto-Prinzip (20% der Blitze erzeugen 80% der Einsparungen) gereiht. Mithilfe dieser Reihung wird ein Maßnahmenkatalog mit konkreten Umsetzungsmaßnahmen ausgearbeitet.

Ein komplettes Redesign des Wertstroms ist zwar aufwändiger als der erste Ansatz, hat jedoch den Vorteil, gefestigte Strukturen überdenken und aufbrechen zu können. Kann dabei die Kreativität des Teams angesprochen werden, eröffnen sich völlig neue Wege der Produktion. Dabei gilt immer die Voraussetzung, dass im Entwicklungsprozess auch das Undenkbare gedacht und ausgesprochen werden darf. Nur so lässt sich eine fundamentale Änderungen erreichen. Hilfreich kann der Umweg über das Ideal-Bild des Prozesses (ohne Restriktionen) sein, die Abbildung 3.12 zeigt systematisch, dass das Soll anhand des Ideals meist mehr Nutzen bringt (durch größere Anregung der Kreativität).

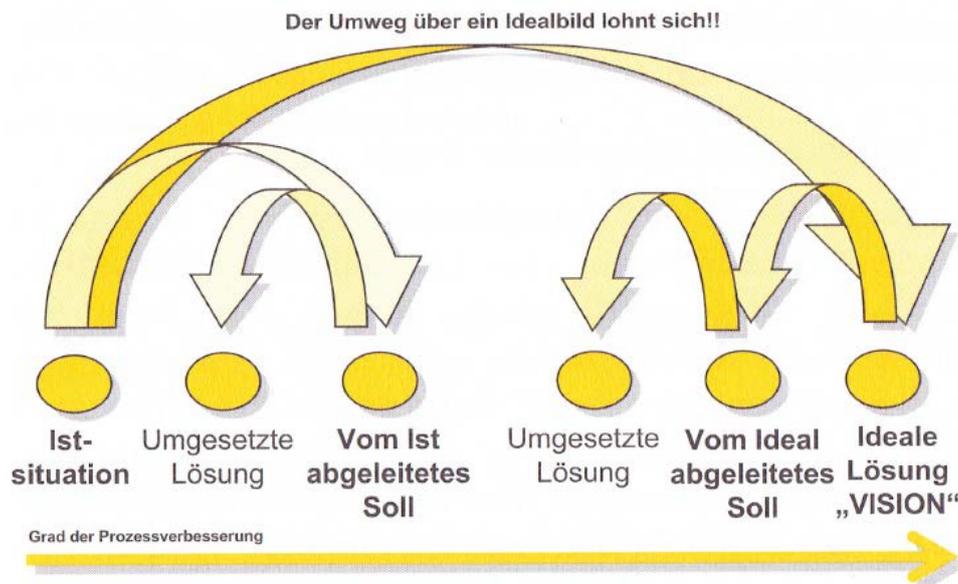


Abbildung 3.12: Vom Ist über das Ideal zum Soll (Lindner/Becker, 2010, S.50)

Das Modell nach Erlach geht folgendermaßen vor:<sup>91</sup>

1. Produktionsstrukturierung: Analog zur Auswahl der Produktfamilien in der Analyse sind im Wertstromdesign Produktfamilien zu bilden. Im Rahmen dieser Produktionsstrukturierung werden dem Wertstrom Ressourcen zugewiesen.
2. Kapazitätsdimensionierung: Produktionsprozesse werden kapazitiv ausgelegt, technologisch entsprechend umgestaltet und am Kundentakt ausgerichtet.

<sup>91</sup>Vgl. Erlach 2007, S.113.

3. Produktionssteuerung: Die Neugestaltung erfolgt nach Richtlinien, die die logistischen Verknüpfungen festlegen. Damit wird der Materialfluss gestaltet und der Schrittmacherprozess festgelegt.
4. Produktionsplanung: Die Produktionsplanung richtet sich nach den Gestaltungsrichtlinien im folgenden Kapitel.
5. Verbesserungsmaßnahmen: Konkrete Maßnahmen und die Umsetzungsplanung werden definiert.

### 3.5.2 Leitlinien Wertstromdesign

In „*Learning to See*“ definieren Rother/Shook sieben Leitlinien („Guidelines“) für das Wertstromdesign.<sup>92</sup> Diese gelten als einer der wertvollsten Teile der WSM. Sie ermöglichen das Erarbeiten des Soll-Prozesses nach Lean-Maßstäben und minimieren so Verschwendung. Erlach erweitert und spezifiziert diese Leitlinien:<sup>93</sup>

1. **Kundentakt**

Die Kapazität einer Produktion ist durchgängig am Kundentakt auszurichten.

2. **One Piece Flow**

Produktionsprozesse sind soweit möglich in einer kontinuierlichen Fließfertigung zusammenzufassen.

3. **FIFO-Verkopplung**

Ist ein *One Piece Flow* nicht möglich, so sind Produktionsprozesse in einer Reihenfertigung mit Bestandsobergrenze zu verkoppeln. In der Lean-Management-Literatur wird dies als „sequential pull“ bezeichnet. Die Bestandsobergrenze erlaubt eine Produktion erst dann, wenn am Ende ein Teil entnommen wird.

4. **Kanban-Regelung**

Produktionsprozesse, die aus technologischen Gründen Rüstzeiten aufweisen, sind bei Wiederholteilen über eine Losfertigung mit Supermarkt-Lägern zu verknüpfen. (Entnahme im Regal, Auffüllen durch vordere Stelle - Kombination mit FIFO)

5. **Schrittmacher-Prozess**

Jeder Wertstrom ist an genau einem, eindeutig festgelegten Schrittmacher-Prozess im Kundentakt zu steuern. Er gibt für alle Prozesse des Wertstroms den Takt vor.

6. **Festlegung des Pitch**

Die Freigabe von Produktionsaufträgen hat in kleinen, einheitlich dimensionierten Umfängen

---

<sup>92</sup>Vgl. Rother/Shook 1999, S.54.

<sup>93</sup>Vgl. Erlach 2007, S.100ff.

zu erfolgen und so für ein gleichmäßiges Produktionsvolumen zu sorgen. Als Pitch wird dabei die gleichmäßig große Freigabeeinheit bezeichnet. Ziel der Produktionsplanung: Durch definiertes Arbeitsvolumen in gleichmäßigem Rhythmus des Schrittmacher-Prozesses eine gleichmäßig fließende Produktion erreichen.

#### 7. **Produktionsmix-Ausgleich**

Die Reihenfolge von Produktionsaufträgen ist hinsichtlich der Varianten gut durchzumischen.

#### 8. **Engpass-Steuerung**

Die Freigabe von Produktionsaufträgen ist ggf. abhängig von den nachgelagerten Engpass-Prozessen zu regeln (Orientierung an der kleinsten Kapazität).

#### 9. **Reihenfolge nach Restriktionen**

Die Reihenfolge von Produktionsaufträgen ist abhängig von technologischen Restriktionen der nachgelagerten Produktionsprozesse zu planen (analog zum Engpass).

#### 10. **Trennung Produktion und Materialfluss**

Wertschöpfende Tätigkeiten im Produktionsprozess sind von den unterstützenden, logistischen Tätigkeiten räumlich abzutrennen (Konzentration der Mitarbeiter auf die Wertschöpfung). Dabei sinkt auch der Flächenbedarf der Montage (kürzere Wege, bessere Planung).

#### 11. **Flussorientiertes Ideallayout**

Die Betriebsmittel einer Fabrik sind möglichst eng entsprechend ihrer Abfolge im Wertstrom nebeneinander anzuordnen (Anwendung Dreiecksverfahren aus der Fabrikplanung).

### 3.5.3 Empfehlungen zur Optimierung

Diese Empfehlungen sollen neben den Leitlinien helfen, den zukünftige Wertstrom (Soll) möglichst effizient zu gestalten.<sup>94</sup>

- Fokussierung auf das Wesentliche
- Udenkbares Denken
- Vorhandene Flüsse in Frage stellen
- Schrittweise denken, Probleme eingrenzen
- Zusammenhänge nicht außer Acht lassen
- Einfachheit und Klarheit suchen

<sup>94</sup>Vgl. Lindner/Becker 2010, S.54; Vgl. Klevers 2007, S.37.

- Gleichmäßigen Fluss anstreben („One Piece Flow“)
- Medienbrüche reduzieren
- Ziel ist möglichst kurzer und geradliniger Wertstrom
- Stärkung der Verkettung und Bündelung zwischen aufeinanderfolgenden Aktivitäten
- Vermeidung von Zwischenlagern
- Konzentration auf die Senkung der Gesamtdurchlaufzeit

# 4 Wertstromorientiertes Prozessmanagement

## 4.1 Zusammenführung der Methoden

### 4.1.1 Grundlagen

In der Anwendung im praktischen Umfeld zeigt sich, dass die beiden Methoden, das Prozessmanagements und die Wertstrommethode, große Ähnlichkeiten aufweisen (siehe Tabelle 4.1). Beide dienen der Optimierung der gegebenen Prozesse und sind absolut kundenorientiert. Beide visualisieren die Prozesse in der Analysephase und versuchen später, Verbesserungen mithilfe dieser Visualisierung aufzuzeigen. Der Ruf nach Vereinigung dieser Methoden und Verbindung der individuellen Vorteile ist daher groß (vor allem im deutschsprachigem Raum).<sup>95</sup>

Der größte Unterschied ist die organisatorische Einbindung. Während das Prozessmanagement ein Managementsystem aufbaut (siehe Prozesslandkarte, Prozess-Life-Cycle), ist die Wertstrommethode lediglich eine Visualisierungs- und Verbesserungsmethode. Ihr fehlt der systematische und kulturelle Rahmen, daher erfolgt der Einsatz der Wertstrommethode meist in Einzelprojekten im Process Reengineering. Prozessmanagement hingegen ist ein philosophischer Ansatz, der kontinuierlich und ganzheitlich angewandt wird.<sup>96</sup>

Dieses Kapitel zeigt die Gemeinsamkeiten der Methoden und Versuche, sie zu verbinden. Ein Ansatz dieser Verbindung ist die Umlegung des organisatorischen Rahmens des Prozessmanagement auf die Wertstrommethode. Dies wird in den Artikeln von Morawetz/u.a., 2010, Kuhlant/Morawetz/u.a., 2011 und Kuhlant/u.a., 2013, durchgeführt. Da es aufgrund oben genannter Tatsachen üblich ist, das Unternehmen ein Prozessmanagement-System eingeführt haben, versuchen Wagner/Lindner, 2013, den umgekehrten Weg zu gehen. Sie gliedern die Wertstrommethode, vor allem das Wertstrom-Mapping, in das Prozessmanagement-System ein.

<sup>95</sup>Vgl. Kuhlant/Morawetz u. a. 2011, S.1; Vgl. Wagner/Lindner 2013, S.121.

<sup>96</sup>Vgl. Kuhlant/Morawetz u. a. 2011, S.1; Vgl. Wagner/Lindner 2013, S.121.

Wertstrommethode	Prozessmanagement
Prinzipien und Perspektiven	
Verschwendung vermeiden, Durchlaufzeit verringern (Lean Thinking)	Struktureller Ansatz für das ganze Unternehmen
Effizienz steht im Vordergrund	Effektivität steht im Vordergrund
Datenorientiert (Mapping, Faktenhinterlegung), Fokus auf jetzigen Zeitpunkt	Strategische Ausrichtung, Fokus auf Zeitraum
Klare Prinzipien und Leitlinien zur Definition und Erreichung des Zielzustands	Innovation und kontinuierliche Verbesserung (umgesetzt durch Prozesslebenszyklus)
Informationen zur Prozesssteuerung werden mitbetrachtet	Unterschiedliche Sichten auf das Unternehmen (Kundensicht, Risikosicht, IT, Schnittstellen) werden betrachtet
Visualisierung mit Stift und Papier (einfach und schnell)	Fokus liegt auf prozessorientiertem Management-System
Restriktionen	
Stark vernetzte und verzweigte Prozesse	Ergebnisse von Optimierungen werden erst mittelfristig sichtbar
Prozesse mit Dienstleistungen schwierig zu modellieren	Daten und Fakten oft nicht spezifisch genug, Verbesserungen teilweise nicht quantifizierbar

Tabelle 4.1: Vergleich Wertstromdesign und Prozessmanagement (Kuhlang/Edtmayr/u.a., 2011, S.2)

#### 4.1.2 Vergleich der beiden Prozessverbesserungsroutinen

Die *4-Schritte-Methode* und die *Value Stream Mapping-Steps* sind sich sehr ähnlich und damit vergleichbar. Die Abbildung 4.1 zeigt die die Grenzen der Methoden und deren Gemeinsamkeiten.<sup>97</sup>

Beide Methoden starten mit der Auswahl bestimmter Prozesse, einerseits als Wahl aus der Prozesslandkarte und einer genauen Abgrenzung zu den anderen Prozessen und andererseits als Wahl der Produktfamilie. Mit diesem Schritt werden Input, Prozessgrenzen, sowie Output und Zielsetzung dieses Prozesses bzw. Wertstroms definiert.

Danach erfolgt die Aufnahme des derzeitigen Zustands mit Flussdiagrammen oder mithilfe des Wertstrom-Mappings als Zeichnung des *Current-State*. Ein Unterschied besteht hier im Umgang mit der Datenaufnahme, im VSD liegt die Konzentration auf der Differenz zwischen Bearbeitungs- und Durchlaufzeit, während das Prozessmanagement viele Kennzahlen

<sup>97</sup>Vgl. Wagner/Lindner 2013, S.143.

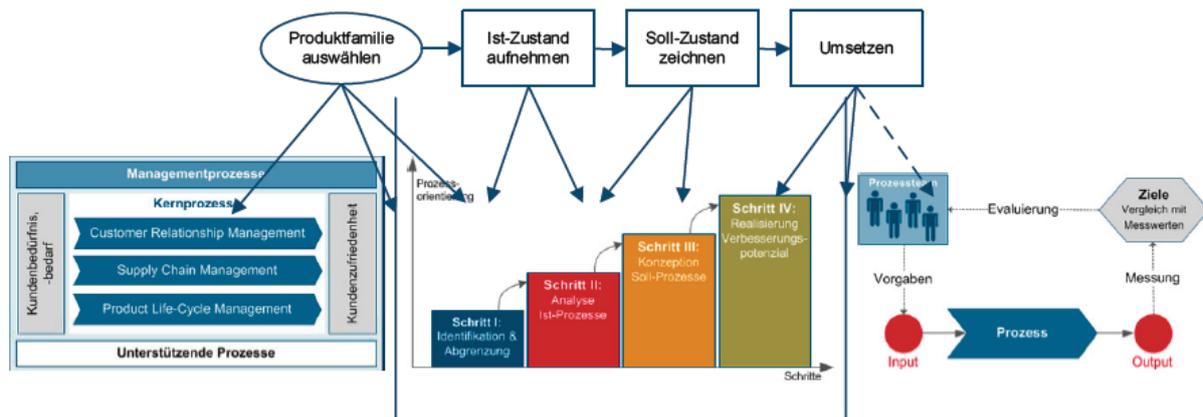


Abbildung 4.1: Vergleich der beiden Vorgehensmodelle (Wagner/Lindner, 2013, S.143)

zur Beurteilung vorlegen kann. Beide Methoden fokussieren jedoch Kundenorientierung und Kundenbedürfnisse.<sup>98</sup>

In Stufe 3 orientieren sich die Methoden am Idealzustand (siehe Abbildung 4.2). Dies ist jener Zustand, der frei von Restriktionen (Kapazitätseinschränkungen, Layout, etc.) im Unternehmen erreicht werden kann. Anhand des Idealzustands wird ein erreichbarer Soll-Zustand definiert, der Restriktionen und Gegebenheiten berücksichtigt. Mit den diversen Tools der jeweiligen Methode (Leitlinien im Wertstromdesign, Gestaltungskriterien) werden dann Verbesserungspotentiale identifiziert. Durch die Umsetzung der Verbesserungen ändert sich dieser Ideal-Zustand im Laufe der Zeit.<sup>99</sup>

Abgeleitet aus dem Soll-Zustand bzw. Future State und den Verbesserungspotentialen wird nun eine Maßnahmenplan erstellt. Dieser beinhaltet neben den umzusetzenden Verbesserungen deren Ist- und Soll-Zustand, Zeitrahmen und Verantwortlichen in der Umsetzung und die Kennzahlen des Prozesses. Zum Schluss erfolgt die Implementierung dieser Maßnahmen und im Prozessmanagement der Übergang in Phase 3.<sup>100</sup>

### 4.1.3 Beiträge des Prozessmanagements

Wagner/Lindner definieren umfangreich, welche Beiträge das PM zu einem gemeinsamen Ansatz beitragen kann.<sup>101</sup>

<sup>98</sup>Vgl. Kuhlang/Morawetz u.a. 2011.

<sup>99</sup>Vgl. Morawetz u.a. 2010.

<sup>100</sup>Vgl. Morawetz u.a. 2010.

<sup>101</sup>Vgl. Wagner/Lindner 2013, S.125ff.

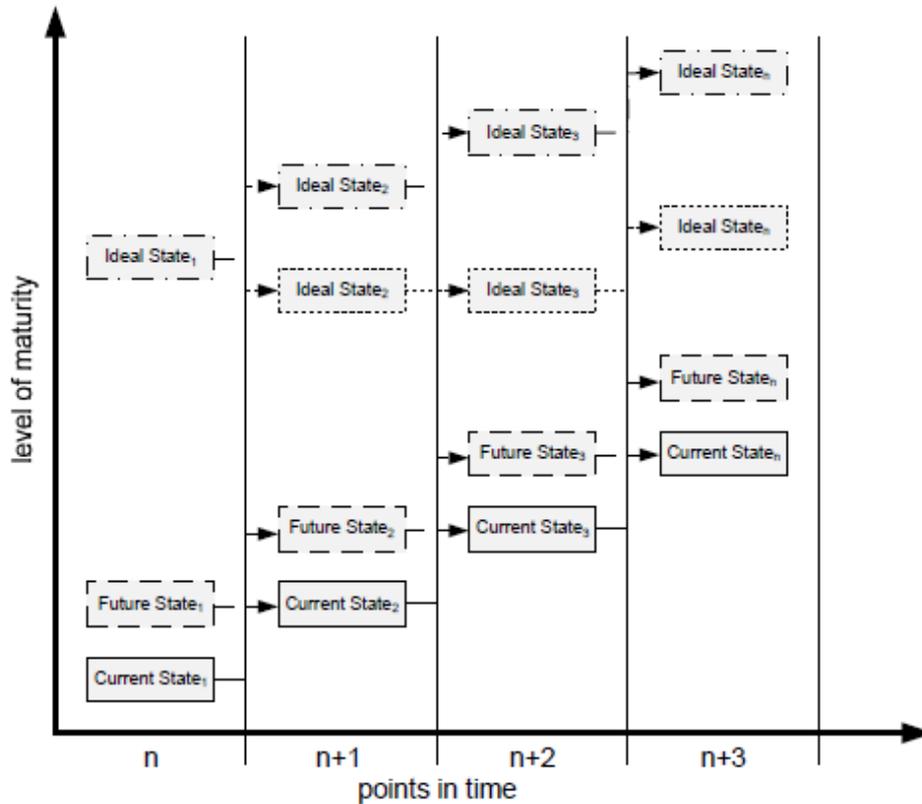


Abbildung 4.2: Orientierung am Ideal-Zustand (Morawetz/u.a., 2011)

#### 4.1.3.1 Verbesserungszyklen nach Wagner/Lindner

Betrachtet man das Prozessmanagementsystem im gesamten (und bezieht die Vision/Mission und die strategischen Ziele des Unternehmens mit ein), dann ergeben sich drei unterschiedliche Prozessverbesserungszyklen (siehe Abbildung 4.3). Diese Zyklen werden alle als kontinuierliche Verbesserung mit dem PDCA-Kreis gesehen, der Unterschied liegt jedoch in der zeitlichen Dimension (kurz-, mittel- und langfristig).

Als kleinster Zyklus ist der Prozessregelkreis (siehe Abbildung 2.3) der Phase 3 im PLC. Dabei wird der Prozess im operativen Umfeld kontinuierlich (und in kleinen Schritten) verbessert, Maßnahmen aus dem Katalog am Weg zum Soll-Prozess werden umgesetzt.

Der zweite Zyklus ist der PLC an sich. Dabei werden in Phase 4 Kennzahlen ausgewertet. In Verbindung mit den strategischen Zielen und deren Kennzahlensystem kann nun über die weitere Vorgehensweise entschieden werden. Der Prozess wird entweder ausgegliedert, in die Prozesslandkarte neu eingegliedert und weiterhin überwacht (Phasen 4 und 1) oder ein neuer Zyklus (Process Reengineering) eingeleitet, wenn Verbesserungsbedarf besteht (Start Phase 1, Übergang zu Phase 2).

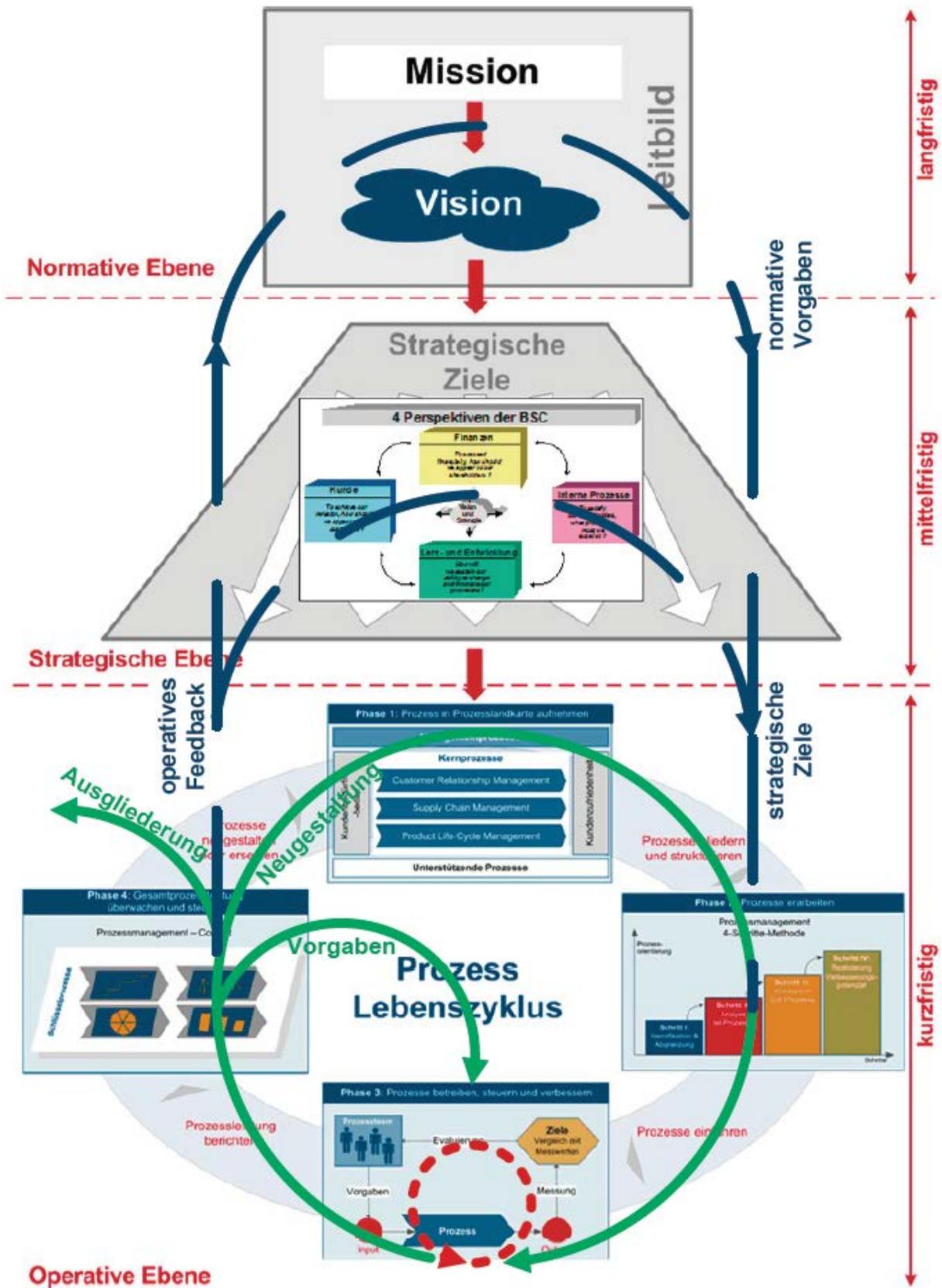


Abbildung 4.3: Verbesserungszyklen des PLC (Wagner/Lindner, 2013, S.126)

Der dritte und längste Zyklus umfasst die unterste Ebene des operativen Prozesses und die oberste Ebene der strategischen Unternehmensentwicklung. Dabei werden Mission, Vision und Leitbild mit den Prozessen (und vice versa) abgeglichen und Differenzen festgestellt. Dies ist ein wichtiger Schlüssel zur Ausrichtung des Unternehmens.

Gemeinsam sind diese drei Zyklen nun verantwortlich, dass die Prozesse, deren Ziele und die Ausrichtung des Unternehmens aufeinander abgestimmt sind. Dabei ist die ganzheitliche Betrachtung von oben ebenso wichtig wie die detaillierte Betrachtung ganz nahe am Prozess.

#### 4.1.3.2 Managementsystem

Wagner/Lindner und Kuhlang/Morawetz/u.a., 2011, beschreiben das Fehlen eines systematischen und dauerhaften Managementsystems in der Wertstrommethode. Durch die Verankerung des PM im Unternehmen werden Verantwortlichkeiten und eine Organisationsstruktur definiert. Außerdem wird Kontinuität durch verbindliche Standardisierung und Dokumentation erreicht.

