



TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Fakultät für Maschinenwesen

**Change-Management-fokussierte Einführung  
eines „Ganzheitlichen Produktionssystems“  
in Klein- und Kleinstunternehmen**

**Rui Dai**

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Maschinenwesen der  
Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

**Doktor-Ingenieurs**

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Wolfram Volk

Prüfer der Dissertation: 1. Prof. Dr.-Ing. Karsten Stahl  
2. Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart

Die Dissertation wurde am 23.03.2021 bei der Technischen Universität München ein-  
gereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen am 14.06.2021 angenommen.



## Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Maschinenelemente, Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG) der Technischen Universität München. Sie basiert auf meiner Forschungstätigkeit am Fachgebiet für Produktionssysteme sowie Produktions- und Personalmanagement in direkten und indirekten Produktionsbereichen der mechanischen Abteilung am Lehrstuhl.

Mein Dank gilt an allen, die im beruflichen und privaten Umfeld zum Gelingen meiner Dissertation beigetragen haben. Insbesondere danke ich:

Meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr.-Ing. Karsten Stahl, für die Einstellung am Lehrstuhl und die Möglichkeit, mich im Rahmen der Assistenz an der FZG diesem Thema in Form einer Promotion widmen zu können, für die gewissenhafte Betreuung, die fachlichen Hinweise und wertvollen Anregungen bei der Durchführung meiner Forschungsprojekte an der FZG sowie für das mir entgegengebrachte Vertrauen und damit verbundene Übertragung zusätzlicher Verantwortung sowie die wohlwollende Unterstützung während meiner Arbeitszeit als Leiter PPS am Lehrstuhl und darüber hinaus.

Herrn Prof. em. Dr.-Ing. Gunther Reinhart vom Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb) für das sehr große Interesse an meiner Arbeit und dessen konstruktiven Vorschläge, für die Durchsicht der Arbeit und die Übernahme des Koreferats sowie die damit verbundenen anregenden und wertvollen Diskussionen.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Wolfram Volk vom Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen (utg) für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission sowie die freundliche und harmonische Prüfungsatmosphäre.

Meinem Abteilungsleiter, Herrn Dr.-Ing. Thomas Tobie, für das entgegengebrachte Vertrauen und die damit verbundenen gewährten Freiheiten und Entscheidungsräume bei der Durchführung meiner Aufgaben und der Realisierung meiner Managementphilosophie während meiner Forschung, für die fundierte fachliche Unterstützung, die freundliche Atmosphäre und die stets offene, konstruktive Zusammenarbeit während der gesamten Zeit und darüber hinaus.

Allen anderen Abteilungsleitern, Herrn Dr.-Ing. Michael Hein, Herrn Dr.-Ing. Thomas Lohner, Herrn Dr.-Ing. Michael Otto und Herrn Dr.-Ing. Herrmann Pflaum sowie dem Oberingenieur Herrn Dr.-Ing. Klaus Michaelis, für die volle Unterstützung bei meiner Entscheidung im Rahmen des Managements in Werkstatt/Prüffeld. Den ehemaligen Arbeitskollegen bzw. Abteilungsleitern der FZG, Herrn Dr.-Ing. Daniel Kadach und Herrn Dr.-Ing. Johann-Paul Stemplinger als Pioniere und „Leittiere“ des „Zugvogelschwarms“ bei Veränderungsprozessen, die wertvolle Beiträge im Rahmen der Einführung eines Produktionssystems für die ganze FZG geleistet haben, für die überaus konstruktiven Anregungen, die fachliche Begleitung, die umfangreichen Diskussionsbeiträge, die wichtigen Impulse und die kollegial geprägte Zusammenarbeit, welche maßgeblich zu meiner Motivation beigetragen haben und für das Gelingen meiner Arbeit von großer Bedeutung waren.

Den projektbegleitenden Konsultanten vom Consulting-Unternehmen VALANTIC, Herrn Dr. Mathias Gläsle und Herrn Kaj Ludwig, für die intensive Begleitung, die professionelle Beratung, den wertvollen fachlichen und privaten Erfahrungsaustausch sowie die freundliche Zusammenarbeit in der Anfangsphase des Forschungsprojekts.

Den Mitarbeitern, Richard Brandoni, Franz Hofmann, Robert Kiermeier, Harald Mayr, Heiko Preuß, Markus Pflügler, Thomas Rath, Christian Weber und Klaus Winkler sowie meinem Arbeitskollegen Reiner Duschek, als aktiv am Forschungsprojekt beteiligte Mitwirkende für die überaus konstruktive, offene, kritische, engagierte, aufbauende jedoch freundschaftlich geprägte Zusammenarbeit. Ohne deren rege Beteiligung und Mitwirkung gelänge das gesamte Forschungsvorhaben nicht und diese Dissertation bliebe nun unvollständig.

Meinen Kollegen, M. Sc. Michael Geitner, M. Sc. Christoph Leonhardt, M. Sc. Philipp Roth, M. Sc. Karl Jakob Winkler und insbesondere M. Sc. Josef Pellkofer sowie M. Sc. André Sitzmann, für die intensiven sprachlichen und inhaltlichen Korrekturen bzw. die hilfreichen Anmerkungen bei der Durchsicht und Diskussion der Arbeit.

Die Zeit am Lehrstuhl für Maschinenelemente, Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG) sowie die zahlreichen über den beruflichen Alltag hinaus gehenden unvergessenen Momente wie diverse Betriebsfeiern, die gemeinsamen Badmintonturniere oder Skiaktivitäten, werde ich immer in sehr guter Erinnerung halten und dies verdanke ich im Besonderen der sehr persönlichen und hilfsbereiten Umgangsweise aller Kolleginnen und Kollegen aus Assistentenkreis, Elektrolabor, Labor, Sekretariat und Verwaltung. Aus Kollegen sind während dieser Zeit auch Freunde geworden. Ganz speziell möchte ich mich an dieser Stelle bei Frau Andrea Baur und Frau Kornelia Güth für die zahlreichen Hilfestellungen, das mir gegenüber stets warmherzig und entgegenkommend geprägte Verhalten sowie für die Ermunterung und Motivation auch in schwierigen Zeiten bedanken. Weiterhin danke ich Frau Andrea Baur nochmal sehr herzlich für die Unterstützung bei den organisatorischen Abläufen am Ende meines Promotionsverfahrens.

Ferner gilt mein Dank den Studenten, die sich damals als studentische Hilfskräfte oder Studienarbeiter beschäftigt und wertvolle Beiträge zu meiner Arbeit geleistet haben. Dabei ganz besonders bei Andreas Bigge, Maximilian Faaß, Simon Hoffmann, Marcel Moll und Björn Norwig möchte ich mich für den unermüdlichen Einsatz und die langjährige tatkräftige Unterstützung und die stets hervorragende Zusammenarbeit.

Der größte Dank gilt meinen Eltern, die mich stets unterstützt, nie und in keiner Weise an mir gezweifelt und mir letztlich dies alles erst ermöglicht haben. Ohne ihre uneingeschränkte Unterstützung während meines gesamten Lebens hätte ich das alles nie geschafft.

Ein recht herzlicher Dank an alle, die mir mit Anregungen und Ratschlägen im beruflichen und privaten Leben geholfen haben.

München, im September 2021

Rui Dai

*Alles hat seine Ritze, wo aber das Licht hereinkommt. In einer Zeit, in der häufig die Orientierung von außen fehlt, können wir auf unsere wertvollen Persönlichkeiten und inneren Potentiale zurückgreifen. Die Freude am Erfolg erfordert harte Arbeit, Selbstdisziplin und Ausdauer. Als Alternative kannst du auch aufgeben, aber dann bereue es nicht!*

## Kurzfassung

Unternehmensveränderungen sind in Praxis und Wissenschaft ein zentrales Thema. Produzierende Unternehmen sind heutzutage einem ständigen Wandel ausgesetzt und unterliegen aufgrund der Globalisierung und Dynamisierung den weltweiten Megatrends. Auch das betriebliche Management ist heute unter ganz anderen Voraussetzungen organisiert als noch vor wenigen Jahren. Dieser sich fortlaufend verändernden Welt unterliegen auch die Klein- und Kleinstunternehmen (KKU), die ebenfalls zunehmend mit globalem Wettbewerb konfrontiert werden. Auch KKV sind also gezwungen, die Effizienz und Produktivität kontinuierlich zu erhöhen und ihre Wettbewerbsfähigkeit gegenüber ihrer Konkurrenz laufend zu stärken.

Um auf veränderte Anforderungen flexibel zu reagieren, wird das „Ganzheitliche Produktionssystem (GPS)“ jedoch bis dato vorwiegend in mittleren und Großunternehmen implementiert, während die Einführung des GPS in KKV kaum existiert oder nach kurzfristigen Erfolgen scheitert. Obwohl die VDI-Richtlinie 2870 zu GPS dementsprechend beschlossen und erlassen ist, lassen sich nicht alle Gestaltungsprinzipien und mitwirkenden Methoden in KKV anwenden und realisieren. Gegenüber mittleren und Großunternehmen verfügen KKV in der Regel über geringe Ressourcen an Finanzmitteln und Personalkapital. Zugleich sind oftmals nur eingeschränkte Räumlichkeiten und technisches Know-how vorhanden. Dennoch können KKV vorteilhaft aufgrund einer flacheren Hierarchie und eines damit einhergehenden kurzen Entscheidungswegs flexibler auf Veränderungen reagieren. KKV benötigen aufgrund ihrer Besonderheiten ein maßgeschneidertes Konzept für die Einführung von GPS.

In der vorliegenden Arbeit wird in diesem Zusammenhang ein spezifisches Konzept für die maßgeschneiderte Einführung eines GPS in KKV entwickelt, das sich auf das Change Management fokussiert. Dieses Konzept zielt darauf, durch Implementierung von Veränderungsprozessen unter verschiedenen Aspekten des Unternehmens Verschwendung aller Arten zu eliminieren sowie ein Produktionssystem ganzheitlich einzuführen und dies nachhaltig zu gestalten.

Stichworte: Ganzheitliches Produktionssystem (GPS), Klein- und Kleinstunternehmen (KKU), Change Management, Produktionsplanung und -steuerung (PPS)

## **Abstract**

Change of enterprises is a key issue in practice and science. Manufacturing enterprises face constant change today and will be subject to megatrends worldwide due to globalization and dynamism. Operational management nowadays is also organized under very different conditions than a few years ago. Micro and small enterprises (MSE) are also subject to this constantly changing world, which are also increasingly confronted with global competition. MSE are therefore forced to continuously increase efficiency and productivity and to continuously strengthen their competitiveness compared to their competitors.

In order to react flexibly to changing requirements, the lean production system (LPS) is being implemented more and more but till now mainly in medium-sized and large enterprises, while the introduction of LPS in MSE hardly exists or fails after only short-term success. Although the VDI guideline 2870 on LPS is accordingly adopted, not all of the principles and participating methods can be applied and implemented in MSE. Compared to medium-sized and large enterprises, MSE generally have limited personnel and financial resources. At the same time, there is often only restricted space and limited technical know-how. Nevertheless, MSE can react more flexibly to changes due to a flatter hierarchy and the associated short decision-making process. MSE require a tailor-made concept for the introduction of LPS due to their special features.

In this thesis, another concept for the specified introduction of a lean production system in micro and small enterprises is developed in this context, which focuses on change management. This concept aims to eliminate all kinds of waste and to introduce a production system holistically and also to make it sustainable by implementing change processes under different aspects of the enterprise.

**Keywords:** Lean Production System (LPS), Micro and Small Enterprises (MSE), Change Management, Production Planning and Control (PPC)





## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Ausgangssituation und Motivation .....	2
1.2	Problemstellung .....	3
1.3	Zielsetzung und Eingrenzung der Arbeit.....	5
1.4	Aufbau der Arbeit und Vorgehensweise .....	6
<b>2</b>	<b>Stand des Wissens</b> .....	<b>9</b>
2.1	Klein- und Kleinstunternehmen (KKU) .....	9
2.1.1	Definitionen in KKU .....	10
2.1.2	Besonderheiten von KKU .....	11
2.2	Produktionssysteme .....	12
2.2.1	Definitionen von Produktionssystemen in der Betriebswirtschaft .....	13
2.2.2	Produktionssysteme in der Managementlehre .....	18
2.2.3	Verschwendung und 3 Mu .....	28
2.3	Produktionsmanagement und Produktionsplanung .....	31
2.3.1	Grundlagen des Produktionsmanagements .....	32
2.3.2	Produktionsplanung und -steuerung (PPS).....	36
2.3.3	Zielkonflikte des Produktionsmanagements.....	41
2.4	Klassische Ansätze zu Ganzheitlichen Produktionssystemen .....	42
2.4.1	Visuelles Management (VM).....	44
2.4.2	Standardisierung .....	47
2.4.3	Pull-Prinzip .....	50
2.4.4	Null-Fehler-Prinzip.....	55
2.4.5	Fließprinzip.....	61
2.5	Human-Resource-Management .....	66
2.5.1	Bedürfnisse-Werte-Einstellungen-Verhalten .....	67
2.5.2	Teamarbeit und Teamentwicklung.....	70
2.5.3	Mitarbeiterorientierung und zielorientierte Führung.....	74
2.6	Change Management.....	80
2.6.1	Kaikaku und Kaizen – Veränderungsprozesse .....	81
2.6.2	Widerstände gegen Veränderung und Phasen in Veränderungsprozessen .....	85
2.6.3	Veränderungsstrategien und Kulturveränderung .....	89
2.6.4	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) .....	92
<b>3</b>	<b>Handlungsbedarf</b> .....	<b>95</b>
3.1	Veränderungen prägen die Unternehmen .....	95
3.2	Der Trend zu GPS.....	95
3.3	Einschränkungen in KKU und Missverständnisse zu GPS .....	96

<b>4</b>	<b>Konzept zur Einführung von GPS in KKU .....</b>	<b>101</b>
4.1	Idee für den Lösungsansatz und Modellbeschreibung.....	101
4.2	Change Management im Fokus .....	104
4.3	Einführung aus der Perspektive der Subsysteme von GPS.....	107
4.3.1	Subsystem I: Produktionsmanagement .....	108
4.3.2	Subsystem II: Prozessmanagement .....	113
4.3.3	Subsystem III: Human-Resource-Management .....	116
4.4	Einführung aus der Perspektive der Entwicklungsphasen von GPS .....	120
4.4.1	Planungsphase.....	121
4.4.2	Ausführungs- bzw. Realisierungsphase.....	122
4.4.3	Überprüfungsphase.....	123
4.4.4	Anpassungsphase.....	124
4.5	Fazit.....	124
<b>5</b>	<b>Anwendung des entwickelten Konzepts.....</b>	<b>129</b>
5.1	Problemstellung und Entwicklungspotentiale.....	129
5.2	Einführung des GPS in FWP .....	135
5.2.1	Top-Management: Change Management im Fokus.....	135
5.2.2	Veränderungsprozesse in iterativen PDCA-/SDCA-Zyklen .....	136
5.3	Beispiele: Veränderungen in Subsystemen .....	139
5.3.1	Subsystem I – Produktionsmanagement .....	139
5.3.2	Subsystem II – Prozessmanagement .....	149
5.3.3	Subsystem III – Human-Resource-Management .....	155
<b>6</b>	<b>Auswertung und Diskussion .....</b>	<b>157</b>
6.1	Auswertung der Anwendung des GPS-Konzepts im FWP.....	157
6.2	Übertragbarkeit des GPS-Konzepts auf industrielle KKU .....	159
6.3	Diskussion.....	161
<b>7</b>	<b>Empfehlungen .....</b>	<b>165</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>171</b>
8.1	Zusammenfassung.....	171
8.2	Ausblick.....	172
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>175</b>
<b>10</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>193</b>
<b>A</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>197</b>
A.1.	VSM-Beispiele von Unternehmensprozessen des FWP .....	197

A.1.1	Flussdiagramm: Prüfprozess für Pitting-Test (nach FVA 2/3) .....	197
A.1.2	Flussdiagramm: Prüfprozess für Fress-Test (nach DIN ISO 14635-1:3) ....	198
A.1.3	Flussdiagramm: Prüfprozess für Graufleckentest (nach FVA 54/7).....	199
A.1.4	Swimlane-Diagramm für Metallographie (Werkstoffuntersuchung) .....	200
A.1.5	Supply Chain für PPS Graufleckentest in wayRTS .....	201
A.2.	Entwickelte Hilfswerkzeuge für die Einführung von GPS in FWP .....	202
A.2.1	Spiel für 5A: Produktion von Zahlen .....	202
A.2.2	Vorlage: Red-Tag für 5A-Aktionen.....	205
A.2.3	Vorlage: Kanban-Karte .....	205
A.2.4	Beispiel: Lagerplatz-ID-Karte.....	205
A.2.5	Beispiel: Etiketten für die Lagerverwaltung von Schmierstoffen.....	206
A.2.6	Handkarte To-Do-Liste für Auftragsplanung im Prüffeld.....	206
A.2.7	Vorlage: Grünzettel für die Produktionsplanung im Prüffeld.....	207
A.2.8	Vorlage: Tabelle für Interne Audit .....	208
A.2.9	Vorlage: Checkliste Forschungsprojekt für Ausstand eines Assistenten ....	209
<b>B</b>	<b>Dissertationen der FZG.....</b>	<b>211</b>



## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen, die im Duden aufgeführt sind, werden hier nicht explizit erläutert. Einige der aufgeführten englischen Abkürzungen, die in der wissenschaftlichen Literatur etablierte Methoden oder Konzepte bezeichnen, werden im Deutschen im Original übernommen und nicht übersetzt. Die jeweilige Bedeutung ergibt sich aus dem Kontext oder wird im Text erläutert. Abkürzungen, die ausschließlich in einer Abbildung oder Tabelle verwendet und an selber Stelle erläutert werden, sind an dieser Stelle nicht explizit aufgeführt.

APS	Advanced Planning and Scheduling
BCG	Boston Consulting Group
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CDU	Christlich Demokratische Union Deutschlands
CI	Corporate Identity
CIP	Continuous Improvement Process
CRM	Customer Relationship Management
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve and Control
EBIT	Earnings Before Interest and Taxes
ERP	Enterprise Resource Planning
FEFO	First Expired – First Out
FIFO	First In – First Out
FINO	First In – Never Out
FIR	Forschungsinstitut für Rationalisierung (RWTH Aachen)
FMEA	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (Englisch: Failure Mode and Effects Analysis)
FVA	Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V.
FWP	Forschungswerkstatt und -prüffeld
FZG	Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (TU München)
GPS	Ganzheitliches Produktionssystem
HGB	Handelsgesetzbuch
HIFO	Highest In – First Out
IfM	Institut für Mittelstandsforschung
ILS	Integrated Logistics Support
IMVP	International Motor Vehicle Program
JIS	Just-in-Sequence
JIT	Just-in-Time
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KIFO	Konzern In – First Out
KILO	Konzern In – Last Out
KKU	Klein- und Kleinstunternehmen

KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KPI	Key-Performance-Indicator
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
LIFO	Last In – First Out
LOFO	Lowest In – First Out
LPC	Least-Preferred Coworker
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MRP I	Material Requirements Planning
MRP II	Manufacturing Resource Planning
MSE	Micro and Small Enterprises
NRW	Nordrhein-Westfalen
OPF	One Piece Flow
PDCA	Plan – Do – Check – Act
PPS	Produktionsplanung und -steuerung (Englisch: Production Planning and Control)
QCO	Quick Changeover
REFA	Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung
SDCA	Standardize – Do – Check – Act
SDM	Shared Decision Making
SFM	Shop Floor Management (auch: Shopfloor Management)
SIPOC	Supplier – Input – Process – Output – Customer
SMART	spezifisch, messbar, akzeptabel, realistisch und terminiert
SME	Small and Medium-sized Enterprises
SMED	Single Minute Exchange of Die
SRM	Supplier Relationship Management
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Produktionssystem (Englisch: Toyota Production System)
TQM	Total Quality Management
TUM	Technische Universität München
TWI	Training Within Industry
VBA	Visual Basic for Applications
VSA	Value Stream Analysis
VSM	Value Stream Mapping
VM	Visuelles Management
WPS	Wandlungsfähige Produktionssysteme
ZDF	Zahlen, Daten und Fakten

## 1 Einleitung

Die Zukunft findet nie voraussetzungslos statt und wird immer durch eine Vorgeschichte mit ihren unerledigten Aufgaben, alten Problemen und neuen Herausforderungen geprägt. So der Ex-Bundestagspräsident NOBERT LAMMERT<sup>1</sup> [Lam07] bei der Rede auf dem Zukunftskongress der CDU NRW. Dementsprechend muss die Zukunft mehr als die einfache Verlängerung der Gegenwart oder Vergangenheit sein. In der enorm spannenden Zeit heutzutage verändert die viel diskutierte digitale Transformation die Gegenwart sowie Zukunft in allen Lebensbereichen [Wei17].

„Die einzige Konstante im Universum ist die Veränderung“<sup>2</sup>. Während sich viele andere Mobiltelefonhersteller immer noch mit der Erforschung und Verbesserung der Pixelgröße der Kamera von Mobiltelefonen beschäftigten und dabei konkurrierten, stellte STEVE JOBS am 9. Januar 2007 das iPhone als erstes Smartphone weltweit vor. Der einst weltgrößte Mobiltelefonhersteller Nokia, jahrelang der unumstrittene Marktführer in der Branche, stieg seit 2011 rapide ab. Die Führungsposition am Marktanteil wurde im ersten Quartal 2012 durch Samsung übernommen [BBC12] und die Gerätesparte des Mobiltelefons wurde innerhalb von weniger als 90 Monaten nach der Vorstellung des ersten iPhones an Microsoft verkauft [Ker14].

„Wahrscheinlich beschäftigen sich zu viele intelligente Menschen mit Internetzeug, Finanzen und Recht. Das ist einer der Gründe dafür, warum es nicht mehr so viele Innovation gibt.“, so ELON MUSK, der mit seiner revolutionären Vision und Innovationen bereits als STEVE JOBS der Industrie gehandelt wird. Durch die Beteiligung an der Gründung des Online-Bezahlsystems PayPal revolutionierte MUSK die Zahlungsabwicklung im Internet. Mit Tesla schreckte er die Autoindustrie auf und machte Elektroautos zum Träger einer potentiell neuen Mobilitätskultur. Innerhalb weniger Jahre schaffte er ohne größere Vorkenntnisse in der Raumfahrttechnologie den Aufbau des weltweit einzigen Raumfahrtunternehmens SpaceX, das ein Raumschiff mit großer Nutzlast dank fortschrittlicher Technologie wieder auf die Erde zurückbringen kann. Durch die Mitgründung der größten Installations- und Finanzierungsfirma für Solarmodule SolarCity hat er eine Vielzahl von Versorgungsunternehmen preislich unterboten. ([Kei13], [Kop17] und [Van15])

Unsere industrielle Gesellschaft befindet sich im Wandel zur Wissensgesellschaft. Dementsprechend verändern sich auch Unternehmensstrukturen und Arbeitsorganisationen [Abe11]. Trends markieren Veränderungen, welche die Menschen sowie die Gesellschaft bereits lange Zeit prägen und noch viele weitere Dekaden prägen werden. Es ist nicht empfohlen, jegliche Prognose bzw. evtl. übertriebene Hypothese als Trend zu erachten und dieser uneingeschränkt zu folgen sowie sich daran strategisch anzupassen. Jedoch ist es überlebenswichtig für Unternehmen, relevante und potentielle Trends rechtzeitig bzw. möglichst frühzeitig zu erkennen und diese in die Unternehmensausrichtung einfließen zu lassen. Ziel soll es also sein, die Zukunft vorwegzunehmen und zu gestalten [Sch17b]. Oftmals ist es zu spät, erst nach der Ausreifung des Trends auf Veränderungen zu reagieren.

---

<sup>1</sup> Norbert Lammert war von 2005 bis 2017 der Bundestagspräsident der BRD.

<sup>2</sup> Heraklit von Ephesus (um 520 v. Chr. – um 460 v. Chr.), vorsokratischer Philosoph

## 1.1 Ausgangssituation und Motivation

„The world we have made as a result of the level of thinking we have done thus far, creates problems that we cannot solve by the same level with which we have created them.“<sup>3</sup>

Bewusste und zielgerichtete Veränderungsprozesse als elementarer Bestandteil unternehmerischen Denkens und Handelns führen zum dauerhaften Erfolg der systematischen Gestaltung von Kommunikations- und Organisationsstruktur für das Unternehmen [Kos13a]. Aufgrund des ständigen Wachstums der Komplexität für Produkte sowie Produktion in der Industrie bzw. Veränderungen der Märkte und der Verstärkung des Wettbewerbs greifen die alten Erfolgsrezepte mit nachgelassener Dynamik nach geraumer Zeit nicht mehr [Str13]. „Nichts ist so beständig wie der Wandel“<sup>4</sup>. Unternehmen sind heute gezwungen, noch schneller als mögliche Wettbewerber auf Wandel in der globalisierten Welt zu reagieren und konsequentes Change Management umzusetzen. Reagieren Unternehmen zu spät, scheitern sie oftmals am mangelnden Spielraum für die möglichen Veränderungen gegen entstandene Verluste. Je später der Beginn der Einführung des Change Managements, desto größer und aufwändiger sind die notwendigen Veränderungen ([Kos13a] und [Str13]).

Seit jeher stellt der Maschinenbau als zentrale Branche der Produktionstechnik das Rückgrat der deutschen Wirtschaft dar und steht international für Fortschritt, Leistung und Zuverlässigkeit ([Abe11] und [VDM14]). Trotz der Wirtschaftsstagnation ist der deutsche Maschinenbau mit über 6.700 Unternehmen und gut einer Million Mitarbeitern in den Stammbereichschaften stark geprägt und demonstriert erfolgreich seine Wettbewerbsfähigkeit ([Abe11] und [VDM17]). Für das produzierende Gewerbe bleibt es weiterhin unabdingbar, schnell und flexibel auf die Marktturbulenzen zu reagieren, um weiter konkurrenzfähig zu bleiben [Nyh08].

In der Zukunft unterliegen Unternehmen den sogenannten Megatrends, welche sich zusammenfassend in zwei zentrale Herausforderungen gliedern lassen. Zum einen vornehmlich die Art und Weise der Leistungserstellung sowie die Rahmenbedingungen für die Produktion („Wie wird produziert?“ wie z. B. Globalisierung und Dynamisierung der Produktlebenszyklen). Zum anderen vor allem die neuen Bedarfsträger in Form von Produkten („Was wird produziert?“ wie z. B. lernende Gesellschaft/Wissensgesellschaft). [Abe11]

Als Entwicklungskonstanten der globalen Gesellschaft stellen Megatrends Tiefenströmungen des Wandels dar. Sie üben Auswirkungen auf jeden einzelnen Menschen in allen gesellschaftlichen Ebenen wie Wirtschaft, Politik sowie Wissenschaft, Technik und Kultur aus, welche die Welt zwar langsam aber grundlegend und langfristig verändern. [Zuk16]

Die Globalisierung bezeichnet die weltweit zunehmende wirtschaftliche, soziale und politische Verflechtung. Sie wirkt sich immer stärker auf die Produktionsbedingungen aus und ermöglicht Chancen, welche beispielsweise in Form neuer Absatzmärkte, Global Sourcing und Ausbau internationaler Kommunikationsnetze existieren ([Abe11], [Nyh08] und [Sch03c]). Aus der Globalisierung der Weltwirtschaft in den letzten Jahren resultiert die schnelle Entwicklung im Umfeld eines Unternehmens und lässt sich durch den Begriff „turbulentes Umfeld“ charakterisieren [Wie10]. Im Zuge dessen befinden sich produzierende Unternehmen heutzutage ständig im Wandel und werden stets zunehmend mit einem weltweiten Wettbewerb konfrontiert. Unter dem internationalen Wettbewerbsdruck müssen Unternehmen einerseits sich weiterhin auf

---

<sup>3</sup> Albert Einstein (1879 – 1955), Physiker

<sup>4</sup> Heraklit von Ephesus



ihre Kernkompetenzen und die Verringerung der Fertigungstiefe konzentrieren [Mei04]. Andererseits werden sie herausgefordert, noch innovativer als je zuvor bei der Entwicklung und Konstruktion zu werden, um Marktpositionen schneller besetzen zu können. Dabei können rationellere Arbeitsorganisationen geschaffen und hierfür die notwendigen Methoden eingesetzt werden [Kle14].

Die aus dem raschen Technologiewandel und Wandel von absatzmarktspezifischen Modeströmungen resultierende Innovationsdynamik führt zur Verkürzung der Produktlebenszyklen. Der Zeitraum zwischen zwei Produktgenerationen wird verkürzt und gleichzeitig resultieren aus diesem Megatrend eine steigende Komplexität sowie eine Ausweitung der Variantenvielfalt von Produkten ([Abe11], [Sch03c] und [Wie10]). Die Verkürzung von Produktionslebenszyklen erfordert erhöhte Flexibilität bzw. Wandlungsfähigkeit der Produktionssysteme. Eine Massenproduktion ist aufgrund der stetig steigenden Anzahl von Produktvarianten heute zu meist nicht mehr denkbar [Nyh08].

Darüber hinaus unterliegt Wissen als Grundlage der Innovation einem fortwährenden Wandel. Unternehmen müssen sich besser mit den zunehmenden Kundenansprüchen arrangieren und auf ganzheitliche Problemlösungen fokussieren [Kle14]. Aufgrund steigender Kundenindividualität und fortschreitender Technologiediversifizierung sowie kürzer werdender Produktlebenszyklen müssen Unternehmen sich weiter für ihre Innovationsvorteile spezialisieren. Dies steigert auch die Anforderungen hinsichtlich der Lernfähigkeit, der fachlichen Qualifikation sowie des Managements von Wissen an die im Unternehmen beschäftigten Mitarbeiter, sodass sie sich auf lebenslanges Lernen und kontinuierliche Lernprozesse einstellen müssen ([Abe11] und [Wie10]).

Mit diesem enormen Wandel werden nicht nur die Organisation und die Produkte, sondern auch die Prozesse, sowohl in primären als auch in sekundären Unternehmensbereichen (nach JOOST [Jos00]) und nicht zuletzt die im Unternehmen beschäftigten Mitarbeiter konfrontiert [Nyh08]. Die Ergebnisse aus dem BMBF-Rahmenkonzept „Produktion 2000“ (1995 – 1999) zeigen, dass sich neue Technologien, Organisationsformen und Prinzipien trotz des Nachweises ihres Nutzens für die Unternehmen im Pilotbereich nicht selbständig durchsetzen. Es sind noch zahlreiche Widerstände zu überwinden, um bewährte Strukturen und Abläufe in den Unternehmen optimieren zu können [BMB99]. Wie die Unternehmen müssen sich heutige Produktionssysteme und Ansätze bezüglich des Lean Managements auf die weltweiten Veränderungen adaptiv einstellen [Man17]<sup>5</sup>. Die Voraussetzung für die erfolgreiche und zeitgerechte Entwicklung und Umsetzung neuer Geschäftsmodelle und -prozesse lässt sich darauf zurückführen, dass Unternehmen sowie alle beteiligten Führungskräfte und Mitarbeiter Veränderungsmut und -bereitschaft für neue Marktchancen bzw. Herausforderungen beherrschen sowie die sich daraus ableitenden Veränderungen mitgestalten und mittragen müssen [Wei17].

## 1.2 Problemstellung

Um im turbulenten Umfeld weiter konkurrenzfähig zu bleiben und sich an den globalen Wandel anzupassen, haben viele deutsche Unternehmen, insbesondere die mittleren Unternehmen und Großkonzerne, ihre eigenen Produktionssysteme eingeführt und installiert, welche zu meist auf den Inhalten des Toyota-Produktionssystems (TPS) aufbauen. Ansätze im Kontext des Produktionsmanagements bzw. Methoden im Rahmen des Lean Managements werden

---

<sup>5</sup> Vgl. URL: <http://taegliche-verbesserung.de/wp-content/uploads/2017/04/Flyer-Production-Systems-2017-NEU.pdf> (Abrufdatum 17.05.2017).

primär eingesetzt, um sowohl innerbetriebliche als auch unternehmensübergreifende Prozesse zu optimieren und Verschwendungen zu eliminieren.