Eine Umgebung wie diese stellt sicher, dass im Wertstromdesign die richtigen Wertströme betrachtet und optimiert werden. Außerdem erfolgt durch die Rückkopplung mit Strategie und Mission des Unternehmens eine genauere Ausrichtung der Optimierung.

#### 4.1.3.3 Process Life Cycle

Die Struktur des PLC bietet der WSM eine Vorgabe für Abgrenzung, Entwicklung und Überwachung der Wertströme. Dadurch lassen sich diese einerseits an die Strategie anbinden, andererseits zeigt sich so der Werdegang der Ströme. Der Übergang von Phase 2 in Phase 1 (also der Weg über 3 und 4) ist in der WSM ebenso nicht definiert. Die folgenden Modelle, Methoden und Konzepte zeigen weitere Vorteile für die WSM.<sup>102</sup>

<b>Prozess-landkarte</b>	Betrachtung von oben ermöglicht einen Überblick über alle Wertschöpfungsflüsse im Unternehmen. Im PM wird über die Auswahl eines Prozesses in die Prozesslandkarte mithilfe der Prozesswürdigkeit entschieden, in der WSM gilt lediglich die Konzentration auf umsatz- und absatzstarke Produkte. Eine Erweiterung um die Priorisierungskriterien der Schlüsselprozesse (strategische Relevanz, Kundennutzen, Ressourceneinsatz, etc.) ist als sinnvoll anzusehen.
--------------------------	--

<sup>102</sup>Vgl. Wagner/Lindner 2013, S.127f.

<b>Ebenenkonzept</b>	Ein zentrales Element im PM, um die Granularität der Prozesse darstellen zu können. Sie bietet die Möglichkeit, Prozesse bzw. Wertströme miteinander zu verknüpfen. Horizontale Wertströme lassen sich sehr trivial (definierte Grenzen, interne Kunden/Lieferanten-Beziehung) miteinander verbinden, eine vertikale Verknüpfung ist durch Abgrenzung ebenfalls möglich. Die Kennzahlen der Gesamtdurchlaufzeit und Bearbeitungszeit lassen sich dabei zusammenfassen und gut skalieren.
<b>4-Schritte-Methode</b>	Das PM bietet hier einige nützliche Tools, die für die WSM nützlich sein können. Im Schritt der Identifikation und Abgrenzung erfolgt eine Abgrenzung durch Bestimmungsmerkmale, die in einem Dokument festgehalten werden. Diese Merkmale können für die Auswahl aus der Produktfamilie hilfreich sein. Die Analysephase stellt viele Visualisierungs- und Optimierungstools zur Verfügung. In der Soll-Konzeption werden zusätzlich zum Prozess Messsysteme und Kennzahlen definiert, welche eine Erweiterung der bisherigen Messmöglichkeiten in der WSM bieten. In der Umsetzung könnte ein sogenannter „Dry Run“ (theoretisches Durchbesprechen des Prozesses bzw. Wertstroms im Team) hilfreich sein.
<b>Prozessregelkreis</b>	Ein regelmäßiges Monitoring des Prozesses im Kleinen. Dadurch lassen sich auch im Wertstrom Verbesserungspotentiale erkennen und nutzen.
<b>Standardisiertes Reporting</b>	Reporting ist in der WSM verankert, die Standardisierung und Dokumentierung jedoch nicht. Dies führt zu einer erhöhten Informationsbereitstellung für alle Mitarbeiter.
<b>Gesamtprozessleistung überwachen und steuern</b>	Die Phase 4 im PLC ist das Verbindungsglied zu den strategischen Zielen des Unternehmens. Hier kann der Wertstrom gemessen, beurteilt und gegebenenfalls eine Neukonzipierung veranlasst werden.
<b>Rollen im PM<sup>103</sup></b>	Auch im Wertstromdesign gibt es, analog zum PM, einen Wertstromverantwortlichen. Die Gemeinsamkeiten sind groß, eine Vereinigung der beiden Aufgaben kann als sinnvoll angesehen werden. Dabei gilt es zu entscheiden, um die Position als Stabsstelle oder leitende Aufgabe zu konzipieren ist.

Tabelle 4.2: Beiträge des Process Life Cycle (Wagner/Lindner, 2013, S.127ff)

<sup>103</sup>Prozessmanagement

#### 4.1.4 Beiträge der Wertstrommethode

Analog zu den Beiträgen des PM sind hier die Beiträge der Wertstrommethode aufgeführt. Die WSM kann als Türöffner zu den Methoden und Prinzipien des Lean Managements und der Lean-Kultur (bzw. Toyota-Philosophie) gesehen werden. Sie ermöglicht die Nutzung einer Vielzahl von Methoden (Poka Yoke, SMED, 5W, etc.) und die Verknüpfung zu einem gemeinsamen, umfangreichen Methodenbaukasten (siehe dazu: Wagner/Lindner, 2013, S.223ff).<sup>104</sup>

Die Vorteile der Wertstrommethode liegen in ihrer Einfachheit und Effizienz. Im Unterschied zum Prozessmanagement (mit seinen vielen Methoden) ist die WSM leicht zu erlernen und deren Visualisierungsmethodik schnell geübt und damit anwendbar. In der WSM liegt der Blickpunkt auf der Steigerung der Effizienz, es stehen die Dynamik der einzelnen Prozessschritte und mögliche Verschwendungen (8 Muda) im Fokus. Dies führt zusätzlich zu einer Steigerung von Reaktionszeit und Flexibilität sowie zu einer Senkung der Durchlaufzeit.

Eine zusätzliche Dimension entsteht durch den revolutionären Ansatz der WSM. Verbessert das PM den Prozess eher schrittweise, so sind hier große Schritte und ein komplettes Redesign des Wertstroms möglich. Dies wird durch den umfangreichen Einsatz anderer Methoden im Lean Management ermöglicht, wo Kaizen die erreichten Standards aufrecht erhält und eine schrittweise Entwicklung betrieben wird.

Die Ist-Prozess-Aufnahme, der Überblick über das Geschehen und die Besprechung von Problemen und Lösungen erfolgt im Lean Management immer am Ort des Geschehens („Go to Gemba“). So lässt sich der Zusammenhang zum großen Ganzen leichter verstehen, eventuelle Muda oder Verbesserungspotentiale sind leichter erkennbar.

Zusätzlich entstehen Vorteile im Ablaufmodell, wie die Tabelle 4.3 zeigen soll.<sup>105</sup>

<b>Analyse</b>	Ein Mehrwert, den die WSM einbringen kann, ist der Abgleich von Kundenbedarf und Kapazitätsangebot. Dies wird durch eine Kundenbedarfsanalyse erreicht und kann unter anderem mit statistischen Mitteln ausgewertet werden.
----------------	---

<sup>104</sup>Vgl. Wagner/Lindner 2013, S.125ff.

<sup>105</sup>Vgl. Wagner/Lindner 2013, S.135ff.

<b>Visualisierung</b>	Das Wertstrom-Mapping ist eine verständliche und leicht zu erlernende Visualisierungsform. Sie stellt gleichzeitig Material- und Informationsflüsse übersichtlich dar, die Einhaltung des „One Page Standards“ (eine Seite Darstellung pro Prozess/Wertstrom) ist hier zu beachten. Das Erstellen einer Handskizze erreicht, dass sich das Prozessteam intensiv mit dem Prozess auseinandersetzt. Die zeitliche Dimension wird durch die Aufnahme der Zeitlinie verstärkt. Informelle Vorgänge (Nacharbeit, Rückfragen, Priorisierung Warteschlange, Priorität der Prozessschritte/Abfolge, etc.) werden durch die WSM sichtbar und verstärkt wahrgenommen. So kann das PM um eine Dokumentation aller relevanten, informellen Material- und Informationsflüsse erweitert werden.
<b>Potentiale auswerten</b>	Die Kennzahlen Durchlaufzeit und Wertstromquotient ermöglichen eine erste Potentialabschätzung für Verbesserungen. Mit dem Kundentakt erweitert, lassen sich nun Koordination und Ablauf des Wertstroms/Prozesses analysieren. Zusätzlich lassen sich Kennzahlen wie die „First Pass Yield“ (Anzahl Gutteile nach einer Bearbeitung - bei instabilen Prozessen angewandt) oder EPEI („Every Part, Every Intervall“ - Kennzahl aus dem Lean Management für den Zeitraum, bis ein Produkt wieder an einer Maschine produziert wird - wird auch zur Losgrößenbestimmung herangezogen) einbringen.
<b>Soll-Konzeption</b>	Die WSM empfiehlt in jedem Durchlauf seiner vier Schritte ein Redesign des Wertstroms. Dies ist im PM ebenso verankert (BPR, etc.), wird jedoch seltener angewandt. Dieses ständige Redesign ermöglicht einen Fokus auf den Soll-Zustand (und ein gedankliches Befreien vom Festhalten am Ist), was zu einer sehr zielgerichteten Arbeit führt. Einen großen Wert stellen die 8 Leitlinien für das Design dar, durch deren Unterstützung die Ausarbeitung eines schlanken Wertstroms stark unterstützt wird.
<b>Umsetzung</b>	Die WSM empfiehlt Schleifen, die als Ansatzpunkte zur Teilung der Umsetzung in Teilprojekte gesehen werden können. Dies kann die Umsetzungsplanung im PM unterstützen.

Tabelle 4.3: Vorteile im Ablaufmodell

## 4.2 Erweiterung der Wertstrommethode

Morawetz/u.a., 2010, stellen die Hypothese auf, dass die WSM durch den ganzheitlichen Ansatz des PM ergänzt werden kann. Sie sehen dabei Effizienzsteigerung durch die WSM um die

Steigerung der Effektivität und die kontinuierliche Verbesserung des PM erweitert. In einer zweiten Hypothese werden Vorteile im PM durch die Anwendung der WSM besprochen.<sup>106</sup>

Der größte Vorteil für die WSM ist die „Improvement List“ (oder Maßnahmenplan) aus dem PM, weil diese auch einen Effektivitätstest mit sich bringt. Der Kreis der 4-Schritte-Methode wird um das Prozess-Monitoring (analog zur Phase 3 des PLC) und den Prozessteammeetings erweitert (siehe Abbildung 4.4). Die Autoren kommen zum Schluss, dass dadurch die 4-Schritte-Methode sinnvoll erweitert wurde. Ein Beweis in der Praxis konnte aufgrund noch laufender Testprojekte nicht aufgenommen werden.<sup>107</sup>

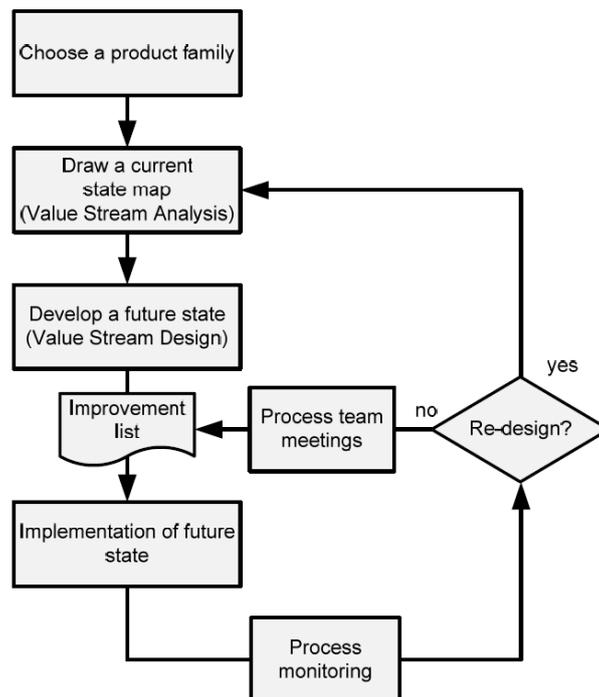


Abbildung 4.4: Erweiterte 4-Schritte-Methode (Quelle: Morawetz/u.a., 2010)

Kuhlang/Morawetz/u.a., 2011, stellen das Leistungsniveau eines Wertstroms nach der Zeit dar (siehe Abbildung 4.5). Begonnen wird mit Phase 1 (Auswahl auf Prozesslandkarte - Status „current 0“), der Status „current 1“ zeigt den Beginn der Phase 2 an. Hier wird der Prozess nun in den Prozess-Team-Meetings (PTM) verbessert (mithilfe des 4-Stufen-Modells), die nächsten Status sind von der Phase 3 der kontinuierlichen Verbesserung (Evolution) geprägt. Die Verbesserung dabei passiert im Prozessregelkreis durch „Process Jour Fixe Meetings“ (PJF). Die Innovation wird mit der Zeit immer geringer, die Kurve flacht ab. Nun startet ein Reengineering in der Phase 2, um den nächsten sprunghaften Anstieg (Revolution) einzuleiten.<sup>108</sup>

<sup>106</sup>Vgl. Morawetz u.a. 2010.

<sup>107</sup>Vgl. Morawetz u.a. 2010.

<sup>108</sup>Vgl. Kuhlang/Morawetz u.a. 2011.

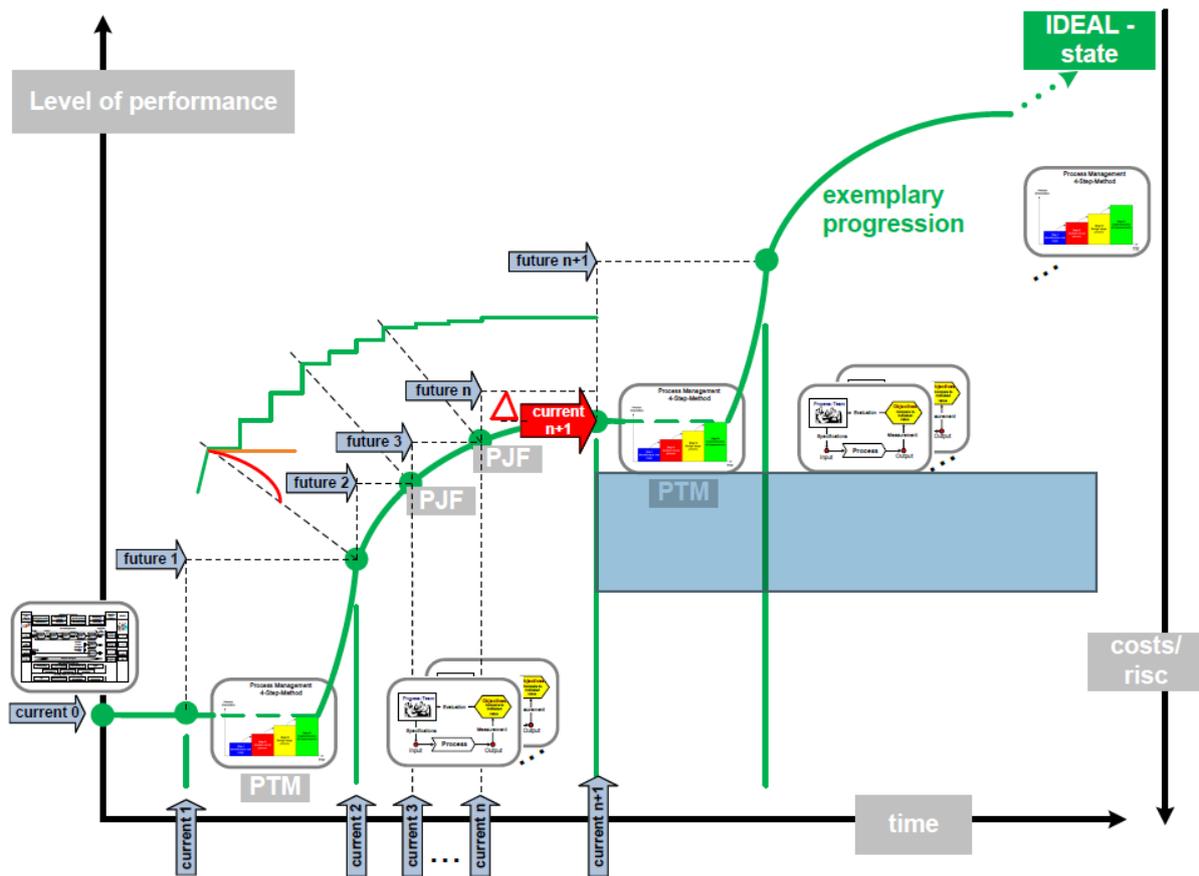


Abbildung 4.5: Evolution und Revolution im PLC (Kuhlang/Morawetz/u.a., 2011)

Dieses Vorgehen wurde nun in Kuhlang/Morawetz/u.a., 2011 und Kuhlang/u.a., 2013, systematisiert und als Vorgehensmodell präsentiert (siehe Abbildung 4.6). Dieses Modell zeigt nun die Anwendung der unterschiedlichen Konzepte und deren Wirkung: das Prozessmanagement mit dem Process Life Cycle und den 4 Phasen, die durchlaufen werden; die systematisierte Anwendung der Wertstrommethode zur Visualisierung der Wertströme und den PDCA-Zyklus als kontinuierliche Verbesserung oder Evolution des Prozesses.

### 4.3 Erweiterung des Prozessmanagement

Wagner/Lindner kombinieren das Prozessmanagement mit der Wertstrommethode zu einem neuen, ganzheitlichen Ansatz: dem *Wertstromorientierten Prozessmanagement* (WPM<sup>109</sup>). Dabei werden Vorteile aus beiden Methoden kombiniert und neu zusammengesetzt. Das PM stellt dafür vor allem sein Managementsystem und den methodischen Rahmen bereit (Einbindung ins Unternehmen, PLC, Prozesslandkarte), die Beiträge der WSM konzentrieren

<sup>109</sup>Wertstromorientiertes Prozessmanagement

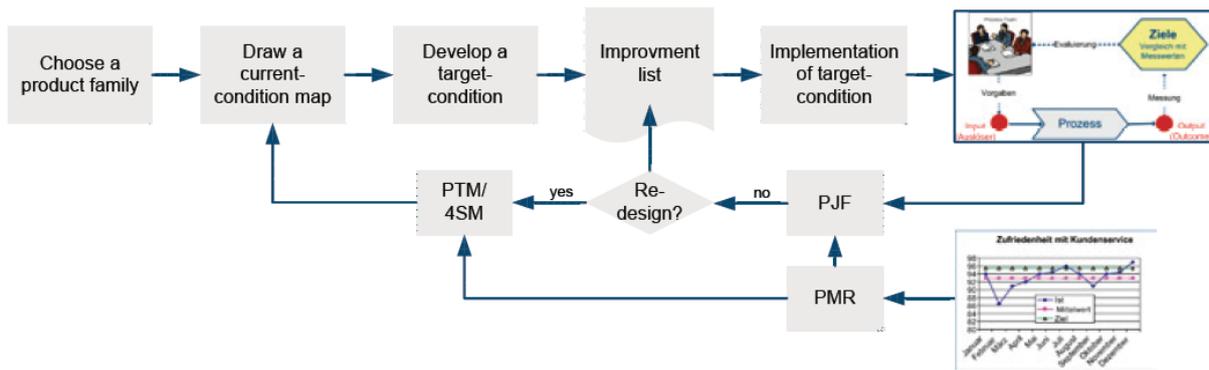


Abbildung 4.6: Vorgehensmodell der systematisierten WSM (Kuhlang/u.a., 2011)

sich auf die Phase 2 der PLC. Im Folgenden werden die methodischen Brücken zusammengefasst, die PM und WSM zum WPM beitragen, danach wird das Vorgehen am PLC vorgestellt.

Da diese Methode einzig in Wagner/Lindner, vorgestellt wird, ist dieses Kapitel eine Zusammenfassung dieser Methode, die umfangreich ab S.141 nachgelesen werden kann. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit und der einfacheren Gestaltung wird daher auf die Zitierweise verzichtet.

### 4.3.1 Methodische Brücken

Aus dem Vergleich der beiden 4-Schritte-Methoden und den Beiträgen aus PM und WSM sind hier nun die Brücken über die Methoden angeführt. Diese können als Basis des WPM angesehen werden.

#### 1. Managementsystem

Das Modell des PM (Mission/Vision, Strategische Ziele - Balanced Score Card, PLC, Prozesslandkarte und die Verbesserungszyklen innerhalb dieses Modells; siehe Abbildung 4.3) ist die solide Basis des neuen WPM. Die Einbindung der WSM konzentriert sich auf die Phasen 1 und 2 des PLC, sie hat jedoch ebenso Auswirkungen auf die strategischen Ziele (und die Phase 4). Die Phasen 3 kann durch Prozessbegehungen, open-One-Page-Standard (gemeinsames Einsehen und Visualisieren des Wertstroms/Prozesses) und das Storyboard unterstützt werden.

#### 2. Definition der Betrachtungsobjekte:

Die Definition des Prozesses soll die Basis darstellen, die Prozesswürdigkeit die Abgrenzung nach außen (und zu anderen Prozessen). Es ist klar, dass jeder Prozess einen Wertstrom besitzt, die Definition des Wertstroms markiert Verschwendung und macht diese sichtbar. Die Verbindung der 4-Schritte-Methoden (Kapitel 4.1.2) dient der wertstromorientierten Vorgehensweise zur Prozessgestaltung.

3. Prozesslandkarte  
Kann mit Anforderungen, Leitlinien und wichtigen Elementen der WSM zu der wertstromorientierten Prozesslandkarte verknüpft werden. Hier sind die wichtigsten Kennzahlen bereits im ganzheitlichen Blick (End-to-End Perspektive) sichtbar. Sie kann auch als Ausgangspunkt für die Betrachtung der Supply Chain herangezogen werden.
4. Darstellungsebenen:  
Die End-to-End-Perspektive und der top-down Ansatz der Modellierung konzentrieren sich zuerst auf die Hauptprozesse. Daraus ergeben sich automatisch unterstützende Prozesse, die danach gemeinsam und vor allem einheitlich in tiefere Detaillierungsstufen modelliert werden.
5. Ebenenkonzept  
Wird dies mit den 8 Leitlinien des Designs verbunden, so können sämtliche Flüsse unternehmensweit koordiniert, gesteuert und optimiert werden.
6. Visualisierung  
Die Basis der Visualisierung stellt die WSM mit seinen Darstellungsobjekten als Darstellungsmethode. Darauf aufbauend ist die Visualisierung des Prozesses das zentrale Diskussionspapier für Analyse, Optimierung, Konzeption und Umsetzung. Sie erfüllt damit auch gleichzeitig den Dokumentationszweck.
7. Perspektiven der Visualisierung  
Die gemeinsame Visualisierung von Administration und Produktion steht hier im Vordergrund. Dabei ist die Sichtweise aus unterschiedlichen Perspektiven (siehe dazu: Optimierungsperspektiven auf S. 16) oder „Layer“ wichtig, um Potentiale schnell erkennen zu können. Die zusätzliche Sichtweise des Wertstroms erreicht damit einen enormen Vorteil in den obersten Ebenen der Prozesslandkarte.
8. Analyse und Konzeption  
Hier werden die Optimierungsperspektiven mit den 8 Leitlinien kombiniert zu einem kundenorientierten und effizienten Wertstrom kombiniert.
9. Soll-Konzeption  
Der Ideal-Zustand dient als Orientierungshilfe, der sich jedoch mit der Weiterentwicklung des Prozesses ebenfalls verändert (siehe Abbildung 4.2). Für die Konzeption des Soll-Zustand werden im Prozessteam s.g. Entwicklungsziele definiert, um ein Arbeiter anhand der gemeinsamen Perspektive sicherzustellen.
10. Rollenbilder  
Die Rollenbilder des Prozessverantwortlichen bzw. Prozessmanagers und des Wertstromverantwortlichen sind decken sich zu einem großen Teil. Hier kann eine gemeinsame Rolle



### 4.3.2 Vorgehen anhand des Process Life Cycle

Als Basis des WPM dient das Managementsystem und der Prozesslandkarte des Prozessmanagements. Das System wird dabei „top down“ erarbeitet, die Prozesse jedoch im Prozessteam aufgenommen (Mischung „top down“ und „bottom up“).

#### 4.3.2.1 Phase 1: Prozess in Landkarte aufnehmen

Voraussetzung für die Aufnahme eines Prozesses in die Prozesslandkarte ist seine Prozesswürdigkeit. Diese gibt an, ob sich die Aufnahme lohnt bzw. der Nutzen den Aufwand übertrifft. Die wesentliche Frage dabei ist: Erbringt der Prozess Wertschöpfung und Leistung für interne oder externe Kunden? Die Grenzen des Prozesses wurden bereits durch Input, Output, Zweck, etc. in der Prozessdefinition selbst abgesteckt, daher ist bei positiver Prüfung der Wertschöpfung die Prozesswürdigkeit gegeben. Weitere Faktoren zur genaueren Betrachtung sind eine lange Durchlaufzeit (bzw. ein niedriger Wertstromquotient) und bekannte Engpässe in diesem Prozess.

Die Prozesslandkarte selbst ist im Vergleich zum PM um Kennzahlen erweitert worden (Abbildung 4.8), dabei tritt die Kundenzufriedenheit in der Abbildung hervor. Dargestellt werden die End-to-End-Prozesse, die mit Durchlaufzeiten und weiteren Prozessgrößen beziffert werden. Diese Landkarte soll als „*lebendige Diskussionsoberfläche*“ im Unternehmen dienen, indem sie einen guten Überblick über den Ist-Zustand des Unternehmens bietet.

#### 4.3.2.2 Phase 2: Prozesse erarbeiten

Die Phase 2 in der die Prozesse arbeitet und verbessert werden, orientiert sich stark am 4-Stufen-Modell des PM und der 4-Schritte-Methode der WSM. Dabei wurde jedoch die Stufe des Ist-Zustands in zwei Schritte unterteilt, die Aufnahme und die Analyse des Ist-Zustands (Abbildung 4.9). Die einzelnen Schritte werden dabei in der Praxis öfter durchlaufen, da eine geradlinige Erarbeitung des Solls sehr selten ist. Jede Stufe erzeugt einen klar definierten Output, der die Basis der nächsten Stufe darstellt.

#### 4.3.2.3 Phase 2.1: Identifikation und Abgrenzung

Der Schritt erfolgt analog zur Phase 1, die Eckdaten des Prozesses werden aufgenommen. Erstellt der Prozess unterschiedliche Produkte, so müssen diese segmentiert und ein Repräsentant ausgewählt werden (Auswahl festhalten/dokumentieren). Die weitere Vorgehensweise orientiert sich immer an diesem Repräsentanten. Das Ergebnis des ersten Schritts sind die definierten Eckdaten des Prozesses.

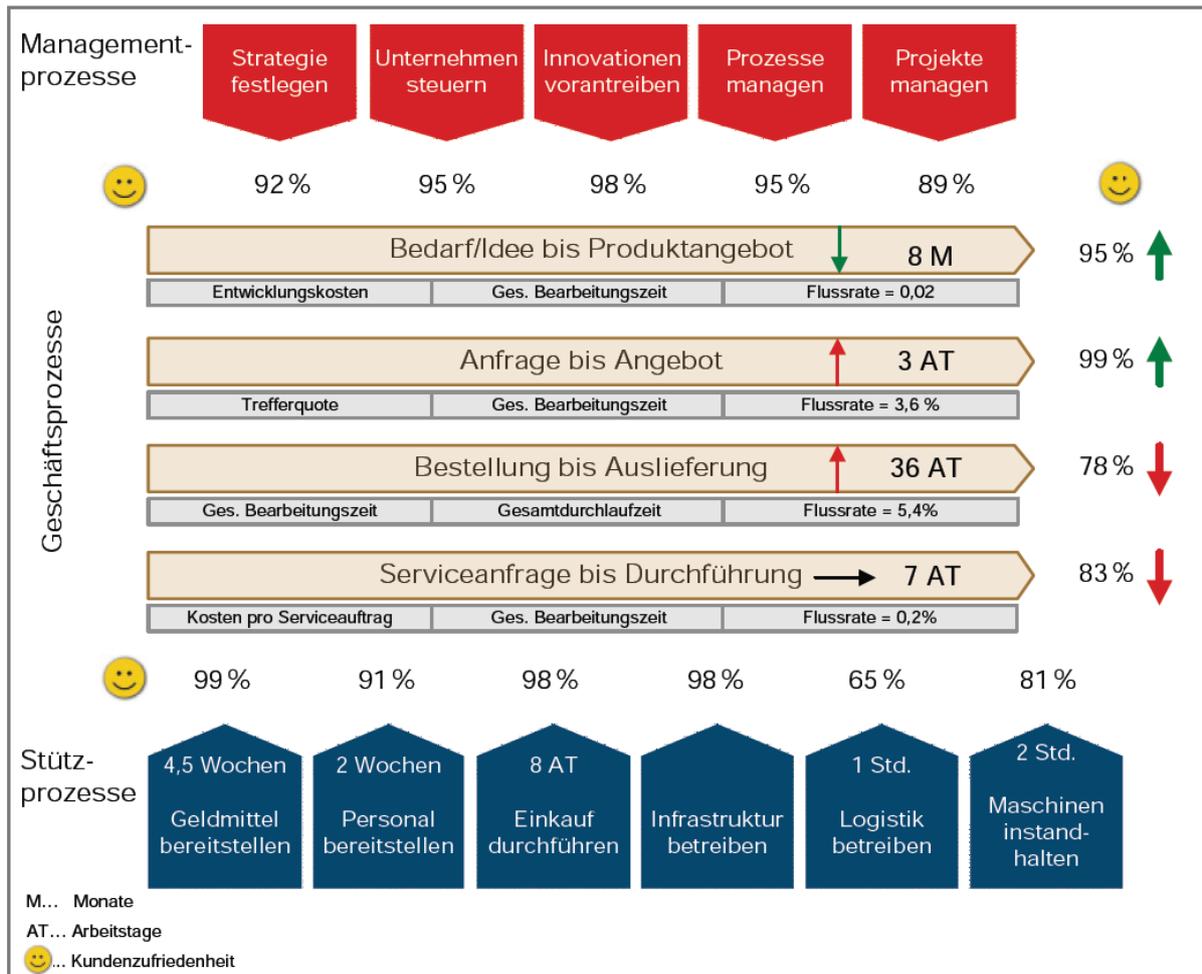


Abbildung 4.8: Prozesslandkarte im WPM (Wagner/Lindner, 2013, S.151)

#### 4.3.2.4 Phase 2.2: Ist-Situation aufnehmen

Beginn der Aufnahme der Ist-Situation stellt immer der Kundenbedarf da. Es werden der quantitative Bedarf (Menge), Schwankungen und Trends dazu (Saisonalität, etc.) und qualitative Kundenanforderungen (Qualität, Durchlaufzeit, Verfügbarkeit, Lieferlogistik, Preis, Individualität, etc.) aufgenommen. Der Kunde muss jedoch nicht immer extern sein, für interne Kunden gilt die selbe Vorgehensweise.

Nun werden Vorbereitungen für die Aufnahme des Ist-Ablaufs getroffen. Das Prozessteam wird bestimmt, Mitarbeiter und Betriebsrat über die Begehung informiert (senkt Konfliktpotentiale) und Equipment bereitgestellt. Vor der Prozessbegehung kann es Sinn machen, bereits den groben Prozessablauf festzuhalten und einen Fragebogen oder eine Checkliste für die Begehung auszuarbeiten. Danach wird im ersten Schritt der genaue Prozessablauf festgehalten. Die Teammitglieder bekommen nun unterschiedliche Aufgaben zugeteilt (Interviewer, Fotograf, etc.), die sie bei weiteren Begehungen innehaben. Grundsätzlich wird vorgeschlagen, den Pro-

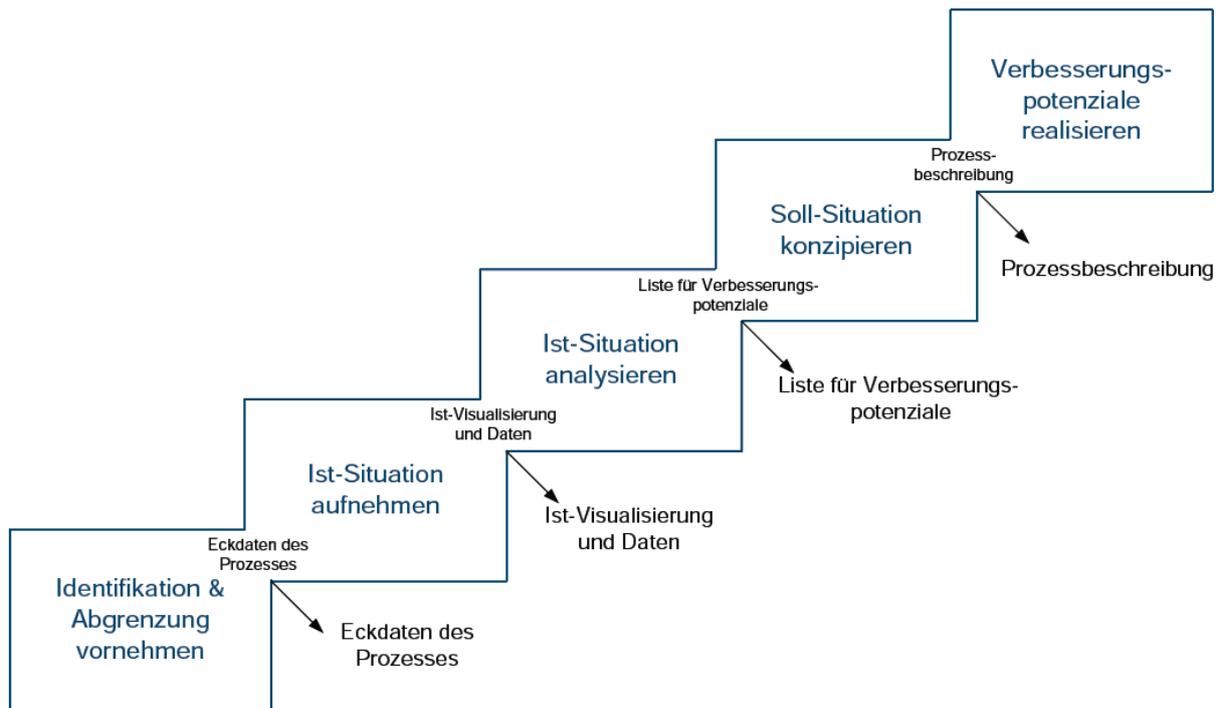


Abbildung 4.9: 5-Schritte-Methode zur Erarbeitung von Prozessen (Wagner/Lindner, 2013, S.154)

zess von hinten nach vorne abzugehen, um die Perspektive des Kunden besser im Blick zu haben.

Die Basis der Visualisierung ist der „Open One-Page-Standard“. Darauf erfolgt die Darstellung mithilfe unterschiedlicher Layer, die die Perspektiven auf den Prozess darstellen (siehe Abbildung 4.10). Diese acht Perspektiven werden um den Kaizen-Layer „Verbesserungspotentiale festhalten“ ergänzt. Die Layer werden bei mehreren Begehungen schrittweise entwickelt, der Fokus dabei ist vom Prozessverantwortlichen zu bestimmen. Als Grundlage der Darstellung ist die Swimlane-Darstellung der BPMN 2.0, Kunde und Lieferanten begrenzen die internen Verantwortungen in der Grafik. Diese wird um Spalten der Layer erweitert, in denen die Informationen dieser Perspektiven eingetragen werden (Abbildung 4.11).

In der Koordination der Aufnahme kann dabei der s.g. „WPM-Kompass“ eingesetzt werden (Abbildung 4.12). Dieser zeigt die Layer und den aktuelle Fokus (markiert mit der Kompassnadel).

Die Perspektiven werden im Folgenden beschrieben:

### 1. Prozessstruktur festlegen

Die Prozessstruktur ist die unterste Darstellungsschicht und damit die Basis der Visualisierung. Kennt das Team den Prozess, kann sie sogar noch am Schreibtisch aufgenommen werden (Änderungen beim Linewalk sind trotzdem nicht ausgeschlossen). Wichtig ist die

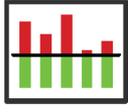
	Layer 1	Prozessstruktur festlegen		Layer 6	Kapazitäten abgleichen
	Layer 2	Produkt- und Informationsflüsse aufnehmen		Layer 7	Risiko bewerten
	Layer 3	Verschwendung identifizieren		Layer 8	Kosten erheben
	Layer 4	Zeitlinie aufnehmen		Layer 9	Verbesserungspotenziale festhalten
	Layer 5	Qualitätsdefizite identifizieren			

Abbildung 4.10: Unterschiedliche Layer des WPM (Wagner/Lindner, 2013, S.157)

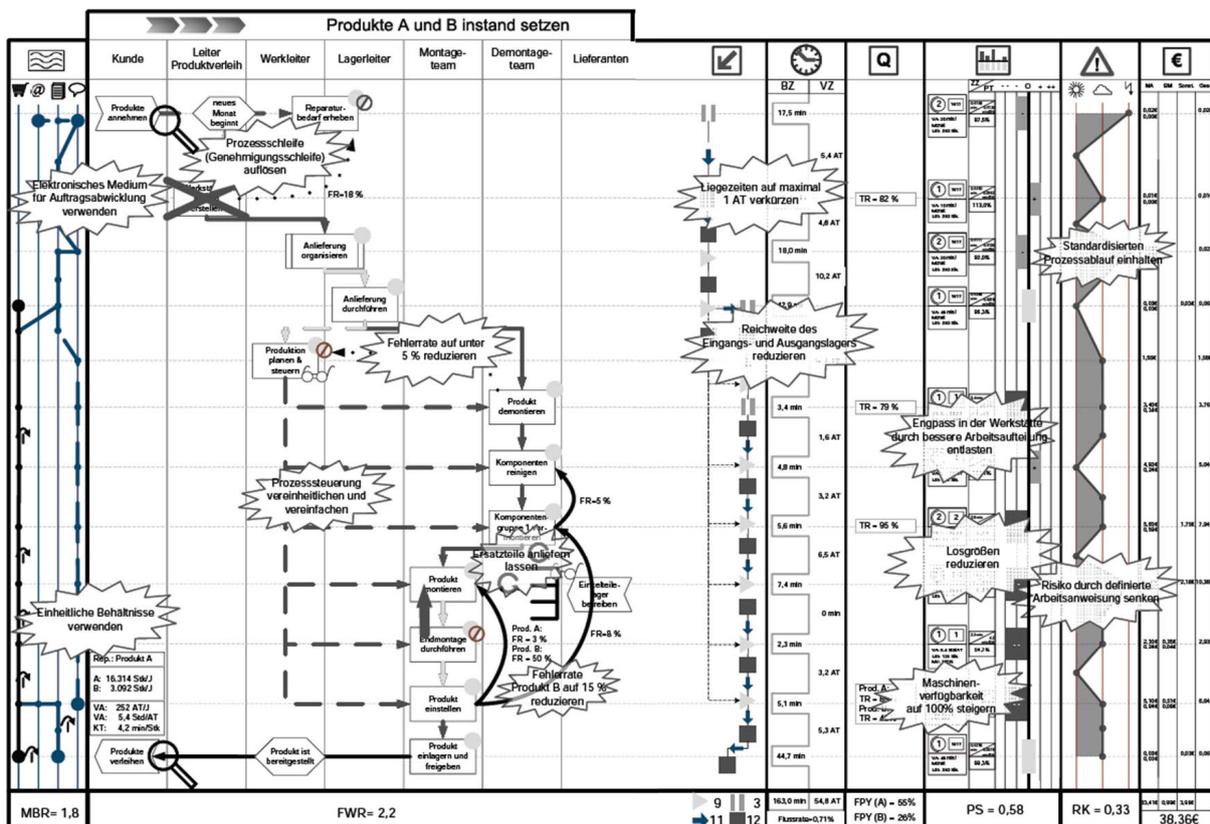


Abbildung 4.11: Beispiel eines vollständig gemappten Prozesses (Wagner/Lindner, 2013, S.186f)



Abbildung 4.12: WPM-Kompass

richtige Wahl der Detaillierung, der Prozess soll auf einer Seite Platz finden. Die einzelnen Prozessschritte werden an die Darstellung gepinnt bzw. aufgezeichnet, jeder Schritt bekommt auf einer „eigenen Höhe“, damit später dazugehörigen Parameter festgehalten werden können.

Die Aufnahme kann sowohl von hinten (also der Bereitstellung beim Kunden) als auch parallel zum Materialfluss durchgeführt werden. Ist der Prozess stark verzweigt, empfiehlt sich eine Begehung flussaufwärts. Ist die Basis nun erhoben, kann mit der Aufnahme der unterschiedlichen Perspektiven, in ausführlichen Prozessbegehungen, begonnen werden.

## 2. Produkt- und Informationsfluss aufnehmen

Nachdem die Tätigkeiten aufgenommen wurden, gilt es nun, die Verbindungen dieser zu modellieren. Dabei kann zwischen dem Produktfluss und dem Informationsfluss unterschieden werden.

Der Produktfluss gibt an, wie das Produkt erarbeitet wird und im Zuge seiner Entstehung durch den Ablauf fließt. Dabei wird genau verfolgt, wann er wo und wie verändert wurde. Oft teilt sich der Fluss in einen Ast, der das materielle Produkt und einen zweiten, der das immaterielle Produkt im Informationssystem in Form eines Datensatzes verfolgt. Der Produktflusses kann in vier unterschiedlichen Arten vorliegen: in materieller Form (Darstellung: Einkaufswagen), elektronischer Form (Darstellung als „@“), Papierform (zwei bedruckte Seiten) oder mündlicher Form (Sprechblase). Dargestellt wird der Produktfluss mit einem Pfeil (Push-Prinzip) oder mit Auftragssupermärkten (in einem Pull-System). Unter dem Informationsfluss sind Informationswege und -mechanismen zu verstehen, die zur Ansteuerung (Triggerung) des Prozesses, der Steuerung des Produktflusses und Einsteuerung von Aufträgen in den Produktfluss notwendig sind. Dieser ist mit gestrichelten Pfeilen in der Darstellung einzuzeichnen. Der Austausch von Informationen kann auf unterschiedlichste Arten geschehen (z.B. Forecasts, Anweisungen leitender Mitarbei-

ter, Abstimmung der Mitarbeiter im Prozess, etc.), die alle visualisiert werden sollten. Ziel der Visualisierung ist es weiter, auf Prozessschleifen (z.B. Genehmigungsschleifen, Nacharbeit und Rückfragen) aufmerksam zu werden, diese sind oftmals ein Zeichen von Verschwendung.

### 3. Verschwendung identifizieren

Nach Darstellung von Prozessen, Material- und Informationsfluss werden nun Verschwendung darin festgehalten. Dabei dienen die 8 Muda aus Kapitel 3.1 als Grundlage. Durchgeführt wird die Identifikation im Zuge eines „Waste Walk“. Der Weg eines Produkts wird verfolgt und seine Zustände in die Kategorien Bearbeiten, Bewegen, Prüfen und Warten (eigene Symbole) eingeteilt. Diese Einteilung wird in der dafür vorgesehenen Spalte eingetragen. Identifizierte Verschwendungen werden als Kaizen-Blitz in Layer 9 oder in eine Liste von Verbesserungspotentialen eingetragen.

Bei einzelnen Prozessschritten gilt es außerdem der Überprüfung seiner gesamten Effektivität. Ist der Prozess nicht notwendig und trägt nicht zur Wertschöpfung bei, wird er mit einem roten durchgestrichenen Kreis markiert, sonst mit einem grünen Punkt.

### 4. Zeitlinie aufnehmen

Die Idee aus der WSM wurde übernommen, jedoch werden hier Bearbeitungszeit und Verlustzeit eingetragen. Die Bearbeitungszeit kann dabei gemessen, errechnet oder geschätzt werden. Auch können Zeittabellen bei der Produkterstellung beiliegen, in die die Bearbeitungszeiten eingetragen werden. Anfänglich ist eine gute Schätzung (Mittelwert aus mehreren unabhängigen Schätzungen) ausreichend, da die Bearbeitungszeit nur einen geringen Teil der Gesamtdurchlaufzeit einnimmt.

Eine wichtige Kennzahl ist die Flussrate, also das Verhältnis von Bearbeitungszeit zu gesamter Durchlaufzeit. Außerdem macht es oftmals Sinn, die Durchlaufzeit aus Sicht des Kunden zu betrachten (z.B. Aufgabe Bestellung bis Lieferung). Sie spiegelt das Bild des Unternehmens nach außen wider und ist daher hochinteressant. Hilfreich für die Sicht des Kunden auf den Prozess können Benachrichtigungen zu einzelnen Prozessschritten sein (z.B. Versandstatus bei Amazon: Lieferung kommissionieren, Lieferung versenden, Lieferung am Weg, etc.).

### 5. Qualitätsdefizite identifizieren

In dieser Perspektive wird die Produktqualität des Prozesses analysiert. Dabei stehen materielle und immaterielle, sowie Zwischen- und Endprodukte im Fokus. Im Sinne des Lean-Gedankens ist jeder Mitarbeiter dazu angehalten, nur Produkte, die in Ordnung sind, entgegenzunehmen. Als Kennzahl für die Qualität dient die Trefferrate. Sie gibt die Anzahl der Gutteile eines Prozesses in % an und wird über die Fehlerrate berechnet ( $TR = 1 - FR$ ). Die errechneten Trefferrate der Prozessschritte werden in eine eigene Spalte eingetragen und anschließend miteinander multipliziert. Das Ergebnis daraus ist die „First Pass Yield“, die die Anzahl der Produkte angibt, die ohne Qualitätsmangel

durch den Prozess fließen. Die Bearbeitungszeit kann mit der Trefferrate multipliziert werden, um eine wirklichkeitsgetreueres Abbild der Prozessschrittdauer zu bekommen.

#### 6. Kapazitäten abgleichen

Ein zentraler Punkt der dynamischen Betrachtung eines Prozesses ist der Abgleich der vorhandenen mit der erforderlichen Kapazität. Dazu wird die derzeitige Ausbringung mit der Nachfrage des Kunden verglichen. Dafür müssen die Anzahl der parallel bearbeitenden Produkte und die Anzahl der Mitarbeiter oder Maschinen pro Prozessschritt sowie deren verfügbare Arbeitszeit aufgenommen werden. Im WPM wird zwischen der Anzahl der Ressourcen und der Anzahl an parallel bearbeitenden Produkten notwendig, die dies eine Auswirkung auf den Kapazitätsabgleich und die Prozesskostenrechnung hat.

Visualisiert wird der Prozesstakt. Dieser ergibt sich aus der verfügbaren Arbeitszeit pro Zeitspanne geteilt durch den Kundenbedarf pro Zeitspanne. Zur Beurteilung kann die Zykluszeit mit dem Prozesstakt ins Verhältnis gesetzt werden. Das Ergebnis ist der Auslastungsquotient, der als 5-teilige Beurteilungsskala (--,-,leer,+,++) dargestellt wird. Die Bewertung ist von den Mitarbeitern vorzunehmen, da der Grad der Abweichung sehr stark vom Prozess abhängt und die Auswirkungen nicht allgemein bestimmt werden können.

#### 7. Risiko bewerten

In dieser Perspektive sollen bekannte Risikoquellen aufgefunden und bewertet werden. Dies ist wie bei der Kapazität ein qualitative Entscheidung, die die Teammitglieder zu treffen haben. Die Risiken können dabei in drei Kategorien eingeteilt werden: „Alles in Ordnung,, (nur kleine, unbedeutende Risiken vorhanden; Darstellung als Sonne), „Maßnahmen empfohlen“ (ein hohes oder viele kleine Risiken, Schutz dagegen ist unzufriedenstellend; Darstellung als Wolke) und „Unbedingter Handlungsbedarf“ (einige mittlere oder schwerwiegende Risiken; Darstellung als Blitz).

Zur Unterstützung können die Risiken und deren Eintrittswahrscheinlichkeit bewertet (Stufen 1-3: eines, einige, viele Risiken; leicht, mittel, schweres Risiko) und dann multipliziert werden. Ab 3 Ergebnispunkten sind Maßnahmen zu empfehlen, ab 6 besteht dringender Handlungsbedarf.

#### 8. Kosten erheben

Nun sollen die ungefähren Stückkosten aufgenommen werden. Dies kann größtenteils über bereits erhobene Daten geschehen, die größten Kostenfaktoren sind Personal-, Maschinen-, Material, Transport- und Energiekosten. In der Darstellung sind die Personalkosten und die Kosten der Betriebsmittel separat angeführt.

#### 9. Verbesserungspotentiale festhalten

Dieser Layer dient der Reflektion der gefundenen Verbesserungspotentiale der anderen 8

Perspektiven. Alle Verbesserungsideen, Handlungsfelder und vermerkte Verschwendungen werden nun im Team aufgearbeitet und als Kaizen-Blitze in die Darstellung eingetragen.

Unterhalb der Prozessdarstellung finden sich Kennzahlen zum gesamten Prozess (Key Performance Indicators, KPI). Diese werden im s.g. „WPM-Cockpit“ zusammengefasst und dienen der Überwachung und Steuerung der Prozessentwicklung und -leistung. Das Ergebnis der zweiten Schrittes ist die Visualisierung der Daten und des Prozesses.

#### 4.3.2.5 Phase 2.3: Ist-Situation analysieren

Ist die Aufnahme nun abgeschlossen, sollten alle Teammitglieder der Prozessablauf verstanden haben und Verbesserungspotentiale markiert worden sein. Der Fokus in der Analyse liegt nun immer an den Anforderungen, Bedürfnisse und Wünschen des Kunden. Um ihm ein Produkt in gewünschter Qualität möglichst schnell und zu einem konkurrenzfähigen Preis anbieten zu können, muss der Prozess möglichst effizient gestaltet werden. Dazu dienen Kernanalyse und erweiterte Analyse, deren einzelnen Schritte nun beschrieben werden. Die Kernanalyse beinhaltet:

- **Kundensicht einnehmen**

Dafür wird im Diagramm die Kundenspalte alleine betrachtet. In welche Prozesse ist der Kunde involviert, wann wird er informiert? Deckt sich dieses Abbild mit den Anforderungen des Kunden? Unterstützt wird die Analyse durch Messung der Kundenzufriedenheit, Kundenkontaktstellenanalyse (Momente der Wahrheit), der Stimme des Kunden (Voice of the Customer) oder der Gap-Analyse.

Gefundene Verbesserungspotentiale werden in die Liste aufgenommen und ein Lastenheft wird erstellt, das die Anforderungen des Kunden beinhaltet. Die Umsetzung struktureller Anforderungen erfolgt in Layer 1, die dynamischer Ansprüche in Layer 2.

- **Prozessstruktur überprüfen**

Schwerpunkt hier ist die Restrukturierung auf Basis der Wertschöpfungsanalyse. Prozessschritte werden in wertschöpfend, unterstützend und verschwendend eingeteilt und je nachdem optimiert, minimiert oder entfernt. Schleifen gilt es grundsätzlich zu vermeiden.

- **Produkt- und Informationsflüsse analysieren**

Analysiert wird das Zusammenspiel der Prozesse und die Steuerungslogik. Werden primär Informationen geliefert, so ist eine Schnittstellenanalyse notwendig. Eine möglichst offenes und kreatives Herangehen sollte angestrebt werden (Brainstormings einsetzen, etc.), auch Udenkbares kann im Gespräch zu konkreten Ideen umgewandelt werden.

- **Verschwendung identifizieren**

Hier ist der Waste Walk ein gutes Mittel zur Identifikation. Die 4 Symbole Bearbeiten, Prüfen, Bewegen und Warten sind gute Indikatoren für Verbesserungspotentiale. Dabei

ist zu beachten, dass die Ursache und nicht das Symptom zu bekämpfen ist. Zur Erarbeitung der Ursache können Techniken wie die 5W-Methode oder das Ishikawa-Diagramm (Ursache-Wirkungs-Diagramm) sein.