Die Studie „Wandlungsfähige Produktionssysteme“ (WPS) hat eine Basis für die produktionstechnische Industrie zur Entwicklung von gezielten und praxisorientierten Konzepten geschaffen [Nyh08]. Neben mittleren und Großunternehmen leisten unter anderem Klein- und Kleinstunternehmen (KKU) mit ihrer Flexibilität und Innovationskraft einen wichtigen Beitrag [Abe11], welche ebenfalls vom Wandel betroffen sind und den Megatrends unterliegen.

Im Kontext der WPS ist die VDI-Richtlinie 2870 ([VDI12] und [VDI13]) entstanden und mit dem Ziel veröffentlicht, Unternehmen bzw. Organisationseinheiten bei der Einführung eines Produktionssystems zu unterstützen und diese zu befähigen, alle Unternehmensprozesse auf den Kunden auszurichten, Verschwendungen zu vermeiden, eine nachhaltige Gewinnrealisierung durch kontinuierliche Verbesserung zu gewährleisten und den Kulturwandel zu einer Verbesserungsmentalität zu realisieren. Obwohl diese Richtlinie alle Ebenen von der kleinsten Organisationseinheit bis zur Unternehmensleitung einschließt und für alle Unternehmen unterschiedlicher Größen beschrieben ist sowie anwendbar sein sollte [VDI12], wird die Einführung des „Ganzheitlichen Produktionssystems (GPS)“ bis dato überwiegend in mittleren und Großunternehmen erfolgreich und nachhaltig implementiert, während dies bei KKU entweder überhaupt nicht in Frage kommt oder nach kurzfristigem Erfolg scheitert ([Bec08] und [Dom15e]).

Die Ursache zum Scheitern der Einführung des GPS in KKU lässt sich auf unterschiedliche Gründe zurückführen. Ein Grund dafür ist, dass viele KKU die Einführung eines GPS für nicht relevant bzw. nicht unbedingt notwendig halten. Es fehlt oft die Motivation bei den Menschen, sowohl den Mitarbeitern als auch den Führungskräften des Unternehmens, ihre Komfortzonen zu verlassen und die Einführung des GPS als eine Chance für unternehmerische bzw. persönliche Weiterentwicklung anzusehen [Bec18].

Darüber hinaus besteht der Grund zum Teil auch darin, dass die Mitarbeiter bei der Einführung des GPS bzw. bei Veränderungsprozessen nicht maßgeblich einbezogen werden ([Ohn09] und [Toy18]). Eine Veränderung wird meistens durch die Unternehmensführung initiiert und als Anweisung an die Mitarbeiter eingeleitet, während die Mitarbeiter über die Details wenig informiert und davon überzeugt sind, aber trotzdem den Veränderungsprozess aktiv durchführen müssen. Als Folge ergeben sich entweder Missverständnisse, Hindernisse oder sogar Blockaden bei der Implementierung des Veränderungsprozesses. Dies führt im Weiteren dazu, dass der Veränderungsprozess auf halbem Weg zum Erliegen gebracht oder der erzielte Erfolg nur kurzfristig beibehalten wird und die Situation schnell wieder in alte Muster zurückfällt.

Ein ausschlaggebender Erfolgsfaktor eines Unternehmens ist die Integration verschiedener Technologien, effizienter Prozesse und nicht zuletzt qualifizierter, motivierter Mitarbeiter [Abe11]. Lean gelingt nur mit den Menschen. Prozesse können ohne Menschen niemals reibungslos funktionieren [Cla17]. Bestehende Systeme und Gewohnheiten von Menschen lassen sich ohne Vorbereitung nicht auf einmal neugestalten [Kos13a]. „*Jede Lösung eines Problems ist ein neues Problem*“<sup>6</sup>. Ergreift ein Unternehmen Maßnahmen zu schnell, ohne dass die Mannschaft bzw. die Mitarbeiter diese nachvollziehen können, wird das Change Management ausgebremst, sodass weitere Probleme entstehen können [Str13].

---

<sup>6</sup> Johann Wolfgang von Goethe (1749 – 1832), Dichter und Naturforscher

Des Weiteren scheitert die Einführung des GPS bei vielen KKV oftmals, da die Philosophie des GPS im Unternehmen aufgrund mangelnden wissenschaftlichen Know-how nur oberflächlich verstanden und die Vorgehensweise der Einführung von mittleren bzw. Großunternehmen einfach ohne maßgeschneiderte Anpassung kopiert bzw. sogar fehlinterpretiert wird [Sta12]. Unter anderem werden bestehende Probleme einzeln, unabhängig voneinander statt ganzheitlich betrachtet. Die Methoden des GPS werden nur als Einzellösungen isoliert eingesetzt und angewendet ([Abe13] und [Dom15e]).

Darüber hinaus geraten viele KKV während der Einführung des GPS in ein Dilemma, ob diese Entscheidung richtig getroffen ist bzw. ob diese Veränderung weiter ausgeführt werden sollte. Einerseits hat das Unternehmen mit diesem großen Veränderungsprozess bereits begonnen und dafür viele Ressourcen investiert. Wird die Einführung des GPS weiter durchgeführt, bedarf es weiterer Investitionen. Andererseits benötigt das Unternehmen Ressourcen und Zeit auch für die üblichen Tätigkeiten der produktiven Leistungserstellung im Tagesgeschäft. Dies lässt sich wiederum auf die eingeschränkten Möglichkeiten im Unternehmen hinsichtlich Räumlichkeiten und Arbeitskapazität sowie auf fehlende Fähigkeiten aufgrund knapper Ressourcen an Finanzmitteln und Personal zurückführen [Sta99]. Die Einführung des GPS wird in KKV oftmals als eine einmalige Aktion oder als eine Nebenaufgabe zusätzlich zu den üblichen Unternehmenstätigkeiten im Alltag ausgeführt. Kommt es zu einem Konflikt mit einer „Haupttätigkeit“ oder stößt das Unternehmen unter finanziellem oder produktivem Aspekt an seine Grenze, wird die Durchführung unterbrochen oder ggf. abgebrochen [Rot13].

Die Einführung des GPS erstreckt sich in der Regel über Jahre und bedarf zugleich eines gewissen Kostenaufwands [Kos13a]. Gegenüber mittleren und Großunternehmen können KKV eine Aktion im Rahmen des GPS aufgrund weiter eingeschränkter Ressourcen ohnehin nicht immer auf einmal durchführen. Der Erfolg eines Veränderungsprozesses in KKV erfordert vor allem konsequente Fortsetzung und kontinuierliche Verbesserung in kleinen Schritten. Die Einführung eines GPS muss als ein Bestandteil des normalen Tagesgeschäfts des Unternehmensmanagements geprägt werden [Rot13].

### **1.3 Zielsetzung und Eingrenzung der Arbeit**

Die Einführung eines GPS bewirkt sowohl gravierende Veränderungen der Geschäftsprozesse als auch der Unternehmenskultur, Unternehmensführung sowie des Wertesystems des Unternehmens. Dies kann entscheidende Auswirkung auf einen nachhaltigen Erfolg des Unternehmens ausüben [VDI12]. Selbst für KKV ist dies im wandelnden Unternehmensumfeld ebenfalls von unerlässlicher Bedeutung. Einerseits müssen KKV sich weiterhin auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren, andererseits sollen sie sich dennoch Zeit und Energie bei der Einführung eines GPS nehmen. Die wesentliche Frage im Zuge dessen lautet: Wie lässt sich das GPS auch in KKV konsequent, erfolgreich und nachhaltig einführen?

Die angesprochenen Probleme können durch Entwicklung und Einführung eines Change-Management-fokussierten GPS gelöst werden. Zudem ist eine systematische Produktionsplanung und -steuerung (PPS) erforderlich. Abgeleitet aus der Problemstellung werden in der vorliegenden Arbeit die folgenden Ziele verfolgt:

Die erste Zielsetzung dieser Arbeit besteht darin, die (insbesondere operative) PPS als einen wichtigen Bestandteil des klassischen GPS aufzuzeigen und die VDI-Richtlinie 2870 ([VDI12] und [VDI13]) im Kontext des GPS damit zu ergänzen.

Die zweite Zielsetzung dieser Arbeit ist es, ein Konzept zur Konfiguration eines Change-Management-fokussierten GPS für KKV zu entwickeln, das auf bisherigen GPS-Konzepten basiert, aber unter Berücksichtigung der Besonderheiten maßgeschneidert für KKV angepasst ist. Dieses Konzept sollte KKV dabei unterstützen, im Rahmen des GPS die Unternehmensziele wie höhere Produktivität, Flexibilität, Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit sowie nicht zuletzt die Zufriedenheit der Kunden als auch der Mitarbeiter zu erreichen. Schließlich ist anhand der praktischen Anwendung des aufgeführten Konzepts gezielt aufzuzeigen, dass die Möglichkeit der Einführung sowie Realisierung eines GPS in KKV besteht.

Die dritte Zielsetzung dieser Arbeit besteht darin, das am Forschungsobjekt verifizierte Konzept durch Diskussion der Ergebnisse in verallgemeinerter Weise auf alle KKV zu übertragen. Um die daraus resultierenden Ergebnisse für langfristige und nachhaltige Erfolge zu gewährleisten, werden dementsprechend weitere Empfehlungen für die Vervollständigung des Konzepts ausgearbeitet, die gegebenenfalls auch für die Einführung des GPS in mittlere und Großunternehmen relevant sind.

Die Inhalte dieser Arbeit beziehen sich hauptsächlich auf KKV im technischen Produktionsbereich mit einer Unternehmensgröße von weniger als 50 Mitarbeitern. Zudem fokussiert sich das in dieser Arbeit entwickelte Konzept zur Einführung des GPS auf die innerbetriebliche Produktion und die damit zusammenhängenden Prozesse. Dieses Konzept schließt auch alle Organisationseinheiten ein, welche entsprechende Gemeinsamkeiten des Forschungsobjekts haben, sofern sie die quantitativen Kriterien nicht überschreiten. Einige Beispiele sind im Folgenden aufgelistet:

- Ein produzierendes Unternehmen im Rahmen der Einzel- und Kleinserienfertigung
- Eine technische Organisationseinheit in einem mittleren bzw. Großunternehmen
- Eine technische Organisationseinheit eines ingenieurwissenschaftlichen Forschungsinstituts bzw. im öffentlichen Dienst.

Das erarbeitete Konzept eignet sich insbesondere für die Organisationseinheiten, die sich gerade bei der Etablierung, Neugestaltung bzw. Umstrukturierung befinden. Der Fokus auf das Change Management ermöglicht es, das GPS stets nach der aktuellen Situation des Unternehmens maßgeschneidert, flexibel bzw. wandlungsfähig einzuführen.

#### **1.4 Aufbau der Arbeit und Vorgehensweise**

Im oben genannten Zusammenhang wird in der vorliegenden Arbeit ein spezifisches Konzept für die Einführung eines GPS in KKV unter Berücksichtigung ihrer Merkmale bzw. Besonderheiten gegenüber mittleren und Großunternehmen entwickelt. Um die vorangestellte Zielsetzung zu erreichen, ist die Arbeit wie folgt gegliedert (siehe Abbildung 1):

In Kapitel 2 werden zunächst die Definitionen und die Besonderheiten von KKV beschrieben. Anschließend werden die Grundlagen von Produktionssystemen, die sich vorwiegend im Kontext der Entwicklung des Konzepts beschäftigen, erläutert. Der Fokus des Lösungsraums dieser Arbeit setzt sich mit existierenden Ansätzen und Methoden des klassischen GPS, grundlegenden Entwicklungen in der Wissenschaft für Wirtschaftspsychologie und Change Management auseinander.

Das Kapitel 3 beschäftigt sich mit dem Handlungsbedarf in KKV. In diesem Kapitel wird die Wichtigkeit von Veränderungen und der Trend hin zu GPS unterstrichen. Darüber hinaus werden Einschränkungen und Hindernisse für KKV bei der Einführung des GPS aufgezeigt. Des

Weiteren werden häufig vorkommende Missverständnisse bzw. falsche Gedanken im Kontext des GPS in KKU beschrieben.

Aus der Einleitung, der Untersuchung bestehender Ansätze und der Analyse der Problemstellung wird in Kapitel 4 ein spezifiziertes Konzept bzw. ein Gestaltungsmodell abgeleitet. Das Konzept setzt den Fokus auf das Change Management und betrachtet die Einführung eines GPS aus zwei unterschiedlichen Perspektiven. Zum einen bezieht sich die Einführung des GPS auf evolutionäre und revolutionäre Veränderungen zugleich in einzelnen Subsystemen eines Produktionssystems. Zum anderen lässt sich die Einführung des GPS entlang der Entwicklung eines Veränderungsprozesses dynamisch betrachten und durchführen. Schließlich wird die Betrachtung aus beiden Perspektiven zu einem Gestaltungsmodell zusammengeführt.

In Kapitel 5 erfolgt die beispielhafte Anwendung des in Kapitel 4 ausgearbeiteten Konzepts anhand exemplarischer Veränderungen unter verschiedenen Aspekten eines Unternehmens. Diese dient als Verifizierung der Tauglichkeit und Anwendbarkeit.

Zur Absicherung des entwickelten Konzepts wird in Kapitel 6 eine Auswertung der Ergebnisse am Forschungsobjekt dieser Arbeit durchgeführt und über die Übertragbarkeit des Konzepts auf weitere industrielle KKU diskutiert.

Abschließend werden in Kapitel 7 zusätzliche Empfehlungen für die Anwendung des Konzepts in industriellen Unternehmen gegeben.

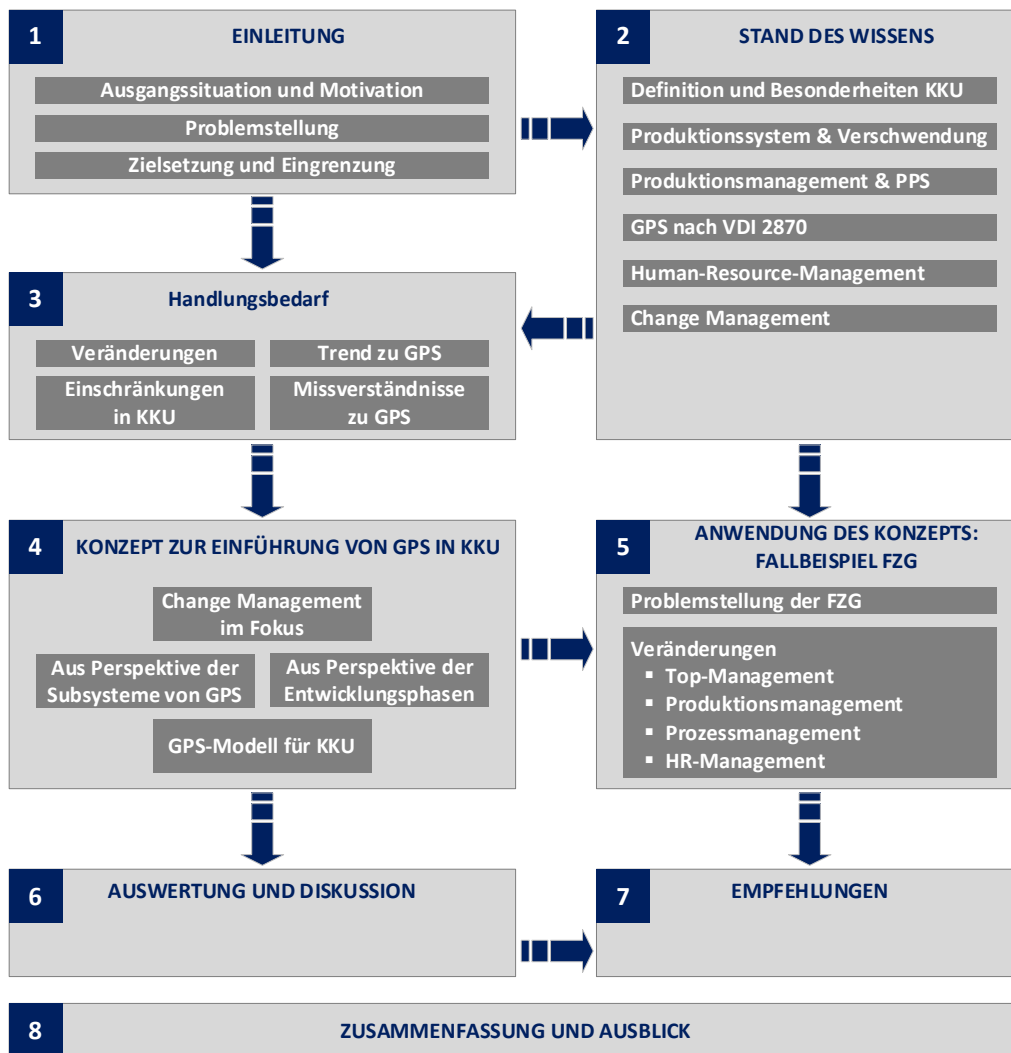


Abbildung 1: Aufbau der Arbeit



## 2 Stand des Wissens

Forschung, Entwicklung und Qualifizierung spielen eine Schlüsselrolle für eine zukunftssichere Produktion. Der in der Untersuchung für diese Bereiche festgelegte Handlungsbedarf dient als Grundlage für das Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Jahr 1999 aufgelegt wurde [BMB99]. Dieses Rahmenkonzept unterteilt die notwendigen Forschungsthemen in vier Handlungsfelder, nämlich Marktorientierung und strategische Produktplanung, Technologien und Produktionsausrüstungen, neue Formen der Zusammenarbeit produzierender Unternehmen, der Mensch und das wandlungsfähige Unternehmen. Ziel dieses BMBF-Rahmenkonzepts ist es, die Forschung und Entwicklung für die industrielle Produktion zu stärken. Dabei werden ganzheitliche und nachhaltige Lösungen für Produktionssysteme erforscht. Diese sollten die Zusammenarbeit zwischen Industrie und Forschungseinrichtungen vertiefen und die Unternehmen bei der breiten Anwendung von Forschungsergebnissen unterstützen, um ihre Fähigkeit zur Zusammenarbeit in Unternehmensnetzwerken zu erhöhen. Des Weiteren zielt das Rahmenkonzept darauf ab, Anstöße zur Anpassung der beruflichen Aus- und Weiterbildung der Fachkräfte in produzierenden Unternehmen zu ermöglichen ([Ber08] und [BMB99]).

Die Untersuchung des in der vorliegenden Arbeit entwickelten Gestaltungsmodells bzw. Konzepts für die Einführung des GPS in KKV kann nicht unabhängig von bestehenden Methoden und Ansätzen im Kontext der Produktionssysteme erfolgen. Eine umfangreiche Kenntnis über die wichtigen Begriffe, Ansätze sowie Methoden ist hierfür notwendig.

Im Folgenden wird ein Überblick über bestehende Ansätze und Methoden zum Thema „Produktionssysteme in KKV“ in der wissenschaftlichen Literatur bzw. im Praxiseinsatz gegeben. In Kapitel 2.1 erfolgt zunächst die Erläuterung der Definitionen von KKV sowie deren begriffliche Eingrenzung in dieser Arbeit. Die KKV-spezifischen Besonderheiten werden hierzu aufgezeigt. Unterschiedliche Definitionen des Produktionssystems, sowohl in der Betriebswirtschaft als auch in der Managementlehre, werden anschließend in Kapitel 2.2 interpretiert. Hierzu wird die Grundlage von Verschwendung erläutert, um die spätere Diskussion über die Vermeidung von Verschwendung als das wichtigste Ziel eines Produktionssystems vorzubereiten. Um ein fundiertes Konzept auf der Change-Management-fokussierten Einführung eines Produktionssystems sowie dessen Analyse und Bewertung später zu gewährleisten, werden in Kapitel 2.3 bis Kapitel 2.6 einige für die vorliegende Arbeit wichtige Ansätze im Kontext des Produktionsmanagements, der PPS, des Human-Resource-Managements und des Change Managements sowie einige für KKV relevante Methoden des GPS detaillierter vorgestellt.

### 2.1 Klein- und Kleinstunternehmen (KKV)

Gemäß der EU-Empfehlung 2003/361/EG [EU03] der Europäischen Union lässt sich jede Einheit, die eine wirtschaftliche Tätigkeit ausübt, unabhängig von ihrer Rechtsform, als Unternehmen definieren. Dazu gehören auch die Einpersonen- oder Familienbetriebe sowie die Personengesellschaften oder Vereinigungen mit einer regelmäßigen wirtschaftlichen Tätigkeit. Nach der Definition des Instituts für Mittelstandsforschung Bonn (IfM) prägen 99,6 %<sup>7</sup> der rund 3,5 Millionen Unternehmen als kleine und mittlere Unternehmen (KMU) die deutsche Wirtschaft [IfM18b]. Darunter nehmen Kleinstunternehmen einen Anteil von 81,8 % und Kleinunternehmen 15,1 %, während der Anteil der mittleren Unternehmen im Vergleich dazu nur 2,5 %

---

<sup>7</sup> Nach der Statistik des Statistischen Bundesamts [Sta20] beträgt der Anteil 99,4 %.

beträgt [Sta20]. Die KKV besitzen also quantitativ einen ausschlaggebenden Anteil unter anderen im Wirtschaftsabschnitt KMU bzw. in der Wirtschaft insgesamt. Sie sind heutzutage in Deutschland bzw. in der EU mit mittleren Unternehmen zusammen als KMU von entscheidender Bedeutung bei der Entwicklung der Wettbewerbsfähigkeit und der Beschäftigung. Immer wieder werden sie als der Motor der europäischen Wirtschaft bezeichnet ([EU06] und [EU15]).

### 2.1.1 Definitionen in KKV

KKV<sup>8</sup> stellen eine Teilmenge der KMU dar. Unter dem Begriff KKV versteht man grundsätzlich die Sammelbezeichnung von Unternehmen, die gegenüber den mittleren und Großunternehmen bestimmte Grenzwerte in Bezug auf Umsatz, Beschäftigte oder Bilanzsumme nicht überschreiten [May15].

Außer dem Umstand, dass eine Vielzahl an unterschiedlichen Definitionen in den letzten Jahren entstanden, verdeutlicht die Diskrepanz im Forschungsfeld KMU aufgrund ihrer Heterogenität. In Literatur und Praxis werden KMU durch quantitative und qualitative Merkmale charakterisiert. Während quantitative Merkmale als Kriterien die Abgrenzung von KMU zu Großunternehmen eindeutig zuordnen und eine Orientierung für das Bewertungskalkül aufzeigen können, bieten qualitative Merkmale für die Unternehmensbewertung relevante Anhaltspunkte [Ihl13]. Im Folgenden wird ein Überblick über wichtige existierende Definitionen in KMU/KKV in Bezug auf quantitative Merkmale gegeben, welche in Abbildung 2 dargestellt werden.

Quelle	Unternehmenstyp	Beschäftigte		Umsatzerlös (in Mio. €/a)		Bilanzsumme (in Mio. €/a)
EU-Kommission	Kleinstunternehmen	< 10	sowie entweder	≤ 2	oder	≤ 2
	Kleine Unternehmen	< 50	sowie entweder	≤ 10	oder	≤ 10
	Mittlere Unternehmen	< 250	sowie entweder	≤ 50	oder	≤ 43
HGB § 267 (min. zwei der drei Merkmale)	Kleine Kapitalgesellschaft	≤ 50	oder	≤ 12	oder	≤ 6
	Mittelgroße Kapitalgesellschaft	≤ 250	oder	≤ 40	oder	≤ 20
IfM Bonn	Kleinstunternehmen	< 10	und	≤ 2		
	Kleine Unternehmen	< 50	und	≤ 10		
	Mittlere Unternehmen	< 500	und	≤ 50		
KfW	KMU (gemäß EU-Empfehlung)	< 250	sowie entweder	≤ 50	oder	≤ 43
	Größere mittelständische Unternehmen			≤ 500		

Abbildung 2: Überblick über einige gängige Definitionen von KMU/KKV anhand quantitativer Merkmale ([BMJ18], [EU03], [IfM18a] und [KfW19])

Gemäß der EU-Empfehlung 2003/361/EG [EU03] gelten Unternehmen mit weniger als 250 beschäftigten Personen und entweder einem Jahresumsatz von höchstens 50 Mio. EUR oder einer Jahresbilanzsumme von höchstens 43 Mio. EUR als KMU. Innerhalb der Kategorie der KMU lässt sich ein Unternehmen als ein kleines Unternehmen definieren, wenn die Anzahl der beschäftigten Personen weniger als 50 ist und der Jahresumsatz bzw. die Jahresbilanz des Unternehmens 10 Mio. EUR nicht übersteigt. Ein Unternehmen, das weniger als 10 Personen

<sup>8</sup> International wird auf Englisch als „small and micro enterprises“ bzw. gebräuchlicher als „micro and small enterprises (MSE)“ bezeichnet, um dieselbe englische Abkürzung SME (small and medium-sized enterprises) für KMU zu vermeiden.



beschäftigt und dessen Jahresumsatz bzw. Jahresbilanz 2 Mio. EUR nicht überschreitet, wird als Kleinstunternehmen eingegliedert.

Nach § 267 Abs. 2 im HANDELSGESETZBUCH (HGB) [BMJ18] lassen sich kleine und mittelgroße Kapitalgesellschaften von großen dadurch unterscheiden, dass mindestens zwei der drei definierten Merkmale (Bilanzsumme, Umsatzerlöse in den 12 Monaten vor dem Abschlussstichtag und Anzahl der Arbeitnehmer im Jahresdurchschnitt) an den Abschlussstichtagen von zwei aufeinanderfolgenden Geschäftsjahren nicht überschritten werden. Für kleine Unternehmen gelten die Kriterien mit einer Bilanzsumme bis zu 6 Mio. EUR oder Umsatzerlösen bis zu 12 Mio. EUR bzw. 50 Arbeitnehmern. Ein mittelgroßes Unternehmen überschreitet mindestens zwei der drei bezeichneten Merkmale für kleine Kapitalgesellschaften, jedoch nicht mindestens zwei der drei Kriterien mit einer Bilanzsumme von 20 Mio. EUR oder einem Umsatzerlös bis 40 Mio. EUR bzw. der Beschäftigtenzahl von 250.

Das INSTITUT FÜR MITTELSTANDSFORSCHUNG BONN (IfM) [IfM18a] aktualisierte 2016 seine KMU-Definition und grenzt nach wie vor KMU von den Großunternehmen mittels der quantitativen Kriterien wie Beschäftigtenzahl und Jahresumsatz ab. Dabei werden KKV analog zur EU-Definition definiert, um eine Harmonisierung mit der EU-Definition der EU-Kommission im Kleinst- und Kleinunternehmenssegment herbeizuführen. Für kleine Unternehmen liegt der Schwellenwert bei 49 Beschäftigten und für Kleinstunternehmen bei neun Beschäftigten.

Zur empfohlenen Definition der EU-Kommission wird die Definition von KMU in der Praxis durch weitere Kriterien angepasst. Die KREDITANSTALT FÜR WIEDERAUFBAU (KfW) [KfW19] beispielsweise gliedert zusätzlich Unternehmen, die sich mehrheitlich in Privatbesitz befinden und deren Jahresumsatz 500 Mio. EUR nicht überschreiten, als mittlere Unternehmen ein.

### **2.1.2 Besonderheiten von KKV**

Nach IHLAU ET AL. [Ihl13] stellt die Abgrenzung anhand quantitativer Merkmale allein für die Unternehmensbewertung kein sinnvolles Kriterium dar. Neben dem quantitativen Unterschied ergeben sich gegenüber mittleren Unternehmen und Großunternehmen weitere Differenzierungen, die sich unter den qualitativen Merkmalen widerspiegeln. Gerade die qualitativen Merkmale zeichnen die spezielle Charakterisierung von KKV gegenüber mittleren Unternehmen und Großunternehmen aus. Im Folgenden werden ausgewählte qualitative Merkmale als Besonderheiten von KKV aufgezeigt.

Eine ausschlaggebende Besonderheit im KKV-Bereich ist die fehlende Trennung der Eigentümer- und Managementstruktur, sodass das Geschäftsmodell und die Unternehmensziele häufig stark mit den persönlichen Zielen des Eigentümers korrelieren. Dies kann zum Erfolg aber auch zum Misserfolg des Unternehmens führen. Durch die lange Integration der Geschäftsführer im Unternehmen wird unüberschaubares bzw. undokumentiertes implizites Wissen aufgebaut, sodass beispielsweise Entscheidungen zur Unternehmensplanung ohne umfassende schriftliche rationale Entscheidungsgrundlagen eher intuitiv getroffen werden [Sch15a]. Informationen über die geplante Unternehmensentwicklung stehen daher nur eingeschränkt zur Verfügung. Des Weiteren entsteht keine oder nur unzureichend implementierte Planung, sodass fundierte Analysen nach allgemeinen Managementmethoden nicht vorangehen können [Zie08].

Laut STAUDT [Sta99] werden KKV regelmäßig mit neuen Kompetenzanforderungen konfrontiert und stoßen zugleich durch mangelnde Ressourcen wie technisches Know-how, Finanz- oder Personalkapital schnell an ihre eigenen Grenzen.

Analog dazu sind KKV aus der Sicht von MUCH [Muc99] aufgrund fehlenden Know-how oder mangelnder Finanzkraft oft nicht in der Lage, als einzelne Unternehmen größere Aufträge zu bearbeiten. Die Vielfalt der nachgefragten Produkte kann aufgrund der Kapazitätsengpässe in der Auftragsplanung, -abwicklung und Fertigung nicht rechtzeitig bzw. überhaupt nicht bereitgestellt werden.

Nach MAYR [May15] weisen KKV gegenüber mittleren bzw. Großunternehmen im Durchschnitt niedrigere Eigenkapitalquoten, schlechtere EBIT<sup>9</sup>-Margen und einen erschwerten Zugang zu Finanzierungsquellen auf. Die Fremdfinanzierung erfolgt bevorzugt über Banken und die finanzielle Situation ist dadurch deutlich schlechter als die von mittleren bzw. Großunternehmen. Der geringe Diversifizierungsgrad von KKV hinsichtlich des Produkt- und Dienstleistungsangebots führt nicht nur zu einem hohen Einfluss von Nachfrageänderungen und Wettbewerbern auf die Unternehmensentwicklung, sondern auch zu einer Abhängigkeit von Kunden und Lieferanten [Ihl13]. Das Einhalten der Liefertermine bzw. das Sicherstellen des vom Kunden geforderten Servicegrads wird überwiegend mit dem Vorhalten hoher Lagerbestände abgesichert. Dies verursacht weitere Sonderkosten, welche dem Kunden in Form von diversen Zusatzkosten bzw. Zuschlägen aufgeschlagen werden. Dies geht wiederum zu Lasten einer guten Lieferanten-Kunden-Beziehung [Dic07a]. Die Durchsetzung moderner kollaborativer Konzepte der Produktionssysteme wie z. B. Supply Chain Management (SCM) oder Just-in-Time-Produktion (JIT-Produktion) wird dadurch erschwert [Wes08].

In Anlehnung an der Veröffentlichung von WESTERWALD und NIEBLING [Wes08] haben KKV zumeist einerseits nur einen geringen Personalbestand aber andererseits eine hohe Auslastung einzelner Arbeitnehmer, sodass nur wenig freie Personalkapazität für die zusätzliche Realisierung von Projekten zur Verfügung steht. Daraus ergeben sich besondere Herausforderungen in Bezug auf die Realisierung innovativer Konzepte. Darüber hinaus sind die Personalabteilungen von KKV sehr gering besetzt, sodass die Assistenten der Geschäftsführung oft Aufgaben des Recruitings und des Human-Resource-Managements übernehmen. Aufgrund häufig unzureichend ausgebildeter Mitarbeiter im Personalwesen fällt es KKV oft schwer, qualifiziertes Personal zu rekrutieren und zu halten [Röd18]. Zudem sind die Führungskräfte in KKV aufgrund des hohen Zentralisierungsgrades häufig zeitlich und fachlich überlastet [May15].