- **Zeitlinie analysieren:**

Ein sehr guter Indikator ist eine niedrige Flussrate. Der Fluss wird durch Rückfragen, Bestände und Nacharbeit blockiert, hier sind Verbesserungsmaßnahmen sinnvoll.

- **Qualitätsdefizite untersuchen**

Dabei wird die erzeugte Qualität bei der Weitergabe an Kunden (intern/extern) analysiert. Indizien für Qualitätsmängel sind Rückfragen, Nacharbeit und Ausschuss. Behilflich sein können die Qualitätswerkzeuge Q7 (aus dem Qualitätsmanagement) oder große Methoden wie Six Sigma. Als Grundsatz gilt: Jeder Prozess sollte nur Qualität annehmen, erzeugen und weitergeben. Entdeckte Fehler werden nicht weitergegeben.

Schwerpunkte der erweiterten Analyse sind die restlichen Layer des WPM-Kompass:

- **Kapazitäten abgleichen**

Die Anwendung macht vor allem bei Prozessen mit einer gewissen Grundlast oder hoher Wiederholhäufigkeit Sinn, bei kreativen Prozessen ist sie nicht ratsam. Der Fokus liegt auf der Abstimmung der Prozesse untereinander und bezogen auf den Kundentakt. Fehlende Austaktung zwischen den Schritten ergibt kapazitive Engpässe, vor denen sich Bestände bilden. Dabei können z.B. Tätigkeiten in andere Prozessschritte verschoben werden und die Auswirkung auf den Prozess analysiert werden.

- **Risiko bewerten**

Die Risikoperspektive betrachtet bekannte Schwachstellen und bereits eingetretene Fehler oder Schadensfälle sowie mögliche zukünftige Risiken. Dabei kann je nach Detaillierungswunsch eine ausführliche Prozess-FMEA oder eine einfache Risikoanalyse mit einem Problem-Entscheidungs-Plan durchgeführt werden.

- **Kosten erheben**

Ein wertvolles Werkzeug im Zuge der Erhebung der Kosten ist die Prozesskostenrechnung. Sie ermöglicht eine Verteilung der Gemeinkosten auf deren Kostentreiber und versucht, so ein möglichst wahrheitsgetreues Bild der Kostenverursachung zu schaffen. Dieses Bild kann helfen, den Prozess aus Kostensicht anzupassen.

Zum Schluss kann eine Portfolio-Analyse der Verbesserungspotentiale erstellt werden. Die Liste der Verbesserungspotentiale wurde nach Aufnahme und Analyse aller Layer mit Ideen zu Verbesserungsmaßnahmen befüllt. Dabei wurden auch Bedeutung für den Prozess und der Aufwand für die Umsetzung eingetragen. Aus diesen beiden Faktoren lässt sich nun die Portfolio-Analyse erstellen (siehe Abbildung 4.13). Dabei sind die Verbesserungspotentiale unten

rechts (I) sofort („low hanging fruits“) und die oben rechts (II) in Projektform umzusetzen. Die Potentiale unten links (III) werden im Rahmen der kontinuierlichen Verbesserung erschlossen, die Potentiale oben links (X) sind zu diesem Zeitpunkt eher uninteressant und werden vertagt (Bedeutung für den Prozess kann sich ändern).

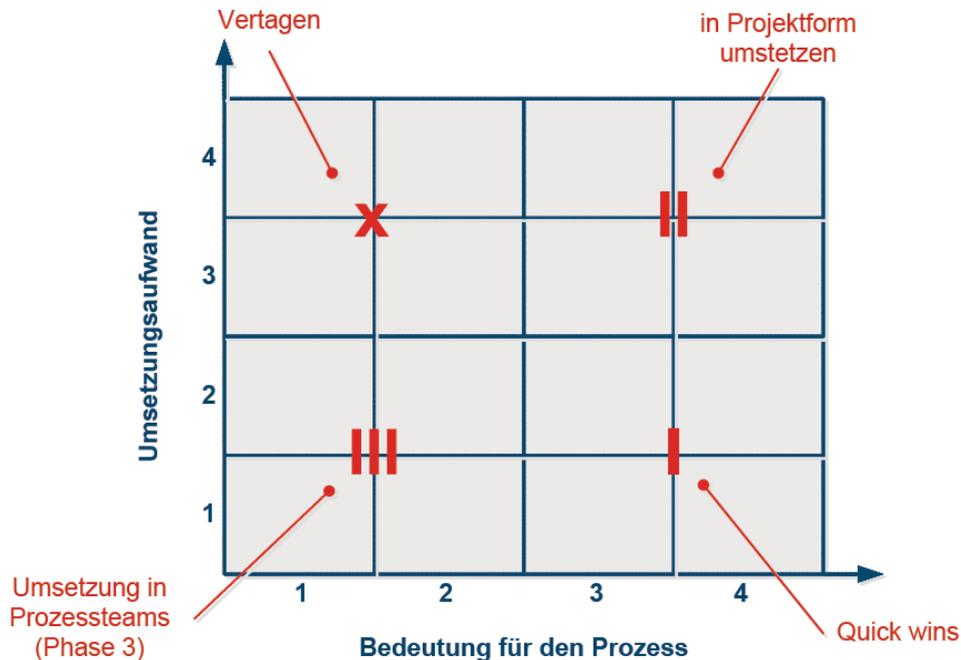


Abbildung 4.13: Verbesserungsportfolio

Das Ergebnis des dritten Schrittes, also der Analysephase, ist die Liste bzw. das Portfolio mit Verbesserungspotentialen.

#### 4.3.2.6 Phase 2.4: Soll-Konzeption

Nach der Analyse wird nun ein Soll-Konzept entwickelt, der kurz- und mittelfristig umsetzbare Maßnahmen ohne großen Investitionsaufwand implementiert. Weitreichendere Ideen (Portfolio II) werden geeigneten Gremien (z.B. Management) übergeben, die diese bei zukünftigen Entscheidungen einfließen lassen können.

Anschließend ist ein Idealzustand zu entwerfen. Hier sind Ideen und Vorschlägen keine Grenzen gesetzt, alle Konzepte und Verbesserungen, die die Entwicklungsziele möglichst optimal umsetzen, sind einzubringen. Der Idealzustand hat dabei einen langfristigen Planungshorizont, er wird sich dennoch mit zunehmender Verbesserung von Ist und Soll weiterentwickeln. Die Erstellung erfolgt auf der grünen Wiese (ohne Restriktionen), es sind die Anforderungen des Kunden, des Gesetzgebers und interne Anforderungen bestmöglich umzusetzen. Als Basis der

Vorschläge dienen das Verbesserungsportfolio und die 8 Leitlinien des Wertstromdesigns.

Nach Modellierung des Ist-Zustand können nun die Rahmenbedingungen der Produktion mit betrachtet werden. Die bestmögliche Umsetzung in den gegebenen Grenzen ist anzustreben. Die Vorgehensweise ist gleich zur Analyse: den Start bilden die Kundenanforderungen, dann wird der Prozess gestaltet, Material- und Informationsflüsse festgehalten sowie der Schrittmacherprozess festgelegt. Abschließend werden alle Abläufe mit geeigneten Kennzahlen (Zeit, Qualität, Kosten, Flexibilität) versehen.

Nach der Konzeptionierung des Soll müssen Maßnahmen festgelegt werden, die das Ist zum Soll entwickeln. Schlussendlich ist der Prozess mitsamt Visualisierung, Verbesserungspotentialen, Maßnahmen, etc. zu dokumentieren. Das Ergebnis dieses 4. Schrittes ist der Maßnahmenplan zur Umsetzung.

#### **4.3.2.7 Phase 2.5: Verbesserungspotentiale realisieren**

Die detaillierte Umsetzung wird geplant und vom Management freigegeben. Zur Umsetzung stehen viele Methoden des Lean Managements und andere Methoden zur Verfügung. Besonders zu erwähnen ist das Change Management, da mit großen Änderungen des Ablaufs im Unternehmen vorsichtig umzugehen ist. Nun werden organisatorische Änderungen fixiert und veranlasst, Umbauten geplant und terminiert und notwendige Anschaffungen getätigt.

#### **4.3.2.8 Phase 3: Kontrolle, Steuerung und Verbesserung**

Die installierten Prozesse werden nun mithilfe regelmäßiger Jours fixes betreut. Hier hält wieder der Prozessregelkreis aus der Phase 3 des PLC Einzug, der eine kontinuierliche Verbesserung des Prozesses anstrebt. Dafür sind regelmäßige Prozessbegehungen und Interviews mit den Experten vor Ort notwendig. Zusätzlich wird das Steuern durch das WPM-Cockpit unterstützt, dass die Prozessleistung und die Maßnahmenumsetzung überwacht.

Das Reporting und das Überwachen und Steuern der Gesamtprozessleistung funktionieren analog zum Prozessmanagement. Das Cockpit kann als Basis für ein unternehmensweites, standardisiertes und effizientes Reporting eingesetzt werden. Das Monitoring der Gesamtprozessleistung überwacht alle Produktfamilien und koordiniert die Prozesse untereinander.

## 5 Case Study

### 5.1 Einleitung

Aufgrund der Marktveränderungen der letzten Jahre sind auch Unternehmen in der Erdölindustrie gezwungen, Kosten einzusparen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten (wie in Kapitel 1.2 bereits beschrieben ist). Dazu wurde im konkreten Fall in einem Unternehmen dieser Branche ein Projekt initiiert, das den Prozess des Rohöltransports durchleuchtet und Verbesserungspotentiale ausfindig machen soll.

Die konkrete Aufgabenstellung war nun die Betrachtung des Rohöltransportprozesses (Abbildung 5.1). Der Wertstrom des Prozesses verläuft dabei sehr linear von der Förderung des Öls bis zur Entladung in der Raffinerie.

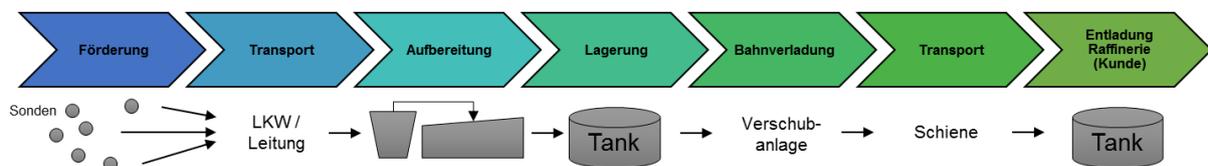


Abbildung 5.1: Prozess „Rohöltransport“

Das Ziel der praktischen Prozessoptimierung war die Analyse dieses Wertstroms und die Erstellung eines kostenoptimierten Sollprozesses unter der Berücksichtigung der Kriterien Sicherheit, Qualität und Zeit. Mit Blick auf dieses Ziel wurden Analysebereiche für den Prozess definiert und in einzelne Betrachtungspunkte gegliedert (Betrachtungspunkte und Analysedetails sind in Tabelle 5.1 ersichtlich). Eine detaillierte Mengenbetrachtung soll gemeinsam mit der Prozessabfolge einen Überblick über die Warenflüsse geben. Dabei sollen Kosten und Prozesse externer Dienstleister ebenso analysiert werden. Zusätzlich sollen die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Transportprozesses aufgenommen werden, da diese nach neuen EU-Bestimmungen zukünftig vorgelegt werden müssen. Die detaillierte Zielsetzung wurde bereits in Kapitel ?? angesprochen.

BETRACHTUNGSPUNKTE DER PROZESSKETTE		
Prozessabfolge	→	Wirtschaftlichkeit
Mengen	→	Betrachtung Fördermengen über 5 Jahre
Prozesskosten	→	Kostenarten, Kostentreiber
Vertragsgestaltung	→	Konditionen, Speditionsverträge
Last Mile	→	Exklusivität Eisenbahnverkehrsunternehmen
Auswahl Dienstleister Transport	→	Marktbetrachtung – Möglichkeiten
Energiemanagement	→	Emissionen

Tabelle 5.1: Betrachtungspunkte der Prozesskette

## Vorgehensweise

Die Vorgehensweise der Prozessoptimierung richtet sich nach dem vorgestellten Ablauf des „Wertstromorientierten Prozessmanagements“ nach Wagner/Lindner (siehe Kapitel 4). Betrachtet wird der Wertstrom (Weg des Rohöls) entlang der Prozesskette des Prozesses *Rohöltransport*.

Dabei soll in Phase 1 „Prozess in Prozesslandkarte aufnehmen“ der Prozess grob beschrieben und seine Prozesswürdigkeit analysiert werden. Hier wurden in Zusammenarbeit mit dem Management konkrete Betrachtungspunkte festgelegt, um den Fokus auf die angenommenen Problemfelder zu lenken und den Umfang des Projekts einzugrenzen. Diese Betrachtungspunkte wurden in Phase 2 aufgenommen und analysiert.

Der Ablauf der Phase 2, „Prozesse erarbeiten“ gliedert sich folgendermaßen:

1. Abgrenzung: Die Grenzen des Prozesses, Input und Output werden genau definiert.
2. Ist-Aufnahme: Der Ist-Prozess wird detailliert aufgenommen.
3. Ist-Analyse: Der aufgenommene Prozess wird analysiert, Alternativen untersucht und Verbesserungspotentiale festgehalten.
4. Soll-Konzept: Die Verbesserungspotentiale werden aufgegriffen und darauf basierend ein neuer Soll-Prozess konzipiert.
5. Kennzahlen: Kennzahlen zur Messung kritischer Faktoren des Soll-Prozesses werden definiert. Konkrete Maßnahmen/Empfehlungen werden definiert.
6. Umsetzung der Maßnahmen: Die Umsetzung der Maßnahmen wird eingeplant (zeitlich, monetär). Diese Schritt obliegt dem Unternehmen selbst und ist nicht mehr Ziel der vorliegenden Arbeit.

7. Kontrolle, Steuerung und Verbesserung: Dies passiert im täglichen operativen Geschäft und ist ebenso nicht Teil dieser Arbeit.

## 5.2 Phase 1: Prozess in die Prozesslandkarte aufnehmen

### Prozesswürdigkeit

Im Unternehmen ist keine Prozesslandkarte vorhanden, die Prozesse sind zwar zum Teil bekannt, aber nicht im Rahmen eines Prozessmanagementsystems (z.B. ISO 9000-Familie) definiert und dokumentiert. Die Prozessauswahl definiert sich aus der Problemstellung und der Abgrenzung des Projekts.

Die Prozesswürdigkeit, also die Notwendigkeit, diesen Prozess aufzunehmen und zu analysieren ergibt sich aus seiner Wertschöpfung. Diese ist die Aufbereitung und der Transport des Öls von den einzelnen Bohrungen zum Kunden. Für die Aufnahme des Prozesses in die Prozesslandkarte musste nun sein grober Ablauf abgegrenzt werden (die detaillierte Prozessaufnahme erfolgt in Phase 2).

### Definition Prozessumfang

Um das Prinzip des Prozessflusses erklären zu können, müssen vorab einige Begriffe definiert werden:

- Fördergebiet: Das abgegrenzte und genau definierte Gebiet (Größenordnung von Bundesländern - z.B. Niederösterreich, Südbayern, etc.), in dem ein Erdölunternehmen Lizenzen zur Bohrung und Förderung von Öl und Gas besitzt.
- Sonde: Bohrung in einem Ölfeld, bei der bereits produziert (also Öl zu Tage befördert) wird. Diese Sonden sind über mehrere Ölfelder im Fördergebiet verteilt.
- Station: Verbund mehrerer Sonden über ein Leitungssystem. An der Station befinden sich außerdem Anlagen zum Betrieb und zur Überwachung, sowie Lagertanks (wenn diese notwendig sind). Die Entfernungen zwischen den Sonden, die zu einer Station zusammengefasst sind, kann nur wenige Meter bis mehrere Kilometer betragen.
- Stützpunkt: Große Stationen mit angeschlossenen Bürogebäuden. Hier sind große Tanks zur Aufbereitung des Öls und eine Verladestation für den Schienenbetrieb vorhanden. Das betrachtete Unternehmen betreibt derzeit zwei Stützpunkte im Rahmen der Ölförderung.

Der Prozess betrachtet nun alle Sonden in einem bestimmten Fördergebiet. Das Öl dieser Sonden soll gesammelt und in die Raffinerie des Kunden transportiert werden.

Eine Sonde produziert in den seltensten Fällen reines Öl. Das Fördergut ist ein Gemisch aus Öl, Wasser (das s.g. Produktionswasser) und Gas (oft in der Flüssigkeit gelöst). Ist eine Station nun nicht mit einer Leitung mit einem der Stützpunkte verbunden, sind Tanks und eine Verlademöglichkeit für LKWs direkt an der Station angebracht. Auf einigen dieser Stationen befindet sich eine Flutwasseranlage. Diese trennt das Öl-Wasser-Gas-Gemisch auf und presst das Produktionswasser zurück in das Ölfeld (so lässt sich in den meisten Fällen mehr Öl fördern). Das Gas kann entweder für den Prozess genutzt oder an der Fackel verbrannt werden.

Das Öl bzw. Öl-Wasser-Gemisch (je nach Anlage) wird nun entweder per Leitung (Anschluss an einen Stützpunkt vorhanden) oder per LKW (Tanklastzug - Zugmaschine mit Tankauflieger) zum Stützpunkt (derzeit sind 2 Stützpunkte in Betrieb) transportiert. Die LKWs werden je nach Fördermenge täglich bis wöchentlich beladen. Die Beladung erfolgt entweder via einer Verladeinheit (s.g. Verladearm - dieser ist direkt an der Anlage angebracht) oder des Öl wird mittels einem Saugwagen (Tank-LKW mit Pumpe) direkt aus dem Tank gesaugt. Der Transport wird derzeit von externen Dienstleistern (Frächtern) durchgeführt.

Am Stützpunkt wird das Öl entladen und in die Aufbereitungstanks befördert. Die Anlagen sind dabei ähnlich der an den Stationen und teilen sich in Entgasung, Settlingtank (Separation Öl und Wasser) und Reinöltank bzw. Wassertank. Da dieser Ablauf prozessbedingt notwendig ist, wurde er im Rahmen dieser Arbeit nicht näher beleuchtet.

Das Öl wird im Reinöltank gelagert, bis es an der Bahnverladestation in Kesselwägen (Waggons) umgefüllt wird. Dieser Beladungsprozess geschieht mehrmals pro Woche, dabei wird immer ein ganzer Zug, also mehrere Waggons, beladen. Ist die Beladung abgeschlossen, werden die KWG<sup>110</sup> von einem Bahndienstleister mit einer Lok abgeholt und per Schiene zum Kunden in die Raffinerie transportiert. Dort werden die Waggons entladen und nach dem Rücktransport wieder leer am Stützpunkt bereitgestellt.

## Konkrete Betrachtungspunkte des Projekts

Folgende konkrete Betrachtungspunkte wurde gemeinsam mit dem Management definiert:

- Entwicklung der Fördermenge der letzten 5 Jahre
  - Betrachtungsfeld: Förderteilgebiet Ost, Mitte und West
  - Aufstellung soll nach Stationen, Transportart (Leitung/LKW) und Stützpunkten unterteilt werden
- Sollprozess Verladung & Transport definieren

---

<sup>110</sup>Kesselwagen

- Es ist die kostengünstigste Variante (mit den Restriktionen Sicherheit, Zeit, Qualität) zu eruieren.
- Betrachtungspunkte des Prozesses
  - \* Sonden/Stationen: Fördermenge, lokale Tanks, Ist eine Nutzung der Entgasung möglich?, Verladeart LKW (Gegenüberstellung von Verladung per Verladearm vs. Saugverladung)
  - \* Transport: Zielort (Stützpunkt 1 oder 2), Modalitäten (Fahrtoptimierung, mehrere Fahrer, Nachtfahrten, Kosten Überstunden, etc.), Preisvereinbarungen
  - \* Lagerung: Sind Pufferlagerung (Waggons, Tanks, LKW, mobile Tankeinheiten an der Sonde) möglich/sinnvoll?, Abhängigkeit von Lagerkapazitäten & Tagespreis Öl
  - \* Bahnverladung: Welche Zeitfenster sind vorhanden und welche notwendig?, Wie viele Waggons werden in der Verladung benötigt?, Welche Kapazitäten sind vorhanden/werden benötigt?, Personalanzahl
  - \* Zahlungsmodalitäten der Transportmittel: Miete, Besitz, Vermieter
  - \* Alle Betrachtungen immer unter Berücksichtigung der Anlagenauslastung durchzuführen.
- Jahresmenge: Diese ist vorgegeben, die Mengenaufteilung auf Monate/Wochen/Tage ist (größtenteils) frei wählbar.
- Kennzahlen zu Emissionen pro Tonne Öl und Energieeffizienz
- Geographische Steuerung des Öls
  - Verschiedene Auslastungsszenarien der Stützpunkte sind zu betrachten und zu kalkulieren.
  - Ist ein Transport direkt (von Station zum Kunden in Raffinerie) sinnvoll? Ab welcher Entfernung ist dieser sinnvoll?
  - Steuerungsentscheidungen (als Ergebnis dieser Arbeit) sollen auch als zukünftige Information für Investitionsentscheidungen herangezogen werden können.

### 5.3 Phase 2: Prozesse erarbeiten

Die Phase beschreibt die Erarbeitung des Ist-Prozesses mit all seinen Restriktionen und der Weg zum Soll-Prozess. Damit ist die Phase 2 des Kernthema dieser Case Study. Sie lässt sich in 5 Schritte teilen (Grundkonzept des WPM, siehe dazu Abbildung 4.9 auf Seite 63):

1. Abgrenzung des Prozesses

2. Ist-Situation aufnehmen
3. Ist-Situation analysieren
4. Soll-Situation konzipieren
5. Verbesserungspotentiale realisieren

## 5.4 Phase 2.1: Abgrenzung

Als Beginn des Prozesses wurde das physische Vorhandensein des Rohöls im Tank an der Station definiert. Der Prozess davor ist die Produktion und beschäftigt sich mit der Förderung des Öls. Wartung und Instandhaltung der Anlagen an den Stationen und Stützpunkten wurden nicht mit betrachtet. Input für den betrachteten Prozess ist damit das Öl im Tank, dass transportiert werden muss.

Ende des physischen Transport-Prozesses ist die Entladung des Öls beim Kunden in der Raffinerie. Der Rücklauf der Waggons zu den Stützpunkten ist jedoch Teil des Prozesses, der komplette Prozess endet daher erst mit der Ankunft der leeren Waggons am Stützpunkt. Output des Prozesses ist das gelieferte Öl an den Kunden.

## 5.5 Phase 2.2: Ist-Aufnahme

### Kundenanforderungen

Die Kundensituation in diesem Prozess ist mit üblichen produzierenden Unternehmen kaum zu vergleichen. Es gibt einen Kunden, an den das Öl verkauft wird. Dabei ist prinzipiell nur die Jahresmenge ausschlaggebend, es besteht keine Vorgabe für Lieferzeiträume oder Ähnlichem. Die Qualitätsanforderungen sind rein an das Öl gerichtet, der ausgewählte Prozess hat darauf kaum bis gar keinen Einfluss. Die Situation ähnelt damit eher der Prozess- als die produzierenden Industrie.

### Der Ist-Prozess

Der grobe Prozessablauf wurde bereits in Phase 1 beschrieben. Eine genaue und detaillierte Prozessaufnahme ist nach dem Vorgehen der Layerbetrachtung in Kapitel 4.3.2.4 geschehen. Das Ergebnis dieses Mappings ist in Abbildung 5.2 zu sehen. Die Aufnahme der Qualität (im Sinne von Produktqualität und Messung des Ausschusses) und der Kapazitätsabgleich sind aufgrund des Prozessumfelds (keine klassische Fertigung) nicht möglich und fehlen daher in der WPM-Darstellung des Prozesses. Ebenso konnten keine durchgängigen Prozesskosten erhoben



## Ist-Situation Bahntransport

### Eckpunkte Bahnverladung Stützpunkt 1

Bei der Ist-Aufnahme des Prozesses sind folgende Eckdaten als prozessrelevant zu sehen:

- Gleiskapazität: 15 KWG
- Transport immer als Ganzzug (EVU<sup>111</sup> fährt diesen Zug nur für dieses Unternehmen)
  - derzeitige Transporte: Mo-Mi-Fr, 12-12-15 KWG
  - Plantrasse → Transportdauer ca. 7h Stützpunkt-Raffinerie
  - Dauer Rundlauf: ca. 1,5 Tage
- Zeitfenster
  - Bereitstellung: Stunde 5
  - Abholung: Stunde 15
  - Fertigstellung Frachtbrief: 13.00h
  - Zeitfenster für Beladung: 8h (→ Zeitdruck)
- Kapazität Trolleranlage (Anlage für Verschub der Waggon): 1000kg = 11 volle KWG (ein KWG fasst ca. 71m<sup>3</sup> oder 60to Öl)
  - Verschub von 12 vollen KWG nicht möglich
  - Verladeschema (bestimmte Waggonabfolge bei der Beladung) ist daher notwendig
- Verladedauer: ca. 40min/KWG (inkl. Verschub)

### Eckpunkte Bahnverladung Stützpunkt 2

Anders als am Stützpunkt 1 zeigt die Bahnverladung am Stützpunkt 2 keine logistischen Engpässe bei derzeitigen Verlademengen. Die Eckpunkte der Verladung lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Gleiskapazität: 7 KWG
- Transport immer als Einzelwaggon (EVU transportiert diesen Waggon immer im Verbund mit anderen Kunden)
  - derzeitige Transporte: jeden Freitag (u.U. nur jede zweite Woche) mit 3-5 Waggon
  - keine Plantrasse, Zug muss sich am Verkehr richten → größere Transportdauer
  - Dauer Rundlauf: 5-6 Tage → Ankunft der KWG am Stützpunkt Mittwoch oder Donnerstag

---

<sup>111</sup>Eisenbahnverkehrsunternehmen

- Verladung meist am Tag der Ankunft → kein Zeitdruck wie am Stützpunkt 1
- Zeitfenster
  - Bereitstellung: Stunde 5
  - Abholung: Stunde 15
- Kapazität Trolleranlage: 3 KWG voll oder 7 leer
- Verladedauer: ca. 40min/KWG (inkl. Verschub)

**Transportkosten**

Der Bahntransport wird derzeit vom EVU 1 durchgeführt. Die Kosten sind in Tabelle 5.2 zu sehen.

Stützpunkt 1	Ganzzug, min. 720to (12 KWG)	13,75 €/to
Stützpunkt 1	Einzelwaggon	15,30 €/to
Stützpunkt 2	Einzelwaggon	15,60 €/to

Tabelle 5.2: Ist-Transportkosten Bahn

**Ist-Situation LKW-Transport**

Die Fahrten werden derzeit von zwei Frächtern (hier Fräcker A und Fräcker B genannt) durchgeführt. Dabei gilt für alle Stationen ein Festpreis in Euro pro m<sup>3</sup> transportiertes Öl/Wasser-Gemisch (bzw. Reinöl), siehe folgende Tabelle im Vergleich. Fräcker A besitzt keine großen Saugtankwagen (25m<sup>3</sup>) und kann Saugtransporte daher nur mit dem kleinen Saugwagen (15-20m<sup>3</sup>) abwickeln.

**Kosten Transport Station → Stützpunkt 1 [€/m<sup>3</sup>]**

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Transport Ist	SP1	SP2	SP2	SP2							
Anlage	S	V	V	V	V	V	S	S	V	V	S
Fräcker A Verladearm		10,50	9,00	14,00	13,00		16,50	16,50	12,80	11,50	12,80
Fräcker B Verladearm		7,20	7,20	10,80	10,80		15,10	15,10			
Fräcker B Saugwagen	12,20		11,00			11,00	16,60	16,60			

Tabelle 5.3: Kostenvergleich Fräcker Stützpunkt 1

**Kosten Transport Station → Stützpunkt 2 [€/m³]**

Station	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11
Transport Ist	SP1	SP1	SP1	SP1	SP1	SP1	SP1	SP1	SP2	SP2	SP2
Anlage	S	V	V	V	V	V	S	S	V	V	S
Frächter A Verladearm				12,50			13,50	13,50	11,50	8,50	11,50
Frächter B Verladearm							13,30	13,30	13,30	7,50	
Frächter B Saugwagen							14,80	14,80			

Tabelle 5.4: Kostenvergleich Frächter Stützpunkt 2

Bemerkungen zum Kostenvergleich: SP<sup>112</sup>... Stützpunkt, S... Saugwagen, V... Verladearm. Ist der Preis rot hinterlegt, so ist er nicht anwendbar (falsche Verladeart). Ein grüner Preis ist der niedrigste für diese Station.

## 5.6 Phase 2.3: Ist-Analyse

### 5.6.1 Fokus der Analyse

Die Analyse lässt sich in sechs große Analysebereiche einteilen: Mengenanalyse, Bahntransport, LKW-Transport, Wirtschaftlichkeit von Anlagen, alternative Transportrouten und Kennzahlen. In diesen Bereichen wurden Kapazitäts- und Kostenanalysen durchgeführt, sowie Alternativen gesucht und bewertet. Eine strikte Abgrenzung zwischen den Bereichen ist jedoch nicht möglich, da eine ganzheitliche Betrachtung angestrebt wird und viele Abhängigkeiten (v.a. zwischen Bahn und LKW) bestehen. Die Darstellung dieser Analysebereiche und deren Einzelanalysen und Betrachtungsobjekte erfolgt mit einem s.g. Ishikawa-Diagramm (Abbildung 5.3).

<sup>112</sup>Stützpunkt

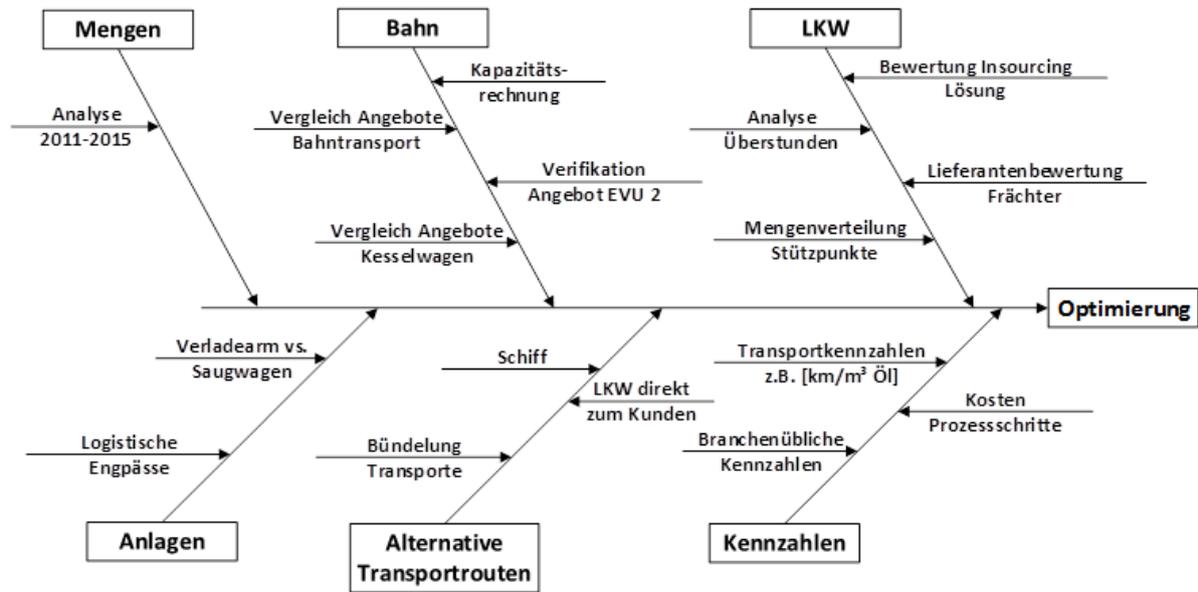


Abbildung 5.3: Analysebereiche

## 5.6.2 Mengen

In den Tabellen 5.5 und 5.6 sind die Fördermengen der Jahre 2009 bis 2015 zu sehen. Die Zahlen aus dem Jahr 2015 sind eine Hochrechnung (Daten Stand 1.5.2015). Die Station 1 wird aufgrund einer beschädigten Leitung seit April 2014 per LKW transportiert. Die Verbuchung erfolgt im System für die einzelnen Sonden unter Stützpunkt 1 (gleich wie die anderen Sonden, deren Öl via Leitung transportiert wird).

Diese Tabellen zeigen deutlich die Mengenverteilung der Stützpunkte 1 & 2 (90% zu 10%) und den hohen Anteil an transportiertem Öl via Leitung. Die allgemeine Entwicklung der letzten Jahre zeigt eine Steigerung der Fördermenge, die 2015 jedoch stagnieren wird.

Name Station	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015*
<b>Stützpunkt 1</b>	<b>97 885</b>	<b>106 923</b>	<b>106 237</b>	<b>100 692</b>	<b>123 626</b>	<b>127 119</b>	<b>127 240</b>
<b>Leitung</b>	<b>82 918</b>	<b>81 934</b>	<b>76 362</b>	<b>81 309</b>	<b>96 829</b>	<b>91 834</b>	<b>93 747</b>
Stützpunkt 1	82 918	81 934	76 362	81 309	96 829	91 834	93 747
<b>Leitung/LKW</b>	<b>6 156</b>	<b>6 490</b>	<b>6 459</b>	<b>5 807</b>	<b>7 446</b>	<b>6 948</b>	<b>7 953</b>
Station 1	6 156	6 490	6 459	5 807	7 446	6 948	7 953
<b>LKW</b>	<b>8 811</b>	<b>18 500</b>	<b>23 416</b>	<b>13 575</b>	<b>19 352</b>	<b>28 337</b>	<b>25 539</b>
Station 12	2 801						
Station 2	5 168	9 130	12 347	7 396	5 209	3 891	3 835
Station 3	391	477	590	490	427	326	72
Station 4					4 900	14 520	11 791
Station 5				4 045	5 360	4 792	4 390
Station 13	451	8 893	9 504				
Station 6			975	1 644	1 143	682	
Station 7					1 180	1 245	114
Station 14						117	258
Station 8					1 134	2 765	5 079
<b>Stützpunkt 2</b>	<b>20 807</b>	<b>19 028</b>	<b>16 537</b>	<b>15 758</b>	<b>15 669</b>	<b>13 106</b>	<b>13 330</b>
<b>Leitung</b>	<b>17 122</b>	<b>15 064</b>	<b>13 136</b>	<b>11 609</b>	<b>10 986</b>	<b>8 400</b>	<b>7 758</b>
Station 11	13 771	12 561	10 888	9 821	9 397	7 819	7 027
Station 15	3 351	2 503	2 248	1 788	1 588	581	731
<b>LKW</b>	<b>3 685</b>	<b>3 964</b>	<b>3 402</b>	<b>4 150</b>	<b>4 683</b>	<b>4 706</b>	<b>5 571</b>
Station 9	1 701	2 113	1 620	1 719	1 981	2 056	2 546
Station 10	1 985	1 850	1 781	2 430	2 702	2 649	3 025
<b>Andere Stationen</b>	<b>37</b>		<b>58</b>	<b>266</b>		<b>172</b>	<b>0</b>
<b>Gesamtergebnis [m³]</b>	<b>118 729</b>	<b>125 952</b>	<b>122 833</b>	<b>116 716</b>	<b>139 295</b>	<b>140 397</b>	<b>140 569</b>
Gesamtergebnis [to]	100 920	107 059	104 408	99 209	118 401	119 337	119 484

Tabelle 5.5: Fördermengen Öl in m<sup>3</sup>

Name Station	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015*
<b>Stützpunkt 1</b>	<b>317 041</b>	<b>336 416</b>	<b>432 395</b>	<b>421 917</b>	<b>396 869</b>	<b>404 022</b>	<b>387 327</b>
<b>Leitung</b>	<b>259 747</b>	<b>267 738</b>	<b>325 953</b>	<b>318 640</b>	<b>302 433</b>	<b>306 200</b>	<b>265 180</b>
Stützpunkt 1	259 747	267 738	325 953	318 640	302 433	306 200	265 180
<b>Leitung/LKW</b>	<b>49 548</b>	<b>49 436</b>	<b>47 004</b>	<b>39 873</b>	<b>34 554</b>	<b>28 883</b>	<b>37 767</b>
Station 1	49 548	49 436	47 004	39 873	34 554	28 883	37 767
<b>LKW</b>	<b>7 747</b>	<b>19 241</b>	<b>59 437</b>	<b>63 404</b>	<b>59 882</b>	<b>68 939</b>	<b>84 380</b>
Station 12	162						
Station 2	5 988	17 307	54 434	59 645	55 820	63 668	79 720
Station 3	1 583	1 898	4 931	3 352	2 828	1 604	403
Station 4					105	727	1 726
Station 5				242	168	908	2 387
Station 13	14	36	49				
Station 6			23	165	146	177	
Station 7					87	67	36
Station 14							
Station 8					729	1 789	109
<b>Stützpunkt 2</b>	<b>280 374</b>	<b>284 999</b>	<b>287 382</b>	<b>270 703</b>	<b>253 171</b>	<b>205 512</b>	<b>201 390</b>
<b>Leitung</b>	<b>249 207</b>	<b>252 373</b>	<b>258 331</b>	<b>255 617</b>	<b>241 670</b>	<b>192 041</b>	<b>184 480</b>
Station 11	195 405	206 199	204 994	209 743	204 284	181 068	167 951
Station 15	53 801	46 174	53 337	45 873	37 386	10 974	16 529
<b>LKW</b>	<b>31 168</b>	<b>32 626</b>	<b>29 051</b>	<b>15 086</b>	<b>11 502</b>	<b>13 470</b>	<b>16 910</b>
Station 9	3 182	4 511	3 841	4 498	4 059	4 100	4 905
Station 10	27 986	28 114	25 210	10 588	7 443	9 370	12 004
<b>Andere Stationen</b>	<b>8 649</b>	<b>7 702</b>	<b>7 418</b>	<b>22 003</b>	<b>37 884</b>	<b>34 393</b>	<b>23 226</b>
<b>Gesamtergebnis [m³] bzw. [to]</b>	<b>606 065</b>	<b>629 117</b>	<b>727 196</b>	<b>714 622</b>	<b>687 924</b>	<b>643 927</b>	<b>611 943</b>

Tabelle 5.6: Fördermengen Wasser in m<sup>3</sup>

### 5.6.3 Bahn-Transport

Nachdem die Analysebereiche festgelegt und die Mengenverteilung der letzten Jahre analysiert wurde, konnten Kapazitätsrechnungen und Angebotsvergleiche im Bereich Bahn-Transport durchgeführt werden. Der Prozess wird dabei absichtlich von hinten nach vorne analysiert, um einen besseren Blick auf die Anforderungen des Kunden (bzw. des internen Kunden der jeweiligen Prozessschritte) zu haben.

Die Ist-Analyse des Bahntransports untergliedert sich in folgende Bereiche:

- Kapazitätsrechnung
- Vergleich Angebote EVU
- Verbindung der Transportkosten mit den Kapazitätsszenarien
- Vergleich Angebote unterschiedliche Vermieter für KWG
- Szenario: Schließung Bahnverladung Stützpunkt 2

#### 5.6.3.1 Kapazitätsrechnung unterschiedlicher Szenarien

Für beide Stützpunkte war unklar, ob der Ist-Zustand der angemieteten Kesselwägen dem Optimum entspricht. Diese Analyse sollte ein allgemeines Bild über mögliche Szenarien zur Anzahl der KWG und Transporthäufigkeiten der Züge geben (Abbildung 5.7). Dabei stellte sich heraus, dass die Miete von 7 KWG am Stützpunkt 2 eine Überkapazität von 100% darstellt, während am Stützpunkt 1 die vorhandene Kapazität gar nicht genutzt werden kann. Hier ist das Verladefenster zu eng bemessen (8h), um 15 KWG verladen zu können (notwendig wären mindestens 10h). Dies hat zur Folge, dass lediglich einmal pro Woche 15 KWG beladen werden können. 3 KWG müssen dabei am Vorabend beladen werden → dies ist für den Zug am Montag nicht möglich, da am Sonntag nicht verladen wird und der Zug, beladen mit Gefahrgut, nicht am Wochenende unbewacht am Gelände stehen darf. Nun kann trotzdem nur ein Zug (Mittwoch oder Freitag) 15 belade KWG transportieren. Der Transport mit 15 KWG an beiden Tagen ist nicht möglich, da die Beladung am Vortag geschehen muss, die Waggons aber erst am Morgen bereitgestellt werden).

Stützpunkt	Kapazitäts-Szenario	Einsatz KWGs	gemietete KWGs	Ausfälle betrachtet	Transportierte Waggons/ Woche	kap. Menge [to/Woche]	kap. Menge [m <sup>3</sup> /Woche]	kap. Menge [to/a]	kap. Menge [m <sup>3</sup> /a]
SP 2	Ist 3 KWG	3, Fr	3	ja	2,8	166	195	8 626	10 150
SP 2	Ist 4 KWG	4, Fr	4	ja	3,8	226	266	11 746	13 821
SP 2	Ist 5 KWG	5, Fr	5	ja	4,8	286	336	14 866	17 492
SP 2	Ist 6 KWG	6, Fr	6	ja	5,8	346	407	17 986	21 163
SP 2	Ist derzeit (7 KWG)	7, Fr	7	ja	6,8	406	478	21 106	24 834
SP 2	max. 7 KWG	7, Fr	7	nein	7,0	420	494	21 840	25 698
SP 1	max. 12 KWG	12-12-12, Mo-Mi-Fr	12	nein	36,0	2 160	2 542	112 320	132 163
SP 1	13 KWG	13-13-13, Mo-Mi-Fr	13	ja	37,5	2 249	2 647	116 959	137 622
SP 1	Ist derzeit	12-12-15, Mo-Mi-Fr	15	ja	38,5	2 310	2 718	120 106	141 325
SP 1	max. derzeit	12-12-15, Mo-Mi-Fr	15	nein	39,0	2 340	2 753	121 680	143 177
SP 1	14 KWG (12+2 Ersatz)	14-14-14, Mo-Mi-Fr	14	ja	40,5	2 429	2 858	126 319	148 636
SP 1	Ist 15 KWG	15-15-15, Mo-Mi-Fr	15	ja	43,5	2 609	3 070	135 679	159 649
SP 1	max. 15 KWG	15-15-15, Mo-Mi-Fr	15	nein	45,0	2 700	3 177	140 400	165 204
SP 1	2 Garnituren 10 KWG	G1-G2-G1-G2-G1, Mo-Fr	20	nein	50,0	3 000	3 530	156 000	183 560
SP 1	2 Garnituren 12 KWG	G1-G2-G1-G2-G1, Mo-Fr	24	nein	60,0	3 600	4 236	187 200	220 272
SP 1	2 Garnituren 15 KWG	G1-G2-G1-G2-G1, Mo-Fr	30	nein	75,0	4 500	5 295	234 000	275 340

Tabelle 5.7: Kapazitätsrechnung Bahn

Ein voller Einsatz aller 15 KWG am Stützpunkt 1 würde bedeuten, dass die Mengen von beiden Stützpunkten gemeinsam transportiert werden können. Dies ermöglicht neue Überlegungen bezüglich der Schließung des 2. Stützpunkts.

Kleine technische Gebrechen wie defekte Bremsgestänge oder Instandhaltungsarbeiten an den Bremsen (Bremsbacken und -belege tauschen) führen immer wieder zu Ausfällen bzw. zu Werkstattzeiten. Dies verringert die Verfügbarkeit und damit die Kapazität des Bahntransports. Eine Ausfallwahrscheinlichkeit für 1,2 oder 3 gleichzeitig ausgefallene Kesselwagen lässt sich aus dem Jahr 2014 errechnen (Berechnungsbasis sind 22 KWG & Ausfallzeiten aus 2014), wie die Abbildung 5.8 zeigt.

	kein Ausfall	Ausfall 1 KWG	Ausfall 2 KWG	Ausfall 3 KWG	Ausfall Gesamt [KWG]
22 KWG	41,4%	46,6%	8,8%	3,3%	0,74
15 KWG	60,0%	31,8%	6,0%	2,2%	0,50
7 KWG	81,3%	14,8%	2,8%	1,0%	0,24

Tabelle 5.8: Ausfallwahrscheinlichkeit der KWG

Das Ergebnis dieser Berechnung ist ein durchschnittlicher (gewichtet) Ausfall von Kesselwagen. Für den Stützpunkt 1 ergibt sich daher eine durchschnittliche Verwendung von 14,50 Kesselwagen. Am Stützpunkt 2 sind es 6,76 Wagen. Dies wurde in die Kapazitätsberechnung einbezogen (siehe Spalte: „Ausfälle betrachtet“).

### 5.6.3.2 Angebote der EVUs

Im Zuge der Analyse wurde dieser Transport ausgeschrieben und unterschiedliche Angebote eingeholt. Darunter waren nur zwei EVU, die den Transport bewerkstelligen können (EVU 1

führt den Transport im Ist-Prozess durch).

### EVU 1 für 2015

Stützpunkt 1	Ganzzug, min. 720to (12 KWG)	14,08 €/to
Stützpunkt 1	Ganzzug, min. 840to (14 KWG)	13,75 €/to
Stützpunkt 1	Ganzzug, min. 900to (15 KWG)	13,08 €/to
Stützpunkt 1	Einzelwaggon	15,70 €/to
Stützpunkt 2	Einzelwaggon	15,99 €/to
ab Jahresmenge 100.001 to	Abzug von	00,10 €/to
ab Jahresmenge 150.001 to	Abzug von	00,20 €/to

Tabelle 5.9: Angebot EVU 1 für 2015

Das Angebot ist je nach Anzahl transportierte KWG gestaffelt (für den Stützpunkt 1). Für Stützpunkt 2 ist lediglich die Preis für einen Einzelwaggon angegeben, da dort logistisch kein Ganzzug transportiert werden kann. Bezieht man die Ausfallrate der Kesselwägen mit ein, ergibt sich für den Stützpunkt ein Durchschnittspreis von (bei Variante mit 15 gemieteten KWG, 108.000 to): 13,27 €/to.

### EVU 1 - Alternativangebot mit 20 KWG/Zug

Die Frachtkosten in diesem Angebot betragen 13,08 €/to bei einer Mindestmenge von 1.200 Netto to/Zug (=20 KWG). Der Ablauf dieses Konzepts ist in der Tabelle 5.10 dargestellt. Dabei werden die Waggon in 2 Tranchen zu je 10 KWG beladen und an einem Zwischenhalt am Weg zur Raffinerie verbunden.

Tag 1	Beladung von 10 Wagen und Austausch der beladenen 10 Wagen mit 10 Leerwagen (Hinterstellung der beladenen Wagen am Zwischenhalt)
Tag 2	Beladung der zweiten 10 Wagen – Abholung der 10 Wagen und Transport zum Zwischenhalt Zusammenhängen der 2 Gruppen am Zwischenhalt (Gesamt 20 Wagen) und Transport zur Raffinerie
Tag 3	Ankunft von 20 KWG in der Raffinerie, Entladung Rücktransport von 10 Leerwagen zum Stützpunkt 1
Tag 4	Ankunft & Beladung der ersten 10 Wagen am Stützpunkt 1 Rücktransport der zweiten Gruppe 10 Wagen zum Stützpunkt 1
Tag 5	Austausch der beladenen 10 Wagen mit 10 Leerwagen (Hinterstellung der beladenen Wagen am Zwischenhalt) Beladung der zweiten 10 Wagen – Abholung der 10 Wagen und Transport zum Zwischenhalt Kombination der 2 Gruppen am Zwischenhalt (Gesamt 20 Wagen) und Transport zur Raffinerie (analog Tag 2)

Tabelle 5.10: Logistischer Ablauf Alternativkonzept Bahntransport

Für diese Variante werden 20 einsatzfähige Wagen (2-3 Wagen zusätzlich als Ausfallsreserve) benötigt und es können 2 Züge in der Woche durchgeführt werden (~ 120.000 to/Jahr). Dieses

Angebot ist aus Kostensicht nicht relevant, da fünf Kesselwägen mehr angemietet werden müssen.

## EVU 2

Der Verschub auf der s.g. letzten Meile (vom letzten Bahnhof auf das Betriebsgelände der Raffinerie) wird ausschließlich vom einem bestimmten EVU durchgeführt (EVU 1). Dies hat zur Folge, dass der Transport auf dieser letzten Meile zugekauft werden muss. Trotz diesen zusätzlichen Kosten ist der Preis noch immer niedriger als im Angebot des EVU 1.

### Stützpunkt 1

Montag und Freitag Regelzüge (jede Woche), Mittwoch wird der Zug nur bei Bedarf eingesetzt bzw. bestellt

Beistellung Leerzug	05:00
Beladung	06:00-15:00
Abfahrt	18:00
Ankunft Raffinerie	00:00
Entladung	12h
Rückfahrt	13:00
Ankunft Stützpunkt	19:00

### Stützpunkt 2

Abholung der 7 KWG Freitag	15:00
Zusammenhängen mit Wagen aus Stützpunkt 1	
Überstellung zum Kunden	
Ankunft Stützpunkt 2, Samstag	20:00

Tabelle 5.11: Eckpunkte Transportkonzept EVU 2

Stützpunkt 1	Rundlauf, 15 KWG	455 €/to
Stützpunkt 2	Rundlauf, 7 KWG	695 €/to
Letzte Meile		185 €/to
Umrechnung Stützpunkt 1		10,67 €/to
Umrechnung Stützpunkt 2		14,67 €/to

Tabelle 5.12: Kosten Transportkonzept EVU 2

Eine Analyse des Angebots gemeinsam mit dem Kunden hat ergeben, dass die Vorgabezeiten am Freitag bzw. über das Wochenende nicht eingehalten werden können. Es gibt zwischen Sa 05.00h und So 19.00h keine Möglichkeit der Entladung beim Kunden. Das Konzept musste daher überarbeitet werden.

Die Überarbeitung hat ergeben, dass aufgrund der Standzeit der Lok von Freitag bis Sonntag Abend beim Kunden Kosten anfallen. Zusätzlich wurden in diesem Angebot nun die Ausfälle der Kesselwägen mit betrachtet (Preisbasis daher nicht immer 15 KWG), was zu einer weiteren

Preissteigerung geführt hat. Der Preis für einen Einzelwaggon vom Stützpunkt 2 ist um 50% gestiegen.

Stützpunkt 1	Rundlauf, 14 KWG	505 €/to
Stützpunkt 2	Rundlauf, 4 KWG	1030 €/to
Letzte Meile		185 €/to
Ungefähre Kosten Stehzeit Lok		200 €/to
Umrechnung Stützpunkt 1		ca. 12,70 €/to
Umrechnung Stützpunkt 2		20,25 €/to

Tabelle 5.13: Kosten EVU 2 nach Überarbeitung

Der Preis pro Tonne für Stützpunkt 1 setzt sich aus 505 € für den Transport, 185 € für die letzte Meile und 70 € (für ein Drittel der Züge, immer freitags, 200 €/KWG extra) zusammen. Dies ergibt 760 €/KWG oder 12,70 €/to.

### Gesamtaufstellung der Angebote

Die Zusammenfassung der Angebote zeigt die Tabelle 5.14. Dabei sind die Angebote der beiden EVU nach Stützpunkte gegliedert und mit den jeweiligen Fördermengen (siehe dazu Tabelle 5.5) hinterlegt.