Eine weitere Besonderheit spiegelt sich durch die geringfügigen Ressourcen an Personal als ein positiver Faktor von KKV wider. Eine überschaubare Mitarbeiteranzahl ermöglicht eine flachere Hierarchie gegenüber größeren Unternehmen, mit der sich eine flexible Unternehmensführung ergibt. Weiterhin können die im Unternehmen beschäftigten Menschen bis in die obere Führungsebene in einer quasi „persönlichen“ Beziehung zueinanderstehen. Dies prägt eine menschliche „familiäre“ Personalführung, welche wiederum zu überschaubaren Unternehmensprozessen und schnelleren Entscheidungswegen führen kann. Diese sind für zügige Änderungen bzw. für schnelles Reagieren auf Veränderungen von ausschlaggebender Bedeutung [Sch15a].

## 2.2 Produktionssysteme

GUTENBERG [Gut71] bezeichnet menschliche Arbeitsleistungen, Betriebsmittel und Werkstoffe als betriebliche Elementarfaktoren und definiert die Kombination dieser produktiven Faktoren

---

<sup>9</sup> EBIT: Earnings Before Interest and Taxes (Deutsch: Gewinn vor Zinsen und Steuern)

mithilfe der Betriebsleistung zusammen als eine Produktion. Unter der Produktion oder Leistungserstellung wird die Herstellung von Gütern materieller Art bzw. die Bereitstellung von Gütern immaterieller Art verstanden.

Da sich die Kombination der Leistungsfaktoren ohne eine leitende, planende und organisierende Tätigkeit nicht von selbst vollzieht und kaum sinnvoll durchgeführt werden kann, hat KORNDÖRFER [Kor93] den dispositiven Leistungsfaktor (Unternehmensführung) aus dem Betriebsleistungsbereich ausgegliedert.

Nach SCHIMMELPFENG [Sch02] bezieht sich der dispositive Leistungsfaktor nicht mehr wie ursprünglich auf die gesamte Unternehmensführung, sondern umfasst sämtliche derivative wertschöpfende dispositive Vorgänge wie Planung, Steuerung, Kontrolle sowie Organisation.

Zusammengefasst bezeichnen SCHUH und SCHMIDT [Sch14] Produktion als die Wertschöpfung durch Herstellung materieller Güter (Sachgüter, Sachleistungen) sowie Bereitstellung immaterieller Güter (Dienste und Dienstleistungen), die sich als Kombination der Elementarfaktoren (menschliche Arbeit, Betriebsmittel und Werkstoffe) zum Zweck der Leistungserstellung ansehen lässt und sämtliche wertschöpfende dispositive Vorgänge umfasst.

Die Produktion wird durch ein Produktionssystem, das verschiedene oder auch gleichartige Transformationsprozesse an einem oder mehreren Produktionsstandorten umfasst, organisiert und implementiert.[Sch14]

### 2.2.1 Definitionen von Produktionssystemen in der Betriebswirtschaft

In der Betriebswirtschaft werden Betriebe bzw. Unternehmen als Produktionssysteme betrachtet. Produktionssysteme sind unmittelbar von den infrastrukturellen Rahmenbedingungen der Produktionsvollziehung abhängig. Jeder produktive Betrieb bzw. jeder wertschöpfende Teil eines Betriebs wie beispielsweise eine Fabrik, ein Fertigungssegment, eine einzelne Produktionsinsel sowie ein einzelner Arbeitsplatz, dessen Produktionsleistung durch die Kapazität und die Produktionsgeschwindigkeit bestimmt werden kann, lässt sich als ein Produktionssystem bzw. Teil des Systems (Subsystem) charakterisieren ([Dyc92] und [Gün05]). Im Folgenden werden einige existierende Definitionen von Produktionssystemen gegeben.

EBERWEIN [Ebe89] bezeichnet die Begriffe Produktion und Fertigung als Synonyme mit einem identischen Begriffsinhalt und definiert, dass ein Produktionssystem aus einer Menge von Betriebsmitteln wie Bearbeitungsmaschinen aber auch innerbetrieblichen Transporteinrichtungen, Werkzeugen, Messgeräten etc. besteht. Dies zielt darauf, eine Anzahl von Produktionsaufgaben zu erfüllen bzw. Bereitstellung von Gütern zu bewirken. Ein Produktionssystem dieser Art lässt sich formal durch folgende Beziehung darstellen, wobei  $A$  die Menge der zu erfüllenden Aufgaben im Produktionssystem  $P$ ,  $M$  die Anzahl der eingesetzten Bearbeitungsmaschinen,  $B$  die Menge der sonstigen Betriebsmittel und  $R$  die Beziehungen zwischen den Betriebsmitteln bezeichnet.

$$P = f(A, M, B, R)^{10}$$

Nach HAASIS [Haa94] beschreibt ein Produktionssystem den zeitabhängigen Prozess der Leistungserstellung. Es besteht aus Produktionsobjekten wie z. B. Betriebsmitteln, Maschinen sowie materiellen, energetischen, finanziellen bzw. informellen Produktionsbeziehungen, welche

---

<sup>10</sup> Die Formulierung in der Literatur lautet  $P = (A, M, B, R)$  und entspricht nicht der korrekten mathematischen Darstellung einer Funktion.

in einer gegenseitigen Wechselbeziehung untereinander stehen und sich gegenseitig begrenzen. Produktionssysteme sind offene Systeme und haben über ihre Systemgrenzen hinweg Beziehungen nach außen, beispielsweise zum Beschaffungs- und Absatzmarkt. Die Systemgrenzen umreißen die Bilanzierungsebene bzw. den Entscheidungsraum und prägen entscheidend die Menge der zur Verfügung stehenden technischen sowie dispositiven Maßnahmen zur Minderung der durch das Produktionssystem induzierten Umweltbelastung. Dadurch lässt sich das Produktionssystem vom seinem Umfeld abgrenzen und verfolgt im Sinne der Definition das Ziel, ein vorgegebenes Produktprogramm unter Berücksichtigung der technischen und organisatorischen Realisierbarkeit im Zeitverlauf wirtschaftlich herzustellen.

WEBER [Web91] beschreibt die Produktion als einen betrieblichen Umwandlungs- bzw. Transformationsprozess für die Erstellung von anderen Gütern oder Dienstleistungen aus den Einsatzgütern. Nach DYCKHOFF [Dyc92] lassen sich Produktionssysteme in gleicher Weise als Input/Output-Systeme oder auch Input/Throughput/Output-Systeme bezeichnen. Input sind die zum Beginn oder während des Transformationsprozesses von außen zugeführten Objekte und ermöglichen eine Durchführung des Prozesses, während Output die aus der Transformation resultierenden und unmittelbar am Ende des Prozesses vom Verfügungsbereich des Systems nach außen abgegebenen Objekte bezeichnen. Darüber hinaus lassen sich sonstige auf den Transformationsprozess einwirkende Bedingungen und Eigenschaften des Produktionssystems als Throughput darstellen.

Nach der Definition von HEINEN ET AL. [Hei08] bezeichnet das Produktionssystem ein sozio-technisches System, welches Inputobjekte (wie Know-how, Methoden, Material, Finanzmittel, Energie) durch wertschöpfende bzw. assoziierte Prozesse (wie beispielsweise Fertigung, Montage und Transport) zu Outputgütern transformiert.

DYCKHOFF und SPENGLER [Dyc10] ergänzen die Definition als: „*Betriebliche Produktionssysteme umfassen üblicherweise eine Vielzahl verschiedener oder auch gleichartiger Produktionsprozesse [...] sowie eine geeignete Infrastruktur zu deren Vernetzung im Hinblick auf Material- und Informationsflüsse*“. Die Innenstruktur eines Produktionssystems wie Werke, Anlagen oder einzelne Arbeitsplätze lässt sich als Subsystem bzw. Teilsystem definieren. Das Produktionssystem bezeichnet die Transformation der auf dem Beschaffungsmarkt erworbenen Einsatzobjekte in die auf dem Absatzmarkt nachgefragten Ausbringungobjekte. Darüber hinaus prägt die Außenstruktur die wirtschaftlichen, technischen, rechtlichen, soziokulturellen, politischen sowie ökologischen Rahmenbedingungen eines Produktionssystems durch dessen Einbettung in das betriebliche und überbetriebliche Umfeld.

Nach SCHUH und SCHMIDT [Sch14] lässt sich ein Produktionssystem als eine umfassende Produktionsorganisation charakterisieren. Das Produktionssystem repräsentiert ein ganzheitliches Organisationskonzept und beinhaltet sämtliche Konzepte, Methoden und Werkzeuge für die Effektivität und die Effizienz des Produktentstehungsprozesses von der Gestaltung der Produktionseinrichtung über die Arbeitsvorbereitung, die Zeitwirtschaft und die Materialbereitstellung bis zur Fertigung und Montage. Dabei besteht ein Produktionssystem aus zwei konzeptionell verschiedenen Ausführungsinstanzen, die eng miteinander verknüpft sind. In einer Ausführungsinstanz läuft der eigentliche Transformationsprozess in der Produktion ab, während das Produktionsmanagement in der übergeordneten Lenkungsinstanz auf die Produktion wirkt.

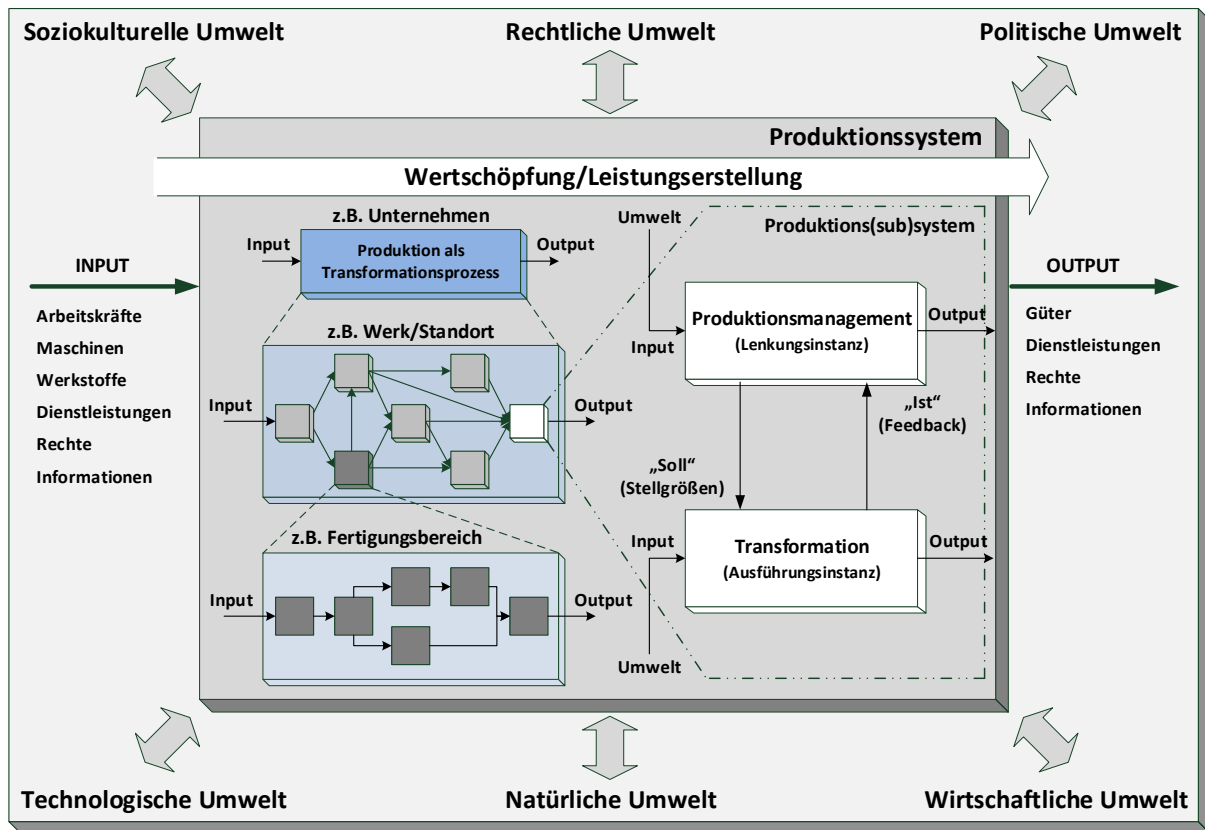


Abbildung 3: Das Produktionssystem in seiner Umwelt (nach [Dyc10], [Gün05] und [Sch14])

Die Einbettung des Produktionssystems in seine Umwelt lässt sich durch Abbildung 3 illustrieren, wobei die Produktion als Transformationsprozess dargestellt wird. Zudem ist die Infrastruktur eines Produktionssystems mit dessen Beziehungen zu seiner Umwelt angedeutet.

Schon 1984 empfahl HUBKA [Hub84] die Unterteilung eines technischen Systems in Teilsysteme verschiedener Komplexität, sodass das System auf verschiedenen Unterscheidungsebenen analysiert und untersucht werden kann. Ein System besteht definitionsgemäß aus einer endlichen Menge von Elementen mit gewissen Beziehungen nach bestimmten Regeln zueinander. Die Begriffe Element und System sind hierbei relativ und können unter bestimmten Bedingungen miteinander ausgetauscht betrachtet werden.

Nach SELIGER ET AL. [Sel87] lässt sich ein Produktionssystem je nach der Perspektive von Beobachtern unterschiedlich beschreiben und analysieren. Bei der Beschreibung eines Produktionssystems ergeben sich gebräuchlich drei Systemaspekte, nämlich der funktionale, der strukturelle und der hierarchische Aspekt (siehe Abbildung 4). Der funktionale Aspekt betrachtet das gegebene System unabhängig von seiner Realisierung als Black Box mit der Transformationsfunktion aus Inputobjekten in Outputs. Im strukturellen Aspekt besteht ein System aus einer Reihe von Elementen, die durch Beziehungen miteinander verknüpft sind. Im hierarchischen Aspekt lässt sich das Produktionssystem in mehrere Teil- bzw. Subsysteme unterteilen. Das Produktionssystem an sich stellt wiederum ein Teil eines umfassenden Supersystems dar.

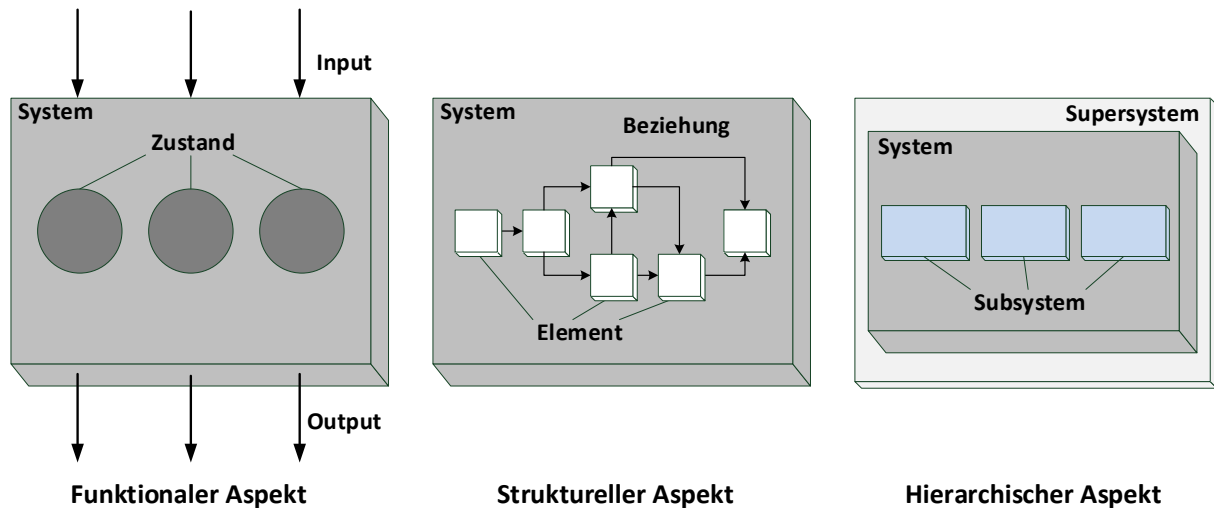


Abbildung 4: Aspekte zur Systembeschreibung nach SELIGER ET AL. [Sel87]

Ein bekanntes Beispiel nach dem hierarchischen Aspekt stellt das Modell des Transformationssystems nach HUBKA und EDER [Hub88] dar. Sie identifizieren hierbei vier Subsysteme für das gesamte Produktionssystem mit Auswirkung auf den Transformationsprozess in der Produktion (vgl. [Yam13]):

- Subsystem „Mensch“: Alle Personalressourcen, die Einfluss auf den Transformationsprozess haben, z. B. Mitarbeiter in der Werkstatt, Vorgesetzte, Ingenieure, Manager bzw. Führungskräfte höherer Ebene.
- Subsystem „Technik“: Technische Ressourcen, wie Werkzeuge, Werkbänke, Maschinen, Einrichtungen und Computer.
- Subsystem „Information“: Alle für das Produktionssystem notwendigen Informationen, wie Daten, Programme, Know-how etc.
- Subsystem „Management“: Das Managementsystem treibt den Transformationsprozess indirekt an und koordiniert die anderen Subsysteme in der Produktion anhand Methoden, Konzepte und Strategien zwecks Zielerreichung.

Die in der unternehmerischen Praxis auftretenden vielfältigen Erscheinungsformen der Produktionssysteme werden in der Literatur insbesondere nach Produktionstypen unterschieden. Hierbei ist dem Input-Transformation-Output-Konzept der Produktion zu folgen. Die vielen unterschiedlichen Produktionstypen werden gebräuchlich nach den Eigenschaften der eingesetzten Produktionsfaktoren (Input), der Produktionsprozesse (Throughput) oder des Produktionsprogramms (Output) orientiert und eingeteilt ([Dyc10] und [Gün05]). In Abbildung 5 wird ein Überblick über einige wichtige Produktionstypen zusammengefasst.

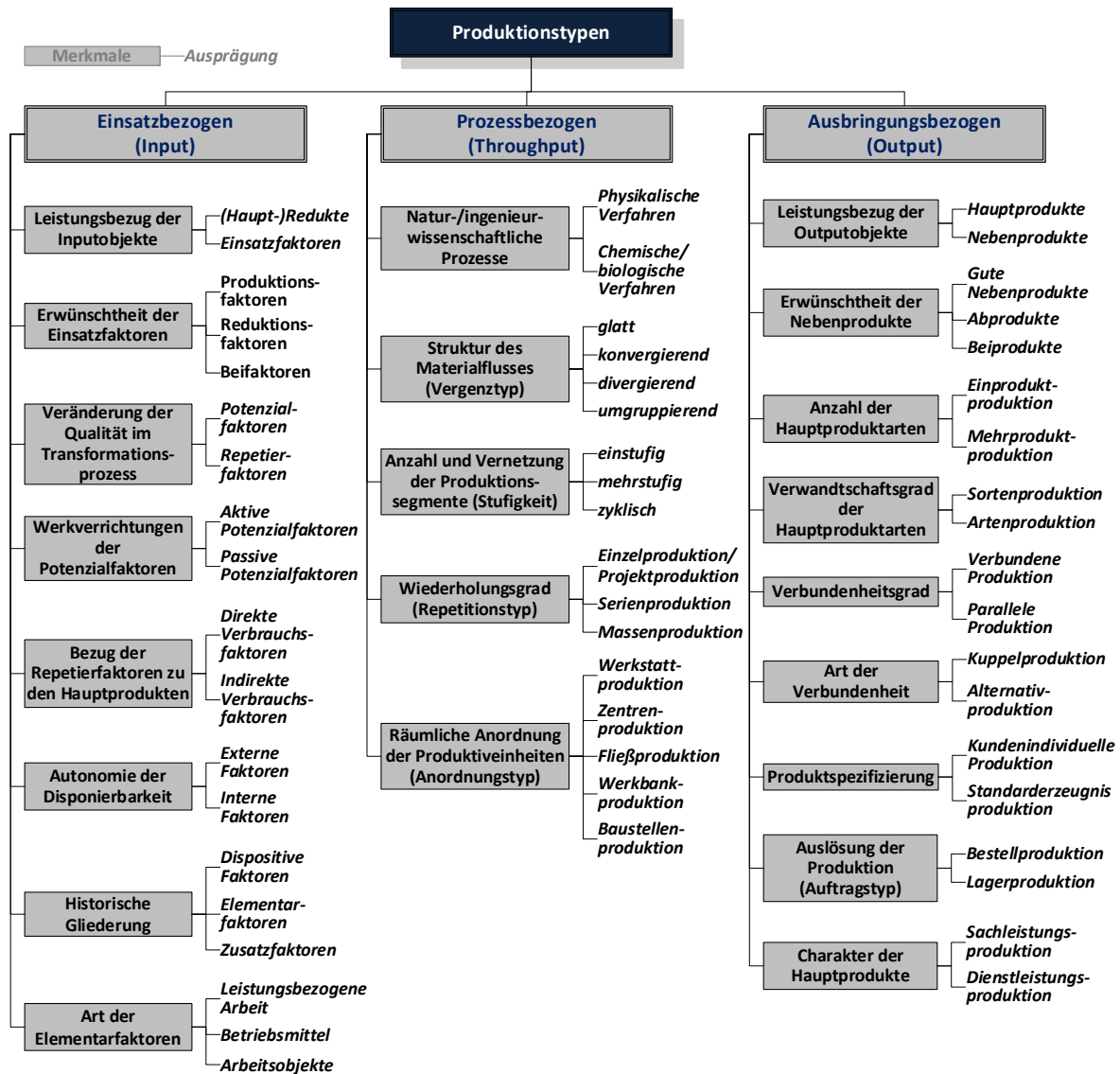


Abbildung 5: Typologie industrieller Produktionssysteme nach DYCKHOFF UND SPENGLER [Dyc10]

Die einsatzbezogenen Produktionstypen beziehen sich auf die Einsatzfaktoren mit dem Zweck, unerwünschte Objekte durch Erzeugung von Outputobjekten zu reduzieren. Hingegen entstehen die ausbringungsbezogenen Produktionstypen durch Anwendung von Klassifizierungskriterien in Bezug auf das Produktionsprogramm bzw. auf die Outputseite des Produktionssystems. Diese werden auch als programmbezogene Produktionstypen bezeichnet. Während einsatz- und ausbringungsbezogene Produktionstypen sich auf die Außenbezüge eines Produktionssystems beziehen, ergeben sich die Charakteristika von prozessbezogenen Produktionstypen hingegen durch interne Einflussfaktoren. Die Innenstruktur des Produktionssystems spielt hierbei für den eigentlichen Transformationsprozess eine ausschlaggebende Rolle. Diese ergibt sich aus den Produktiveinheiten, die durch Personen, Maschinen und Transporteinrichtungen in Form von Material-, Energie- und Informationsflüssen miteinander verbunden sind. Die Produktiveinheiten werden üblicherweise zu Produktionssegmenten zusammengefasst. Diese stellen wiederum Subsysteme des ganzen Produktionssystems dar. ([Dyc10] und [Gün05])

Darüber hinaus unterscheiden sich je nach Anteil der Produktionsfaktoren materialintensive, anlagenintensive, arbeitsintensive und informationsintensive Produktionstypen. Abhängig von

Produkteigenschaften (wie z. B. Güterart, Zusammensetzung oder Beweglichkeit der Güter) bzw. Programmeigenschaften (wie z. B. Auflagengröße, Beziehung der Produktion zum Absatzmarkt) wird entschieden, ob es sich beispielsweise um Werkstatt-, Gruppen- oder Fließproduktion oder um Einzel-, Serien- oder Massenfertigung bzw. um Bestell- oder Lagerproduktion handelt. [Gün05]

### 2.2.2 Produktionssysteme in der Managementlehre

In der Managementlehre bezeichnen Produktionssysteme nach HERLYN [Her12] eine Systematik von Methoden, Prinzipien, Instrumenten und Strategien zur Produktion in einem industriellen Unternehmen und definieren die für die Fertigung im gesamten Unternehmen weltweit geltenden und einzuhaltenden Standards. Produktionssysteme stellen keine theoretischen Produktionsmodelle oder informatorischen Systeme dar, sondern sie sind auf den praktischen Betrieb ausgerichtet.

Nach der Definition des VERBANDS FÜR ARBEITSGESTALTUNG, BETRIEBSORGANISATION UND UNTERNEHMENSENTWICKLUNG (REFA) [REF18a] bezeichnet das Produktionssystem *„die geregelte und durchgehende Nutzung von Arbeitsprinzipien, Vorgehensweisen und Instrumentarien im gesamten Unternehmen zur effektiven Gestaltung der Prozesse im wirtschaftlichen und sozialen Sinne in allen Geschäftsfeldern.“* Es *„umfasst unternehmensspezifisch unterschiedliche Maßnahmen, z. B. Reorganisation, Durchsetzung der Prozessorientierung, Veränderung der Arbeitsorganisation unter aktiver Mitarbeit der Beschäftigten hieran nach Grundsätzen flexibler Standardisierung.“* Arbeitsprinzipien wie Mitarbeiterbeteiligung, Gruppenarbeit, kontinuierliche Verbesserung, Visuelles Management etc. dienen als bewährte Werkzeuge für die Sicherstellung bzw. Erfüllung von Unternehmenszielen unter veränderten Markt- und Produktionsbedingungen. Diese dienen auch für die Unterstützung der erfolgreichen Anwendung von Zielvereinbarungen und für die Überwindung des ungeordneten oder nur vereinzelt gebrauchten arbeitsverbessernden Prinzipien.

Im Gegensatz zu umfassenden betriebswirtschaftlichen Definitionen bezieht sich der Begriff Produktionssystem in der Managementlehre häufig auf die Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Produktionsplanung. Das Produktionssystem im Zusammenhang mit dem GPS umschreibt vielmehr das Zusammenspiel aus Technik, Organisation und Menschen in der Produktion und lässt sich oft auf ihre Bedeutung hinsichtlich Qualität, Zeit und Kosten reduzieren [Dom15d].

GPS sind heute nicht auf die Teilefertigung beschränkt, sondern für Unternehmen mit Blick auf den weltweiten Wettstreit um Marktanteile, Produktivität und Rentabilität von entscheidender Bedeutung. GPS beziehen sich im allgemeinen auf die Gestaltung der Unternehmensprozesse, ohne diese weiter einzugrenzen. Kaum ein Unternehmen heutzutage kann es sich erlauben, ohne GPS zu produzieren [Dom15d]. Einzelne Unternehmen haben ihre eigenen Produktionssysteme entwickelt, welchen mehr oder weniger das weltweit bekannteste TPS zugrunde liegt, das als Ursprung der Lean Production angesehen werden kann ([Dom06] und [Mer16]).

Trotz seiner Bekanntheit lässt sich das TPS weder als das einzige noch als das erste bekannte industrielle Produktionssystem zählen [Wei16]. Abbildung 6 gibt einen Überblick über die historische Entwicklung der Produktionssysteme.



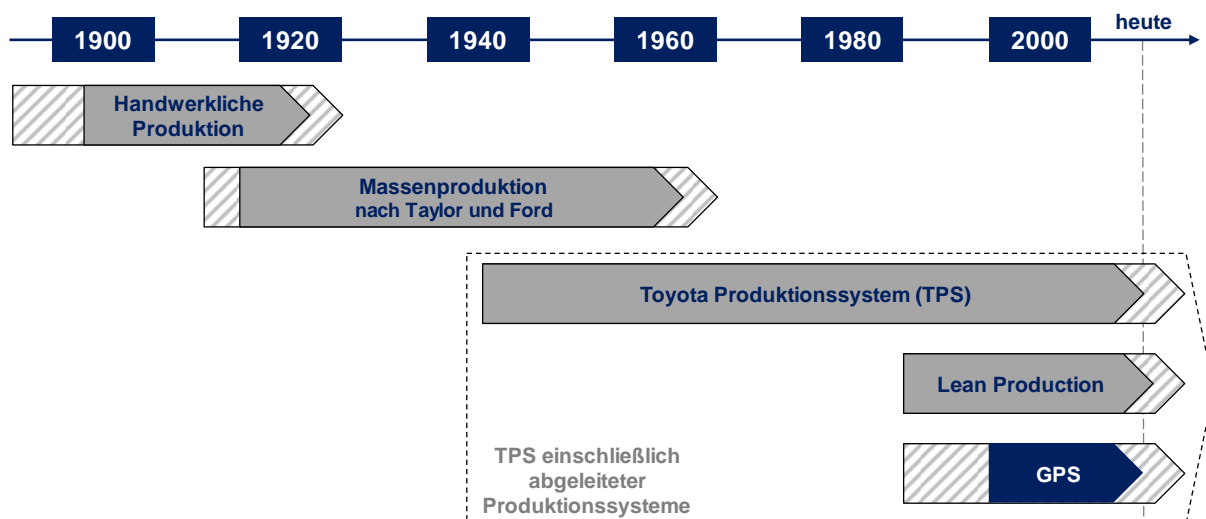


Abbildung 6: Historische Entwicklung der Produktionssysteme nach DOMBROWSKI ET AL. [Dom06]

Vor der ersten industriellen Revolution bis in die 1920er Jahre war die handwerkliche Produktion eine weit verbreitete Art der Produktion. Die Erfindung neuer Maschinen führte dann zum Übergang von Manufakturen zur industriellen Produktion [Dom06]. Die Leistung von TAYLOR und FORD wirken sich noch sehr stark auf heutige Produktionssysteme aus und werden daher besonders hervorgehoben [Dom15d].

Die Entwicklung der Betriebsorganisation beginnt mit FREDERICK W. TAYLOR und FRANK B. GILBRETH. Der verstärkte Einsatz von Maschinen sowie eine wachsende Arbeitsteilung beim Übergang zur Massenproduktion seit dem späten 19. Jahrhundert während der ersten industriellen Revolution führten zu neuartigen Problemen der Fabrik- und Produktionsplanung. Das bestehende Fabrikssystem damals konnte eine effiziente Gestaltung der Produktionsprozesse nicht mehr gewährleisten. Vor dem Hintergrund der Diskrepanz zwischen den Leistungsbedürfnissen der Unternehmensleitungen und den organisatorischen Unzulänglichkeiten des herrschenden Fabriksystems war die Entwicklung der „wissenschaftlichen Betriebsführung“<sup>11</sup> erforderlich. Zugleich entstand mit dem Scientific Management die Bezeichnung „Taylorismus“. Dieses Prinzip bezeichnet eine von einem auf Arbeitsstudien gestützte und vom arbeitsvorbereitenden Management detailliert vorgeschriebene Prozesssteuerung von Arbeitsabläufen. TAYLOR begründete Arbeitsteilung in der Fertigung und wies jedem Mitarbeiter eine genau umschriebene Tätigkeit zu. Gemäß diesem Konzept würde der Mensch ausschließlich durch monetäre Anreize zur Arbeit motiviert. Die darauf basierend entwickelten Methoden stießen schon bei ihrer Einführung auf starke Kritik. Durch die immer stärkere Zerlegung der Arbeit führte dies zu Arbeitsplätzen mit geringem Arbeitsinhalt, zu Monotonie sowie zu einseitiger Belastung und Taktbindung. Der Begriff „Taylorismus“ wird seit den 70er Jahren fast nur noch als Synonym für inhumane Arbeitsgestaltung angesehen und verwendet. ([Fre92], [Sch93] und [Wie10])

Trotzdem ist die nähere Betrachtung der Person und der Leistung von TAYLOR für das Verständnis der Entwicklung der Organisationslehre unerlässlich ([Fre92], [Sch93] und [Wie10]). TAYLOR erkannte die Möglichkeit einer hohen Produktivität durch Ausbildung der Arbeitskräfte sowie Trennung planender und ausführender Arbeit. Basierend darauf führte er Arbeit- und

<sup>11</sup> Ursprünglich auf Englisch: scientific management

Zeitstudien ein [Bra03]. Nach TAYLOR lässt sich ein hohes Rationalisierungspotential durch eine wissenschaftlich fundierte Analyse der Arbeit und durch Planung erschließen. Die Analyse ist mit Anweisungen an die Mitarbeiter verbunden, damit diese ihren individuellen Fähigkeiten entsprechend eine optimale Leistung erbringen können [Bul03] (siehe Abbildung 7). Seine Zeit- und Bewegungsstudien und darauf aufbauenden Untersuchungen erweckten auch die Ideen der Arbeitsteilung bzw. der Zerlegung des Produktionsprozesses in kleine Einheiten [Dom06].

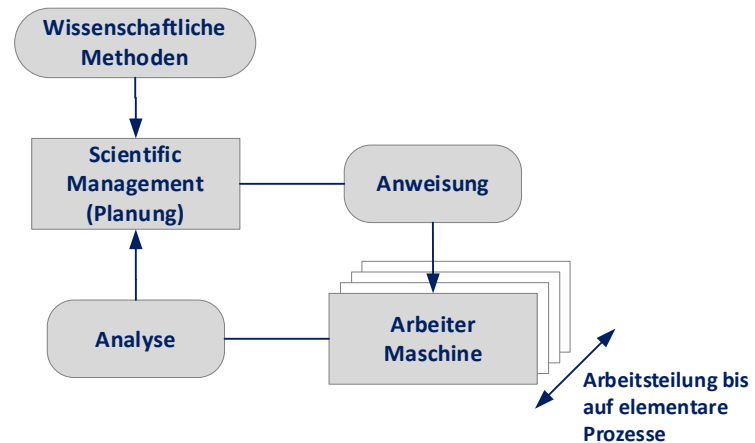


Abbildung 7: Das Taylorsche Prinzip des Scientific Management nach BULLINGER ET AL. [Bul03]

Die Gedanken von TAYLOR orientierten sich am Management der Produktion und forderten im Grundsatz eine Planung der Fertigung [Wes03]. Die aus diesen Gedanken heraus entstandenen Zeit- und Lohnsysteme sowie die neuen Organisationsformen existieren zum Teil noch heute.

Zum Beginn des 20. Jahrhunderts hat HENRY FORD die von TAYLOR vorgeschlagenen Maßnahmen zur Arbeitsteilung und -vereinfachung in Form einer Fließbandfertigung für die Massenproduktion des Ford T-Modells umgesetzt, welche auch TAIICHI OHNO [Ohn09] als das erste Autoproduktionssystem anerkannt hat. Das gesamte Ford-Produktionssystem wurde durch eine in Schritten mit einer einheitlichen Taktzeit aufgeteilte Fertigung optimiert, während der Transport der Autos über ein Fließband mechanisiert wurde [Bec08]. Dem Erfolg des T-Modells lagen die produktionsgerechte Konstruktion und auch der Fortschritt in der Messtechnik und in der Bearbeitung von Stahl zugrunde. Mit der Einführung des Fließbands ließen sich Mitarbeiter, Material und Betriebsmittel an einem optimalen Standort aufstellen. Die Bewegung der Mitarbeiter sowie der Transport von Betriebsmitteln wurden dadurch deutlich verringert. Zudem wurde das Arbeitstempo von Mitarbeitern durch das Fließband vorgegeben, sodass eine möglichst Vollaussnutzung bzw. Verwendung der menschlichen Kraft nach Taylors Grundsätzen realisiert wurde [Dom15d]. Neben seinem Erfolg hatte das Ford-Produktionssystem einige negative Auswirkungen wie Monotonie, schnelle Ermüdung, Verkümmern nicht gebrauchter Fähigkeiten und soziale Isolation zur Folge [Bra03].

Als Ford zum Pionier der Massenproduktion und sein erfolgreiches T-Modell das meistverkaufte Auto der Welt wurde, habe er gesagt, dass jeder Kunde sein Fahrzeug in der Farbe seiner Auswahl bekommen könne, solange sie schwarz sei [For23]<sup>12</sup>. So eine Massenproduktion lässt sich heute für die Produktion eines individualisierbaren Produkts mit stetig steigenden Ausstattungsvarianten neben den größeren Mengen aufgrund des Trends der zunehmenden Differenzierung der Nachfrage schlecht vorstellen [Nyh08].

Im Vergleich zur Massenproduktion in den USA und Europa herrschten andere Rahmenbedingungen in der Nachkriegszeit in Japan vor [Dom15d]. Um die Unterschiede im japanischen Autoproduktionssystem denen von USA und Europa gegenüberzustellen, wurde die weltweite

<sup>12</sup> Ursprünglich im Buch: „Any customer can have a car painted any colour that he wants so long as it is black.“

Automobilstudie „International Motor Vehicle Programm“ (IMVP) Anfang der 90er Jahre am Massachusetts Institute of Technology (MIT) durchgeführt [Wom92]. Durch die Bücher „*The Machine that Changed the World*“ [Wom90] und „*Lean Thinking*“ [Wom96]<sup>13</sup> prägten WOMACK ET AL. erstmals den Begriff „Lean Production“. Eine Haupterkenntnis aus der Studie sind gute Prozesse dank schlanker, flexibler Organisation. Zudem lassen sich die Erfolge der japanischen Unternehmen laut der Studie darauf zurückzuführen, dass die Mitarbeiter zum größten Teil in Teams im Unternehmen eingesetzt werden [Wom90].

Den Begriff „Lean Production“ haben zwar die amerikanischen Forscher geprägt und in weiterer Literatur detailliert, jedoch lag ihrer Forschung die Entwicklung des eigentlichen TPS zugrunde [Lik04]. Das TPS entstand aus einer Notwendigkeit heraus [Ohn09]. Aufgrund der geringen Nachfrage nach Fahrzeugen musste die Automobilproduktion dort sehr flexibel mit geringen Beständen und kleinen Losgrößen arbeiten, dadurch konnten aber die japanischen Unternehmen besser auf den Markt reagieren und sehr hohe Qualität bei geringen Kosten realisieren [Dom15d]. Es bestehen zwei Hauptorganisationsmerkmale in dieser Produktionsform laut WOMAK ET AL. [Wom90]. Zum einen soll das TPS ein Maximum an Aufgaben und Verantwortlichkeit auf jeden für das Erbringen der Wertschöpfung am Auto beteiligten Mitarbeiter übertragen. Zum anderen soll ein System zur Fehlerentdeckung installiert werden, sodass sich jedes entdeckte Problem möglichst schnell wieder auf die letzte Ursache zurückzuführen lässt.

Das TPS besteht vor allem aus einem menschlichen und einem technischen Bestandteil mit dem wichtigsten Ziel, die Wirtschaftlichkeit der Produktion durch konsequente und gründliche Beseitigung jeglicher Verschwendung zu erhöhen [Ohn09]. Der Ansatz, dass die Zeit zwischen Kundenauftrag und Auslieferung bzw. Zahlungseingang möglichst kurz und damit frei von Verschwendung sein soll, liegt dem TPS zugrunde [Dom15d].

LIKER [Lik04] beschreibt das TPS als die ineinandergreifende Anwendung von vier Merkmalen, nämlich Philosophie, Prozess, People / Partners sowie Problemlösung, anhand seines „4P-Modells“ (siehe Abbildung 8): Während die Philosophie das langfristige Denken an langfristige Ziele des Unternehmens darstellt, führen die richtigen Prozesse zum richtigen Ergebnis und eliminieren dadurch die Verschwendung. Zudem werden Mitarbeiter (und Partner) dafür motiviert und beigebracht, mittels Methoden zur Problemlösung nach kontinuierlicher Verbesserung zu streben.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> Die vorliegende Arbeit lehnt sich hauptsächlich an die deutsche Ausgabe [Wom04].

<sup>14</sup> Vgl. auch Weiland [Wei16]

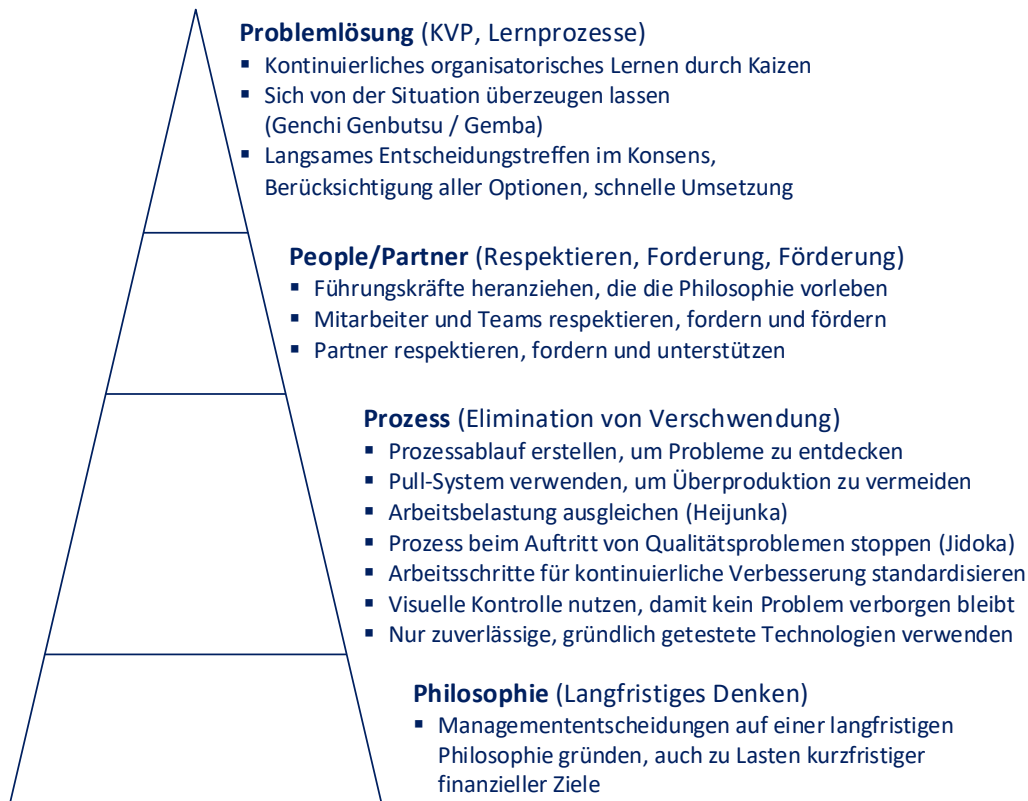


Abbildung 8: Das "4P-Modell" nach LIKER [Lik04]

Das TPS lässt sich im Sinne eines Struktursystems wie ein Haus darstellen (siehe Abbildung 9). Das Dach des Hauses stellt das Ziel dar, die Verkürzung des Produktionsablaufs durch Vermeidung bzw. Beseitigung von Verschwendung zu realisieren. Die wesentlichen Ziele sind z. B. beste Qualität, niedrigste Kosten, kürzeste Durchlaufzeit, größte Sicherheit sowie hohe Arbeitsmoral. Diese lassen sich durch zwei Prinzipien mit entsprechenden Methoden erreichen, welche als Säulen dargestellt sind und sich gegenseitig ergänzen [Her12]. Zum einen hinsichtlich der Technologie baut das Jidoka-Prinzip in jeden Schritt des Produktionsprozesses eine selbstgesteuerte Qualitätskontrolle bzw. Fehlererkennung ein. Fehler und Abweichungen müssen möglichst sofort sichtbar erkannt und umgehend behoben werden, bevor diese zum nächsten Prozessschritt mitgeschleppt werden [Lik04]. Im gesamten Fertigungsprozess ist jedes Teammitglied für die Durchführung von Qualitätskontrollen verantwortlich. Wird ein Fehler bzw. eine Abweichung festgestellt, wird sofort nach einer geeigneten Lösung gesucht [Toy18]. Schließlich erfolgt die Qualitätskontrolle automatisch, sodass der Mitarbeiter nicht beim Produzieren zuzuschauen braucht und eine Mehrmaschinenbedienung möglich ist. Zum anderen hinsichtlich der Logistik besagt das JIT-Prinzip, dass nur die tatsächlich von Kunden gebrauchten Produkte und diese nur zeitgerecht in der von Kunden benötigten Menge ohne Überproduktion hergestellt werden [Er10]. Das JIT-Prinzip sorgt für reibungslose, kontinuierliche sowie optimierte Abläufe in der Produktion und zählt auch zu einer der offensichtlichsten und am weitesten verbreiteten Charakteristika des TPS [Wei16]. Schlussendlich bildet die absolute Zuverlässigkeit aller Produktionsprozesse und Produktionsabläufe das Fundament des TPS-Hauses, die durch die Nivellierung der Produktion, die Stabilisierung und Standardisierung von Prozessen sowie das visuelle Management gewährleistet werden kann ([Er10] und [Lik04]).

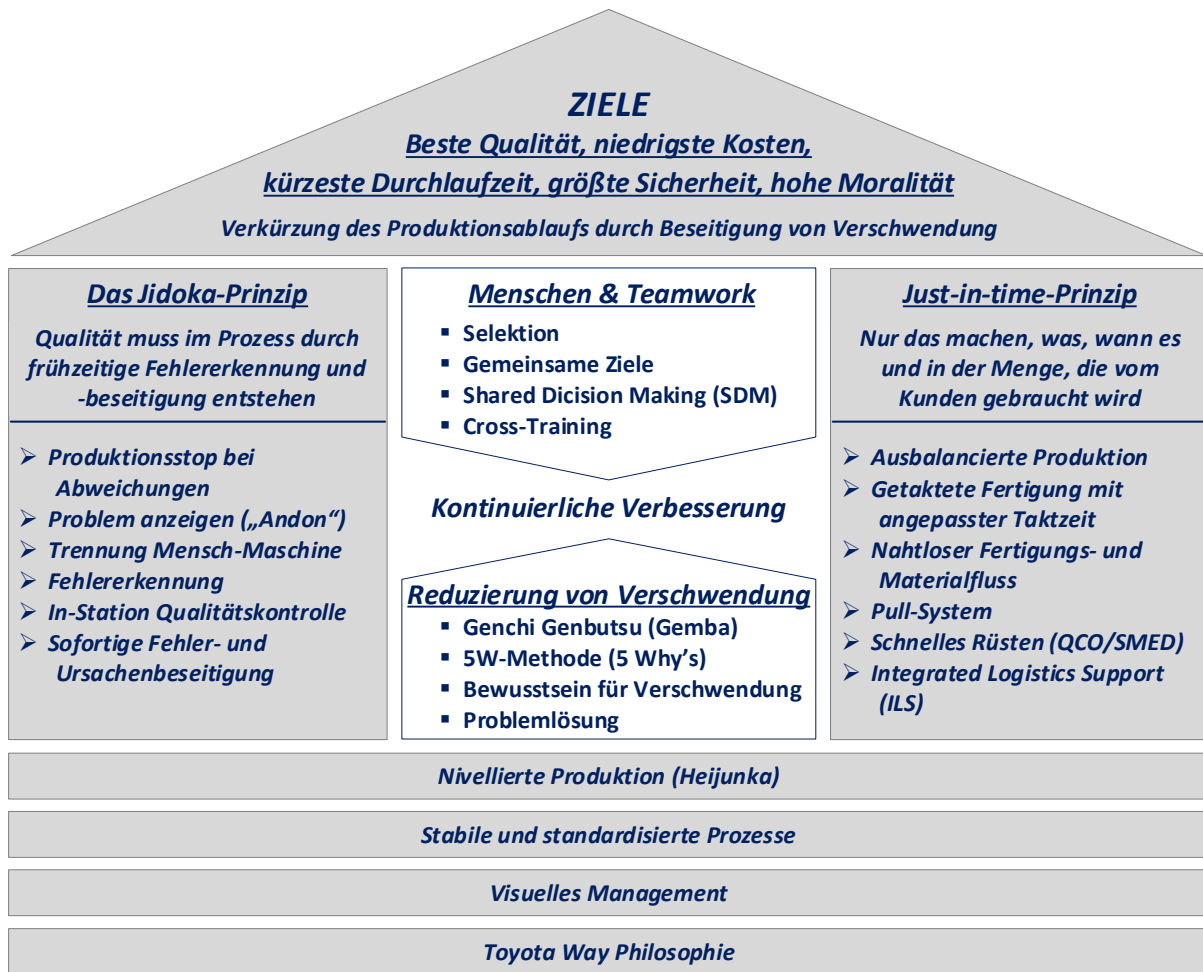


Abbildung 9: Das Toyota-Produktionssystem (nach [Her12] und [Lik04])

Nach TOYOTA [Toy18] ist das TPS Ausdruck des „Toyota Way“, der die Unternehmensphilosophie von Toyota interpretiert. Der „Toyota Way“ basiert auf fünf elementaren Kennwerten, nämlich Challenge, Kaizen und Genchi Genbutsu sowie Respekt und Teamwork, die wiederum den zwei Oberbegriffen der kontinuierlichen Verbesserung und der Achtung des Menschen zugeordnet sind (siehe Abbildung 10). Der „Toyota Way“ ist aus dem TPS intern als der „Toyota spirit of making things“ geworden und wird in allen Unternehmensbereichen gleichsinnig praktiziert [Ohn09].

Noch wichtiger als jedes einzelne Element des TPS-Hauses ist das Zusammenspiel aller Elemente zur Stärkung des gesamten TPS, da jede Schwachstelle das ganze System schwächt [Lik04]. Im Zentrum des TPS stehen nicht nur Mitarbeiter als Mittelpunkt des Denkens, sondern alles Handeln beginnt mit dem Faktor Mensch [Ohn09]. Nach TOYOTA [Toy18] werden Mitarbeiter mit gut definierter Verantwortlichkeit in jedem Produktionsschritt betraut, ermutigt und in die Lage versetzt, die Qualität durch ständige Prozessverbesserung und Vermeidung der Verschwendung aller Ressourcen zu optimieren.

Aus dem TPS ergeben sich viele Werkzeuge bzw. Methoden zur Umsetzung jener Prinzipien wie etwa JIT, Kaizen, Kanban, Pull-System, auf den die Operational Excellence heute basiert. Diese Methoden haben dazu beigetragen, die Revolution der „Lean Manufacturing“ hervorzu- bringen [Lik04]. Einige für die vorliegende Arbeit wichtige Ansätze und Methoden werden in den folgenden Kapiteln eingehend erörtert.

**Kontinuierliche Verbesserung****CHALLENGE**

*„Wir entwickeln eine langfristige Vision, begegnen Herausforderungen mit Mut und Kreativität, um unsere Träume zu verwirklichen.“*

**KAIZEN**

*„Kontinuierliche Verbesserung. Wir verbessern ständig unsere Geschäftsprozesse, treiben stets Neuerungen und Weiterentwicklungen voran.“*

**GENCHI GENBUTSU**

*„Gehe an die Quelle, um die Informationen für die richtige Entscheidung zu finden, bilde Konsens und erreiche die Ziele mit bestmöglicher Geschwindigkeit.“*

**Achtung des Menschen****RESPEKT**

*„Wir respektieren Andere, bemühen uns, einander zu verstehen, übernehmen Verantwortung und geben unser Bestes, um gegenseitiges Vertrauen aufzubauen.“*

**TEAMWORK**

*„Wir fördern persönliche und berufliche Entfaltung, teilen die Möglichkeiten zur Entwicklung und maximieren die Leistung des Einzelnen und der Gruppe.“*

Abbildung 10: Der Toyota-Way nach TOYOTA [Toy18]

Nach MINSEN [Min93] begründet sich der Erfolg der maßgeblich von OHNO entwickelten *lean production* mit der Bezeichnung TPS nicht in einer überlegenen Technik, einer weit vorangehenden Automation o. ä., sondern in einer überlegenen Organisations- und Kooperationsform. Dieser Erfolg hat zur weiteren Verbreitung der systematischen Organisation der Produktion durch Produktionssysteme geführt [Erl10]. Nach LIKER [Lik04] hat das TPS einen globalen Wandel der Herstellungs- und Supply-Chain-Philosophie in nahezu jeder Branche ausgelöst. Das TPS stellt heute ein Managementkonzept dar, welches in allen Unternehmenstypen funktionieren kann [Ohn09]. Im Vergleich zum fest strukturierten Massenfertigungssystem, das nur schwer auf Veränderungen reagiert, zeichnet das TPS hingegen eine sehr hohe Flexibilität aus, damit es die aus unterschiedlichen Marktbedürfnissen resultierenden, schwierigen Bedingungen leicht verarbeiten kann. [Ohn09]

Das TPS-Hausmodell mit Dach, Säulen und Sockeln ist die am weitesten verbreitete grafische Darstellung. Es stellt kein starres Gebäude oder Schema dar und lässt sich nicht für immer festschreiben [Her12]. Viele andere unternehmensspezifische Produktionssysteme zeichnen sich durch einen höheren Detaillierungsgrad mit zusätzlichen Methoden und allgemeinen Prinzipien aus. Die Anzahl der Säulen, der berücksichtigten Methoden und Werkzeuge bzw. die Zuordnung zu einzelnen Elementen des TPS-Hauses lassen sich jeweils deutlich voneinander unterscheiden. Eine überzeugende Grundstruktur, nach der sich jedes Produktionssystem aufbauen lässt, ist nicht vorhanden [Erl10].

In der Praxis haben viele Unternehmen die Lean Philosophie des TPS einfach „kopiert“, ohne diese umfassend zu verstehen [Sta12]. Trotz der Anpassung auf ihre eigenen Prozesse haben viele Unternehmen die Lean Produktion sehr häufig als Rationalisierungsprojekt fehlinterpretiert und sie scheitern bereits bei der Einführung der Produktionssysteme ([Bec08] und [Dom15d]). Der Grund dafür liegt einerseits darin, dass sich viele Unternehmen auf ein bestimmtes Set an schlanken Werkzeugen konzentriert haben, ohne Lean als ganzes System zu verstehen. Andererseits werden Lean Tools nur oberflächlich angewendet oder sogar fälschlicherweise als tiefgründige „Lean Philosophie“ verwechselt. Die Lean Philosophie basiert eigentlich auf dem Toyota Way und beinhaltet einen kulturellen Wandel, der noch tiefer greifend

und mehr umfassend ist als die meisten Unternehmen sich überhaupt vorstellen können. Die Werkzeuge und Techniken stellen nicht die Schlüsselfaktoren des TPS dar, sondern die wesentliche Stärke ist die Verpflichtung der Unternehmensführung zur kontinuierlichen Investition in die Mitarbeiter und zur Förderung einer Unternehmenskultur der kontinuierlichen Verbesserung. Die Produktionssysteme haben sich daraus nicht wesentlich verändert und die Erfolge waren nicht nachhaltig. [Lik04]

Vor dem Hintergrund, dass der Erfolg des TPS nicht in einzelnen Methoden sondern im Gesamtsystem begründet lag, hat sich der Begriff des „Ganzheitlichen Produktionssystems (GPS)“<sup>15</sup> in Deutschland etabliert [Dom15d]. Dabei zeichnen sich insbesondere die Automobilhersteller als Vorreiter mit ihren neuen Ideen, Gestaltungsfeldern und Methoden zwecks Veränderung ihrer Produktion aus [Dom06]. Nach WESTKÄMPER ET AL. [Wes09b] setzen GPS auf eine Skalierung in Raum und Zeit und binden Methoden und Werkzeuge der Selbstoptimierung ein. Die Methoden und Werkzeuge stellen wiederum eine optimale Betriebsführung unter dem Einfluss einer permanenten Veränderung der Randbedingungen und Anforderungen sowie der Zustände des Unternehmens sicher. Ein GPS fokussiert sich nach DOMBROWSKI ET AL. [Dom15b] auf eine Ziel- und Prozessorientierung im Unternehmen und gilt nicht nur als eine Methodensammlung. Die GPS-Gestaltungsprinzipien werden an den Unternehmenszielen und -prozessen ausgerichtet. Die Methodenauswahl bildet die Basis für eine zielkonsistente und kontinuierliche Verbesserung in Hinsicht auf Qualität, Kosten und Zeit. Darüber hinaus setzt ein GPS nach SCHWARZ-KOCHER ET AL. [Sch16] mehr auf die aktive Mitarbeit der Beschäftigten, die neben ihren fachlichen Arbeitsaufgaben in jedem Produktionsschritt und für die Optimierung von Prozessen und Arbeitsweisen gefordert werden. Eine erfolgreiche Anwendung von GPS ermöglicht die Verbesserung der Arbeitsbedingungen der Mitarbeiter und überwindet den Zielkonflikt zwischen ökonomischer Rationalität und arbeitspolitischer Verbesserung.

Inzwischen haben viele Unternehmen, vor allem im Bereich der Automobilindustrie, ihre eigenen GPS entwickelt, die überwiegend auf den von Toyota entwickelten Prinzipien aufbauen (siehe Abbildung 11)<sup>16</sup>. Viele der Prinzipien, Methoden und Werkzeuge, die Toyota zuerst eingeführt hat, liegen auch dem Lean Management zugrunde ([Dom06] und [Her12]). Alle erwähnten Beispiele des GPS in Unternehmen haben zunächst eine Ausrichtung definiert und demnach sämtliche Aktivitäten dieser Zielrichtung unterworfen. Die Anwendung von Methoden richtet sich immer auf die Zielerreichung aus. Erst werden die Prozesse verbessert. Zudem werden Methoden sowie Werkzeuge als Hilfsmittel angesehen, um die funktionierenden Prozesse weiter zu optimieren [Bec08].

---

<sup>15</sup> Der englische Begriff für GPS wird als „lean production system (LPS)“ nach VDI 2870-1 [VDI12] definiert.

<sup>16</sup> Die Abbildung dient nur für die exemplarische Darstellung unterschiedlicher GPS von Unternehmen, jedoch nicht für deren Inhalt.

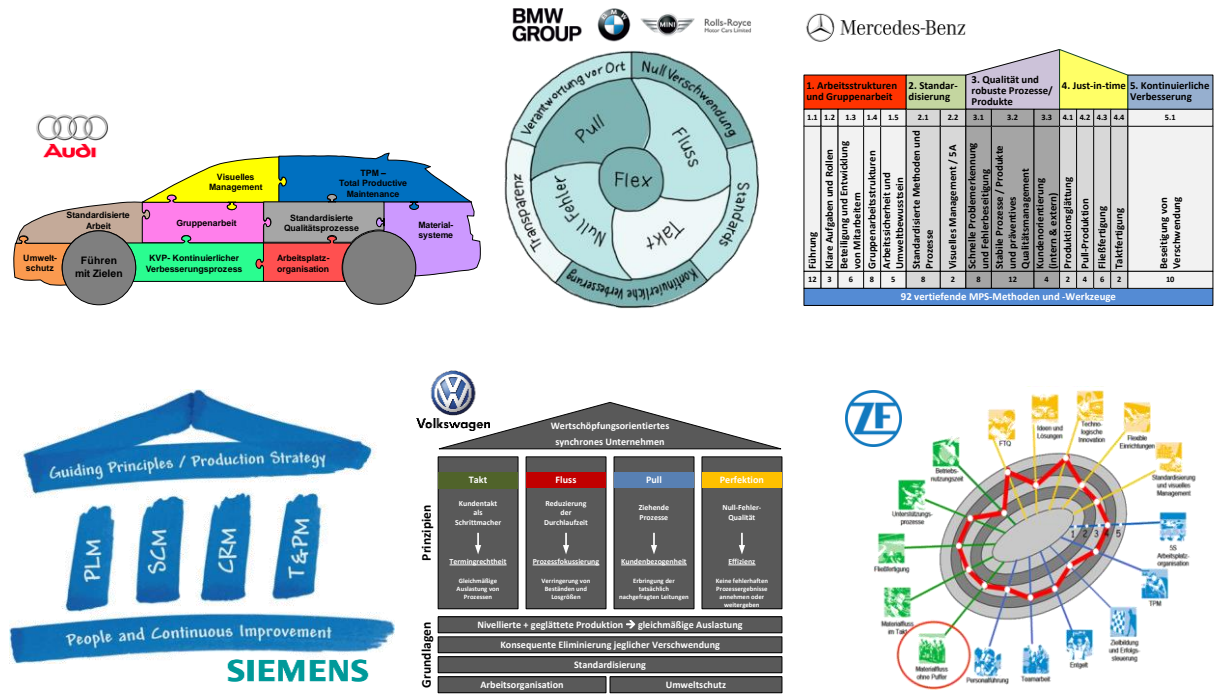


Abbildung 11: Diverse Ganzheitliche Produktionssysteme von Unternehmen<sup>17</sup>

Heutzutage gehören GPS bei Produktionsunternehmen zur gängigen Praxis [Dom15b]. Doch kann eine unstrukturierte und nicht normkonforme Implementierung von GPS zu unvollständig ausgeschöpften GPS-Potenzialen bzw. zur Gefahr des GPS-Scheiterns bei der Einführung führen. Somit ist die Ermittlung einer zeitnahen GPS-Umsetzungsbewertung neben der Einführung einer strukturierten Vorgehensweise zur Implementierung notwendig [Dom15a]. Eine Vereinheitlichung des allgemeinen GPS-Aufbaus erfolgt durch die VDI-Richtlinie 2870-1 [VDI12]<sup>18</sup>.

Gemäß der Definition der Richtlinie bildet ein GPS „[...] ein unternehmensspezifisches, methodisches Regelwerk für die kontinuierliche Ausrichtung sämtlicher Unternehmensprozesse am Kunden, um die von der Unternehmensführung vorgegebenen Ziele zu erreichen.“ Abbildung 12 illustriert den

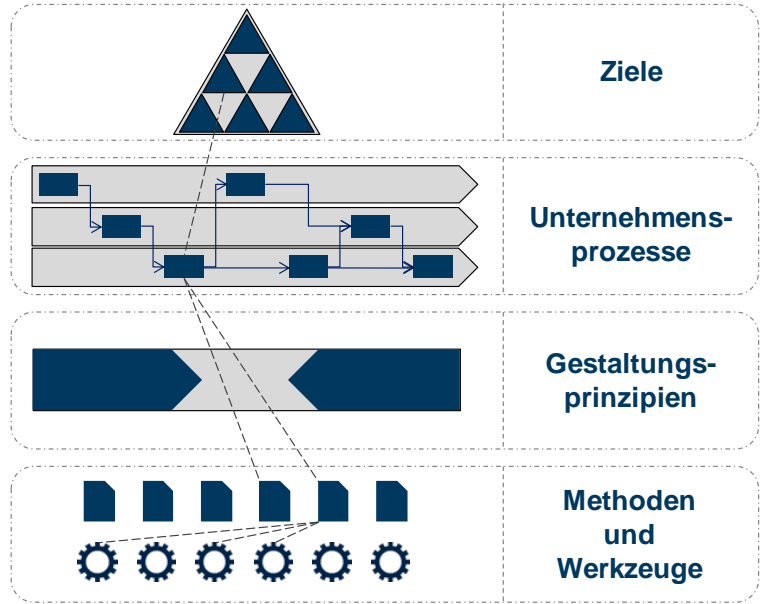


Abbildung 12: Aufbau und Struktur eines GPS nach VDI 2870-1 [VDI12]

<sup>17</sup> Quellen: Fischer (ZF Friedrichshafen AG) [Fis14], Hageni [Hag12] nach Siemens AG, Herlyn [Her12] (sic!: Fehler im ursprünglichen Bild 1.35 bei Punkt 3.3), Humpert (Mercedes Benz) [Hum09], Kabel (Audi AG) [Kab06], Moser (ZF Friedrichshafen AG) [Mos10], de Vries (Volkswagen) [VRI12], Wendt (BMW Group) [WEN16] und eigene Recherchen.