	Einheit	EVU 1 2014	EVU 1 2015	EVU 1 Alternat. 20 Waggon	EVU 2	EVU 2 Überarbeitung
<b>Stützpunkt 1</b>						
Kosten	[€/to]	13,75	<sup>(1)</sup> 13,27	13,08	<sup>(2)</sup> 10,67	<sup>(2)</sup> 12,70
Mindestmenge	[to]	720	720/840/900	1 200	900	900
Anzahl verladener Waggons <sup>(3)</sup>	[KWG/Woche]	39	45	40	45	45
Verladetage		Mo-Mi-Fr	Mo-Mi-Fr	Mo-Di-Mi-Do-Fr	Mo-Mi-Fr	Mo-Mi-Fr
Jahrestonnage	[to/a]	108 000	108 000	108 000	108 000	108 000
Benötigte KWG		15	15	22	15	15
Mietpreis KWG	[€/KWG/Tag]	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40
Kosten Transport	[€/a]	1 485 000	1 433 160	1 412 640	1 152 360	1 371 600
Kosten KWG-Miete	[€/a]	166 440	166 440	244 112	166 440	166 440
<b>Summe Kosten</b>	<b>[€/a]</b>	<b>1 651 440</b>	<b>1 599 600</b>	<b>1 656 752</b>	<b>1 318 800</b>	<b>1 538 040</b>
<b>Stützpunkt 2</b>						
Kosten	[€/to]	15,60	15,99	15,99	14,67	20,25
Mindestmenge	[to]	-	-	-	420	420
Anzahl verladener Waggons	[KWG/Woche]	5	5	5	5	5
Verladetage		Fr	Fr	Fr	Fr	Fr
Jahrestonnage	[to/a]	11 000	11 000	11 000	11 000	11 000
Benötigte KWG		7	7	7	7	7
Mietpreis KWG	[€/KWG/Tag]	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40
Kosten Transport	[€/a]	171 600	175 890	175 890	161 370	222 750
Kosten KWG-Miete	[€/a]	77 672	77 672	77 672	77 672	77 672
<b>Summe Kosten</b>	<b>[€/a]</b>	<b>249 272</b>	<b>253 562</b>	<b>253 562</b>	<b>239 042</b>	<b>300 422</b>
<b>Kosten Gesamt</b>	<b>[€/a]</b>	<b>1 900 712</b>	<b>1 853 162</b>	<b>1 910 314</b>	<b>1 557 842</b>	<b>1 838 462</b>

Tabelle 5.14: Gesamtaufstellung Angebote

Anmerkungen: 1 - Preis ergibt sich aus Mindestmengen und Ausfallrate, 2 - Preis Transport EVU 2 inkl. letzter Meile und 3 - Betrachtung ohne Ausfälle.

Die Gesamtkosten zeigen deutlich, dass ein Wechsel des EVU (von Angebot EVU 1/2015 auf EVU 2/nach Überarbeitung) lediglich eine Einsparung von ca. 1% bedeuten würde. Wird die Menge komplett auf Stützpunkt 1 umgeleitet, entsteht ein Kostenvorteil von ca. 5% (ohne Berücksichtigung von Mehrkosten).

### 5.6.3.3 Kapazität und Kosten

Eine Kapazitätsplanung nach Kosten ist nur für Stützpunkt 1 sinnvoll, da der Stützpunkt 2 mit Einzelwaggon abgefertigt wird. Der optimale Kostenpunkt im Ist-Szenario liegt bei 12 Waggon (Verbesserungspotential - derzeit werden 15 KWG gemietet). Für das Jahr 2015 zeigt die Auswertung für beide EVU ein Optimum bei 15 KWG an (die Preise des EVU 2 beziehen sich auf eine Mindestmenge von 15 KWG/Zug)

Kapazitäts-Szenario	kap. Menge [to/a]	Kosten Miete [€/a]	fixe Züge	Restmenge [to]	Anzahl Züge Restmenge (Mi)	EVU 1 2014 gesamt [€/a]	EVU 1 2015 Kosten fixe Züge [€/a]	EVU 1 2015 Kosten Bedarf Züge (Mi) [€/a]	EVU 1 2015 gesamt [€/a]	EVU 2 [€/a]
max. 12 KWG	112 320	133 152 €	Mo & Fr	33 120	46,0	1 618 152 €	1 046 822 €	463 018 €	1 642 992 €	1 285 512 €
13 KWG	116 959	144 248 €	Mo & Fr	30 027	40,1	1 629 248 €	1 074 465 €	413 775 €	1 632 488 €	1 296 608 €
Ist derzeit, 12-12-15	120 106	166 440 €	Mo & Fr	25 334	35,2	1 662 980 €	1 123 566 €	354 164 €	1 644 169 €	1 327 755 €
max. derzeit	121 680	166 440 €	Mo & Fr	23 760	33,0	1 651 440 €	1 144 447 €	332 165 €	1 643 052 €	1 318 800 €
14 KWG (12+2 Ersatz)	126 319	155 344 €	Mo & Fr	23 787	29,4	1 640 344 €	1 160 452 €	327 788 €	1 643 584 €	1 307 704 €
Ist 15 KWG	135 679	166 440 €	Mo & Fr	17 547	20,2	1 651 440 €	1 200 309 €	232 851 €	1 599 600 €	1 318 800 €
max. 15 KWG	140 400	166 440 €	Mo & Fr	14 400	16,0	1 651 440 €	1 242 072 €	191 088 €	1 599 600 €	1 318 800 €

Tabelle 5.15: Kapazitätsplanung nach Kosten Stützpunkt 1

### 5.6.3.4 Wechsel Anbieter Kesselwagen

Der Vertrag mit dem derzeitigen Vermieter (im Folgenden Anbieter A genannt) läuft aus, deshalb wurden vor Beginn dieses Projekts diverse Angebote eingeholt. Auf Basis dieser Angebote wurde eine Wirtschaftlichkeitsrechnung für einen Wechsel durchgeführt. Der Anbieterwechsel ist mit Verschubkosten und anderen Wechselkosten verbunden. Folgende Tätigkeiten sind bei einem Wechsel durchzuführen:

- Aufkleber bestellen/kleben
- RID-Tafeln (Gefahrgut - Tafel: dürfen erst nach Reinigung auf Wägen entfernt werden, da werden sie jedoch schon wieder für die neuen Wägen benötigt → Anschaffung neue Tafeln)
- Frachtbriefe umschreiben
- Daten im System ändern
- Wagenkontrolle (u.a. Gewichtskontrolle)

Diese Tätigkeiten nehmen in etwa 20 Arbeitsstunden in Anspruch. Folgende Kosten wurden als Berechnungsbasis herangezogen:

Kosten Rückführung	563	[€/KWG]
Kosten Reinigung	1500	[€/KWG]
Kosten Reinigung Bereitstellung	232	[€/KWG]
Kosten Reinigung (jährl. Umlage)	433	[€/KWG/Jahr]
Kosten Beistellung Reinigung	116	[€/KWG]
Wechselaufwand Mitarbeiter	20	[h]
Stundensatz Mitarbeiter	40	[€/h]

Tabelle 5.16: Kostensätze KWG-Miete

Die folgenden Tabellen (5.17 und 5.18) zeigen die Gegenüberstellung der unterschiedlichen Angebote. Das Ergebnis ist die Amortisationsdauer eines Wechsels in Jahren. Ist der Wert größer als 2 Jahre, so ist ein Wechsel auszuschließen.

	Einheit	Anbieter A	Anbieter B	Anbieter B	Anbieter C	Anbieter D	Anbieter D
Anzahl Waggons Angebot		15	15	15	25-30	22	22
Waggons für Berechnung		22	22	22	22	22	22
Mietdauer	[Jahre]	2	1	2	2	1, 2 od. 3	1, 2 od. 3
Preis	[€/Tag/KWG]	30,40	29,50	27,50	29,00	27,00	27,00
Preis	[€/Jahr]	244 112	236 885	220 825	232 870	216 810	216 810
nächste Revision	[Jahre]	1,0	4,0	4,0	4,0	2,5	(4) 2,5
Verlust Reingungskosten (1)	[€]	0	9 526	9 526	9 526	9 526	9 526
Verlust Nutzungsdauer (2)	[€]	0	0	0	0	14 289	14 289
Bereitstellung			?	?	?	Stützpunkt	Stützpunkt
Kosten Bereitstellung (3)	[€/KWG]		563	563	563	563	0
Wechselkosten	[€]		25 572	25 572	25 572	25 572	13 186
Kosten gesamt (Wechsel jetzt, 22 KWG)	[€]		35 098	35 098	35 098	49 387	37 001
Ersparnis Miete	[€/Jahr]	0	7 227	23 287	11 242	27 302	27 302
Amortisationsdauer	[Jahre]		4,9	1,5	3,1	1,8	1,4

Tabelle 5.17: Anbietervergleich Kesselwagenmiete

Der derzeitige Preis ist gelb gekennzeichnet. Bei jeder Tankrevision ist vorher eine Reinigung durchzuführen. Eine Revision ist alle 4 Jahre notwendig, die nächste ist im August 2016 fällig. Dafür sind jeweils 4 Kesselwägen im Intervall für einen Zeitraum von ca. 30 Tagen nicht verfügbar (siehe 1). Die Verlust Nutzungsdauer bezieht sich auf Reinigungskosten alle 4 Jahre (siehe 2). Ist die Bereitstellung unklar bzw. die Kosten noch nicht näher definiert, werden die Kosten des Transports von/zum Arsenal als Richtwert herangezogen (siehe 3). Die Wagen von Anbieter D sind zwischen 1 Jahr und 4 Jahren revisionsfrei ( $\emptyset$  2,5 Jahre) (siehe 4).

In einem Lieferantengespräch (inkl. Preisverhandlungen) mit Anbieter A wird diesen sehr wahrscheinlich dazu bewegen, ein preisgünstigeres Angebot zu legen. Vorstellbar wäre hier ein neuer Preis von 29,50 €/KWG/Tag.

	Einheit	Anbieter A	Anbieter B	Anbieter B	Anbieter C	Anbieter D	Anbieter D
Anzahl Waggons Angebot		15	15	15	25-30	22	22
Waggons für Berechnung		22	22	22	22	22	22
Mietdauer	[Jahre]	2	1	2	2	1, 2 od. 3	1, 2 od. 3
Preis	[€/Tag/KWG]	29,50	29,50	27,50	29,00	27,00	27,00
Preis	[€/Jahr]	236 885	236 885	220 825	232 870	216 810	216 810
nächste Revision	[Jahre]	1,0	4,0	4,0	4,0	2,5	(4) 2,5
Verlust Reingungskosten (1)	[€]	0	9 526	9 526	9 526	9 526	9 526
Verlust Nutzungsdauer (2)	[€]	0	0	0	0	14 289	14 289
Bereitstellung			?	?	?	Stützpunkt	Stützpunkt
Kosten Bereitstellung (3)	[€/KWG]		563	563	563	563	0
Wechselkosten	[€]		25 572	25 572	25 572	25 572	13 186
Kosten gesamt (Wechsel jetzt, 22 KWG)	[€]		35 098	35 098	35 098	49 387	37 001
Ersparnis Miete	[€/Jahr]	0	0	16 060	4 015	20 075	20 075
Amortisationsdauer	[Jahre]		---	2,2	8,7	2,5	1,8

Tabelle 5.18: Anbietervergleich Kesselwagenmiete 2

In die Entscheidung fließen zusätzlich Qualitätskriterien ein:

- Instandhaltung
  - Das Werkstattnetz von Anbieter A ist sehr gut, die Werkstätten sind geografisch vorteilhaft an den Strecken gelegen, die das betrachtete Unternehmen nutzt
  - Kleinere Instandhaltungsarbeiten (Schmierungen, kleine Reparaturen), die in meisten Fällen in einer Werkstatt durchgeführt werden, übernimmt der verantwortliche Mitarbeiter (intern) für die Bahnverladung. Dadurch entfällt der Zeitaufwand des Transportes zur Werkstatt.
- Langjährige Partnerschaft mit Anbieter A
  - Partnerschaft besteht seit mehreren Jahrzehnten
  - Abläufe sind eingespielt und funktionieren flüssig
  - Gegenseitiges Entgegenkommen bei Instandhaltung und kleinen Problemen wird gelebt.

Aus qualitativer Sicht ist Anbieter A ein angenehmer und verlässlicher Partner, daher ist ein Wechsel aus dieser Sicht nicht wünschenswert.

### 5.6.3.5 Alternativszenario: Stilllegung Bahnverladung Stützpunkt 2

Aufgrund der hohen Bahntransportkosten am Stützpunkt 2 ist eine Überlegung, die Bahnverladung zu schließen und ausschließlich am Stützpunkt 1 zu verladen. Dies bedeutet eine Umleitung der LKW-Transporte und einen Transport der Leitungsmengen per LKW zum SP 1. Dort sind genügend freie Kapazitäten (siehe Tabelle 5.7: Kapazitäts-Szenarien), um ca. 120.000 to/Jahr zu verladen. Das Einsparungspotential liegt im Wegfall der KWG-Miete und der Kosten der Bahnverladung. Für die LKW-Beladung ist jedoch ein Umbau der Anlage notwendig, der mit wenig Aufwand (und Kosten) durchführbar ist. Die Tabellen 5.19 und 5.20 zeigen die Kosten und das Einsparungspotential einer Schließung unter Auswahl des jeweiligen EVU.

Kosten	Preis	Menge	Gesamt
Kosten Rückführung 7 KWG	563 [€/KWG]	7	3 941 €
Mehrkosten LKW Station 10	1,02 [€/m³]	2649 [m³]	2 702 €
Mehrkosten LKW Station 8	0,98 [€/m³]	2765 [m³]	2 709 €
Mehrkosten LKW Station 9	1,91 [€/m³]	2056 [m³]	3 928 €
Transportkosten Mengen Reinöl Leitung (Stationen 11 und 15)	12,00 [€/m³]	8400 [m³]	100 800 €
<b>Summe</b>			<b>114 080 €</b>

Nutzen	Preis	Menge	Gesamt
Ersparnis Bahntransport (Station 8-11 und 15)	2,31 [€/m³]	15870 [m³]	36 661 €
Miete Kesselwägen	29,50 [€/KWG/Tag]	7x365	75 373 €
Einsparung Bahnverladung Stützpunkt 2 (Kostenstelle Bahnverladung SP2)			94 000 €
<b>Summe</b>			<b>206 033 €</b>

<b>Differenz = Einsparung</b>			<b>91 953 €</b>
-------------------------------	--	--	-----------------

Tabelle 5.19: Einsparungspotential Schließung Stützpunkt 2 bei Wahl EVU 1

Kosten	Preis	Menge	Gesamt
Kosten Rückführung 7 KWG	563 [€/KWG]	7	3 941 €
Mehrkosten LKW Station 9	1,91 [€/m³]	2056 [m³]	3 928 €
Transportkosten Mengen Reinöl Leitung (Stationen 11 und 15)	12,00 [€/m³]	8400 [m³]	100 800 €
<b>Summe</b>			<b>108 669 €</b>

Nutzen	Preis	Menge	Gesamt
Ersparnis Bahntransport (Stationen 9,11 und 15)	4,00 [€/m³]	10456 [m³]	41 826 €
Miete Kesselwägen	29,50 [€/KWG/Tag]	7x365	75 373 €
Einsparung Bahnverladung Stützpunkt 2 (Kostenstelle Bahnverladung SP2)			94 000 €
<b>Summe</b>			<b>211 198 €</b>

<b>Differenz = Einsparung</b>			<b>102 529 €</b>
-------------------------------	--	--	------------------

Tabelle 5.20: Einsparungspotential Schließung Stützpunkt 2 bei Wahl EVU 2

### 5.6.3.6 Verbesserungspotentiale & Empfehlungen

Der Analysebereich Bahntransport bietet viel Raum für Verbesserungen. Empfehlungen und Einsparungspotentiale dazu sind hier zusammengefasst.

Einsparungspotentiale sind vor allem in der Auswahl des EVU zu finden. Ein Wechsel hat sich nach der ersten Angebotslegung angezeichnet, die Einsparungspotentiale galten als sehr hoch. Nach genauere Definition der Eckdaten des Konzepts mit dem Kunden ist das Einsparungspotential ca. 15.000 €/Jahr (<1%) geschrumpft. Es konnte aufgezeigt werden, dass Kostenvorteile entstehen können, wenn der teure Bahntransport zum Stützpunkt 2 eingestellt wird. Als Empfehlung sollten hier Nachverhandlungen angestellt werden, um weitere Potentiale im Gespräch zu erheben und eine nochmalige Kostenreduktion zu ermöglichen. Hier ist ein Einsparungspotential von bis zu €85.000 p.a. möglich (Wahl EVU 2 gegenüber EVU 1, Transport gesamte Menge über Stützpunkt 1).

Auch ein Wechsel des Vermieters der Kesselwägen ist anzudenken. Hierfür spricht ein Einsparungspotential von ca. €10.000 p.a. und eine Amortisationsdauer von 1,4 Jahren (wenn der

derzeitige Anbieter keine Preisreduktion anbietet). Gegen einen Wechsel spricht eine Amortisationsdauer von über 2 Jahren (sollte der derz. Anbieter sein Angebot verbessern), eine bisherige gute Partnerschaft und hohe Qualität. Folgendes Vorgehen ist daher vorzuschlagen:

1. Nachverhandlung mit dem derzeitigen Anbieter
2. Bei Preisreduktion, Wahl des derzeitigen Anbieters. Bleibt der derzeitige Preis bestehen, so ist eine detaillierte Prüfung der Qualitätskriterien notwendig.
3. Sollte die Qualität der neuen Anbieter den Kriterien entsprechen, so ist ein Wechsel durchzuführen (vorrangig Anbieter 3).

Sollte kein Wechsel des EVU durchgeführt werden, so ist beim EVU 1 jedenfalls eine Vergrößerung des Beladefensters zu verhandeln. Eine Vergrößerung um lediglich 2 Stunden ermöglicht die Nutzung der vollen Kapazität der Verladung am Stützpunkt 1. Dies ist Voraussetzung für die Überlegung der Schließung von Stützpunkt 2, da genau dieses Kapazitäten dann benötigt werden.

Das Einsparungspotential im Rahmen der Schließung des 2. Stützpunktes ist hoch (zwischen €50.000 und €100.000 p.a.). Es hängt allerdings fast ausschließlich an der Kostenstelle „Bahnverladung“. Diese Kosten können nicht zu 100% eingespart werden (Mehraufwand Verladung Stützpunkt 1, Umlagen, Kosten Schließung, etc.), das Einsparungspotential ist daher nicht als fixe Größe anzunehmen. Die Entscheidung der Schließung der Bahnverladung ist unter anderem aufgrund der Rückgabe der Kesselwägen von strategischer Natur und muss folgende Punkte betrachten:

- zukünftige Mengen
- geplante Sonden / Bohrungen Nähe des Stützpunktes 2
- neue Felder

## 5.6.4 LKW-Transport

### 5.6.4.1 Analyse der transportierten Mengen

Die folgende Tabelle ist eine Aufstellung der LKW-Transporte für das Jahr 2014:

- Mengen: Istmengen 2014
- Fahrtzeiten sind Annahmen
- Kosten ergeben sich aus Frachtraten und der Menge → kalkulatorisch

Bei Stationen ohne Flutwasseranlagen muss der LKW zusätzlich zum geförderten Öl Produktionswasser zum Stützpunkt transportieren.

Name Station	Verlad.	FWA*	2014	Ø tägl. Fördermenge	Ölanteil Transport	Tankgröße [m³]	LKW Kapazität [m³]	# LKW Fahrten 2014	Fahrt-km	Gesamt-km	Fahrtzeit Øv [min]	Fahrtzeit lt. Google Maps [min]	Transportdauer / Fahrt [h]	Σ Transportdauer [h]
<b>Stützpunkt 1</b>			<b>134 638</b>	<b>369</b>	<b>97%</b>									
<b>Leitung</b>			<b>94 809</b>	<b>260</b>	<b>100%</b>									
Stützpunkt 1			94 809	260	100%									
<b>Leitung/LKW</b>			<b>6 948</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>									
Station 1	Saugen	j	6 948	19	100%	20	19	384	10,5	4 031	13	12	1,7	641
<b>LKW</b>			<b>32 881</b>	<b>90</b>	<b>86%</b>									
Station 12				0		-	30	0	11,5	0	14	12	1,7	0
Station 2	Arm	j	3 891	11	100%	50	30	136	18,2	2 479	22	22	2,0	278
Station 3	Arm	n	1 930	5	17%	50	30	68	14,3	966	17	15	1,9	125
Station 4	Arm	j	14 520	40	100%	46	30	508	56,2	28 561	67	65	3,9	1964
Station 5	Arm	n	5 700	16	84%	100	30	200	34,4	6 863	41	42	2,8	562
Station 13	Arm			0		-	30	0	21,2	0	25	21	2,2	0
Station 6	Saugen	n	859	2	79%	-	25	36	16,9	609	20	18	2,0	71
Station 7	Saugen	n	1 312	4	95%	46	25	55	98,7	5 438	118	93	5,9	325
Station 14	Arm	n	117	0	100%	50	30	4	80,4	329	96	78	5,0	21
Station 8	Saugen	n	4 553	12	61%	50	25	191	76,3	14 592	92	79	4,8	924
<b>Stützpunkt 2</b>			<b>17 206</b>	<b>47</b>	<b>76%</b>									
<b>Leitung</b>			<b>8 400</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>									
Station 11			7 819	21	100%									
Station 15			581	2	100%									
<b>LKW</b>			<b>8 806</b>	<b>24</b>	<b>53%</b>									
Station 9	Arm	n	6 156	17	33%	100	30	215	22,4	4 827	27	24	2,2	483
Station 10	Arm	j	2 649	7	100%	500	30	93	16,9	1 567	20	15	2,0	183
<b>(Leer)</b>			<b>172</b>	<b>0</b>	<b>100%</b>									
<b>Gesamtergebnis [m³]</b>			<b>152 016</b>	<b>416</b>				<b>1 890</b>		<b>70 261</b>				<b>5 578</b>
<b>Gesamtergebnis [to]</b>			<b>129 214</b>	<b>354</b>				<b>7,6</b>		<b>37,2</b>				<b>3,0</b>
								tägliche Fahrten (Werktags)		Ø km / Fahrt				Ø Transportdauer [h]

\* FWA ... Flutwasseranlage vorhanden

Tabelle 5.21: Transportierte Mengen LKW in m<sup>3</sup>

Folgende Annahmen wurden dabei getroffen:

- 250 Werktage/Jahr
- 5% Aufschlag auf Anzahl LKW-Fahrten (LKW nicht immer voll, andere Eventualitäten)
- 20% Aufschlag auf LKW-Fahrtzeitdauer (Winter, Verkehrsverhältnisse, etc.)
- 50 km/h LKW-Durchschnittsgeschwindigkeit
- 35 min Be- & Entladedauer
- LKW-Kapazität ist Tanksattelzug (30m<sup>3</sup>) oder Saugtankwagen (25m<sup>3</sup>) oder tankgrößenabhängig

Ergebnisse:

- Anzahl Fahrten pro Werktag: 7,6
- Durchschnittliche Anzahl km pro Fahrt: 37,2 km
- Durchschnittliche Transportdauer: 3,0 h

### 5.6.4.2 Lieferantenvergleich

#### Kosten

Bei Kombination der Ist-Preise mit der Mengenauswertung ergeben sich kalkulierte Kosten für den LKW-Transport (siehe Abbildung 5.22). Die Ist-Kosten 2014 waren aufgrund von Überstunden und Mehraufwand im Transport geringfügig höher als die kalkulierten Kosten. In der Spalte *Kosten Ist* der Ist-Preis eingetragen, daneben die Summe der kalkulatorischen Ist-Kosten. In den beiden Spalten rechts ist das Optimum dargestellt. Im optimalen Fall, d.h. bei optimaler Mengenverteilung an die derzeitigen Frächter (bei derzeitigen Preisen), würde mit Ausnahme der Station 9 alle Stationen der Frächter B abfertigen. Der Unterschied in den Transportkosten (=Einsparungspotential) beträgt ca. 80.000€.

Name Station	Verlad.	FWA*	2014	Ø tägl. Fördermenge	Σ Transportdauer [h]	Kosten Ist [€/m³/Fahrt]	Σ kalk. Kosten Ist	Kosten Opt. [€/m³/Fahrt]	Σ kalk. Kosten Optimum
<b>Stützpunkt 1</b>			<b>134 638</b>	<b>369</b>					
<b>Leitung</b>			<b>94 809</b>	<b>260</b>					
Stützpunkt 1			94 809	260					
<b>Leitung/LKW</b>			<b>6 948</b>	<b>19</b>					
Station 1	Saugen j		6 948	19	641	12,20 €	88 999 €	12,20 €	88 999 €
<b>LKW</b>			<b>32 881</b>	<b>90</b>					
Station 12				0	0		- €		- €
Station 2	Arm j		3 891	11	278	10,50 €	42 897 €	7,20 €	29 415 €
Station 3	Arm n		1 930	5	125	9,00 €	18 234 €	7,20 €	14 587 €
Station 4	Arm j		14 520	40	1964	14,00 €	213 442 €	10,80 €	164 655 €
Station 5	Arm n		5 700	16	562	13,00 €	77 811 €	10,80 €	64 643 €
Station 13	Arm			0	0				
Station 6	Saugen n		859	2	71	11,00 €	9 917 €	11,00 €	9 917 €
Station 7	Saugen n		1 312	4	325	16,60 €	22 864 €	16,60 €	22 864 €
Station 14	Arm n		117	0	21	14,10 €	1 731 €	14,10 €	1 731 €
Station 8	Saugen n		4 553	12	924	16,60 €	79 366 €	16,60 €	79 366 €
<b>Stützpunkt 2</b>			<b>17 206</b>	<b>47</b>					
<b>Leitung</b>			<b>8 400</b>	<b>23</b>					
Station 11			7 819	21					
Station 15			581	2					
<b>LKW</b>			<b>8 806</b>	<b>24</b>					
Station 9	Arm n		6 156	17	483	11,50 €	74 339 €	11,50 €	74 339 €
Station 10	Arm j		2 649	7	183	8,50 €	23 645 €	7,50 €	20 864 €
<b>(Leer)</b>			<b>172</b>	<b>0</b>					
<b>Gesamtergebnis [m³]</b>			<b>152 016</b>	<b>416</b>	<b>5 578</b>		<b>653 246 €</b>		<b>571 381 €</b>
Gesamtergebnis [to]			129 214						

\* FWA ... Flutwasseranlage vorhanden

Frächter B	
Frächter A	
keine Angabe	

Tabelle 5.22: Kostenvergleich der LKW-Transporte Ist/Optimum

#### Preisentwicklung nach Kilometer

Das Diagramm zeigt die Entwicklung der Kubikmeterpreise (Verladung nur per Verladearm)

nach der transportierten Strecke. Dabei ist klar, dass die Kalkulation einen Fixpreis sowie einen Betrag pro Kilometer beinhaltet und somit mit einer linearen Regression angenähert werden kann. Eine konkrete Istkosten-Kalkulation der Lieferanten ist nicht bekannt. Die Regressionsgeraden der Frächter sind in Tabelle 5.23) dargestellt.