<sup>18</sup> Vgl. Dombrowski et al. [Dom15c]



Aufbau bzw. die Struktur eines GPS nach VDI 2870 ([VDI12] und [VDI13]). Bei der Einführung und Konzeption eines GPS werden zunächst aus Visionen und Mission des Unternehmens die Unternehmensstrategie festgelegt und daraus die Unternehmensziele abgeleitet. Die Zielumsetzung wirkt sich auf die Abwicklung der Unternehmensprozesse aus. Der Themenbereich zur Umsetzung der zusammengehörigen Unternehmensziele in den Unternehmensprozessen lässt sich durch Gestaltungsprinzipien abdecken. Durch die Auswahl der Gestaltungsprinzipien werden die zur Zielerreichung anzuwendenden Methoden und Werkzeuge selektiert, strukturiert und eingesetzt ([Dom15c] und [VDI12]).

Die acht GPS-Gestaltungsprinzipien und deren dazugehörigen Methoden nach VDI 2870 ([VDI12] und [VDI13]) werden in Abbildung 13 in einem Überblick dargestellt. Eine Auswahl von Methoden nach dieser Richtlinie sowie einige andere für die vorliegende Arbeit benötigte Methoden in Bezug auf Produktionsmanagement werden nachfolgend in Kapitel 2.4 detailliert vorgestellt. Methoden für das Gestaltungsprinzip „Mitarbeiterorientierung & zielorientierte Führung“ werden zusammen mit dem Human-Resource-Management in Kapitel 2.5 aufgezeigt. Die Methoden des Gestaltungsprinzips „Kontinuierlicher Verbesserungsprozess“ werden in Kapitel 2.6 „Change Management“ eingegliedert.

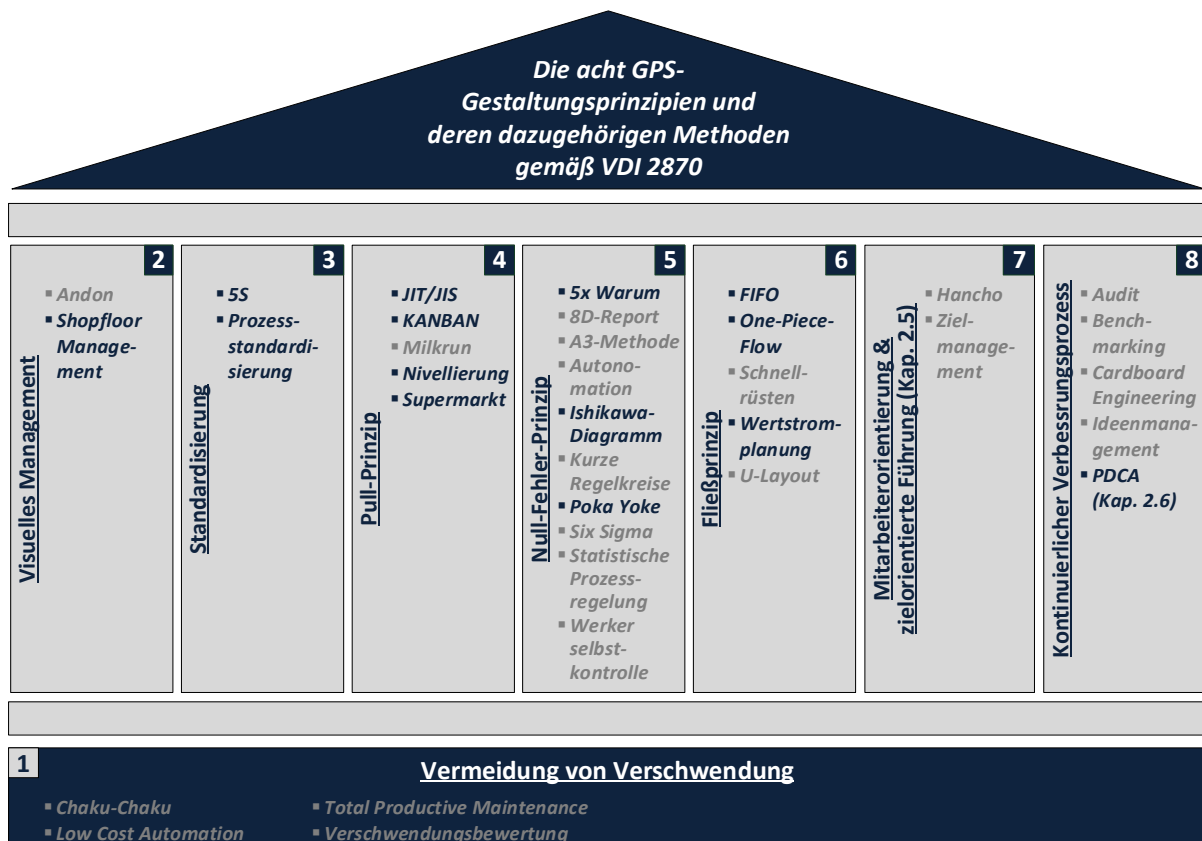


Abbildung 13: Gestaltungsprinzipien und Methoden nach VDI 2870 ([VDI12] und [VDI13])<sup>19</sup>

Ein GPS ist bestrebt, Verschwendung zu vermeiden, die Sicherstellung einer nachhaltigen Gewinnrealisierung kontinuierlich zu verbessern, die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens zu sichern bzw. zu steigern sowie eine kontinuierliche Verbesserungsmentalität im Kulturwandel bei Mitarbeitern zu realisieren. Dabei stellt nicht die Anzahl der angewendeten Methoden

<sup>19</sup> Die in grau markierten Methoden werden in der vorliegenden Arbeit nicht ausführlich interpretiert.

und Werkzeuge für den Erfolg des GPS den Schlüsselfaktor dar, sondern vielmehr das Verständnis der Wirkzusammenhänge [VDI12]. Die Methodenauswahl gilt grundsätzlich für den Abgleich der Wirkung der Methoden mit den anvisierten Unternehmenszielen. Im Allgemeinen existieren zwei Ansätze, nämlich der problemorientierte und der gestaltungsprinziporientierte Ansatz, zur Auswahl geeigneter Methoden. Während der problemorientierte Ansatz bei unbekanntem Problemursachen bzw. fehlender Festlegung der Gestaltungsprinzipien eingesetzt wird, werden Methoden beim gestaltungsprinziporientierten Ansatz je nach Zielsetzung des Unternehmens über die thematische Zusammenfassung ausgewählt [VDI13]<sup>20</sup>. Die Inhalte der Richtlinie zum GPS können für unterschiedliche Branchen und sowohl in mittleren bzw. Großunternehmen als auch in KKV angewendet werden [VDI12]. Das GPS entfaltet seine volle Wirkung im Sinne einer Lean Enterprise erst, wenn es sich auf das gesamte Unternehmen bezieht [Dom15d].

### 2.2.3 Verschwendung und 3 Mu

Gemäß VDI 2870 [VDI12] erzielt ein GPS die konsequente Ausrichtung sämtlicher Unternehmensprozesse am Kundenbedarf. Ein Umdenken in allen Prozesselementen sowie zahlreiche Veränderungen sind bei der Umsetzung der Produktion für die Ziele eines GPS nach Bedarf erforderlich [Bec08]. Die Vermeidung von Verschwendung lässt sich zu einem der am häufigsten kommentierten Änderungsansätze bzw. der wichtigsten Gestaltungsprinzipien des GPS zählen ([Sch15b] und [VDI12]). Bereits in den 1950er Jahren betonte DEMING [Dem00] die Qualitätserhöhung sowie die Zeit- und Kostenreduzierung durch die Vermeidung von Verschwendung. OHNO [Ohn09] zufolge verfolgt die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Produktion durch konsequente und gründliche Beseitigung jeglicher Verschwendung.

Nach WOMACK und JONES [Wom04] lässt sich jede menschliche Aktivität in einem Wertschöpfungsprozess mit Ressourceneinsatz aber ohne Wertschöpfung als Verschwendung bezeichnen. Laut SYSKA [Sys06] ist die Verschwendung die offensichtlichste Ursache für die Entstehung von Verlusten im Unternehmen. DOMBROWSKI und MIELKE [Dom15d] zufolge ist Verschwendung alles, wofür der Kunde nicht bereit zu zahlen ist. Mithilfe der folgenden Gleichung definiert OHNO [Ohn09] den Rest der gegenwärtigen Arbeitskapazität außer der notwendigen Arbeit als Verschwendung.

$$\text{Gegenwärtige Kapazität} = \text{Arbeit} + \text{Verschwendung}$$

Basierend auf der Definition nach OHNO [Ohn09] haben SCHMIDTCHEN und THEIL [Sch15b] den Zusammenhang von Wertschöpfung und Verschwendung überarbeitet bzw. angepasst. Die Tätigkeiten in der Produktion lassen sich grundsätzlich zwischen wertschöpfenden, nicht-wertschöpfenden aber notwendigen bzw. nicht-wertschöpfenden Tätigkeiten unterscheiden. Nach ihrer Definition zählen alle nicht-wertschöpfenden Tätigkeiten zu Verschwendung. Beide oben erwähnte Definitionen lassen sich in Abbildung 14 darstellen.

---

<sup>20</sup> Vgl. Dombrowski et al. [Dom15b]

Definitionen der Verschwendung

1: nach OHNO

2: nach SCHMIDTCHEN und THEIL

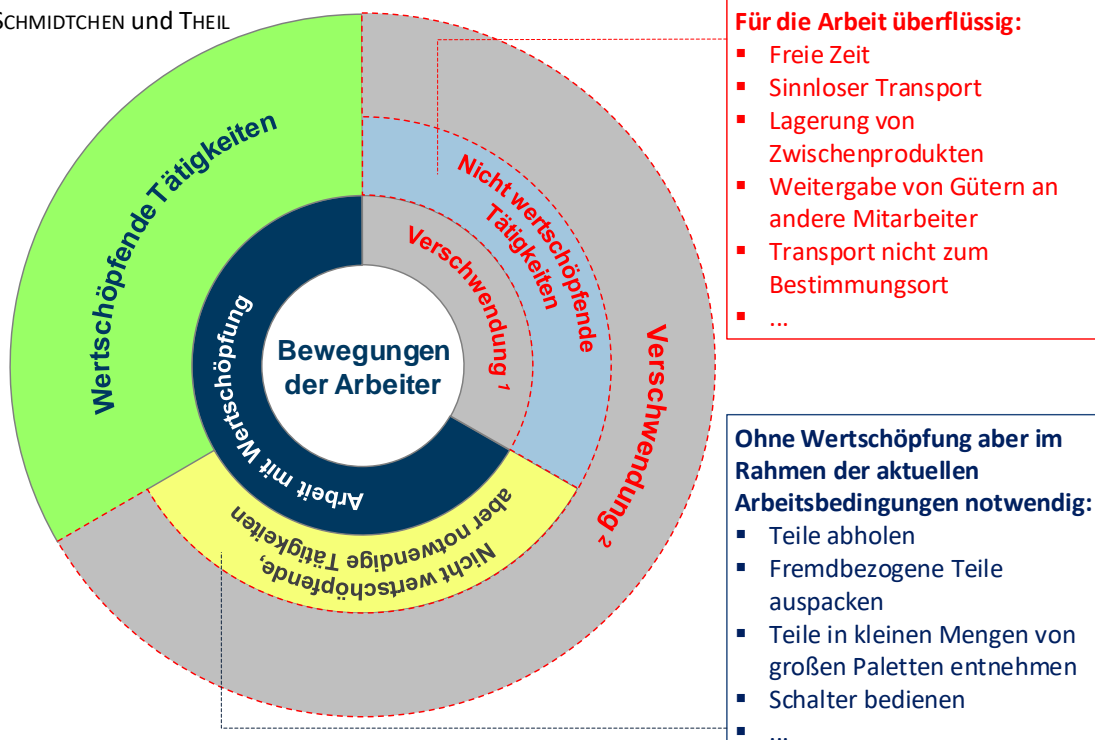


Abbildung 14: Zusammenhang Wertschöpfung und Verschwendung (nach [Ohn09] und [Sch15b])

MÄHLCK und PANSKUS [Mäh93] zufolge kann Verschwendung nicht nur einzelwirtschaftlich durch beispielsweise Liegezeiten, Fehler, Kosten, indirekte Arbeit oder Arbeitskräften definiert werden, sondern auch gesamtwirtschaftlich durch Verschwendung von Umweltressourcen oder menschlichen Beziehungen. Diese werden nach BRUNNER [Bru11] wiederum zwischen Verschwendung bezogen auf Menschen, Material bzw. Maschine unterschieden. Auch nach WOMACK und JONES [Wom04] lassen sich zwei Typen von Verschwendung unterscheiden. Die nicht-wertschöpfenden aber notwendigen Tätigkeiten werden als Scheinleistung und als Verschwendungstyp I bezeichnet, die aufgrund der gegenwärtigen Technologien und Fertigungseinrichtungen des Produktionssystems und zur Erfüllung der Kundenaufträge unvermeidbar sind. Solche Verschwendung kann jedoch mit Hilfe von längerfristigen Maßnahmen mit der Entwicklung der Technologien behoben werden [Wes08]. Hingegen lassen sich die nicht-wertschöpfenden Tätigkeiten ohne Einschränkungen als Blindleistung bzw. Verschwendungstyp II bezeichnen, die unmittelbar zu beseitigen ist.

Generell lässt sich Verschwendung in die folgenden sieben Kategorien<sup>21</sup> einteilen ([Bec08], [Ohn09], [Sys06] und [VDI12]):

- Transport (**T**ransportation)
- Bestände (**I**nventory)
- Überflüssige Bewegungen (**M**otion)
- Wartezeiten (**W**aiting)
- Überproduktion (**O**verproduction)

<sup>21</sup> Eine einfache aber wirkungsvolle Eselsbrücke für das Merken der sieben Arten der Verschwendung lässt sich durch das Akronym „TIMWOOD“ darstellen. Vgl. auch URL: <http://www.lean-production-expert.de/lean-production/7-verschwendungsarten.html> ([Lea18], Abrufdatum 01.06.2018).

- Unnötige Bearbeitungsschritte (**O**verprocessing)
- Defekte Produkte (**D**efects and touch up)

Ein Überblick über die sieben Arten von Verschwendung sowie deren möglichen Ursachen bzw. entsprechenden Lean Methoden zur Vermeidung ist in Abbildung 15 dargestellt.

Verschwendungsart	mögliche Ursachen	Lean Methoden zur Vermeidung
<b>Transport</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zu viele Bearbeitungsschritte</li> <li>▪ Entfernte innerbetriebliche Wertschöpfungsschritte</li> <li>▪ Transport in Zwischenlager</li> <li>▪ Lange Wege vom/bis zum Lagerplatz</li> <li>▪ Unzureichende Gestaltung des Arbeitsplatzes</li> <li>▪ Holen von Werkzeugen oder Unterlagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Materialfluss</li> <li>▪ Produkt-/Wert-/Prozessorientierung</li> <li>▪ Pull-Steuerung mittels Kanban</li> <li>▪ Just-in-time Bereitstellung</li> </ul>
<b>Bestände</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kauf großer Materialmengen</li> <li>▪ Gesammelte Aufträge</li> <li>▪ Schlechte Arbeitsplanung</li> <li>▪ Falsches Forecast</li> <li>▪ Überproduktion als Puffer für Kompensation</li> <li>▪ Ineffiziente Auftragsverteilung</li> <li>▪ Zwischenbestände aufgrund Kommunikationsprobleme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Just-in-time Bereitstellung</li> <li>▪ Pull-Steuerung mittels Kanban</li> <li>▪ Taktzeit</li> <li>▪ Lieferantenan kopplung</li> <li>▪ Verringerung Losgröße</li> <li>▪ One-Piece-Flow</li> </ul>
<b>Bewegungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Suche nach Material und Teilen</li> <li>▪ Suche nach Werkzeugen</li> <li>▪ Weite Wege zu Lagerplätzen</li> <li>▪ Geringe Automatisierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 5S-Konzept</li> <li>▪ Standardisierung</li> <li>▪ Adressen und Stellflächen</li> </ul>
<b>Wartezeiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nicht abgestimmte Kapazitäten</li> <li>▪ Ungeplante Tätigkeiten</li> <li>▪ Zu hohe Arbeitsteilung</li> <li>▪ Lange Rüstzeiten</li> <li>▪ Material- und Teilemangel</li> <li>▪ Maschinenstillstand</li> <li>▪ Warten auf Entscheidung (geringe Eigenverantwortlichkeit)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Multi-Machine / Process-Handling</li> <li>▪ Materialfluss im U-Layout</li> <li>▪ SMED (Single Minute Exchange of Die)</li> <li>▪ Andon Tafel</li> </ul>
<b>Überproduktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schwund</li> <li>▪ Ausschuss</li> <li>▪ Doppelarbeit</li> <li>▪ Produktion auf Lager</li> <li>▪ Falsche prognostizierte Stückzahl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nivellierung und Glättung</li> <li>▪ One-Piece-Flow</li> <li>▪ Mixed-Model-Production</li> </ul>
<b>Unnötige Bearbeitungsschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nacharbeit</li> <li>▪ Unzureichende Vorrichtungen und Werkzeuge</li> <li>▪ Unzureichende oder unzuverlässige Transportsysteme</li> <li>▪ Komplizierte Rüstzeiten/ ungünstiges Fertigungsverfahren</li> <li>▪ Mangelhaft ausgebildete Mitarbeiter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kaizen</li> <li>▪ Qualitätszirkel</li> <li>▪ Vorschlagwesen</li> <li>▪ Reduzierung der Komplexität des Prozesses</li> <li>▪ Entwicklung von Fähigkeiten und Befugnissenanpassung</li> </ul>
<b>Ausschuss/ Nacharbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unachtsamkeit</li> <li>▪ Schlechtes Material</li> <li>▪ Mangelhafte Ausbildung der Mitarbeiter</li> <li>▪ Unzureichende Sauberkeit und Übersicht am Arbeitsplatz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Internes Kunden-Lieferanten-Verhältnis</li> <li>▪ Selbst-/Folgeprüfung</li> <li>▪ Autonomation</li> <li>▪ Null-Fehler-Methode</li> <li>▪ Band-Stop-System</li> <li>▪ Poka-Yoke-Mechanismus</li> <li>▪ 5S-Konzept</li> <li>▪ Visuelles Management</li> </ul>

Abbildung 15: 7 Arten der Verschwendung und Lean Methoden zur Vermeidung (nach [Lea18], [Ohn09], [RWT18], [Sys06] und [VDI12])

Nach OHNO [Ohn09] verbessert die vollständige Beseitigung von Verschwendung die betriebliche Rentabilität erheblich. Außer nur die benötigten Stückzahlen von Produkten herzustellen,

spielt die Reduzierung der Anzahl von Arbeitskräften ebenfalls eine wichtige Rolle. Überschüssige Arbeitskräfte sind jedenfalls freizusetzen. Durch die Beseitigung überflüssiger und sinnloser Arbeitsplätze wird der Wert der Arbeit erhöht. Jedoch lassen sich überschüssige Arbeitskräfte identifizieren und effektiv einsetzen, anstatt die Arbeiterschaft zu reduzieren. BRUNNER [Bru11] zufolge zählen ungenutzte Kreativitätspotentiale von Mitarbeitern wie beispielsweise Talente, Fachwissen und Kompetenzen ebenfalls zu Verschwendung. Diese wird als eine weitere Art von Verschwendung erkannt.

Die somit insgesamt beschriebenen acht Verschwendungsarten leisten keine Wertschöpfung und stellen das größte Verlustpotential dar. Verschwendung in diesem Zusammenhang wird häufig mit dem japanischen Begriff „Muda“ bezeichnet ([Bru11], [Ohn09] und [VDI12]). Bei der Einführung des GPS wird der Fokus hauptsächlich auf die Vermeidung von Verschwendung im Sinne von „Muda“ gesetzt [Sch15b]. Ein wichtiger Grundsatz von GPS ist nicht nur die Vermeidung von „Muda“, sondern die Vermeidung und Eliminierung der „3 Mu's“ [Bru11]. Neben „Muda“ existieren noch die zwei weiteren Typen von Störungen im Produktionsprozess, welche als „Muri“ und „Mura“ bezeichnet werden.

„Muri“ bezieht sich auf die durch Überbeanspruchungen von Menschen bzw. Maschinen im Rahmen des Arbeitsprozesses entstandenen Verluste [Sys06]. Bezogen auf Menschen handelt es sich beim Mitarbeiter um körperliche und geistige Überbeanspruchung in Form von Übermüdung, Stress, Fehlerhäufigkeit und Arbeitsunzufriedenheit. Zudem treten die Überlastungen bei einer Maschine im Herstellungsprozess durch mangelnde Harmonisierung des Produktionsflusses oder Planungsfehler auf [Bru11]. Während eine Überlastung bei Menschen zu Gesundheits-, Sicherheits- und Qualitätsproblemen führt, hat die Überlastung bei einer Maschine Unterbrechungen, Ausfälle oder technische Defekte zur Folge [Sch15b].

„Mura“ bezeichnet die Unausgeglichenheit, Ungleichmäßigkeit und unregelmäßige Produktion infolge interner Probleme, welche sich in Verlusten durch Warteschlangenbildung oder durch nicht optimal ausgelastete Kapazitäten ausprägen [Bru11]. Mura wird als Ursache von Muda und Muri angesehen. Unausgeglichenheit entsteht durch nicht genügend aufeinander abgestimmte Fertigungskapazitäten und -bedarfe. Kurzfristig veränderte Produktionsplanungen oder Probleme wie Maschinenstillstände oder Fehlteile verursachen ungleichmäßige Auslastungen [Sch15b].

Es besteht also eine direkte Verbindung zwischen den „3 Mu's“ und hinter ihnen verbirgt sich eine Vielzahl von Störungen im Produktionsprozess. OHNO [Ohn09] zufolge muss die Effizienz auf jeder Stufe des Unternehmens als Ganzes gleichzeitig verbessert werden und die sinnvolle Verbesserung der Effizienz ist mit Kostensenkung verbunden. Nach SYSKA [Sys06] ist die Eliminierung von Verschwendung nach deren Identifikation weniger problematischer als die Identifikation bzw. das Erkennen der Verschwendung an sich. Im Sinne der Kaizen-Strategie erfordert eine ganzheitliche Verbesserung die Berücksichtigung aller drei Mu's, d. h. die Beseitigung von Verschwendung, die Eliminierung von Überlastungen und die Vermeidung von Unausgeglichenheit durch eine gleichmäßige nivellierte Produktion [Bru11]. Sämtliche Mitarbeiter aller Hierarchieebenen eines Unternehmens sollten die Entwicklung eines Bewusstseins für die Vermeidung von Verschwendung in ihrem Arbeitsumfeld anstreben.

### 2.3 Produktionsmanagement und Produktionsplanung

Die Ursachen der Entstehung aller drei Mu's, nämlich Verschwendung (Muda), Überlastung (Muri) und Unausgeglichenheit (Mura), lassen sich auf mangelhaftes Produktionsmanagement zurückführen. Je nach den Erscheinungsformen in der betrieblichen Praxis, ob es sich um

einsatzbezogene, prozessbezogene oder programmbezogene Produktionstypen handelt, ergeben sich verschiedene Arten von Produktionsproblemen. Die Bildung der Erscheinungsformen dient als Grundlage für die Formulierung von Entscheidungsmodellen, die im Zusammenhang mit der Vorbereitung, Durchführung und Kontrolle der Produktion einschließlich der resultierenden logistischen Prozesse gestaltet werden müssen. Die Bewältigung der Produktionsprobleme und somit die möglichst effiziente Konfiguration und Gestaltung von Produktionssystemen ist die Aufgabe des Produktionsmanagements. [Gün05]

### 2.3.1 Grundlagen des Produktionsmanagements

Gemäß der Definition von REFA [REF18b] versteht man unter dem Begriff Produktionsmanagement die Organisation der für die Produktion sowie den Verkauf von bestimmten Waren erforderlichen Ressourcen und Vorgänge. In erster Linie bezieht sich das Produktionsmanagement auf die Fertigungsindustrie und übernimmt die Aufgaben der Planung, Organisation, Durchführung und Kontrolle der Wertschöpfungs- sowie industrieller Leistungserstellungsprozesse.

Nach STEVEN [Ste14] umfasst das Produktionsmanagement den Bereich der Produktionswirtschaft, der sich mit der Ausgestaltung des Produktionsbereichs und den Produktionsabläufen beschäftigt, insbesondere mit der Organisation des Produktionsgeschehens, der Planung der Ausführung verschiedener Produktionsprozesse sowie der Steuerung der Durchführung dieser Produktionsprozesse. Nach SCHUH und SCHMIDT [Sch14] beinhaltet es sämtliche Aufgaben zur Gestaltung, Planung, Überwachung und Steuerung eines Produktionssystems und der betrieblichen Ressourcen wie Menschen, Maschinen, Materialien und Informationen. Dem Produktionsmanagement obliegt ZÄPFEL [Zäp00] zufolge die Willensbildung und -durchsetzung im Bereich der Leistungserstellung eines Unternehmens, d. h. in prozessualer Sicht die zielorientierte Planung und Steuerung der Leistungserstellung. Aus funktioneller Sicht handelt es sich beim Produktionsmanagement nach DYCKHOFF [Dyc92] um die Aufgaben und Tätigkeiten des Produzenten im Kontext der Planung und Kontrolle der Produktion in Verbindung mit der Organisation und dem zugehörigen Personaleinsatz.

Hinsichtlich der Bedeutung, der Auswirkung und des Zeitraums sowie der zu bewältigenden Managementaufgaben lässt sich das Produktionsmanagement üblicherweise hierarchisch in strategisches, taktisches und operatives Produktionsmanagement untergliedern. Die drei Phasen des Produktionsmanagements unterscheiden sich durch ihren Planungshorizont, ihre Planungsinhalte und ihre Verfahren (siehe Abbildung 16).

Das strategische Produktionsmanagement antizipiert relevante Veränderungstreiber und stößt die Anpassung der Organisation an veränderte Bedingungen an [Sch14]. Es beschäftigt sich mit der Ausrichtung und den langfristigen Zielen der Produktion und des Produktionssystems eines Unternehmens auf Basis der auf der normativen Ebene definierten Ziele, Prinzipien und Normen [Her12]. Die Aufgabe des strategischen Produktionsmanagements besteht darin, die langfristigen Rahmenbedingungen zu schaffen, unter denen sich ein Unternehmen erfolgreich entwickeln kann [Gün05]. Dabei werden Entscheidungen in Bezug auf beispielsweise Standortplanung, Unternehmenskultur und -philosophie, Produktionsprogramm, Produkt- und Prozessqualität, Investition und Finanzierung, Innovation und Technologien getroffen [Ste14]. Der Planungshorizont beim strategischen Produktionsmanagement umfasst in der Regel fünf bis zehn Jahre. Gleichzeitig gewährleistet das strategische Produktionsmanagement die Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens, insofern weist es eine hohe Relevanz für den zukünftigen Erfolg bzw. Misserfolg eines Unternehmens auf [REF18b].

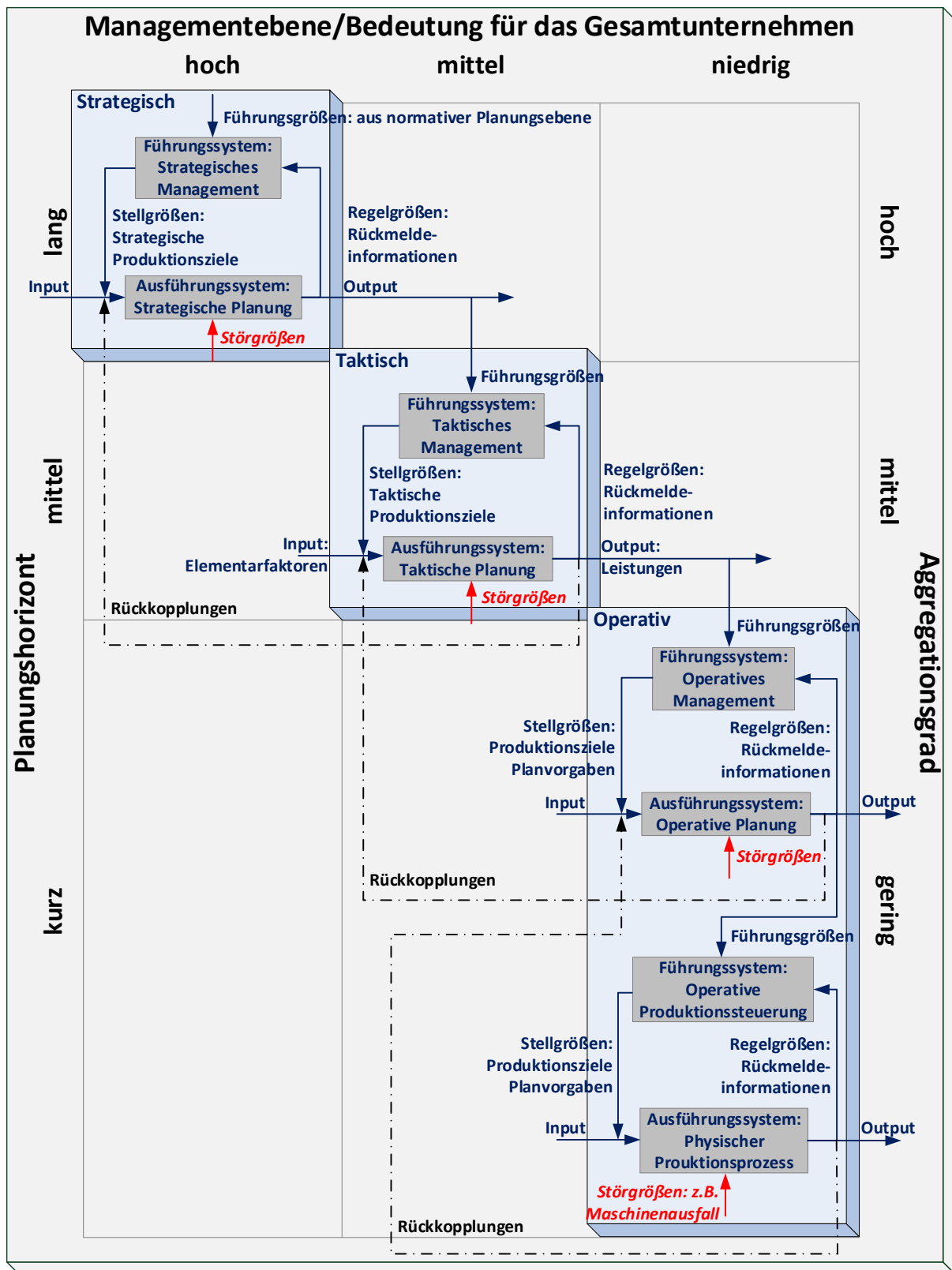


Abbildung 16: Kennzeichnung und Regelkreise des Produktionsmanagements (nach [Gün05] und [Zäp00])

Das taktische Produktionsmanagement beschäftigt sich mit der mittelfristigen Umsetzung der strategischen Entscheidungen über den effektiven und effizienten Einsatz der verfügbaren Ressourcen in einem Planungshorizont zwischen einem und fünf Jahren [REF18b]. Wichtige Aufgaben des taktischen Produktionsmanagements sind die Produktionsprogrammplanung,

die Planung der Nutzung der Produktionskapazitäten und die Gestaltung der Abläufe in der Fertigung [Ste14]. Diese beinhalten die Konkretisierung der Unternehmensstrategien, wobei vor allem Entscheidungen über die Festlegung der Produktionskapazität und Produktionstechnologie sowie die Anpassung der Fertigungsstrukturen und Arbeitsorganisation an die sich ändernden Prozesse und Produkte zu fällen sind [Her12]. Die Ergebnisse des taktischen Produktionsmanagements lassen sich in der Folge an die operative Planungsebene weitergeben. Das operative Produktionsmanagement verfügt über den kürzesten Planungshorizont und bezieht sich auf die produktiven Vorhaben innerhalb eines Jahres [REF18b]. Die Aufgaben des operativen Produktionsmanagements umfassen den möglichst optimalen Einsatz des vorhandenen Produktionsapparates und den wirtschaftlichen Vollzug der Aufgabenerfüllung unter Zugrundelegung der Entscheidungen des strategischen und taktischen Produktionsmanagements [Zäp00]. Es beschäftigt sich mit der kurzfristigen Planung sowie Vorbereitung aller erforderlichen Maßnahmen zur Erfüllung der Kundenaufträge [Her12] und verfolgt das Ziel, die Produkte und Leistungen eines Unternehmens in der erforderlichen Menge und Qualität zu einem festgelegten Termin und unter Einsatz des geringstmöglichen Kostenaufwands zu erstellen [Sch14]. Das operative Produktionsmanagement steuert alle am Leistungsvollzug beteiligten Organisationseinheiten, wobei die taktischen Entscheidungen weiter detailliert und konkretisiert werden [Ste14]. Die Ergebnisse des operativen Produktionsmanagements lassen sich anschließend als Arbeitspläne an das physische Produktionssystem zur konkreten Ausführung weitergeben. Die konkrete Umsetzung der operativen Produktionsprogramme wie die Materialbedarfsplanung, die Auftragsterminierung, die detaillierte Ressourceneinsatzplanung erfolgt in der dispositiven Planungsebene. In der Steuerungsebene werden Maßnahmen und Entscheidungen für die Gewährleistung der Ausführung der Produktion nach den Planvorgaben getroffen [Gün05].

Das Leistungserstellungssystem in einzelnen Aufgabenbereichen des strategischen, taktischen und operativen Produktionsmanagements lässt sich als ein Regelkreis auffassen, der mit den übergeordneten Zielen als Führungsgrößen durch zwei konzeptionell verschiedene, jedoch eng miteinander verknüpfte Prozesse dargestellt wird. Im Ausführungssystem in der Regelstrecke laufen die physischen Prozesse der Kombination und Konversion der Produktionsfaktoren ab, während das übergeordnete Führungssystem als der Regler mit zugehörigen informationsbearbeitenden und -verarbeitenden Prozessen zur zielkonformen Gestaltung und Lenkung des Produktionssystems dem Ausführungssystem übergeordnet ist. Durch die als Stellgrößen des Regelkreises funktionierenden Planvorgaben sowie Produktionsziele des Produzenten und durch den eigentlichen Input (Elementar- und Zusatzfaktoren) wird das Fertigungsgeschehen im Ausführungssystem ausgelöst. Output des Regelkreises sind die Leistungen. Neben dem eigentlichen Output des Ausführungssystems resultieren korrespondierende Rückmeldeinformationen, welche als Regelgröße dienen und als Istwerte mit den Sollwerten verglichen werden. Darüber hinaus wirken aber Störungen auf das Ausführungssystem ein, stoßen somit Abweichungen von Plangrößen einen erneuten Zyklus des Regelkreises oder ggf. auch eine Planrevision an. ([Dyc92] und [Zäp00])

Nach ZÄPFEL [Zäp00] besteht eine Wechselbeziehung zwischen den einzelnen Aufgabenbereichen des strategischen, taktischen sowie operativen Produktionsmanagements und diese wirken aufeinander ein. Das Führungssystem ist in einzelne Entscheidungsfelder zerlegt, die eine hierarchische Stufung aufweisen. Eine höhere Entscheidungsebene weist eine für das Unternehmen mehr umspannende Tragweite auf und betrachtet das zugrundeliegende Ent-



scheidungsproblem auf einem höheren Aggregationsniveau. Hingegen hat eine untere Führungsebene einen Ausschnitt des Entscheidungsproblems als detailliert beschriebene und festgelegte Aufgabe zu lösen. Die einzelnen Ebenen weisen daher unterschiedliche Informationsbedürfnisse auf.

Ein Teil der Entscheidungen wird als Output aus dem Leistungserstellungssystem auf einer höheren Ebene ausgeführt und wiederum als Führungsgröße in eine untere Ebene eingeführt, wobei die Zusammenhänge durch Rückkopplungen hergestellt werden. Die hierarchische Stufung stellt eine funktionale Abhängigkeit eines arbeitsteiligen Führungsprozesses dar. Ein zielkonformes Verhalten einer unteren Ebene ist von einer ordnungsgemäßen Vorgabe der Führungsgröße der oberen Ebene abhängig. Die Koordination der Entscheidungsebenen und die Integration im Hinblick auf Systemziele gelingen nur mit Zielerfüllung der Funktion aller Ebenen im Hinblick auf den Systemzweck. [Zäp00]

Dem operativen Produktionsmanagement obliegt die Aufgabe, bestimmte positive ökonomische und soziale Wirkungen während der Einsatzzeit zu erreichen, d. h. im Produktionsgeschehen eine möglichst optimale Nutzung des vorhandenen Produktionsapparates trotz Störgrößen anzustreben. Die operativen Ziele wie beispielsweise Maximierung der Kapazitätsauslastung, Minimierung der Durchlaufzeiten fungieren als Stellgrößen. Das operative Steuerungssystem stellt die unterste Führungsebene dar und bezieht sich auf die Durchführung der physischen Produktionsprozesse mit Führungsgrößen, welche aus dem operativen Planungssystem stammen. [Zäp00]

Die strukturierten Arbeitsinhalte lassen sich keineswegs fixiert betrachten, sondern unterliegen dynamischen Veränderungen. Dies betrifft in einem Industrieunternehmen die Aufgaben der Bereiche Beschaffung, Produktion, Absatz, Forschung und Entwicklung und nicht zuletzt die Verwaltungsaufgaben. Die durchzuführenden Unternehmensaufgaben dienen den wichtigsten Anknüpfungspunkten zur Gestaltung der Organisation eines Unternehmens und stehen immer im Mittelpunkt der organisatorischen Gestaltung. Geeignete Strukturen für eine insgesamt bestmögliche Erfüllung der unternehmerischen Aufgaben zu schaffen, ist daher von großer Bedeutung. Diese obliegt wiederum der Gestaltung der Organisation. [Bra03]

SCHMIDT [Sch00] bezeichnet den Begriff Organisation als solche dauerhaft wirksamen Regelungen von zielorientierten sozio-technischen Systemen mit Einsatz von Menschen, Sachmitteln und Informationen zur Erfüllung bestimmter Aufgaben. Die gesamtbetriebliche Organisation lässt sich zwischen den zwei Aspekten, Aufbauorganisation (Organisation von Aufgaben und Hierarchien) und Ablauforganisation (Organisation von Prozessen), unterscheiden (siehe Abbildung 17). SCHMITZ [Sch99a] ergänzt die zwei Gestaltungsansätze mit dem Begriff Arbeitsorganisation. Die Aufbauorganisation beschäftigt sich mit der Schlüsselfrage „Wer macht was?“ und beinhaltet die Gliederung des Unternehmens in Teilsysteme, die Zuordnung von Aufgaben zu den Teilsystemen sowie die Weisungs- und Informationsbeziehungen zwischen den Organisationseinheiten. Hingegen handelt es sich bei der Ablauforganisation um die Frage „Was ist wann in welcher Reihenfolge zu tun?“. Der Fokus liegt auf der Durchführung der Aufgaben sowie auf der Koordination der zeitlichen und räumlichen Aspekte der Aufgabendurchführung. Dabei werden insbesondere Bearbeitungsvorgänge, -reihenfolgen, -zeiten und -prioritäten sowie der Transport von Informationen und Sachgütern bei der Abwicklung von Aufträgen festgelegt ([Bra03] und [Kug12]).

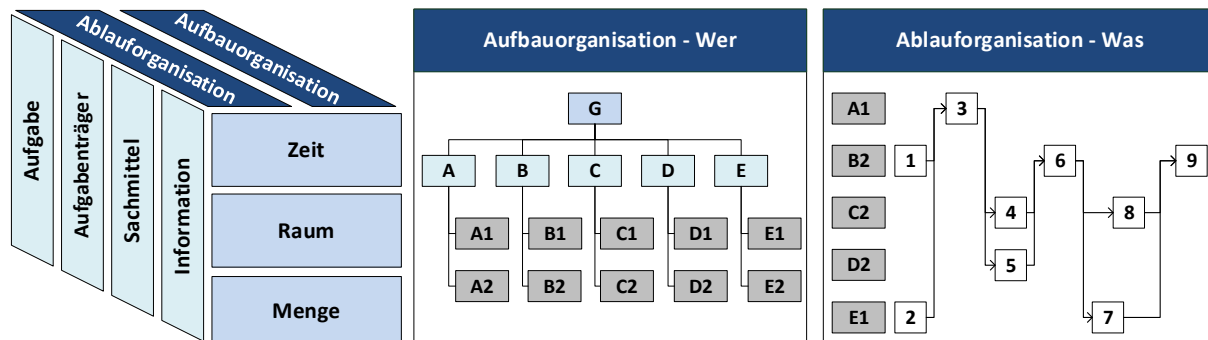
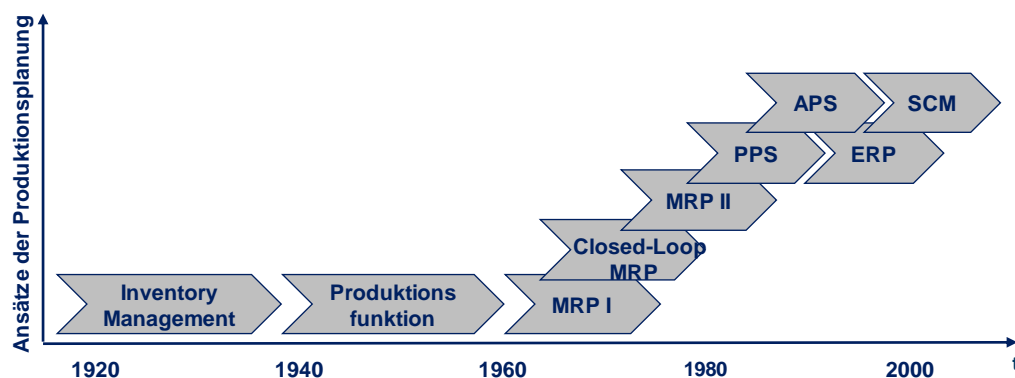


Abbildung 17: Aufbau- und Ablauforganisation (nach [Bec18] und [Sch00])

Aufbau- und Ablauforganisation stellen zwei sich ergänzende Bestandteile einer Organisation dar und sind voneinander abhängig. Die Aufbauorganisation bemüht sich um eine optimale Kombination der Produktionsfaktoren Mensch, Maschine und Material in der Auftragsabwicklung. Demgegenüber befasst sich die Ablauforganisation mit der arbeitsplatzübergreifenden Optimierung der Auftragsabwicklung und trägt wesentlich dazu bei, die Aktivitäten im Unternehmen am Wertschöpfungsprozess auszurichten, überflüssige Aktivitäten zu eliminieren sowie die zeitliche und logische Abstimmung der Tätigkeiten zu verbessern. Die gleichrangige Betrachtung dieser zwei Organisationsansätze sowie die Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen beiden Bestandteilen dienen heute einem wesentlichen Grundprinzip moderner Organisationsgestaltung. ([Bra03] und [Sch99a])

### 2.3.2 Produktionsplanung und -steuerung (PPS)

Auf der operativen Führungsebene eines produzierenden Industrieunternehmens lassen sich die Aufbau- und Ablauforganisation durch die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) interpretieren. Zur Unterstützung der administrativen und unterstützenden Tätigkeiten setzen Unternehmen zunehmend PPS-Systeme ein [Sch99a]. Innerhalb des operativen Produktionsmanagements werden strategische Vorgaben in operativ durchsetzbare Maßnahmen überführt. Die Prozesse der PPS gelten als zentrale Unternehmensprozesse des operativen Produktionsmanagements [Sch14]. Die Entwicklung der Produktionsplanung ist in Abbildung 18 dargestellt.



Legende:

APS: Advanced Planning and Scheduling  
 MRP I: Material Requirements Planning  
 PPS: Produktionsplanung und -steuerung

ERP: Enterprise Resource Planning  
 MRP II: Manufacturing Resource Planning  
 SCM: Supply Chain Management

Abbildung 18: Entwicklung der Produktionsplanung (nach [Cla15], [Gut71], [Her12], [Pta11] und [Ste04])

HERLYN [Her12] zufolge reicht der Anfang einer systematischen Produktionsplanung bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts zurück. Aus der Denkweise des Taylorismus richtete sich Henry Ford ein Labor für die Untersuchung der Standardisierung von Teilen und der Produktionsmethoden ein. Nach PTAK ET AL. [Pta11] entstand bereits in den 1920er Jahren das sogenannte Bestandsmanagement<sup>22</sup>. In den 1950er Jahren fing GUTENBERG [Gut71] mit der Untersuchung der Produktionsfaktoren und -funktionen an. In den 60er Jahren entstand das Konzept der Materialbedarfsplanung [Cla15] und 1975 zum ersten Mal die Vorgehensweise des Algorithmus Material Requirements Planning (MRP I) nach ORLICKY [Orl75]<sup>23</sup>. Durch das MRP I ließen sich komplexe Probleme der Produktionsplanung erstmals in verschiedene Teilaufgaben zerlegen. Dadurch konnte die Produktionsplanung tatsächlich durch den Einsatz von Informationssystemen unterstützt werden. MRP I dient primär der Ausführungsunterstützung und lässt sich als Grundlage für nahezu alle PPS-Systeme betrachten. Die einfache Funktionsweise des MRP I mit hierarchischer, sukzessiver Abarbeitung von Teilaufgaben beinhaltet keine Möglichkeiten der Rückkopplung von Daten. Damit ließen sich fehlerhafte Planvorgaben einer übergeordneten Stufe während der Durchführung nicht korrigieren [Ste04].

In den 1980er Jahren rückte die Termin- und Kapazitätsplanung, nämlich das Manufacturing Resource Planning (MRP II) in den Mittelpunkt des betriebswirtschaftlichen Interesses, das als Weiterentwicklung die wesentlichen Defizite des MRP I beseitigte. Im Vergleich zum MRP I werden Rückkopplungen zwischen Teilaufgaben im MRP II eingeführt<sup>24</sup>. Dies ermöglicht bei unzulässigen Vorgaben eine Wiederholung vorangegangener Planungsaktivitäten. Die Umsetzung des Algorithmus MRP II führte dazu, dass die zuvor separaten Informationssysteme für unterschiedliche Teilaufgaben verbunden wurden ([Cla15], [Ste04] und [Zäp94]).

Um Material- und Zeitwirtschaft in der produzierenden Industrie unter einem übergreifenden Konzept zusammenzufassen, wurde von SCHUH und GIERTH [Sch06b] der Begriff der PPS Anfang der 1980er Jahre geprägt. Etwa Mitte der 1980er Jahre entbrannte eine grundsätzliche Diskussion über den Erfolgsbeitrag der PPS zur Verbesserung der Logistikleistung [Wie12]. Erstmals im Jahr 1984 hat HACKSTEIN [Hac84] für den Begriff der PPS eine breit akzeptierte Definition geliefert<sup>25</sup>. Seitdem wurde der PPS-Begriff ständig erweitert. Das Zielobjekt war danach die gesamte Produktion inklusive der indirekt beteiligten Bereiche ([Sch06b] und [Sch08]).

In den 1990er Jahren galt das Interesse verstärkt der allgemeinen unternehmensweiten Ressourcenplanung. Die Weiterentwicklung im Bereich der Produktionsplanung ermöglicht den Einsatz von Softwarewerkzeugen in der produzierenden Industrie wie Enterprise Resource Planning Systeme (ERP-Systeme) oder Advanced Planning and Scheduling Systeme (APS-Systeme). Damit können die zuvor separaten Informationssysteme unterschiedlicher Unternehmensbereiche mit unternehmensweit einheitlicher Datenbasis zusammengeführt werden. ([Her12] und [Wie05])

ERP-Systeme bezeichnen die Informationssysteme, die die Aufgaben der technischen und kaufmännischen Auftragsabwicklung unterstützen. Diese beinhalten PPS und bestehen dazu aus mehreren weiteren Modulen wie Materialwirtschaft, Logistik, Finanzbuchhaltung, Personalwirtschaft sowie interne und externe Rechnungswesen, welche zu den PPS-Systemfunktionen hinzugekommen sind und mit einer zentralen Datenbank der PPS verbunden

---

<sup>22</sup> Vgl. Ptak et al. [Pta11]: Inventory Management

<sup>23</sup> Vgl. auch Ptak et al. [Pta11]

<sup>24</sup> Das sogenannte Closed-Loop MRP erschien nach Ptak et al. [Pta11] im Jahr 1972 schon.

<sup>25</sup> Vgl. Schuh und Gierth [Sch06b]

sind [Sch06d]. Die auf eine unternehmensübergreifende zentrale Optimierung durch Programme ausgerichteten aktuellen SCM-Konzepte und ihre informationstechnischen Realisierungen werden als APS bezeichnet. APS sind computergestützte, modular aufgebaute Informationssysteme und unterscheiden sich von ERP-Systemen vor allem durch eine umfassende Entscheidungsunterstützung für die strategische, taktische und operative Planung in den Produktions- und Logistikaktivitäten des SCM ([Bus04] und [Ste04]).

Nach SCHUH und GIERTH [Sch06b] sind ERP und APS ebenso wie SCM offensichtlich logische Schritte auf dem Evolutionspfad von der Mengen- und Kapazitätsplanung in der Fertigung über die Einbeziehung der vor- und nachgelagerten Bereiche wie Beschaffung oder Vertrieb bis hin zur Darstellung und Unterstützung der kompletten Auftragsabwicklung entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Auch wenn heute vielfach der Begriff ERP oder SCM verwendet wird, steht aber nach wie vor die Beplanung der Ressourcen und Produktionsprozesse im Mittelpunkt. Der Begriff PPS behält seine prägende Bedeutung.

Die auf dem Prinzip der Sukzessivplanung basierenden PPS-Systeme nehmen seit geraumer Zeit die zentrale Stellung bei der Auftragsentwicklung in der produzierenden Industrie ein. Unter PPS ist zu verstehen, dass sie die gesamte technische Auftragsabwicklung von der Angebotsbearbeitung bis hin zum Versand umfasst. Die PPS stellt die Übersetzungs- und Mittlerfunktion bzw. Schnittstelle zwischen Bereichen der Leistungsgestaltung wie Konstruktion und Arbeitsplanung, sowie zwischen den Bereichen der Leistungserstellung wie Produktion und Vertrieb dar und koordiniert diese. Aufgabe der PPS ist die termin-, kapazitäts- und mengenbezogene Planung und Steuerung der Fertigung und Montageprozesse. Diese berührt dabei sowohl die Bereiche der Fertigung und Montage, als auch die Bereiche der Konstruktion, des Einkaufs und nicht zuletzt des Vertriebs. Während die Produktionsplanung den Inhalt und die Einzelprozesse der Fertigung bzw. der Montage zu gestalten hat, regelt die Produktionssteuerung unter Berücksichtigung der Vorgaben der Produktionsplanung einerseits und der vorgegebenen logistischen Zielgrößen andererseits den Ablauf der Tätigkeiten in der Fertigung im Rahmen der Auftragsabwicklung. ([Bau03], [Eve02], [Sch03a], [Sch06b] und [Sch06e])

Seit 1993 forscht das Forschungsinstitut für Rationalisierung (FIR) an der RWTH Aachen an der Ausarbeitung eines PPS-Modells als eine sinnvolle Unterstützung für die betriebliche Praxis und etablierte das „Aachener PPS-Modell“ Ende der 1990er Jahre. Angesichts der erweiterten Planungsaufgaben und der daraus hervorgehenden Anforderungen wurde das Aachener PPS-Modell in seiner alten Form mit der Prozessarchitektur als eine weitere Referenzsicht erweitert. Das erweiterte Aachener PPS-Modell dient dem grundlegenden Referenzmodell für die innerbetrieblichen Prozesse und besteht aus vier unterschiedlichen Referenzsichten: Aufgabensicht, Prozessarchitektursicht, Prozesssicht und Funktionssicht (siehe Abbildung 19). Die vorrangige Aufgabe des Aachener PPS-Modells besteht in der Beschreibung von Teilen der PPS aus den unterschiedlichen Aspekten. Darüber hinaus besteht eine weitere Aufgabe in der Unterstützung der Ermittlung von Zielgrößen. Schließlich soll das Aachener PPS-Modell die Anwendung von Gestaltungs- und Optimierungsmethoden unterstützen. ([Sch99b], [Sch06b] und [Sch06c])

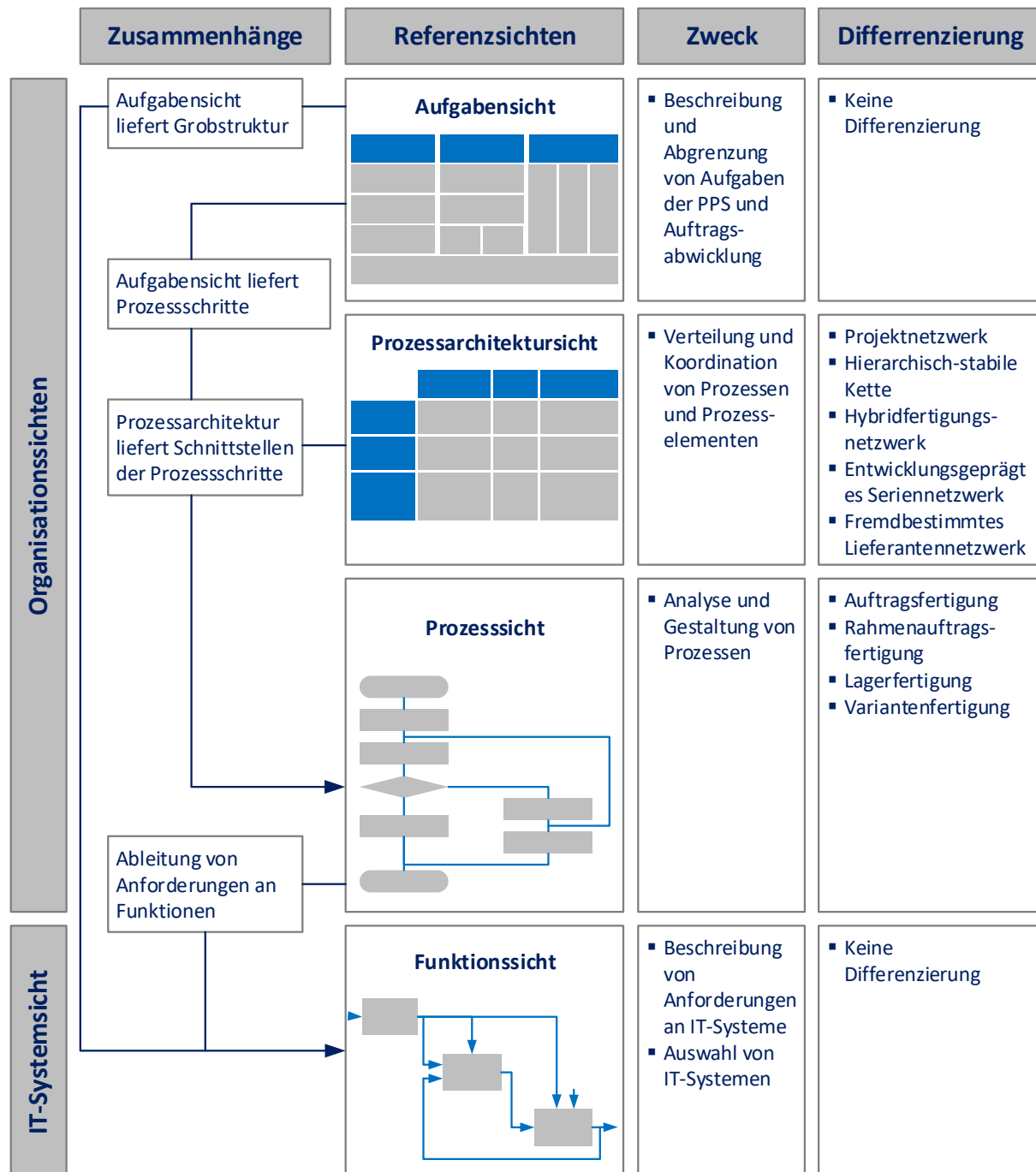


Abbildung 19: Referenzsichten des Aachener PPS-Modells nach SCHUH und GIERTH [Sch06c]

Die Aufgabenreferenzsicht spezifiziert und detailliert die Aufgaben der PPS in einer allgemeingültigen, hierarchischen Abstraktion. In dieser Referenzsicht lassen sich die Aufgaben der PPS semantisch in einer hierarchischen Struktur beschreiben. Die Aufgabensicht dient zur Abgrenzung von Aufgabenbereichen sowohl hinsichtlich der Zuordnung von Aufgaben zu einzelnen Stellen bzw. Organisationseinheiten oder Personen als auch hinsichtlich des Umfangs eines Untersuchungs- und Reorganisationsbereichs. Die Prozessarchitektursicht bildet hingegen das Bindeglied zwischen der erweiterten Aufgabenreferenzsicht und der nach Betriebstypen differenzierten Prozessreferenzsicht. Auf der Netzwerkebene bildet die Prozessarchitektur gemeinsam mit der Prozesssicht die Basis für die Ableitung von Gestaltungsstrategien, -pro-

zessen und -aufgaben im Rahmen der überbetrieblichen PPS. Aus den Aufgaben der Aufgabenreferenzsicht leitet die Prozessreferenzsicht Prozesse ab und bringt diese in eine zeitlich-logische Ordnung und beschreibt die Auftragsabwicklung inhaltlich exakter, sodass die Prozessschritte in der dokumentierten Folge durchgeführt werden. Zuletzt dient die Funktionsreferenzsicht der Beschreibung von Anforderungen an ein IT-System zur Unterstützung aller innerbetrieblichen PPS-Aktivitäten und der funktionalen Auswahl von ERP-/PPS-Systemen. Die Gliederung der Referenzfunktionen entspricht der des Aufgabenmodells, sodass Funktionen zur Unterstützung bestimmter Aufgaben schnell identifiziert werden können. Durch die Funktionen lassen sich prozess- oder aufgabenorientierte Anforderungen an ERP-/PPS-Systeme ermitteln und dokumentieren. [Sch06c]

Die Referenzsichten des Aachener PPS-Modells sind durch lose Zusammenhänge verbunden, welche bei der Durchführung von PPS-Projekten die Erzeugung einzelner Sichten und den Wechsel zwischen verschiedenen Sichten vereinfachen. Die Aufgabensicht bildet die Grundstruktur für die systematische Erfassung und Abbildung von PPS-Funktionen, aus der sich die einzelnen Prozessschritte für die Prozessarchitektur- und Prozesssicht ableiten lassen. Zusammen mit der Prozess- und Prozessarchitektursicht sind die Teilmodelle Grundlage zur Gestaltung der Aufbau- und Ablauforganisation im Rahmen der PPS. In einer weiteren Entwicklung des PPS-Modells entstehen weitere Referenzsichten, die das Referenzmodell beispielsweise bei der Erhöhung der Effizienz und der Qualität von PPS-Projekten sinnvoll ergänzen können. ([Sch99b] und [Sch06c])

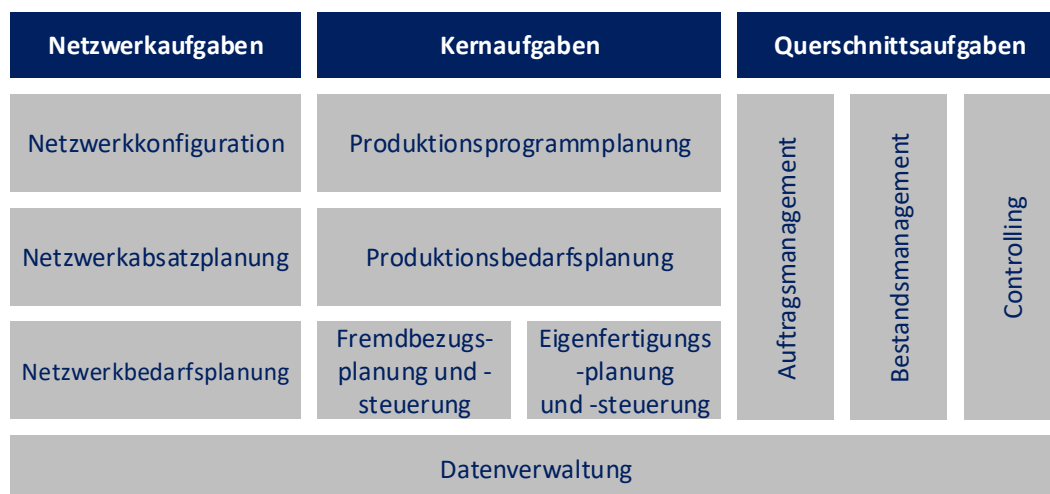


Abbildung 20: Struktur der Aufgabenreferenzsicht des Aachener PPS-Modells [Sch06c]

In Abbildung 20 ist die Struktur der Aufgabenreferenzsicht des Aachener PPS-Modells dargestellt. In Anlehnung an das ursprünglich von LUCZAK und EVERSHEIM [Luc99] entwickelte PPS-Modell umfassen die Kernaufgaben der PPS innerbetrieblich sämtliche Aufgaben des eigentlichen Produkterstellungsprozesses wie die Produktionsprogrammplanung, die Produktionsbedarfsplanung, die Eigenfertigungsplanung und -steuerung sowie die Fremdbezugsplanung und -steuerung. SCHUH [Sch06a] erweitert das Aachener PPS-Modell um den überbetrieblichen Aspekt auf strategischer Ebene mit den Netzwerkaufgaben. Diese befassen sich mit der strategisch ausgelegten Netzwerkconfiguration, der Netzwerkabsatzplanung und der Netzwerkbedarfsplanung. Neben den Kern- und Netzwerkaufgaben existieren noch die Querschnittsaufgaben. Diese dienen der Integration der Netzwerk- und Kernaufgaben und somit der

Optimierung der ganzheitlichen PPS. Dazu gehören das Auftragsmanagement, das Bestandsmanagement und das Controlling. Schließlich greifen sämtliche Aufgaben aller Arten bei ihrer Ausführung auf die Datenverwaltung zurück.

### 2.3.3 Zielkonflikte des Produktionsmanagements

Unternehmen konzentrieren sich auf die Optimierung aller drei Zielgrößen des magischen Dreiecks der Wettbewerbsfaktoren, nämlich Kosten, Zeit und Qualität ([Bra03] und [Gra17]). ERLACH [Erl10] entwickelt ein allgemeines Schema der Zieldimensionen unter Ergänzung der vierten Zieldimension „Variabilität“. Die zentrale Aufgabe der PPS besteht darin, Ziele unter Berücksichtigung der gegenseitigen Abhängigkeiten in immer höherem Maße zu erreichen [Wie10]. In der Praxis liegen jedoch bei der Produktionsplanung auf der operativen Ebene Konflikte zwischen den Zielgrößen vor. Maßnahmen zur Verbesserung einer Zielgröße führen oft zur Verschlechterung des Zielerreichungsgrades der anderen Zieldimensionen. Diese Zielwidersprüche werden nach GUTENBERG [Gut71] als „Dilemma“ oder nach WIENDAHL [Wie10] als Zielkonflikte der Produktionssteuerung bezeichnet. Unter Ergänzung der Zielgröße „Variabilität“ lässt sich der konfliktäre Zusammenhang dieser vier Zieldimensionen basierend auf dem magischen Dreieck mit einem Zielquadrat illustrieren (siehe Abbildung 21). Durch die vier Seiten und zwei Diagonalen ergeben sich insgesamt sechs Oppositionsstellungen zwischen den vier Zieldimensionen. Die Anordnung der vier Zieldimensionen im Quadrat ergibt sich aus der jeweiligen Art der wechselseitigen Zielkonflikte [Erl10].