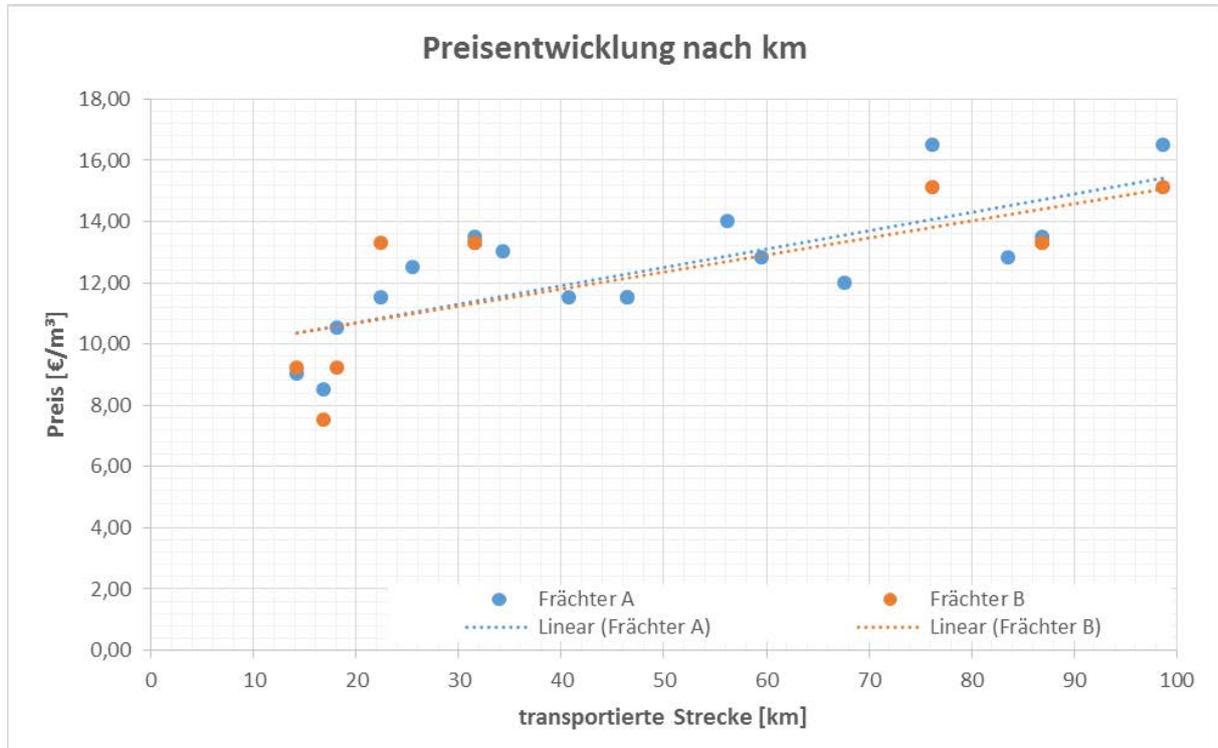


Abbildung 5.4: Diagramm Preisentwicklung

Frächter A	$y(x) = 9,49 + 0,060 * x$	x...Anz. km
Frächter B	$y(x) = 9,58 + 0,055 * x$	y(x)...Preis

Tabelle 5.23: Regressionsgeraden der Frächter

### Lieferantenbewertung

Anhand einer internen Vorlage zur Lieferantenbewertung wurden im Zuge dieses Projekts die beiden LKW-Frächter aus Sicht des Einkaufs/Logistik bewertet. Die Kriterien waren dabei: Firmenprofil, Wirtschaftliche Situation, Bedeutung für die Entwicklung des Unternehmens, Produkt- und Leistungsqualität, Gesundheit/Sicherheit/Umwelt und Preisgestaltung.

Das Ergebnis waren 78% (70 aus 90 Punkten) für den Frächter A und 66% (59,5 aus 90 Punkten) für Frächter B. Unterschiede sind bei der Abhängigkeit zum Unternehmen, Forschung & Entwicklung, Qualitätsniveau und Terminflexibilität anzutreffen. In allen diesen Punkten war Frächter A besser.

Eine weitere, mündliche, Bewertung wurde von den beteiligten Stützpunktleitern angegeben. Aufgrund schlechter Leistungsqualität verfehlen hier beide Frächter 50% der Punkte, trotz Bemühungen des Unternehmens durch „Erziehen“ der Lieferanten und Kooperation die Qualität zu steigern. Dies ist auf den Mangel an qualitativ hochwertiger Konkurrenz am Markt zurückzuführen. Aufgrund eben dieser fehlenden Konkurrenz besteht keine Möglichkeit eines Lieferantenwechsel, nur durch Insourcing der Transporte kann die Qualität gesteigert werden (Insourcing wird in Kapitel 5.6.4.5 behandelt).

### 5.6.4.3 Verteilung Mengen nach Stützpunkten

Die derzeitige Verteilung der Mengen zu den Stützpunkten lässt sich der Mengenanalyse entnehmen. Diese Verteilung ist dabei nicht fix und kann verändert werden, wobei sich die Frage stellt, welche Zuteilung kostenoptimal ist? Beantworten lässt sich dies durch Berechnung der Kostendifferenz der Stützpunkte (siehe Formel 5.1 bzw. Formel 5.2, wenn die Kosten der Verladung nicht mitbetrachtet werden).

$$dif = \left( K_{B1} + K_{V1} + \frac{K_{L1}}{\ddot{o}a} \right) - \left( K_{B2} + K_{V2} + \frac{K_{L2}}{\ddot{o}a} \right) \quad (5.1)$$

$$dif = \left( K_{B1} + \frac{K_{L1}}{\ddot{o}a} \right) - \left( K_{B2} + \frac{K_{L2}}{\ddot{o}a} \right) \quad (5.2)$$

$K_{B1}$ ... Kosten Bahntransport Stützpunkt 1	$K_{B2}$ ... Kosten Bahntransport Stützpunkt 2
$K_{L1}$ ... Kosten LKW-Transport SP 1	$K_{L2}$ ... Kosten LKW-Transport SP 2
$K_{V1}$ ... Kosten Bahnverladung SP 1	$K_{V2}$ ... Kosten Bahnverladung SP 2
$\ddot{o}a$ ... Ölanteil	$dif$ ... Differenz

Tabelle 5.24: Legende Berechnungsformeln

### Ergebnisse

- Differenz >0: Transport über Stützpunkt 1 günstiger
- Differenz <0: Transport über Stützpunkt 2 günstiger
- Die Höhe der Differenz ist der Kostenunterschied in €/m<sup>3</sup> Öl (transportiertem Reinöl in die Raffinerie)

### Berechnung Stationen

Die Tabelle 5.25 zeigt die Ergebnisse der Berechnung ohne Verladekosten für ausgewählte Stationen. Die in Betracht gezogenen Stationen können aufgrund ihrer geographischen Lage beide Stützpunkte bedienen (es gibt ebenso angebotene Preise für beide Strecken). Ist das Ergebnis rot hinterlegt, so ist der Transport zu Stützpunkt 1 günstiger, bei blau ist Stützpunkt

2 günstiger. Je heller, desto mehr gleichen sich die Kosten für beide Transportrouten an.

Es ist klar ersichtlich, dass die Wahl des anzufahrenden Stützpunkts von der Auswahl des EVU abhängt. Bei Auswahl des EVU 2 ist es am kostengünstigsten, wenn zukünftig alle Station (mit Ausnahme von Station 9) ihr Öl zu Stützpunkt 1 transportieren.

Abfahrtsort	Frächter	Verladung	Preis SP 2 [€/m <sup>3</sup> ]	Preis SP 1 [€/m <sup>3</sup> ]	Ist	Fördermenge Re-nöl 2014 [m <sup>3</sup> ]	Öl-Anteil	EVU 1 - 2014	EVU 1 - 2015	EVU 2 - 2015
Station 9	A	Verladearm	11,50	12,80	SP 2	2 056	33%	-2,32	-1,58	-0,49
Station 7	B	Saugwagen	14,80	16,60	SP 1	1 245	95%	-0,32	0,42	1,50
Station 8	B	Saugwagen	14,80	16,60	SP 1	2 765	61%	-1,39	-0,65	0,44
Station 4	A	Verladearm	12,50	14,00	SP 1	14 520	100%	0,07	0,81	1,90
Station 10	A	Verladearm	8,50	11,50	SP 2	2 649	100%	-1,43	-0,69	0,40

Tabelle 5.25: Anzufahrender Stützpunkt nach Wahl EVU

Abbildung 5.26 zeigt den Grenzwert des Öl-Anteils für den Transport. Liegt der tatsächliche Öl-Anteil (Ist) darüber, so ist es günstiger, nach Kremsmünster zu transportieren. Liegt er darunter, so ist der Transport über Ried kostengünstiger. Steht der Stützpunkt selbst in der Tabelle, so ist dieser immer vorzuziehen.

Abfahrtsort	Öl-Anteil Ist	EVU 1 - 2014	EVU 1 - 2015	EVU 2 - 2015
Station 9	33%	83%	56%	38%
Station 7	95%	SP 2	78%	53%
Station 8	61%	SP 2	78%	53%
Station 4	100%	95%	65%	44%
Station 10	100%	SP 2	SP 2	88%

Tabelle 5.26: Grenzwerte des Öl-Anteils für Transport

Die Abbildung 5.27 zeigt die Verteilung der Menge, wenn Wasser und Öl getrennt transportiert werden kann (z.B. Tank so voll, dass zwei Fuhren notwendig sind: 1. Fuhre Öl-Wasser Gemisch mit viel Öl, 2. Fuhre nur Wasser). Wird rein Wasser transportiert, ist immer der günstigere LKW-Tarif zu wählen, dies ist in diesen Fällen immer der Transport nach Ried. Bei 100% Öl-Anteil sind die Kosten für den Bahntransport der ausschlaggebende Faktor, daher werden hier die meisten Stationen nach Kremsmünster geschickt.

Abfahrtsort	Öl-Anteil	EVU 1 - 2014	EVU 1 - 2015	EVU 2 - 2015	Öl-Anteil	nur LKW Angebot
Station 9	100%	0,27	1,01	2,10	0%	-1,30
Station 7	100%	-0,23	0,51	1,60	0%	-1,80
Station 8	100%	-0,23	0,51	1,60	0%	-1,80
Station 4	100%	0,07	0,81	1,90	0%	-1,50
Station 10	100%	-1,43	-0,69	0,40	0%	-3,00

Tabelle 5.27: Transportentscheidung bei Trennung von Öl und Wasser

#### 5.6.4.4 Transportkalkulation

##### Überstunden Frächter

Derzeitige Vertragssituation des Frächter A in Bezug auf Überstunden ist in Abbildung 5.28 zu sehen. Diese wurde aufgrund des hohen Überstundenaufkommens analysiert.

Normalarbeitszeit	Mo - Fr	06.00 - 18.00
50% Überstunden	Mo - Fr	18.00 - 22.00
100% Überstunden	Mo - So	22.00 - 06.00
	Sa - Mo	06.00 - 06.00

Tabelle 5.28: Überstundenregelung Frächter A

##### Kalkulation

Die folgende Aufstellung zeigt die LKW-Transportkalkulation auf die beiden Verladearten aufgeschlüsselt. Transporte mit Tanklastzügen (Verladung per Verladearm) führt derzeit allein Frächter A durch.

	Menge [m³]	Fahrten	Fahrt-km	Gesamt-kilometer	Fahrtzeit [min]	Transportdauer / Fahrt [h]	Σ Transportdauer [h]	Kosten [€/a]
Station 1	6948	384	11	4031	13	1,7	641	88 999
Station 6	859	36	17	609	20	2,0	71	9 917
Station 7	1312	55	99	5438	118	5,9	325	22 864
Station 8	4553	191	76	14592	92	4,8	924	79 366
<b>Σ Saugen</b>	<b>13 671</b>	<b>282</b>		<b>20 639</b>			<b>1 962</b>	<b>201 146</b>
tägliche Fahrten		1,13				Ø Transportdauer / Fahrt [h]	6,95	
mögl. tägl. Fahrten*		1,73				Fahrer	1,18	

Tabelle 5.29: Transportkalkulation Saugen

	Menge [m <sup>3</sup> ]	Fahrten	Fahrt-km	Gesamt-kilometer	Fahrtzeit [min]	Transport-dauer / Fahrt [h]	Σ Transport-dauer [h]	Kosten [€/a]
Station 2	3891	136	18	2479	22	2,0	278	42 897
Station 3	1930	68	14	966	17	1,9	125	18 234
Station 4	14520	508	56	28561	67	3,9	1964	213 442
Station 5	5700	200	34	6863	41	2,8	562	77 811
Station 14	117	4	80	329	96	5,0	21	1 731
Station 9	6156	215	22	4827	27	2,2	483	74 339
Station 10	2649	93	17	1567	20	2,0	183	23 645
<b>Σ Verladearm</b>	<b>34 963</b>	<b>1 224</b>		<b>45 591</b>			<b>3 616</b>	<b>452 100</b>
tägliche Fahrten		4,89			Ø Transportdauer / Fahrt [h]		2,95	
mögl. tägl. Fahrten*		4,06			Fahrer		2,18	

\* in Normalarbeitszeit; pro LKW  
Arbeitsstunden / Monat 138,0

Tabelle 5.30: Transportkalkulation Verladearm

Nach Kalkulation sollte es mit zwei Tanklastzügen möglich sein, alle Stationen innerhalb der Normalarbeitszeit bedienen zu können und so keine Überstunden aufkommen zu lassen. Dafür sind 2 Fahrer notwendig. Bei einer durchschnittlichen Fahrdauer von 3h sind mit zwei LKW ca. 8 Fahrten pro Tag möglich, es werden jedoch nur knapp 5 Fahrten benötigt (siehe tägliche Fahrten bzw. mögliche tägliche Fahrten).

Die Auswertung der Überstunden zeigt jedoch, dass an der Station 4 sehr viele Überstunden anfallen. Da diese vom betrachteten Unternehmen vollständig abgegolten werden, besteht für den Frächter kein finanzieller Anreiz, die Disposition zu verbessern und damit Überstunden zu reduzieren. Nach Berechnung (und einer Mitfahrt) ist die Zeitangabe für den Transport von Station 4 zum Stützpunkt 1 mit sechs Stunden etwas hoch bemessen, hier könnten u.U. vier Stunden ausreichen. Die Zeitangabe sollten also mit dem Frächter A besprochen werden.

An Station 4 sind im März 2015 €2.550 (nach Auswertung der Rechnungen) für Überstunden angefallen. 66% dieser Kosten könnten durch eine Verbesserung der Disposition und eine Reduktion des Überstundenzuschlags Samstag eingespart werden.

#### 5.6.4.5 Logistikkonzept: Insourcing LKW-Transporte

Dieses Konzept soll die Kosteneinsparungspotentiale aufzeigen, die durch Insourcing der LKW-Öl-Transporte im betrachteten Unternehmen entstehen. Dabei würden die Öl-Transporte von den Stationen zu den Stützpunkten das Unternehmen selbst durchführen. Berechnungsgrundlage der Kosten und damit der Einsparungspotentiale sind die Tabellen 5.29 und 5.30.

#### Kalkulation

Die Kosten für einen Saugtankwagen/Tanklastzug setzen sich zusammen aus den Kosten für

den Tankwagen (Tabelle 5.31) und den Fahrer (Tabelle 5.32). Das Insourcing kann in zwei Varianten umgesetzt werden (Variante 1: 2 Tankwagen, 3 Fahrer oder Variante 2: 2 Tankwagen, 1 Saugtankwagen, 4 Fahrer).

Anschaffungskosten	250.000	€
Abschreibungsdauer	7	Jahre
jährliche Kosten	~45.000	€/a
Afa	35714	€/a
Versicherung	4050	€/a
Reparatur	5200	€/a
Spritkosten (Laufleistung: ~20.000 km/a)	7.000	€/a
Summe	52.000	€/a
<b>Berechnungsgrundlage für Kalkulation</b>	<b>60.000</b>	<b>€/a</b>

Tabelle 5.31: Kalkulation Saugtankwagen

Stundenbasis	138	h/Monat
Bruttolohn	16,00	€/h (Logistik-KV)
Lohnnebenkosten, Urlaub, Krankenstand, Feiertage		
Jahresbrutto	~60.000	€/a (Min.Öl-KV)
Ersatzkosten bei Krankenstand (Annahme)	10.000	€/a
<b>Summe</b> (=weitere Berechnungsgrundlage)	<b>70.000</b>	<b>€/a</b>

Tabelle 5.32: Kalkulation Fahrer

### Variante 1

Wie schon in Tabelle 5.30 ersichtlich, werden für die Fahrten mit einem Tanklastzug (Verladung über Arm) ~2 Fahrer benötigt. Tabelle 5.33 zeigt die Berechnung der Variante 1 mit 2 Tankwagen und 3 Fahrern.

Tanklastzug, 2 Stück	120.000	€/a
Fahrer, 2 Mitarbeiter	140.000	€/a
Dispositur & Fahrer, 1 Mitarbeiter	70.000	€/a
Summe Kosten Insourcing	330.000	€/a
Kosten Frächter	450.000	€/a
<b>Einsparungspotential</b>	<b>120.000</b>	<b>€/a</b>
Investitionskosten	500.000	€/a
Amortisationsdauer	4,2	Jahre

Tabelle 5.33: Insourcing Variante 1

### Variante 2

Würde man nun die Saugtankwagen-Transporte ebenfalls insourcen:

Tanklastzug, 2 Stück	120.000	€/a
Saugtankwagen, 1 Stück	60.000	€/a
Fahrer, 3 Mitarbeiter	210.000	€/a
Dispositeur & Fahrer, 1 Mitarbeiter	70.000	€/a
Summe Kosten Insourcing	460.000	€/a
Kosten Frächter	650.000	€/a
<b>Einsparungspotential</b>	<b>190.000</b>	<b>€/a</b>
Investitionskosten	750.000	€/a
Amortisationsdauer	4	Jahre

Tabelle 5.34: Insourcing Variante 2

Das Einsparungspotential bei beiden Varianten ist hoch. Das Insourcing ist mit Investitionskosten verbunden, bietet jedoch neben der Kostenersparnis noch weitere Vorteile (bei denen vor allem die Erhöhung der Qualität hervorzuheben ist).

### Vorteile einer Insourcing-Lösung

- **Qualität kann auf gewünschtem Niveau gehalten werden**
- Kostenersparnis
- Flexibilität der Fahrer im Einsatz
- Bessere Disposition
- Zusatzaufgaben an Stationen können übernommen werden (Zeit der Beladung nutzbar machen)

### Nachteile einer Insourcing-Lösung

- LKW-Transport ist nicht Kernkompetenz des Unternehmens
- Erhöhter Dispositionsaufwand
- Auslastung der LKW muss gemanagt werden
- Spitzenabdeckung intern schwer umzusetzen
- Krankenstände kompensieren

### Einsatz von LNG oder CNG

Es wurde bei der Anschaffung eigener LKWs an die Nutzung von LNG (Liquid Natural Gas) oder CNG (Compressed Natural Gas) gedacht. Dies wäre umweltfreundlicher, hätte einen sehr hohen Publicity-Wert und wäre billiger als Diesel. Die Technologie des LNG ist in Europa derzeit allerdings erst in der Testphase, es gibt keine Möglichkeiten der Betankung solcher LKWs. Die Reichweite von CNG ist begrenzt und ist für einen effizienten Einsatz im Rohöltransport möglicherweise ungeeignet. Die Anschaffung einer CNG-betriebenen Zugmaschine mit einem Tanklastaufleger wäre zu überlegen, Kompakt-LKW (Saugtankwagen) mit CNG-Betrieb werden jedoch derzeit nicht hergestellt.

#### 5.6.4.6 Verbesserungspotentiale & Empfehlungen

Die Wahl des Frächters ist ein Abwiegen des Preises gegen das Ergebnis der Lieferantenbewertung. Berücksichtigt man zusätzlich die Meinung der Betriebsleitung („beide Lieferanten sind gleich schlecht“), so ist die Wahl des billigeren Frächters die bessere Lösung. Langfristig muss hier eine Verbesserung durch weitere „erzieherische Maßnahmen“ oder der Aufbau einer eigenen Transportflotte angestrebt werden, da die geforderte Qualität der Lieferanten am Markt nach Aussagen der Betriebsleiter nicht vorhanden ist. Der Wechsel kann mit einem Einsparungspotential von bis zu €80.000 beziffert werden.

Weiters kann die Verteilung der Sonden an die Stützpunkte optimiert werden. Dieses Einsparungspotential ist sofort realisierbar, da keine weiterführenden Kosten oder Umstellungen anfallen. Die Umstellung hängt dabei von der Wahl des Bahntransporteurs (EVU) ab. Derzeit ist es am günstigsten, die Stationen 7 und 8 zum Stützpunkt 1 zu bringen, Station 4 kann zu beiden Stützpunkten transportiert werden. Bei der Wahl des EVU 1 für 2015 sind lediglich Station 4 und 7 zum Stützpunkt 1, die restlichen Stationen zum Stützpunkt 2 zuzuordnen. Fällt die Auswahl auf das EVU 2, so sollten alle Stationen außer Nr. 9 zum Stützpunkt 1 transportiert werden. Ein Einsparungspotential von lediglich €4.000 ist hier vorhanden, was zeigt, dass diese Entscheidung eher aus logistischer Sicht als aus Kostensicht zu treffen ist.

Die Kosten für Überstunden sollten drastisch mithilfe dieser Maßnahmen reduziert werden:

- Überstunden Samstag: Umstellung auf 50%
- geschriebene Transportzeiten hinterfragen
- Disposition Frächter verbessern (Anreize schaffen)
- Möglicher Anreiz: Bezahlung Überstunden für Station 4 nur am Wochenende

Das Einsparungspotential durch die Verringerung der Überstunden und Transportzeiten kann im Bereich von €10.000 bis €20.000 angegeben werden.

Die Insourcing-Lösung für den LKW-Transport wäre aus der Qualitätsperspektive die beste Wahl. Obwohl dies nicht die Kernkompetenz des Unternehmens darstellt, würde dies eine Qualitätssteigerung und vor allem eine direkter Steuerungsmöglichkeit für die Qualität mit sich bringen. Dabei sind Einsparungspotentiale von ca. €120.000 bei Variante 1 und €190.000 bei Variante 2 vorhanden.

### 5.6.5 Alternative Transportkonzepte

Ein Ziel des Projekts Optimierung war, bekannte und eingespielte Konzepte (wie z.B. Transport mit der Bahn) zu hinterfragen und mögliche Alternativen zu finden. Zwei mögliche Alternativen sind der Transport mit dem Schiff und der Transport mit dem LKW direkt zum Kunden. Diese sind hier vorgestellt und kalkuliert.

#### 5.6.5.1 Schiff

Die Binnenschifffahrt gilt als günstigstes Transportmittel nach der Pipeline (exkl. Baukosten). Dabei muss das Öl mit LKW zum Hafen transportiert und dort in einen Tank gefüllt werden. Erst dann kann Beladen und das Öl zum Kunden transportiert werden.

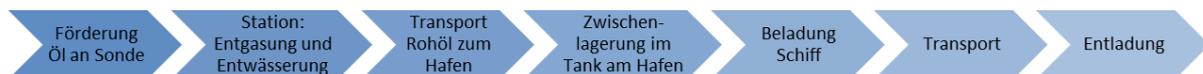


Abbildung 5.5: Prozess Transport via Binnenschiff

Angebot Transport Schiff:

- Für den Transport ist aufgrund der Produkteigenschaften des Rohöls (Sicherheitsdatenblatt) ein Typ C-Schiff notwendig.
- Tagescharter: 4000 €/Tag
- Umgerechnet: Jahresmenge 120.000 to → 12,17 €/to

Hinzu kommen Kosten für den LKW-Transport von den Stationen bzw. Stützpunkten zum Hafen sowie die Miete eines Tanks zur Zwischenlagerung. Der Tank ist zwingend notwendig, da das Schiff nur aus ihm beladen werden darf.

Kosten für Stützpunkt 1 und Station 2	<b>Kosten Schiff</b>	<b>Kosten Bahn</b>
<b>Stützpunkt 1</b> (ca. 65% der Gesamtmenge)	<b>28,45 €/to</b>	<b>13,75 €/to</b>
LKW	16,28 €/to	
Schiff	12,17 €/to	
<b>Station 2</b>	<b>27,54 €/to</b>	<b>26,11 €/to</b>
LKW	16,28 €/to	
Schiff	12,17 €/to	
Kosten Schiff exkl. Miete des Tanks am Hafen		

Tabelle 5.35: Kostenkalkulation Schiff

Die Mengen von Stützpunkt 1 (die dort per Leitung angekommen), können mit dem Schiff nicht kostengünstiger transportiert werden. Ohne diese Mengen ist der Schiffstransport im Gesamten jedoch unrentabel. Da alle Stationen weiter als Station 2 vom Hafen entfernt liegen, steigen die Transportkosten über die Schiffsroute weiter an. An der Anlegestelle beim Kunden sind außerdem keine Entlademöglichkeiten vorhanden, dieser Transport wäre daher mit Investitionskosten verbunden, um diese zu schaffen. An diesen Beispielen zeigt sich, dass der Transport per Schiff keine kostengünstige Alternative zur Bahn darstellt.

### 5.6.5.2 LKW direkt zur Raffinerie

Ein weiterer alternativer Transportweg ist der LKW-Transport direkt von der Station zum Kunden. Um diese Strecke bewerten zu können, wurde von Frächter A ein Richtpreis eingeholt. Das Berechnungsbeispiel zeigt die Kosten für die Station 1.

<b>klassischer Transportweg (Bahn)</b>	<b>25,69 €/m<sup>3</sup></b>
Saugwagen (Preis Frächter B)	12,20 €/m <sup>3</sup>
Bahntransport (Richtpreis EVU 1 - Angebot 2014)	11,69 €/m <sup>3</sup>
Verladung (Stützpunkt 1)	1,80 €/m <sup>3</sup>
<b>LKW - Richtpreis</b>	<b>30,00 €/m<sup>3</sup></b>
Kosten Schiff exkl. Miete des Tanks am Hafen	

Tabelle 5.36: Kostenkalkulation LKW direkt

Der LKW-Transports direkt ist deutlich teurer als der bisherige Prozessablauf via Bahn. Bei einem Großteil der Menge fällt wie beim Schiff im klassischen Ablauf der LKW-Transport weg, da die Menge per Leitung zum Stützpunkt transportiert wird. Der Preis für die Station 2 (am nächsten beim Kunden gelegen) verhält sich ähnlich. Wie auch beim Schiffstransport besteht beim Kunden keine Möglichkeit der kontinuierlichen LKW-Entladung (von seltenen Notfällen abgesehen). Zusätzlich sprechen die höheren CO<sub>2</sub>-Emissionen gegen die Umweltpolitik des Unternehmens.

### 5.6.5.3 Bündelung von Transporten

Die Bündelung von Transporten und damit der diskontinuierliche Prozessfluss des Öls zum Kunden entspricht nicht den Leitlinien des WPM, das einen „One Piece Flow“ anstrebt. Die Nachteile darin sind die Vergrößerung der Durchlaufzeit, geringere Flexibilität und erhöhte Lieferzeit.

Da in diesem speziellen Prozess lediglich die Jahresmenge vorgegeben ist, eine Bündelung allgemein eher eine Kostensenkung im direkten Prozess bedeutet und die Prozessmanagement-Prinzipien hier nicht zwingend angewendet werden müssen, ist eine Betrachtung im Hinblick auf geringere Transporte mit höheren Mengen sinnvoll.

Die Betrachtung fängt dabei beim Kunden an und zieht sich von hinten durch den gesamten Prozess. Die einzige Möglichkeit, große Mengen Öl beim Kunden zu entladen ist die Bahn. Limitierende Faktoren der Bahnverladung sind Gleiskapazitäten und Zugkosten. Die gesetzlich maximale Gleiskapazität auf der Strecke ist mit 20 Waggon pro Zug gegeben, die Kapazität beim betrachteten Unternehmen durch die Länge des Abstellgleises mit 15 Waggons. Die Transportalternativen mit diesen Waggons wurden bereits im Kapitel 5.6.3 behandelt.

Ein Verkauf des Öls nach Spotmarktpreisen könnte eine Rückhaltung von Öl bei niedrigem Preis und ein entsprechend höherer Verkauf bei hohem Preis bevorzugen. Der Rückhalt großer Mengen ist jedoch aus Platzgründen am Stützpunkt schwer umzusetzen und es entstehen Kosten für Lagerung und unvorteilhaften Transport (mehr Waggons, Waggonauslastung sinkt).

All diese Faktoren sprechen gegen eine Bündelung und für einen kontinuierlichen Prozessfluss.

### 5.6.5.4 Verbesserungspotentiale & Empfehlungen

Nach Analyse und Bewertung der alternativen Transportrouten via Schiff oder LKW wurde erkannt, dass diese einerseits nicht kosteneffizient durchgeführt werden können und andererseits keine Entlademöglichkeiten beim Kunden vorhanden sind. Damit sind beide Varianten nicht durchführbar.

## 5.6.6 Wirtschaftlichkeit der Anlagen

### 5.6.6.1 Kostenvergleich Verladearm vs. Saugwagen

An einer Station gibt es zwei Möglichkeiten, das Öl zu verladen bzw. den Tank zu leeren: einen Verladearm oder die Verladung per Saugwagen. Dabei treten Unterschiede auf.

Verladung über einen Verladearm:

- fixe Einrichtung an der Station
- Pumpe wird von Station betrieben
- LKW-Größe: bis 30m<sup>3</sup>
- Kosten: Anlagenbau + laufende Betriebskosten
- Hohe Sicherheit (mehrere Systeme, um Ölaustritt zu vermeiden)
- Emissionen: geringer als bei Saugwagen

Verladung über Saugwagen:

- Pumpe am LKW
- an Station nur Tank bzw. Verrohrung vorhanden
- LKW-Größe: bis 25m<sup>3</sup>
- Kosten: erhöhte Transportkosten LKW, keine Betriebskosten
- Sicherheit: wenn Öl schäumt, besteht die Gefahr von Ölaustritt
- Emissionen: geringfügig höher als beim Verladearm
- Verladungsdauer: gleich wie Verladearm

Ein Kostenvergleich (siehe Tabelle 5.37) zeigt dabei die Amortisationsdauer für den Bau eines Verladearms. Annahmen:

- Mehrkosten Anlagenbau Verladearm: ca. €47.500
- Betriebskosten: ca. €2.500
- Mehrkosten Saugwagen: ca. 1,50 €/m<sup>3</sup>
- Legende: SW...Saugwagen, VA...Verladearm, Fördermenge ist Öl/Wasser-Gemisch

Fördermenge [m <sup>3</sup> /a]	Kostendifferenz/Jahr [€/a]	Amortisationsdauer [Jahre]
1.000	-1.000	kein
2.000	500	95,0
3.000	2.000	23,0
4.000	3.500	13,6
5.000	5.000	9,5
6.000	6.500	7,3
7.000	8.000	5,9
8.000	9.500	5,0
9.000	11.000	4,3
10.000	12.500	3,8
11.000	14.000	3,4
12.000	15.500	3,1
13.000	17.000	2,8
14.000	18.500	2,6
15.000	20.000	2,4

Tabelle 5.37: Kostenkalkulation Verladearm

Die Tabelle zeigt deutlich, dass erst eine produktionsreiche Sonde eine Investition in einen Verladearm kostengünstig gestaltet. Vergleich man diese Mengen mit den Fördermengen in Tabellen 5.5 und 5.6 wird sehr schnell klar, dass eine Investition in einen Verladearm nur in sehr seltenen Fällen sinnvoll ist. Bei einer Amortisationsdauer über 2 Jahren sind Investitionen generell zu hinterfragen.

### 5.6.6.2 Logistische Engpässe

Die beiden Reinöltanks auf den Stationen 1 und 4 stellen Engpässe in der logistischen Kette dar. Der Tank auf Station ist mit einem Fassungsvermögen von 20m<sup>3</sup> kleiner als eine LKW-Fuhre, dadurch entstehen erhöhte Transportkosten aufgrund ungenutzter Kapazitäten. Der Tank auf Station 4 fasst ca. eine Tagesproduktionsmenge und muss damit an den Wochenenden entleert werden, dies führt zu Überstunden.

Kosten:

- Station 1: Mehrkosten durch ungenutzte Kapazität: 3,30 €/m<sup>3</sup>
- Fördermenge: 7.000m<sup>3</sup>/a → Kosten: 23.100 €/a
- Station 4: notwendige Überstunden: ca. 10.000 €/a
- Kosten neuer Tank (50m<sup>3</sup>): ca. 100.000 €

Die laufenden Kosten sind hoch, die Anschaffungskosten eines neuen Tanks jedoch größer. Eine Amortisationsdauer von ca. 4 Jahren (Station 1) und ca. 10 Jahren (Station 4) sind zu hoch, um diese Investition zu rechtfertigen.

### 5.6.6.3 Verbesserungspotentiale & Empfehlungen

Nach genauem Kostenvergleich der LKW-Beladung an den Stationen zwischen Verladung über einen Verladearm oder dem Absaugen mit einem Saugwagen stellt sich heraus, dass die Investitionskosten des Verladearms seine Kosteneinsparung im Transport (Tanklastzug ist billiger als Saugtankwagen) nicht deckt. Eine Installation eines Verladearms ist aus betriebswirtschaftlichen Gründen daher nicht zu empfehlen.

Die Beseitigung der logistischen Engpässe wäre weitaus teurer als die Einschränkungen in Kauf zu nehmen.

### 5.6.7 Übersicht der Einsparungspotentiale

Die folgende Übersicht zeigt alle Einsparungspotentiale, die im Rahmen diese Arbeit aufgedeckt wurden. Viele davon lassen sich kurzfristig erschließen, nur das Insourcing der LKW-Transporte ist mit Investitionsaufwand verbunden.

Prozessschritt	Beschreibung	Einsparungspotential [€/a]	Investition notwendig	zeitliche Umsetzung	Kapitel
Bahntransport	Wechsel Bahntransporteur zu EVU 2	€ 15.000	nein	kurzfristig	5.6.3.6
Bahntransport	Stützpunkt 2: Rückgabe 2 KWG	€ 20.000	nein	kurzfristig	5.6.3.6
Bahntransport	Wechsel Vermieter Kesselwagen	€ 10.000	nein	kurzfristig	5.6.3.6
Bahnverladung	Stilllegung Bahnverladung SP 2	€ 50.000 bis €100.000	geringfügig	mittelfristig	5.6.3.6
LKW-Transport	Wechsel Frächter zu Frächter B	€ 80.000	nein	kurzfristig	5.6.4.6
LKW-Transport	Änderung Transportzuordnung der Stationen	€ 4.000	nein	sofort	5.6.4.6
LKW-Transport	Frächter Überstunden eingrenzen	€ 10.000 bis € 20.000	nein	kurzfristig	5.6.4.6
LKW-Transport	Insourcing Öltransporte LKW	€ 100.000 bis € 200.000	ja	mittelfristig	5.6.4.6

Tabelle 5.38: Übersicht der Einsparungspotentiale

## 5.7 Phase 2.4: Soll-Prozess

Der Soll-Prozess gleicht in der Darstellung dem Ist-Prozess (siehe Abbildung 5.2 auf S.78). Die Verbesserungspotentiale liegen dahinter und sind grafisch nicht ersichtlich.

## 5.8 Kennzahlen

Benchmarking-Kennzahlen im Bereich des Rohöltransports sind schwer bis gar nicht aufzufinden. Alle veröffentlichten Kennzahlen großer Konzerne sind entweder finanzieller oder sicherheitspezifischer Natur oder gelten für den Konzern und nicht für einzelne Prozesse. Auch das operierende Unternehmen selbst hat bisher keine Kennzahlen zum Prozess (abgesehen von Menge und Kosten) erhoben.

Für den Transportprozess wurden nun einige Kennzahlen definiert (siehe Tabelle 5.39), deren Erhebung die Steuerung des Prozesses unterstützt (neben den „normalen“ Kennzahlen wie z.B. der Fördermenge). Angegeben ist der Ist-Wert (sofern dieser bereits erhoben bzw. aus erhobenen Zahlen errechenbar ist). Zielgrößen für diese Kennzahlen müssen in weiterer Folge dieser Arbeit noch definiert werden.

Kennzahl	Ist-Wert
Überstundenquote = Transporte mit Überstunden / Gesamte Transporte	
Mengenverteilung = transportierte Menge LKW Stützpunkt 1 / Stützpunkt 2	13,3%
Mengenverteilung = transportierte Menge Bahn Stützpunkt 1 / Stützpunkt 2	10,1%
Dispatching-Quote = Anzahl Transporte nach Anruf des Dispatching / Gesamtanzahl Transporte	

Tabelle 5.39: Zusätzliche Kennzahlen

Zusätzlich wurden Emissionskennzahlen des Transportprozesses erhoben (um zukünftige Umweltauflagen zu erfüllen):

- LKW Sattelzug: 50,7 g/tokm
- Bahn Güterverkehr: 2,7 g/tokm
- CO<sub>2</sub> Emissionen pro Tonne Öl: 1,30 kg/to Öl (Transportprozess, nicht zu Verwechseln mit der CO<sub>2</sub>-Menge bei Verbrennung)
- CO<sub>2</sub> Emissionen gesamt 2014: 155 to CO<sub>2</sub>

## 5.9 Phase 2.5: Umsetzung der Maßnahmen

Ziel dieser Arbeit war die Erhebung von Verbesserungspotentialen und die Definition eines Soll-Prozesses. Die Weiterentwicklung dieser Potentiale zu konkreten Maßnahmen im Rahmen eines Maßnahmenplans obliegt nun dem Unternehmen selbst. Dieser Maßnahmenplan ist derzeit in Arbeit, Gespräche mit EVU und LKW-Frächtern wurden bereits aufgenommen.

## **5.10 Phase 3: Prozesse betreiben, steuern und verbessern**

Die Phase 3, also die operative Steuerung des Prozesses und seine kontinuierliche Verbesserung, liegt ebenfalls nicht mehr im Aufgabenbereich dieser Arbeit. Hier kann also lediglich auf die Theorie als Empfehlung hingewiesen werden (Kapitel 4.3.2.8). Besonders zu erwähnen sind hier regelmäßige Process Jour Fixes und Line Walks im Rahmen des Prozessteams, um die kontinuierliche Verbesserung aufrecht erhalten zu können.

## 6 Conclusio

Die Optimierung eines Prozesses hängt immer sehr stark vom Prozess selbst und seinen Rahmenbedingungen ab. Der Erfolg unterschiedlicher Methoden zur Optimierung ist daher nicht gesichert, sondern vom Zusammenspiel zwischen Methode und Prozess abhängig.

Diese Arbeit zeigt, dass das *Wertstromorientierte Prozessmanagement* als Methode nach Wagner/Lindner eine ausgezeichnete Basis für die langfristige Optimierung von Geschäftsprozessen bietet. Das Vorgehen anhand des *Process Life Cycle*, in Kapitel 4.3.2 beschrieben, ermöglicht die Kombination der evolutionären Entwicklungen des Prozessmanagements mit den revolutionären und sprunghaften Verbesserungen der Wertstrommethode.

Für die Case Study war die Wahl des wertstromorientierten Prozessmanagements als Rahmen der Optimierung von Vorteil. Die Kombination des Prozesslebenszyklus des Prozessmanagements mit den Ist-Aufnahme- und Gestaltungskriterien der Wertstrommethode hat die Optimierung in Abgrenzung, Ist-Aufnahme und Soll-Konzeptionierung strukturiert und vereinfacht. Allerdings konnte nicht der volle Umfang der Methode angewandt werden. Vor allem die Ausrichtung am Kundentakt und die Anwendung der Leitlinien zur Prozessgestaltung waren in diesem Prozess aufgrund der Ein-Produkt-Fertigung und des fehlenden Liefertermins (und somit das Wegfallen der Durchlaufzeit) kaum möglich.

Der Prozess *Rohöltransport* ist sehr speziell, da sein Wertstrom linear (also ohne Verzweigungen) und sein Ablauf aus prozesstechnischen Gründen nahezu festgesetzt ist. Eine Optimierung hinsichtlich der Prozessstruktur war daher kaum möglich. Potentiale lagen vor allem in der Auswahl und Koordination von Dienstleistern für Bahn- und LKW-Transport sowie Kesselwagenmiete. Im LKW-Transport ist unter anderem die Möglichkeit des Insourcing der kompletten Dienstleistung zu betrachten, da dies einerseits Kosteneinsparungspotentiale birgt und dadurch andererseits eine Steigerung der Qualität (betrifft hauptsächlich die Sicherheit des Transports) der Dienstleistung zur Folge hat. Diese Qualitätssteigerung ist bei derzeitigen Marktbedingungen (wenige Anbieter, selbes Qualitätsniveau) nur durch eine Insourcing-Maßnahme zu erreichen.

Als einzige Veränderung der Prozessstruktur kann die Schließung der Bahnverladung des Stützpunkts 2 gesehen werden. Dies bedeutet zwar Mehrkosten für den LKW-Transport, die jedoch im Bahntransport und durch die Mengenbündelung (Fixkosten für die Bahnverladung

sinken) wettgemacht werden können. Die Auswirkung der Schließung auf andere Prozesse muss jedoch analysiert und abgewogen werden.

Alternative Prozessabläufe (wie z.B. Transport per Schiff oder LKW statt per Bahn) wurden betrachtet, analysiert und kalkuliert. Keine dieser Alternativen hat sich weder als kostengünstiger noch als qualitativ besser herausgestellt.

Somit ist festzuhalten, dass die Methode des wertstromorientierten Prozessmanagements von Wagner/Lindner vor allem in der Phase 2 des Prozesslebenszyklus (Prozesse erarbeiten) für Prozesse dieser Art hilfreich ist. Die spezifische Betrachtung des Prozesses anhand der 8 Layer und seine Visualisierung zeigen sofort Verbesserungspotentiale auf.

Die Phase 2 hat mit dem Aufzeigen von Verbesserungspotentialen, der Abgabe von Empfehlungen und der Konzeption des Soll-Prozesses ihre Stufe 4 fast abgeschlossen. Nun müssen konkrete Maßnahmen gesetzt und in Stufe 5 umgesetzt werden. Dafür müssen Zeiträume und verantwortliche Personen definiert werden. Danach wandert der Prozess in Phase 3 seines Lebenszyklus (die operative Phase) und soll mithilfe regelmäßiger Process Jour Fixes und Teammeetings kontinuierlich verbessert werden. Diese nächsten Schritte und das Leben des Prozesses obliegen nun dem betrachteten Unternehmen selbst.

Wagner/Lindner halten fest, dass das wertstromorientierte Prozessmanagement keine einmalig anzuwendende Methode ist, sondern als Konzept und Philosophie im gesamten Unternehmen umgesetzt werden soll. Erst dann lässt sich der gesamte Nutzen der Methode erschließen. Jedoch zeigte sich auch, dass diese noch nicht gänzlich ausgereift ist. Sie kann jedoch die Verbindung von Prozess- und Lean Management bringen und Unternehmen beide Welten erschließen lassen. Dem betrachteten Unternehmen ist dies zu empfehlen. Da bisher keine Prozesslandkarte vorliegt und Themen wie Prozessmanagement und Lean Management in der Erdölindustrie kaum betrachtet bzw. angewandt werden, ist das Potential hier groß. Das betrachtete Unternehmen kann geprüfte Methoden aus anderen Branchen als erstes einsetzen und damit eine Vorreiterrolle in der Branche übernehmen.

Als Ergebnis der Case Study sind die Liste der Einsparungspotentiale (Kapitel 5.6.7) und der Soll-Prozess (Kapitel 5.7) zu sehen. Die Summe der möglichen Einsparungen sind mit bis zu 400.000 €/Jahr (je nach Umsetzung) zu beziffern.

# Acronym

EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
KWG	Kesselwagen
PLC	Process Life Cycle
PM	Prozessmanagement
SP	Stützpunkt
WIP	Work In Progress
WSM	Wertstrommethode
WPM	Wertstromorientiertes Prozessmanagement

# Literaturverzeichnis

## Buchquellen

- Becker, Jörg/Kugeler, Martin/Rosemann, Michael (2000): *Prozessmanagement*, 2. Auflage, Berlin und Heidelberg: Springer
- (2005): *Prozessmanagement*, 5. Auflage, Berlin und Heidelberg: Springer
- Benes, Georg M.E./Groh, Peter E. (2011): *Grundlagen des Qualitätsmanagement*, 1. Auflage, München: Carl Hanser
- Best, Eva/Weth, Martin (2010): *Process Excellence*, 4. Auflage, Wiesbaden: Gabler
- Erlach, Klaus (2007): *Wertstromdesign*, 1. Auflage, Berlin und Heidelberg: Springer
- Freund, Jakob/Rücker, Bernd (2012): *Praxishandbuch BPMN 2.0*, 3. Auflage, München und Wien: Carl Hanser
- Gadatsch, Andreas (2012): *Grundkurs Geschäftsprozess-Management*, 7. Auflage, Wiesbaden: Vieweg+Teuber
- Gastl, René (2005): *Kontinuierliche Verbesserung im Umweltmanagement*, 1. Auflage, Zürich: vdf
- Hammer, Michael/Champy, James (2002): *Reengineering the corporation*, 1. Auflage, New York: HarperCollins
- Hirzel, Matthias (2013): „Erfolgsfaktor Prozessmanagement“, in: *Prozessmanagement in der Praxis*, hrsg. von Matthias Hirzel, 3. Auflage, Wiesbaden: Gabler
- Hirzel, Matthias/Geiser, Ulrich/Gaida, Ingo (2013): *Prozessmanagement in der Praxis*, 3. Auflage, Wiesbaden: Gabler
- IMVP (1989): *World Assembly Plant Survey*, Studie
- ISO 15504, International Organization for Standardization (Hrsg.) (2012): *ISO 15504:2012 - Ein Qualitätsmanagementansatz*, Norm, Genf

- ISO 9000, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.) (2005): *DIN EN ISO 9000:2005 - Grundlagen und Begriffe*, Norm, Berlin
- ISO 9001, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.) (2008): *DIN EN ISO 9001:2008 - Anforderungen*, Norm, Berlin
- ISO 9004, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.) (2009): *DIN EN ISO 9004:2009 - Ein Qualitätsmanagementansatz*, Norm, Berlin
- Jeston, John/Nelis, Johan (2006): *Business Process Management*, 1. Auflage, Oxford: Elsevier
- Klevers, Thomas (2007): *Wertstrom-Mapping und Wertstrom-Design*, 1. Auflage, München: mi
- Koch, Susanne (2011): *Einführung in das Management von Geschäftsprozessen*, 1. Auflage, Berlin und Heidelberg: Springer
- Krüger, Wilfried (1994): „Umsetzung neuer Organisationsstrategien: Das Implementierungsproblem“, in: *zfbf* Sonderheft 33, S. 197–221
- Kuhlang, Peter/Edtmayr, Thomas u. a. (2011): „Utilizing a Process Management Approach to Standardise the Application of Value Stream Mapping“, in: *Brazilian Journal of Operations and Production Management* Volume 8-2, S. 89–102
- Kuhlang, Peter/Hempfen, Sabine u. a. (2013): *Systematische Verbesserung von Wertströmen*
- Kuhlang, Peter/Morawetz, Christian u. a. (2011): *Fundamental approach to standardize the application of Value Stream Mapping*
- Laske Michael und Luxem, Redmer (2000): „Einführung der Prozesse - Prozess-Roll-out“, in: *Prozessmanagement*, hrsg. von Jörg Becker/Martin Kugeler/Michael Rosemann, 2. Auflage, Berlin und Heidelberg: Springer
- Liker, Jeffrey K. (2004): *The Toyota Way*, 1. Auflage, New York: McGraw-Hill
- Lindner, Alexandra/Becker, Peter (2010): *Wertstromdesign*, 1. Auflage, München: Hanser Wirtschaft
- Locher, Drew A. (2008): *Value Stream Mapping for Lean Development*, 1. Auflage, New York: Taylor und Francis
- Morawetz, Christian u. a. (2010): *Value Stream Oriented Process Management*
- Nicolai, Christiana (2009): *Betriebliche Organisation*, 1. Auflage, Stuttgart: UTB
- Ohno, Taiichi (2005): *Das Toyota-Produktionssystem*, 1. Auflage, Frankfurt und New York: Campus

- ÖNORM A9009, Austrian Standards Institute (Hrsg.) (2013): *ÖNORM A9009:2013 - Prozesse in Managementsystemen - Anleitungen*, Norm, Wien
- Porter, Michael E. (2000): *Wettbewerbsvorteile*, 6. Auflage, Frankfurt a.M.: Campus
- Rother, Mike/Shook, John (1999): *Learning To See*, 1. Auflage, Brookline: The Lean Enterprise Institute
- Scheer, August-Wilhelm (1998): *ARIS - Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen*, 3. Auflage, Berlin und Heidelberg: Springer
- Schmelzer, Hermann J./Sesselmann, Wolfgang (2008): *Geschäftsprozessmanagement in der Praxis*, 6. Auflage, München und Wien: Carl Hanser
- Speck, Mario/Schnetgöke, Norbert (2000): „Sollmodellierung und Prozessoptimierung“, in: *Prozessmanagement*, hrsg. von Jörg Becker/Martin Kugeler/Michael Rosemann, 2. Auflage, Berlin und Heidelberg: Springer
- (2005): „Sollmodellierung und Prozessoptimierung“, in: *Prozessmanagement*, hrsg. von Jörg Becker/Martin Kugeler/Michael Rosemann, 5. Auflage, Berlin und Heidelberg: Springer
- Supply Chain Council (2010): *Supply Chain Operations Reference Model - Version 10.0*, Norm, Houston
- Töpfer, Armin (2007): *Six Sigma*, 4. Auflage, Berlin und Heidelberg: Springer
- Wagner, Karl W. (2003): *PQM - Prozessorientiertes Qualitätsmanagement*, 2. Auflage, München und Wien: Hanser
- Wagner, Karl W./Lindner, Alexandra (2013): *Wertstromorientiertes Prozessmanagement*, 1. Auflage, München und Wien: Hanser
- Wagner, Karl W./Patzak, Gerold (2007): *Performance Excellence*, 1. Auflage, München: Carl Hanser
- Womack, James P./Jones, Daniel T. (1990): *The Machine That Changed The World*, 1. Auflage, New York: Macmillan
- Zsifkovits, Helmut E. (2013): *Logistik*, 1. Auflage, Konstanz und München: UVK