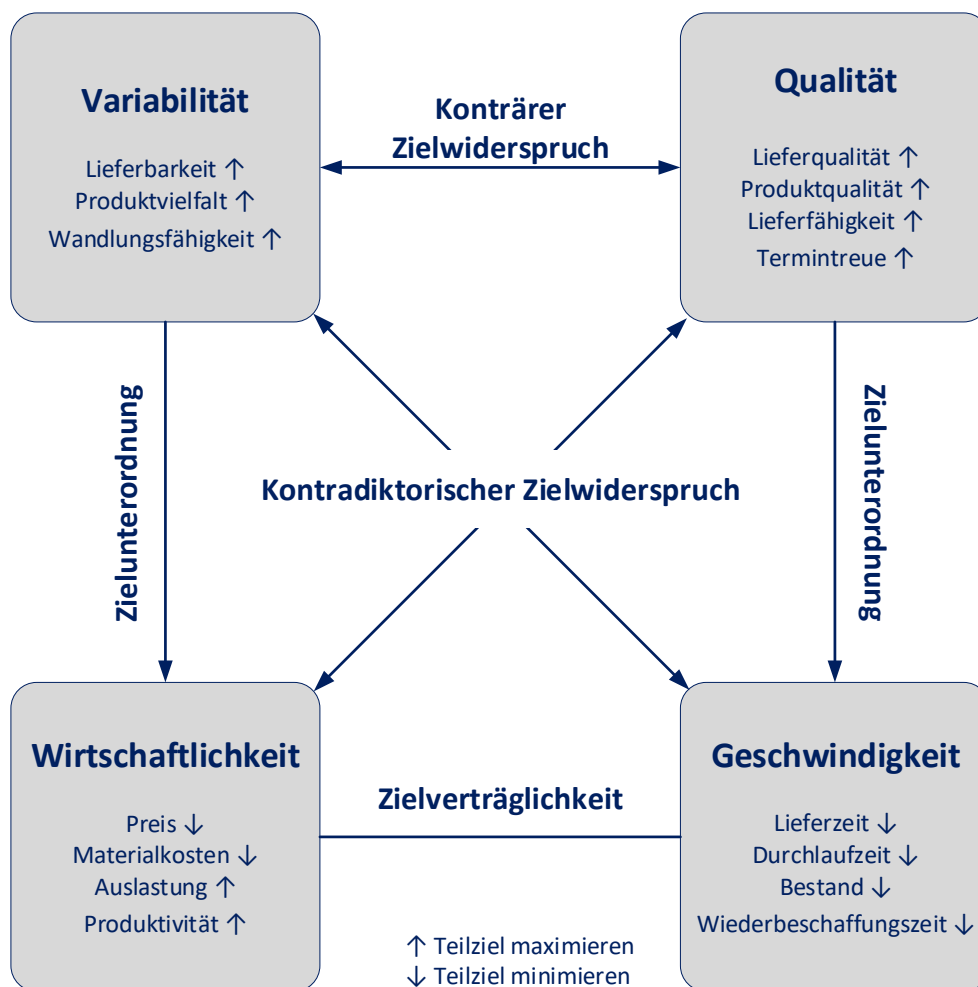


Abbildung 21: Das Zielquadrat der Produktion mit den Konflikten nach ERLACH [Erl10]

Zwischen dem Ziel der Wirtschaftlichkeit und dem der Geschwindigkeit besteht einerseits der grundsätzliche Konflikt darin, dass die Beschleunigung von Produktionsprozessen in der Regel mit höheren Kosten verbunden ist [Ste14]. Andererseits stellt die Verbindungslinie die Zielverträglichkeit dar. Diese bedeutet, dass die Ziele der Wirtschaftlichkeit und der Geschwindigkeit in der Regel zugleich erreicht werden können. Beide Zieldimensionen sind also teilweise positiv korreliert [Erl10].

Das Ziel der Geschwindigkeit wirkt sich insofern negativ auf das Qualitätsziel aus, denn die Qualität der Produkte kann durch Maßnahmen zur Beschleunigung von Produktionsprozessen beeinträchtigt werden. Schnell zu produzieren ist einfacher als in guter Produktqualität herzustellen. Eine höhere Produktqualität erfordert in der Regel größere Sorgfalt, zusätzliche Prüfvorgänge und damit eine längere Durchlaufzeit [Ste14]. Umgekehrt führt die Produktion mit höherer Produktionsgeschwindigkeit häufig zu einer höheren Ausschussrate und damit zu einer geringeren Produktqualität. Jedoch lassen sich beide Ziele durch beispielsweise ein gut entwickeltes Konzept für den Produktionsablauf zugleich erreichen [Erl10].

Der grundsätzliche Konflikt zwischen dem Qualitätsziel und dem Ziel der Wirtschaftlichkeit stellt einen kontradiktorischen Zielwiderspruch dar. Eine höhere Qualität kann dann erreicht werden, indem hochwertigere Einsatzmaterialien eingesetzt bzw. aufwändigere Produktionsprozesse installiert werden, welche zu zusätzlichen Kosten führen [Ste14]. Dieser Zielkonflikt lässt sich jedoch eingeschränkt aufheben, indem nur die dem Marktpreis angemessene Qualität zu erreichen ist [Erl10].

Auch zwischen der vierten Zieldimension „Variabilität“ und den anderen drei Zieldimensionen bestehen grundsätzliche Zielkonflikte. Die Erhöhung der Variabilität kann zu längeren Lieferzeiten und/oder höheren Beständen führen. Je variabler und kundenspezifischer ein Produkt ist, umso früher muss es im kundenauftragsbezogenen Produktionsprozess hergestellt werden und desto länger ist die Wartezeit für Kunden. Dieser Zielkonflikt lässt sich durch möglichst späten Ansatz des Variantenentstehungspunktes eingeschränkt aufheben. Das Variabilitätsziel steht in einem konträren Zielwiderspruch zum Qualitätsziel. Einerseits erschwert die Erhöhung der Variabilität die Einhaltung der Qualitätsziele. Andererseits führt die Erhöhung der Qualitätsanforderungen zu einer Einschränkung in Varianz und Flexibilität. Eine langsame Erhöhung der Anforderungen auf der einen Seite ermöglicht, dass die andere Seite sich mitverbessert und der Zielkonflikt dazwischen eingeschränkt aufgehoben wird. Zuletzt besteht ein Zielkonflikt zwischen der Zieldimension der Variabilität und der Wirtschaftlichkeit. Beide Zieldimensionen sind zugleich in höherem Grad zu erfüllen. Jedoch wirkt eine zu hoch gewählte Flexibilität in der Regel unwirtschaftlich. Es ist dennoch generell einfacher, Produktivität und Auslastung zu verbessern als das Produktspektrum zu erweitern. [Erl10]

Trotz der zueinanderstehenden Zielkonflikt-Verhältnisse geht die Verbesserung einer Zieldimension nicht immer zu Lasten der anderen Ziele. Mit Hilfe von verschiedenen Ansätzen, Prinzipien und Methoden des Produktionsmanagements lassen sich die Ziele durchaus gleichzeitig verbessern. Dazu zählt auch ein in richtiger Weise funktionierendes PPS-System.

## **2.4 Klassische Ansätze zu Ganzheitlichen Produktionssystemen**

Nach GORECKI und PAUTSCH [Gor13] führt die Verschiebung des Fokus von der Produktqualität auf die Prozessqualität zur Auflösung des Zielkonflikts zwischen den Zieldimensionen. Ist es in einem Unternehmen möglich, eine Verbesserung bei mehreren der strategischen Zieldimensionen zu erreichen, so deutet dies darauf hin, dass in der Ausgangssituation nicht ausgenutzte Potentiale bzw. Ineffizienzen auf der Zielebene vorlagen [Ste14]. Eine ganzheitliche



Organisationsgestaltung strebt nach der gleichermaßen Veränderung der Aufbau- und Ablauforganisation. Dabei kann eine Harmonisierung aller Zieldimensionen durch die Formulierung und Realisierung möglichst neutraler und vor allem komplementärer Ziele erreicht und somit ein Gesamtoptimum ermittelt werden [Bra03]. Zur Harmonisierung der vier Zieldimensionen ist es erforderlich, alle Zieldimensionen in einem Zielsystem abzubilden und bezüglich ihrer Relevanz für das Unternehmen zu gewichten. Alle Zieldimensionen werden gleichzeitig verbessert [Mäh93]. Dabei werden sämtliche relevante Wechselwirkungen erfasst und bei der Organisationsgestaltung berücksichtigt.

Die Umsetzung der Ziele eines Unternehmens wirkt sich auf die gesamte Organisationsstruktur des Unternehmens und somit auf die Abwicklung der Unternehmensprozesse aus. Themenbereiche zur Umsetzung von zusammengehörigen Unternehmenszielen in den Unternehmensprozessen lassen sich durch die Gestaltungsprinzipien abdecken. Durch die Auswahl der Gestaltungsprinzipien werden die anzuwendenden Methoden und Werkzeuge strukturiert. [Dom15c]

Methoden und Werkzeuge stellen den ausführbaren Teil eines GPS dar. Gemäß der Richtlinie VDI 2870 ([VDI12] und [VDI13]) werden einige Methoden den Gestaltungsprinzipien zugeordnet, betrachtet und untersucht. Generell lassen sich die Methoden auch in mehrere Gestaltungsprinzipien einordnen, jedoch werden sie aufgrund der besseren Übersichtlichkeit nur nach hauptsächlich zugehörigen Prinzipien klassifiziert. Diese Methoden fokussieren sich vor allem auf die Fertigungsprozesse und die dazu notwendigen Unterstützungsprozesse. Die im Folgenden vorgestellten Methoden sind nach Gestaltungsprinzipien und mit ihrer Wirkung auf die Zieldimensionen Qualität, Wirtschaftlichkeit (v. a. Kosten) und Geschwindigkeit (v. a. Zeit) sowie mit entsprechenden ergänzenden Methoden aufgelistet (siehe Abbildung 22). Die in Kapitel 2.4 ausgewählten Methoden dienen als Grundlagen für die praktische Anwendung der vorliegenden Arbeit, erheben jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Methoden für das Gestaltungsprinzip „Mitarbeiterorientierung und zielorientierte Führung“ werden in dieser Arbeit separat in Kapitel 2.5 bzw. für das Gestaltungsprinzip „Kontinuierlicher Verbesserungsprozess“ in Kapitel 2.6 zusammengefasst.

Gestaltungsprinzip	Methode	Synonyme	Ergänzende Methoden	Auswirkung auf Ziele		
				Qualität	Kosten	Zeit
Visuelles Management	Shop Floor Management	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Führung vor Ort</li> <li>▪ Gemba Kaizen</li> <li>▪ Gemba Kanri</li> <li>▪ Go To Gemba</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A3-Methode</li> <li>▪ Andon</li> <li>▪ Ishikawa-Diagramm</li> <li>▪ Hancho-Prinzip</li> <li>▪ Prozessstandardisierung</li> </ul>	●●●	●●●	●●●
Standardisierung	5S	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 5A</li> <li>▪ Rote-Karte-Aktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prozessstandardisierung</li> <li>▪ Shop Floor Management</li> <li>▪ Visuelles Management</li> </ul>	●●	●	●●
Pull-Prinzip	JIT/JIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Produktionssynchrone Fertigung und Anlieferung</li> <li>▪ Sequenzbelieferung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kanban</li> <li>▪ Milkrun</li> <li>▪ Wertstromplanung</li> </ul>	●	●●	●●
	Supermarkt	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pufferfläche</li> <li>▪ Umschlagpuffer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kanban</li> <li>▪ Milkrun</li> <li>▪ Wertstromplanung</li> <li>▪ FIFO</li> </ul>	●	●●	●●
	Kanban	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ —</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Shop Floor Management</li> <li>▪ Wertstromplanung</li> <li>▪ JIT/JIS</li> <li>▪ Nivellierung</li> <li>▪ Milkrun</li> <li>▪ Supermarkt</li> </ul>	●	●●●	●●●
Null-Fehler-Prinzip	5x Warum	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 5W</li> <li>▪ 5 whys</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ —</li> </ul>	●●●	●	●●
	Ishikawa-Diagramm	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fischgräten-Diagramm</li> <li>▪ Ursache-Wirkungs-Diagramm</li> <li>▪ Ursache-Folge-Kette</li> <li>▪ 5M (6M, 7M)</li> <li>▪ Ursachenanalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 5x Warum</li> </ul>	●●	●●	●●
	Poka Yoke	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Null-Fehler-Strategie</li> <li>▪ Schlüssel-Schloss-Prinzip</li> <li>▪ PY-Prinzip</li> <li>▪ Mistake-proofing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Audit</li> <li>▪ Autonomation</li> </ul>	●●●	●●	●●
Fließprinzip	FIFO (first in first out)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ FEFO (first expired first out)</li> <li>▪ FCFS (first come first served)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ —</li> </ul>	●●	●	●
	Wertstromplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wertstromdesign</li> <li>▪ Wertstromanalyse</li> <li>▪ Value Stream Analysis (VSA)</li> <li>▪ Value Stream Mapping (VSM)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kanban</li> <li>▪ One-Piece-Flow</li> </ul>	●	●●	●●●

● = geringe Wirkung, ●● = mittlere Wirkung, ●●● = hohe Wirkung

Abbildung 22: Methoden der GPS und ihre Wirkung auf die Zieldimensionen nach VDI 2870-2 [VDI113]

### 2.4.1 Visuelles Management (VM)

Visuelles Management (VM) ist nach GORECKI und PAUTSCH [Gor13] einer der Schlüsselbegriffe im Lean Management und hilft dabei, Informationen zwischen den Menschen humaner und effektiver zu vermitteln. Unter VM wird die Umsetzung von Zielen, Standards und Vorgaben in jeder Art von visueller Darstellung verstanden. Statt textbasiert liegt der Hauptpunkt auf der bildlichen Informationsvermittlung.

VM trägt wesentlich dazu bei, Instabilität und Komplexität eines Produktionssystems transparent aufzuzeigen und zu beherrschen [Die15]. Es strebt danach, Transparenz über Ziele, Prozesse und Leistungen durch eine bildliche Darstellung von Informationen über Arbeitsabläufe und -ergebnisse zu erzeugen. Hierdurch soll die Identifikation der Mitarbeiter mit dem Unternehmen, dem Arbeitsbereich sowie der Arbeitsaufgabe gestärkt werden, sodass die Motivation von Mitarbeitern zur Zielerreichung, kontinuierlichen Verbesserung und Vermeidung von Verschwendung erhöht werden kann. Zudem dient das Sichtbarmachen von Problemen der Grundlage für jegliche Aktivitäten im Kontext des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) [VDI12].

VM kann nahezu jede Standardisierungsmaßnahme im Unternehmen unterstützen. Der Nutzen des VM ist vielfältig und vom jeweiligen Anwendungsfall abhängig. Zur Zielerreichung trägt VM bei, die Mitarbeiter bei der Überwachung der Prozesse und der Identifikation von auftretenden Problemen zu unterstützen. Informationen aus produktionsfernen Bereichen sowie Expertenwissen werden in die Werkstatt übertragen. Dabei werden Mitarbeiter auch zur Analyse und Verbesserung von Arbeitsplatz bzw. -abläufen angeregt [Die15]. Visualisierung ermöglicht ein direktes, zeitnahes, prozess- und erfolgsbezogenes Feedback, das Abweichungen auf Anhieb sichtbar macht und ihre Behebung erleichtert. Zudem ermöglicht VM gesteigerte Prozessfähigkeit, stärkere kundenorientierte Informationsflüsse und eine höhere Eigenverantwortung der Mitarbeiter. Mittels Visualisierung lassen sich Produktivität, Sicherheit und Kommunikation verbessern [Sch03e].

Für die Umsetzung eines erfolgreichen VM stehen im Kontext von GPS unterschiedliche Methoden zur Verfügung. Eine der wichtigsten ist das Shop Floor Management. Nach BRUNNER [Bru11] kann eine Firma nur dann erfolgreich bleiben, wenn bereits auf der untersten Hierarchieebene, dem Shop Floor, Selbstmanagement betrieben wird. Im erweiterten Sinne bedeutet dies, alle Mitarbeiter in die Prozesse der ständigen Leistungsverbesserung einzubeziehen. Unter dem Begriff des Shop Floor Managements (SFM)<sup>26</sup> versteht man nach LEYENDECKER und PÖTTERS [Ley18] *„das sichtbare und standardisierte Führen am Ort des Geschehens durch die Anwendung von Optimierungsmethoden und einzelnen Werkzeugen zur Prozessverbesserung sowie deren nachhaltiger Umsetzung durch eine konsequente Disziplin über alle Hierarchieebenen hinweg“*. Gemäß der Definition von REFA [REF18c] handelt es sich beim SFM als die Optimierung von Leistungs- und Führungsaufgaben bei der Fertigung um eine effektive Vorgehensweise mit dem Ziel der kontinuierlichen Prozessverbesserung durch die Zusammenarbeit aller Mitarbeiter und Führungskräfte. Das SFM fokussiert sich darauf, Transparenz durch beispielsweise Aufbau von Kennzahlssystemen, Visualisierung des Ist- und Soll-Zustands, zu schaffen. Darüber hinaus strukturiert das SFM die Vorgehens- und Arbeitsweise des Problemlösungsprozesses, um dadurch Probleme im operativen Prozess zielorientiert zu bearbeiten oder sogar zu beheben.

Das SFM unterteilt sich in vier Kernelemente, die in Abbildung 23 dargestellt sind [Ley18]:

- Schaffung von Transparenz für alle Beteiligten
- Standardisierung und Optimierung von Prozessen
- Kennzahlen zum Führen mit Zahlen, Daten und Fakten
- Kultur und Organisation (Präsenz der Führungskräfte auf dem Shop Floor)

---

<sup>26</sup> Gebräuchlich wird auch die japanische Bezeichnung „Gemba Kanri“ für Shopfloor Management verwendet.



Abbildung 23: Elemente des Shop Floor Managements nach LEYENDECKER und PÖTTERS [Ley18]

Der Shop Floor (die Werkstatt) ist nach BRUNNER [Bru11] „*innerhalb eines Betriebs der empfindlichste Teil. Dort werden Werte geschaffen, Güter produziert und Dienstleistungen erbracht*“. Beim SFM werden Führungskräfte dazu angehalten, regelmäßig an den Ort der Wertschöpfung zu gehen und den operativen Mitarbeiter bei der Problemlösung bzw. der kurzzyklischen Zielverfolgung einzubinden. Der operative Mitarbeiter verfügt über die exakte Kenntnis über die Situation am Arbeitsplatz und steht somit im Mittelpunkt des Prozesses. Die Führungskräfte fungieren somit als Coaches statt als Problemlösungsexperten und lenken ihren Mitarbeiter durch Fragen zu eigenen Lösungen. Insgesamt bedarf das SFM einer Anpassung der Kommunikationsprozesse hin zu kurzzyklischen, wertschöpfungszentrierten und effizienten Besprechungen [VDI13].

Die kurzzyklische Überwachung von Kennzahlen in den Zieldimensionen erfordert eine Visualisierung [VDI13]. Hierbei lassen sich weitere Methoden wie z. B. Andon, A3-Methoden, 5S, Ishikawa-Diagramm für die Informationsvermittlung in Hinsicht auf Zahlen, Daten und Fakten zugleich verwenden und Werkzeuge wie Kennzahlentafel bzw. Shopfloor Board für die Besprechungen aufstellen.

Das SFM erweist sich als geeignetes Tool, um Erfahrungen auf Grundlage der aktuellen Produktions- sowie administrativen Prozesse zu sammeln und somit Optimierungspotentiale zu identifizieren. Zudem ermöglicht das SFM Unternehmen, die Distanz zwischen der Managementebene und dem Shop Floor sowie den Mitarbeitern in der Administration zu minimieren. Unzureichende Kommunikation zwischen Mitarbeitern und Managern lässt sich somit vermindern. Folglich können Potentiale zur Optimierung der Abläufe mittels Erfahrungen und Ideen des Fertigungspersonals maximal genutzt werden. Als Resultat lassen sich eine schnellere Problemlösung, eine verbesserte Kommunikation, mehr Transparenz und selbständigere Mitarbeiter innerhalb des Unternehmens nennen. [Ley18]

Dennoch soll das SFM keineswegs nur zur Kontrolle für das Management dienen, sondern in erster Linie verbessert das SFM den Informationsfluss zwischen den Mitarbeitern und dem Management [REF18c]. Daher betrachten japanische Manager nicht nur Arbeiter auf der einen Seite, sondern auch Führungskräfte auf der anderen Seite, sogar vielmehr die Belegschaft eines Unternehmens als Ganzes [Suz93]. Zudem ist SFM auch ein Instrument für Unternehmen, vom Lean-Gedanken zu einer lernenden Organisation weiterzuentwickeln [Ley18].

Im Kontext des VM bestehen noch zahlreiche weitere GPS-Methoden. Dem japanischen Begriff Andon (sinngemäß „Leuchtlaterne“) folgend liefern Andon-Boards eine für jeden Mitarbeiter des betrachteten Fertigungsbereiches einsehbare Darstellung von Ist- und Soll-Werten und deren Abweichungen. Die Idee des Andon ist die Visualisierung des Jidoka-Prinzips. Bestandteil des Andon-Konzepts sind häufig auch Reißleinen, welche beim Auftreten von Störungen bestimmter Kategorien durch Mitarbeiter betätigt werden. Die Störungen werden akustisch bzw. optisch signalisiert, sodass die Problemanalyse und -behebung durch den gemeinsamen Einsatz von Mitarbeitern schneller durchgeführt werden können. ([Dic07c], [Die15], [Gor13] und [VDI13])

*„Ein Bild sagt mehr als tausende Worte.“* Das Kennzeichnen, Beschriften und Beschildern von Produkten, Ladehilfsmitteln, Stellflächen, Regalplätzen etc. ermöglichen es, dass jede beliebige Person unter allen Umständen und ohne Vorabinformation in die Lage versetzt wird, die Situation vor Ort zu beurteilen und ggf. Gegenmaßnahmen einzuleiten [Die15].

#### **2.4.2 Standardisierung**

Das SFM kann ohne ein dahinterstehendes Managementsystem wie zum Beispiel Prozessstandardisierung zum Einsatz kommen [Ley18]. Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts erreichte TAYLOR eine beträchtliche Reduzierung der Prozesszeit und eine hohe Produktivität durch die Zerlegung des Produktionsprozesses in kleine Einheiten und die Arbeitsteilung auf jeden Mitarbeiter mit einem bestimmten Arbeitsschritt [Bra03]. Henry Ford eliminierte aufwändige Arbeitsschritte durch Vereinheitlichung der Einzelteile und erleichterte die Montage durch die Fließbandfertigung [Bil15]. OHNO [Ohn09] integrierte standardisierte Produktionsprozesse für Toyota. Die Standardisierung und die Austauschbarkeit sowohl von Teilen als auch von Arbeitskräften zählen zum grundlegenden Konzept der industriellen Produktion [Dom06].

Nach VDI 2870 [VDI12] ist unter Standardisierung die Festlegung des Ablaufs und der Handlungsverantwortlichen eines sich wiederholenden technischen oder organisatorischen Vorgangs zu verstehen. SCHOLTZ ET AL. [Sch03e] beschreiben Standardisierung im Handlungsfeld „Professionelle Arbeitsroutinen“ als eine bestmögliche Ausführungsvorschrift für einen Prozess mit dem Ziel, die Produktivität und Zuverlässigkeit des Prozesses zu steigern und die Ausführung des Prozesses für die Mitarbeiter zu sichern. Dadurch können die Qualität und die Wiederholbarkeit von Prozessen gewährleistet und Such-, Rüst- sowie Wegezeiten vermieden werden. ROTHER [Rot13] zufolge stellt ein Standard die Festlegung eines Zielzustandes dar und umfasst in Form standardisierter Arbeit die Sequenz der notwendigen Prozessschritte mit vorgegebenen Zeiten, die Prozesseigenschaften (z. B. Mitarbeiteranzahl, Schichtenanzahl, Losgrößen, Puffermenge, Umrüstzeiten, Glättungsmuster), die Prozesskennzahlen (z. B. tatsächliche Zykluszeiten einzelner Standardmengen, Zeitschwankungen zwischen verschiedenen Zyklen) und die Ergebniskennzahlen (z. B. Produktivität, Qualitätsindikatoren, Kosten, Schwankungen in Output-Menge).

Das Gestaltungsprinzip Standardisierung im Kontext von GPS umfasst die Standardisierung von Arbeitsabläufen und Fertigungsschritten oder die Standardisierung bei der Planung. Die

Abweichungen im Prozess lassen sich durch die Standardisierung sowie die Anwendung standardisierter Methoden und Werkzeuge reduzieren. Somit ergibt sich ein stabiler, planbarer Prozess [VDI12]. Des Weiteren werden Standards manchmal als Keil gegen Rückrutschen des Prozesses dargestellt und dient der Stütze des KVP ([Rot13] und [Sch03e]).

Es existieren unzählige Möglichkeiten bzw. Methoden oder Werkzeuge im Kontext der Standardisierung. Standardarbeitsblätter listen die Tätigkeiten des Arbeitsablaufs auf und dokumentieren alle prozessrelevanten Daten für einen Takt oder Arbeitszyklus. Dabei werden standardisierte Formulare bzw. Formate verwendet, um notwendige standardisierte Informationen in den Arbeitsprozess zu bringen. Der standardisierte Materialbestand definiert den erlaubten Maximalbestand zwischen Prozessen oder innerhalb eines Prozesses, um die visuelle Kontrolle des aktuellen Bestands sichern zu können. Um in jedem Fall eine identische Vorgehensweise zu garantieren und um die Fehlerauswirkungen mit ihrer Ursache beseitigen zu können, lassen sich die Abläufe bei Qualitätsproblemen bzw. Produktionsfehlern standardisieren. Des Weiteren können die Schichtübergabe schriftlich oder mündlich nach standardisierten Kommunikationsregeln durchgeführt werden. Standardisierte Kennzeichnungen von Systemteilen bzw. Modulen und Ersatzteilen erleichtern die Bedienungen von Einrichtungen in der Produktion. [Rot13]

Ordnung und Sauberkeit ist eine Voraussetzung für die Vermeidung von Verschwendung und für produktives Arbeiten sowie für Qualität [Die15]. Die Methode 5S/5A wird in vielen Unternehmen bereits praktiziert. Diese Methode wird gemäß VDI 2870 [VDI12] dem Gestaltungsprinzip Standardisierung zugeordnet, die in weiteren zahlreichen Literatur auch in andere Prinzipien bzw. Ansätze von GPS eingegliedert wird, z. B. nach DIESCH und ULLMANN [Die15] in VM oder nach BORNHÖFT und CONERS [Bor12] in Total Productive Maintenance (TPM).

Die Methode 5S ist eine Idee aus den japanischen Produktionskonzepten und bezeichnet eine systematische Vorgehensweise zur Schaffung von Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz und weiter im ganzen Unternehmen [Sys06]. Die Methode zielt darauf ab, den einzelnen Mitarbeitern die Verantwortung für einen einwandfreien Zustand ihres Arbeitsplatzes zu übertragen [Die15]. Das 5S-Konzept strebt nach einer effizienteren operativen Arbeitsorganisation und repräsentiert einen Grundbaustein von Lean Management. Die Zielsetzung des 5S-Konzepts besteht darin, Verschwendung auf der Ebene des einzelnen Arbeitsplatzes durch Standardisierung der Abläufe bzw. Verrichtungen zu eliminieren. Des Weiteren soll 5S auch die Verlängerung der Lebensdauer maschineller Anlagen und eine Steigerung der Mitarbeitermotivation erzielen ([Bor12] und [Gor13]).

Die Begriffe der 5S stammen aus dem Japanischen. Im Deutschen und Englischen bemüht man sich zumeist mit Übersetzungen, die den Anfangsbuchstaben „S“ der ursprünglichen japanischen Bezeichnungen beibehalten. Manche Transkriptionen gehen auf das „A“, deswegen ist das Konzept auch gebräuchlich als „5A-Konzept“ bekannt. Nach IMAI [Ima92] und VDI 2870-2 [VDI13] interpretiert 5S ein wiederholtes Abarbeiten einer in fünf Schritten systematisierten Folge und umfasst die folgenden Schritte<sup>27</sup> (siehe Abbildung 24):

---

<sup>27</sup> Vgl. auch [Die15] und [Sys06]

- Seiri (Aussortieren): Seiri bedeutet „Ordnung schaffen“. Der Zustand eines Prozesses soll so einfach wie möglich zu erkennen sein. Selten bzw. nicht benötigte Gegenstände erschweren das VM. Aus diesem Grund sind überflüssige Gegenstände im Arbeitsbereich von notwendigen zu trennen und ggf. zu entfernen. Es ist strikt darauf zu achten, dass sich nur die in einem Produktionsprozess wirklich benötigten Ressourcen am Arbeitsplatz befinden. Alles andere wie unnötige Werkzeuge, unnötige Maschinen, fehlerhafte Teile und nicht notwendige Dokumente muss vom Arbeitsbereich aussortiert werden. Zur Trennung von überflüssigen Gegenständen kommt das Werkzeug „Rote Karte“ (Red Tag) zum Einsatz.

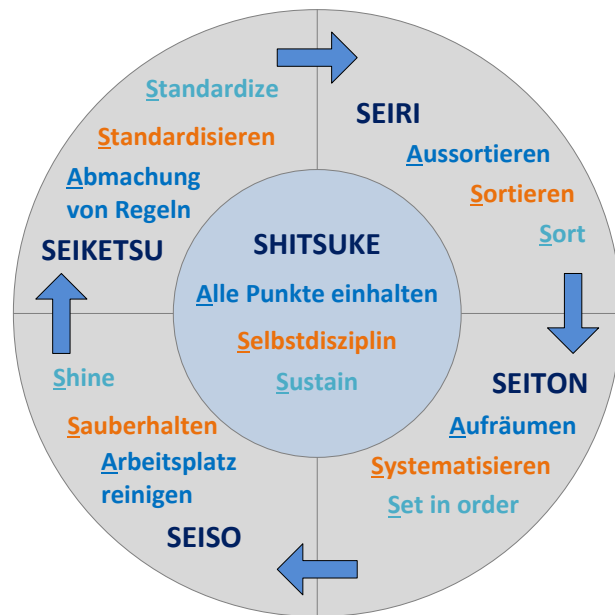


Abbildung 24: Die 5S Methode mit ihren Begriffen<sup>28</sup>

- Seiton (Aufräumen): Seiton steht für Ordnung. Ordnung am Arbeitsplatz ist für die Erkennung von Abweichungen vom Standard eine wesentliche Voraussetzung. Um ein langes Suchen nach Werkzeugen und Teilen vermeiden zu können, müssen Gegenstände so aufbewahrt werden, dass sie nach Anwendung klassifiziert aufgeräumt und bei Bedarf griffbereit sind.
- Seiso (Sauberkeit): Für die zügige Einleitung von Gegenmaßnahmen nach erkannter Abweichung vom Standard ist nachhaltige Sauberkeit im Arbeitsbereich von großer Bedeutung. Dabei ist eine Grundreinigung in allen Bereichen des Arbeitsumfelds durchzuführen, d. h. nicht nur die Reinigung des Arbeitsplatzes, der Maschinen und Werkzeuge, sondern auch des Bodens bzw. der Wände etc. Darüber hinaus sind Reinigungszyklen auch festzulegen und zu dokumentieren.
- Seiketsu (Standardisieren): Seiketsu bedeutet „persönliche Ordnungsregeln“. Damit die ersten drei S (Seiri, Seiton und Seiso) kontinuierlich praktiziert werden können, lässt sich die Anordnung der Tätigkeiten zu Regeln vereinheitlichen und die Zuordnung von Verantwortlichkeiten einzelner Mitarbeiter definieren. Ergebnisse der 5S-Methode sind auch in geeigneter Weise, z. B. mittels Fotos oder Standardarbeitsblätter, zu dokumentieren.
- Shitsuke (Selbstdisziplin): Zur Selbstdisziplin gehören Ordnung, Sauberkeit sowie Einhaltung von Regeln und Vorschriften [Bru11]. Regelmäßige Überprüfungen sind durchzuführen, um die Beibehaltung von Standards zu kontrollieren. Dabei werden alle Mitarbeiter für die Entwicklung der Selbstdisziplin einbezogen.

Die kreisförmige Darstellung der 5S-Methode verdeutlicht, dass diese Methode kontinuierlich durchgeführt wird und nie zu Ende ist. Nach einem Durchlauf gilt der erreichte Zustand als Standard für den nächsten Durchlauf. Die Verbesserung wird wieder umgesetzt und standardisiert für weitere Durchläufe durch den 5S-Kreis.

<sup>28</sup> Vgl. URL: <https://www.sixsigmablackbelt.de/5s-methode/> (Abrufdatum 01.07.2018).

Des Weiteren wird zumeist noch Shukan als das sechste S genannt. Als Shukan wird der Zustand betitelt, bei dem die ständige Beachtung und Optimierung des 5S-Konzepts zur Gewohnheit wird. Das Erlernte und Angeordnete werden durch ständiges, praktisches Wiederholen verinnerlicht und automatisch zur Unternehmenskultur. [RWT18]

Gekennzeichnete Stellflächen, übersichtlich gestaltete Werkzeugablagen sowie saubere Arbeitsplätze führen nicht nur zu erhöhter Sicherheit, verbesserter Qualität und einer Steigerung der Produktivität, sondern verbessern auch die gesamte Außendarstellung des Unternehmens. Bei konsequenter Umsetzung lassen sich nicht nur die Arbeitsbedingungen, das Teamwork, die Werkzeugverfügbarkeit bzw. die Kundenzufriedenheit verbessern, sondern auch die Suchzeit, Lagerungskosten und Durchlaufzeiten werden unter anderem reduziert [RWT18]. Der Synergieeffekt der Methode 5S liegt grundsätzlich darin, die Denkgewohnheiten von Mitarbeitern zu verändern. Daher leistet 5S im Zusammenspiel mit anderen Methoden weit mehr als nur Ordnung und Sauberkeit, sondern einen entscheidenden Beitrag für die Verbesserung des ganzen Unternehmens [Sch03e].

### 2.4.3 Pull-Prinzip

Es existieren grundsätzlich zwei verschiedene Prinzipien, um ein Produkt über mehrere Herstellungseinheiten an den Kunden abzusetzen (siehe Abbildung 25). Bereits bei der Einführung von TPS erkannte OHNO die Notwendigkeit der Lagerhaltung für einen reibungslosen Herstellungsablauf und zugleich, dass ein planungsorientiertes Push-System unvermeidlich zu Überproduktion und somit zu riesigen Lagerbeständen führen würde. Das Push-Prinzip stellt ein Sukzessivplanungskonzept dar und der dabei entstehende Informationsfluss entspricht dem des Materialflusses [Gor13]. Nach dem Push-Prinzip werden die Produktion und der Einkauf von einer prognostizierten Kundennachfrage bestimmt [Lik08]. Dabei führt jede Fertigungseinheit ihren eigenen Fertigungsauftrag durch. Dies könnte dazu führen, dass die vorgelagerten Fertigungseinheiten ihre Aufträge ohne Rücksicht auf Änderungen des Kundenauftrags wie z. B. Stornierung weiter produzieren und somit es zu Überproduktion und überschüssigen Lagerbeständen kommt [Gor13]. Darüber hinaus wird das Produkt dabei durch alle nachgelagerten Produktionsstufen geschoben bis es an den Kunden verkauft wird, oder als Fertigteil so lange eingelagert bis ein Kundenbedarf entsteht [Uyg15].

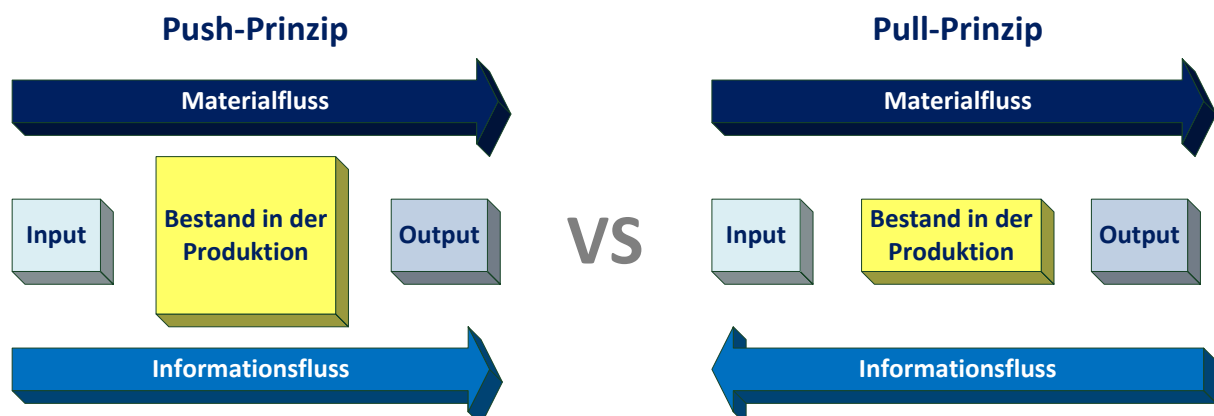


Abbildung 25: Push- und Pull-Prinzip nach GORECKI und PAUTSCH [Gor13]

Im Gegensatz zum Push-Prinzip orientiert sich das Produktionsangebot beim Pull-Prinzip an der aktuellen Nachfrage [Dic07b]. Der Informationsfluss verläuft gegensätzlich zum Materialfluss. Die Produktion ist nach dem Holzprinzip organisiert und es wird nur das produziert, was



auch benötigt wird und gleich verkauft werden kann. Die Nachproduktion eines Teils wird dann ausgelöst, wenn der Kunde ein fertiges Produkt aus der Produktionskette abrufen. Als Fertigungsanstoß gilt hierbei nicht wie beim Push-Prinzip der Fertigungsauftrag, sondern die Anfrage der nachgelagerten Fertigungseinheit [Gor13]. Dadurch wird eine kundenbedarfsorientierte Materialversorgung mit einem geringstmöglichen Steuerungsaufwand und geringen Beständen angestrebt [VDI12]. Dies verhindert die Überproduktion von Teilen ohne einen vorliegenden Bedarf und damit auch konsequent die Verschwendung durch überschüssige Lagerbestände. Des Weiteren weisen die Informationsflüsse beim Pull-Prinzip eine höhere Transparenz und geringere Komplexität auf [Dic07b]. Dies führt zur Vereinfachung der Steuerung und Kontrolle der Prozesse und konsequent zur Reduzierung der Durchlaufzeit [Web11].

Mit der Konzentration auf Pull-Systeme in Verbindung mit der Eliminierung von Verschwendung entsteht eine Doppelnatur: Das Pull-System ist einerseits ein Produktionssteuerungssystem und stellt auch andererseits einen Fortschrittsmotor für die gezielte Darstellung und Beseitigung von Verschwendung dar [Gor13]. Das Pull-Prinzip steht häufig in engem Zusammenhang mit den Methoden JIT, Just-in-Sequence (JIS), Supermarkt, Kanban und Produktionsnivellierung [VDI12].

Das von OHNO [Ohn09] im Rahmen des TPS entwickelte und implementierte JIT-Konzept stellt eine der beiden Säulen zur Unterstützung des TPS-Systems dar. Das JIT-Konzept als eine Produktions- und Logistikstrategie umfasst zunächst die Bereitstellung des Materials mit der richtigen Qualität zur richtigen Zeit in der geforderten Menge am richtigen Ort [Grö07]. Der besondere Fokus des JIT-Konzepts liegt auf dem Faktor Zeit. Durch die Verkleinerung der Bestände im Lager und in Produktionsprozessen werden mit einer nachfragesynchronen Produktion nicht nur die Kapitalbindungskosten gesenkt, sondern auch unnötige Transport- und Handhabungsvorgänge vermieden [Uyg15]. Darüber hinaus lässt sich Verschwendung in Form von Wartezeiten, unnötigen Puffern und damit Ineffizienz vermeiden [Dic07c]. Das JIT-Konzept setzt sich nach WILDEMANN [Wil92] aus drei Bausteinen zusammen:<sup>29</sup>

- Integrierte Informationsverarbeitung: Die Produktionsgestaltung im Sinne von JIT erfordert einen Informationsfluss, der eng mit dem Materialfluss verknüpft ist und sich zeitlich vorgeschaltet in entgegengesetzter Richtung auf der gleichen Ebene bewegt.
- Fertigungssegmentierung: Für die Implementierung des JIT-Konzepts erfolgt eine Strukturveränderung bzw. Neuorganisation im Wertschöpfungsprozess. Ziel der Fertigungssegmentierung ist eine weitgehende Entflechtung der Kapazitäten durch eine ganzheitliche Betrachtung der logistischen Kette. Die produktionswirtschaftlichen Ziele (z. B. Kosten, Lieferzeit, Flexibilität und Qualitätssicherheit) stehen gleichrangig nebeneinander.
- Produktionssynchrone Beschaffung: Bei der Auswahl der Zulieferunternehmen werden neben den Kriterien Preis, Qualität, Zuverlässigkeit und Service auch ihre Anpassungsfähigkeit hinsichtlich gewünschter Anlieferungsfrequenz, exakter Termine und eines hohen Qualitätsstandards betrachtet.

Die Einführung des JIT-Konzepts macht eine ganzheitliche Betrachtung des Wertschöpfungsprozesses notwendig und kann bewirken, dass Bestände verringert, Probleme frühzeitig erkannt und beseitigt werden. Damit wird erreicht, dass Verschwendung beseitigt und insgesamt die Effizienz verbessert werden kann [Sys06].

---

<sup>29</sup> Vgl. auch Syska [Sys06]

Die Methode Just-in-Time eignet sich vor allem für hochwertige Materialien oder Baugruppen (nach ABC-Analyse). JIS erweitert JIT dadurch, dass Teile in der für den Fertigungs- oder Montageablauf benötigten Reihenfolge bereitgestellt werden. Dies ist häufig mit einer synchronen Fertigung beim Lieferanten und beim Kunden verbunden [VDI13].

Ein grundlegendes Element des Pull-Prinzips ist das Supermarktregal, welches auch als das Materiallager des Lean Managements definiert wird [Bru11]. In der Produktionssteuerung nach dem Pull-Prinzip produzieren die vorgelagerten Fertigungseinheiten zunächst mit Blick auf ein festgelegtes Zwischenlager die abgezogene Menge in der Reihenfolge, in der diese vom nachgelagerten Prozess dort abgezogen werden. Solche Zwischenlager mit genau definierten Mengen, Stellplätzen, Behältergrößen etc. werden als Supermarkt oder Warenhaus bezeichnet [Sys06]. Der Supermarkt ist das Rohmaterial- und Komponentenlager im Pull-System und fungiert als eine Art Puffer zwischen der Anlieferung und dem Verbrauch durch die Fertigung bzw. zwischen einzelnen Fertigungseinheiten [Gor13]. Nach VDI 2870-2 [VDI13] handelt es sich um eine Pufferfläche, die bedarfsgenau Kommissionieren, Umpacken, Vereinzeln, Sequenzieren, Verteilen, Durchschleusen und Versorgen ermöglicht und in der Regel am Ende eines Kanban-Kreislaufs Fertigungsbereiche voneinander entkoppelt. Ein Supermarkt ist so auszulegen, dass einerseits die Nachbestellung nur dann ausgelöst wird, wenn was vom nachfolgenden Fertigungs- oder Montagebereich entnommen wird, aber andererseits immer ausreichende Teile im Supermarkt für den nachfolgenden Fertigungs- und Montagebereich liegen sollen.

Der Supermarkt lässt sich auch als ein Durchlaufregallager interpretieren, in dem die Komponenten und Rohmaterialien in ergonomischer Höhe sowie akzeptabler Traglast gelagert werden. Je nach Ausprägung des Supermarkts kommen Supermarkt-Kanban-Karten zum Einsatz, welche die Beschaffung bei der Entscheidung für die Wiederbeschaffung unterstützen. Die Wiederbeschaffungsentscheidung basiert auf dem Gemba-Prinzip (gehe vor Ort) und der nivellierten Abrufmenge der Fertigung. Kontrollierter und sich stetig reduzierender Bestand bei hoher Verfügbarkeit ist der Nutzen des Supermarkts. Durch den visuellen Zwischenpuffer der Lagerbestände ist sowohl die Verantwortlichkeit für die Bestände definiert als auch die Systematik für die nachhaltige Bestandsreduzierung etabliert [Gor13]. Des Weiteren gewährleistet ein Durchlaufregal die Einhaltung des FIFO-Prinzips (First In – First Out) [VDI13].

Das von Ohno entwickelte One-Piece-Flow-System kommt völlig ohne Lagerhaltung aus und erzeugt ein Produkt nur bei Kundennachfragen exakt zu der Zeit. Ist ein hundertprozentiger Fluss aufgrund der zu weit auseinander liegenden Prozesse oder der zu stark variierenden Durchlaufzeiten der Fertigung nicht möglich, kommt ein Kanban-System zum Einsatz [Lik08]. Kanban ist der japanische Begriff für Karte (oder Schild, Tafel, Beleg etc.) und wurde basierend auf dem Pull-Prinzip für das TPS entwickelt [Web11]. Ende der 1970er Jahre wurde Kanban in den westlichen Industrieländern bekannt und hat sich zu einem umfassenden System zur Planung und Steuerung von Produktionssystemen entwickelt [Gei11].

Vom Supermarkt wurde diese Idee abgeleitet, den jeweils vorgelagerten Arbeitsgang eines Produktionsprozesses als eine Art Lager anzusehen. Der nachfolgende Arbeitsgang (Kunde) entnimmt die benötigten Teile (Waren) zum erforderlichen Zeitpunkt und in der benötigten Menge vom vorherigen Arbeitsgang (Supermarkt). Der vorgelagerte Arbeitsgang stellt die entnommene Menge sofort wieder her (Wiederauffüllen der Regale) [Ohn09]. Dies geschieht über Selbststeuerung der produzierenden Bereiche, Kunden-Lieferanten-Prinzip und visuelle Anzeigen mittels Steuertafeln und sogenannten Kanban-Karten [Web11]. Zugleich wird die Information über die Entnahme an den Lieferanten weitergeleitet. Diese Informationsweitergabe

wird mithilfe einer bestimmten Menge an Informationsträgern (Kanban) signalisiert [VDI13]. Der Einsatz von Kanban erfolgt jeweils zwischen einer Materialquelle (Erzeuger/Lieferant) und einer Materialsenke (Verbraucher/Kunde). Dabei ist der Informationsfluss rückwärts und der Materialfluss vorwärts gerichtet. Es entsteht somit ein selbststeuernder Regelkreis, welcher sich als ein geschlossenes System zur Beschreibung des Informations- und Materialflusses verstehen lässt [Gor13]. Je nach betrieblichen Voraussetzungen können mehrere solcher Regelkreise auf diese Art gesteuert und somit Abläufe vom Lieferanten bis hin zum Kunden über Kanban gelenkt werden [Gei11]. Innerhalb dieser Regelkreise wird es möglich, die Abarbeitung der Kundenaufträge in ein Fließprinzip über den gesamten Arbeitsablauf hoch flexibel zu steuern [Web11].

Kanban ist ein selbststeuerndes System, d. h. eine Kanban-Steuerung benötigt im Normalfall keine besondere ERP-Unterstützung oder Überwachung und geschieht durch die Mitarbeiter selbst [Web11]. Grundsätzlich werden vier Steuerungsvarianten von Kanban (Kartensteuerung, Behältersteuerung, Supermarktsteuerung und elektronische Steuerung) unterschieden. Bei der Kartensteuerung werden die Kanban-Karten an die vorgelagerte Produktionseinheit übergeben, während der Kanban bei der Behältersteuerung fest mit dem Behälter verbunden ist. Darüber hinaus erfolgen die Bestellungen bei der Supermarktsteuerung über das Entstehen von Lücken auf der Befüllseite. Zudem erfolgt beim E-Kanban die Übertragung der Daten mittels Barcodes oder Transpondern [Uyg15].

Abbildung 26<sup>30</sup> veranschaulicht den Aufbau und die Funktionsweise eines Kanban-Systems [Web11]:

- Das Kanban-System arbeitet nach dem Pull-Prinzip.
- Es existiert ein Informationskreis zwischen einer Fertigungseinheit und ihrem vorgelagerten Pufferlager. Der Informationsträger ist die Kanban-Karte.
- Bei der Einführung des Kanban-Systems befinden sich in allen Lagern mindestens zwei gefüllte Kanban-Behälter für jedes Teil.
- Jeder Kanban-Behälter ist mit einer Kanban-Karte versehen. Die am häufigsten benutzte Form der Kanban-Karte ist ein Stück Papier in einer Plastikhülle. Dieses Blatt Papier enthält alle wichtigen Informationen hinsichtlich der Entnahme, des Transports und der Produktion wie Kanban-Menge, Teile-Nr., Behälterart, Lagerort und Empfängerlager.
- Wird nun beispielsweise ein Behälter in einem Fertigwarenlager leer, so kommt dieser Behälter in das Montagelager und muss wieder mit montierten Artikeln aufgefüllt und mit der Kanban-Karte an das Fertigwarenlager zurückgeliefert werden. Das gleiche gilt auch für die Einzelteilbehälter in der Montage, die durch den Montagevorgang ausgeleert sind und vom Materiallager mit beispielsweise Rohlingen aufgefüllt und anschließend an die dem Materiallager nachgelagerte Bearbeitungsstelle zur Fertigung gegeben werden.
- Die Steuerung mittels Kanban erfolgt jeweils nur für einen Kanban-Kreislauf. Existieren mehrere Kreisläufe, so sind diese in Ihrer Steuerungs- und Produktionsfunktion unabhängig voneinander.
- Das zentrale Materiallager selbst wird über das ERP-System im Rahmen einer Langfristplanung geführt und ergibt die Bedarfe als Betriebsaufträge.

---

<sup>30</sup> Im Anhang befindet sich extra die Abbildung der Kanban-Karte. In dieser Abbildung dient die Kanban-Karte nur für die exemplarische Darstellung.

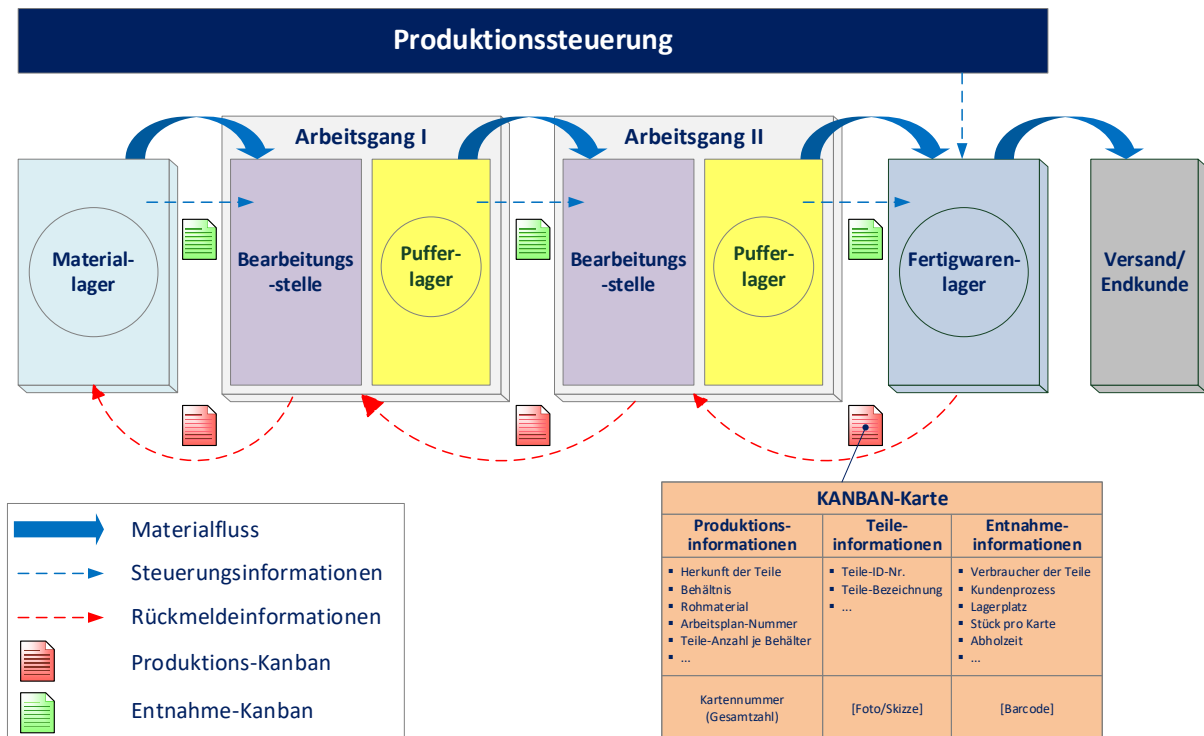


Abbildung 26: Aufbau und Funktionsweise eines Kanban-Systems nach VDI 2870-2 [VDI13]

Die Einführung eines Kanban-Systems erfolgt in mehreren Schritten. Zunächst wird der für die Kanban-Steuerung vorgesehene Fertigungs- und Montagebereich abgegrenzt. Mittels Materialflussanalyse wird überprüft, inwieweit die Voraussetzungen für Kanban gegeben sind. Anschließend erfolgen die Festlegung und Dimensionierung der einzelnen Kanban-Regelkreise. Bei komplexen Materialflusssystemen empfiehlt sich der Einsatz von Simulationstechniken zur Verifizierung der Planung. Die Auftragsposition wird nach dem Pull-Prinzip ausgerichtet. Im Idealfall erhält dabei der letzte Prozessschritt in der Auftragskette den Fertigungsauftrag vom Kunden. Die Unteraufträge für die vorgelagerten Prozessschritte werden durch die Kanban-Regelkreise automatisch erzeugt. Anschließend muss den Mitarbeitern die Wirkungsweise des Kanban-Systems vermittelt und diese im Umgang mit dem Kanban geschult werden. Auf dieser Basis kann das Kanban-System in Betrieb genommen werden. In enger Abstimmung zwischen Logistikplanung, Fertigungssteuerung und operativen Mitarbeitern ist die Anlaufphase insbesondere hinsichtlich Durchlaufzeit und Bestandsniveau zu dokumentieren. Schließlich lassen sich die Regelkreise mittels statistischer Auswertungen optimieren. Nach dem Anlauf können Kanban-Karten schrittweise aus dem Kreislauf entfernt und dadurch das Bestandsniveau gesteuert und abgesenkt werden [VDI13]. Wenn es allerdings nicht in die Kanban-Regelkreise einbezogene Leistungseinheiten in der Auftragskette gibt, müssen diese nach anderen Steuerungsverfahren in die Auftragskette integriert werden. Die Produktionssteuerung wird dementsprechend komplexer und es resultiert ein erhöhter Steuerungsaufwand bei Mischformen, die sich in der Praxis beispielsweise durch lange Beschaffungszeiten häufig nicht vermeiden lassen [Uyg15].

Kanban ist ein ganzheitliches, kundenorientiertes Logistik-Netzwerk für die Produktion und Beschaffung. Es stellt nicht nur vordergründig ein Instrument zur Steuerung der Fertigung, sondern ein hervorragendes Werkzeug bzw. eine Philosophie für Lean Production dar. Dar-

über hinaus ist Kanban ein System zur Steuerung des Teilenachschubs innerhalb von Lieferanten, Fertigungs- und Montagebereichen (intern/extern) nach dem Pull-Prinzip. Es setzt den Willen zur absoluten Liefer- und Qualitätsdisziplin voraus. Dies ist ein einfaches und transparentes Steuerungssystem für eine bestandsarme Produktion und ermöglicht neben der Reduzierung der Bereitstellarbeit im Lager zugleich auch die Minimierung von Verschwendungszeiten [Web11].

Der große Erfolg des Kanban-Systems liegt darin, dass Bestände und Durchlaufzeiten radikal gesenkt werden und eine automatische Nachschubautomatik zur Gewährleistung des Warenkreislaufs und der Lieferbereitschaft in Gang gesetzt wird. Allerdings erfordert Kanban eine Umorganisation in der Fertigung [Web11]. Kann weitergehende Einhaltung von Regeln im Tagesgeschäft noch nicht sichergestellt werden, muss das Kanban-System nun vorsichtig eingeführt werden. Mögliche Gründe für das Nichteinhalten der Regeln liegen darin, dass die beteiligten Mitarbeiter nicht ausreichend über die Bedeutung der Regeln informiert und geschult sind und mit den Ursachen des Nichteinhaltens falsch umgehen. Weitere Ursachen liegen darin, dass das geschlossene, selbststeuernde System durch beispielsweise zusätzlich angenommene Aufträge mit einer bestimmten Priorität oder Dringlichkeit gestört wird. Gut funktionierende Kanban-Systeme erfordern eine Beruhigung der Prozesse in Produktion, Steuerung und Logistik [Sch07].

Das Kanban-System stellt die Beseitigung der Verschwendung in den Mittelpunkt und fördert zweifellos die Verbesserung der Arbeitssituation und der Maschinenausrüstung. Es ermöglicht eingehende Ursachenüberprüfung und richtige Umsetzung der Verbesserungsvorschläge [Ohn09]. Nicht zu vergessen ist, dass Kanban ein organisiertes System an Zwischenlagern als Sicherheitsreserve darstellt. Zwischenlager sind laut OHNO [Ohn09] auch Verschwendung, egal ob es sich um ein Push- oder ein Pull-System handelt. Der größte Nutzen der Verwendung von Kanban liegt darin, Verbesserungen im Produktionssystem zu forcieren. Jedoch besteht die Herausforderung in der Entwicklung einer lernenden Organisation, um die Zahl an Kanban und somit die Zwischenlager zu reduzieren und schließlich ganz abzuschaffen [Lik08].

#### **2.4.4 Null-Fehler-Prinzip**

Trotz Absichtslosigkeit sind Fehler in einem sozio-technischen System inhärent und werden immer auftreten [Dom13]. Die Ursachen hierfür sind vielfältig wie zum Beispiel das Verwenden fehlerhafter Zulieferteile, Fehlbedienungen von Maschinen, Fehler aufgrund Unachtsamkeit oder das Vernachlässigen von definierten Standards [Dec15]. Diese führen im Weiteren zu qualitätsbedingten Verlusten wie Reklamationsbearbeitung, Produkthaftung, Nachrüstung, Ausschuss, Nacharbeit, Wiederholprüfung, Konstruktionsänderung, Maschinen- bzw. Produktionsausfall. Fehleranfällige Unternehmensprozesse sind mit Fehler- und Fehlerfolgekosten belastet, welche sich verhängnisvoll auf den Gewinn und sogar auf die langfristige Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens auswirken können. Am Käufermarkt können Umsatzrückgang, Vertragsstrafen, Marktanteilverluste die Folge sein. Des Weiteren treten immaterielle Verluste wie Imageverlust, Kreativitätsverlust, Informationsverlust, Vertrauensverlust, Mitarbeiterfluktuation auf. Auch Führungsmängel, Organisationsmängel, Vergeudung von Mitarbeiterpotential wirken sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit eines Unternehmens aus und lassen sich als immaterielle Qualitätsverluste betrachten [Bru11].

Die negativen Auswirkungen auf die zentralen Zieldimensionen Qualität, Zeit und Kosten sind offenkundig. Die Zieldimensionen sollen gleichermaßen verbessert und Fehler durch die Anwendung bestimmter Methoden innerhalb der Planung und Durchführung von Prozessen vermieden werden [Dec15]. Fehlerweitergabe an nachfolgende Prozessschritte ist zu vermeiden und ein fehlerhaftes Produkt darf nicht beim Kunden ankommen. Darauf gezielt werden Strategien und Anwendungen von spezifischen Methoden entwickelt. Dies wird nach VDI 2870-1 [VDI12] als Null-Fehler-Prinzip bezeichnet.

Fehler werden in GPS als Chance gesehen, um Schwachstellen in Prozessen zu identifizieren und nachhaltig zu lernen [Dec15]. Das Null-Fehler-Prinzip hat es zum Ziel, Produkte und Leistungen zuverlässig und ohne Fehler an den Kunden zu liefern [Sch03e]. Das Erreichen des Null-Fehler-Ziels bedeutet allerdings nicht allein das Kontrollieren und Aussortieren fehlerhafter Teile, sondern vielmehr die Verbesserung von Prozessen, sodass sich die Herstellung fehlerhafter Teile von Beginn an vermeiden lässt [Dec15].

In das Null-Fehler-Prinzip sind Methoden zur Fehlervermeidung sowie Sicherstellung einer hohen Produkt- und Prozessqualität eingeordnet. Neben Prozesskontrollen zählen dazu auch Sicherstellung der Maschinen-/Prozessfähigkeit, Problemidentifikationsmethoden, Problemlösungsmethoden und Methoden zur Gestaltung der Qualitätsprozesse. Darüber hinaus sind Methoden des Total Quality Managements (TQM) enthalten, welche sich auf die Einbeziehung der Mitarbeiter fokussieren [VDI12]. Präventive Methoden sollen helfen, bereits vor Produktionsbeginn Fehler zu unterbinden. Fehlerfreiheit lässt sich auch mittels Einsatz standardisierter Arbeitsabläufe und -verfahren erreichen. Fehlerursachen sind mit standardisierten Produktionsmethoden, -verfahren und -abläufen leicht zu identifizieren. Die meisten Methoden sind von Mitarbeitern im Rahmen der täglichen Arbeit anzuwenden. Zudem werden Maßnahmen eingeleitet, um Prozessqualität sicherstellen zu können [Sch03e]:

- Die Betriebs- und Prüfmittel werden regelmäßig auf ihre Fähigkeit und Tauglichkeit überprüft. Die geforderten Maße und Toleranzen sind einzuhalten.
- Die ganzheitliche Anlagenbetreuung stellt mit der Reinigung und vorbeugenden Wartung der Maschinen sicher, dass deren Fähigkeit und Einsatzbereitschaft erhalten bleiben.
- Die statische Prozesskontrolle stellt bereits geringe Abweichungen vom normalen Produktionsprozess fest und eröffnet auf diese Weise bereits vor Eintritt eines Fehlers die Möglichkeit, Abweichungen bzw. Fehlerursachen zu erkennen und den Prozess wieder zu stabilisieren.
- Vorrichtungen und Hilfsmittel werden so gestaltet, dass Fehler durch Vertauschung oder Verwechslungen von Teilen, Vorrichtungen oder Werkzeugen möglichst ausgeschlossen werden können.

Methoden identifizieren die wahren Ursachen von Problemen, indem sie eine strukturierte Fehlersuche und Vorgehensweise liefern [Sch03e]. Dabei kommen auch Methoden des GPS wie z. B. 5x Warum, Ishikawa-Diagramm, Poka Yoke zum Einsatz. Ergänzend zu den Methoden der VDI-Richtlinie sind beispielsweise auch 8D-Report, A3-Methode, Six Sigma, Werker selbstkontrolle sowie FMEA (Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse) von Bedeutung [VDI13].

In der täglichen Praxis des Betriebs wird häufig dazu geneigt, ein Problem sofort und auf der Basis der sichtbaren Umstände zu beheben. Nachteil dieser Vorgehensweise ist, dass das Problem immer wieder auftreten kann und man sich wieder damit beschäftigen muss. Häufig müssen sich die Mitarbeiter immer wieder mit den gleichen Problemen auseinandersetzen und verschwenden damit wertvolle betriebliche Ressourcen wie z. B. Zeit und Material. Dies wird aus Lean-Sicht auch als Verschwendung bezeichnet und das Problem muss somit endgültig

gelöst werden [Gor13]. 5x Warum ist eine einfache Methode zur systematischen Ursachenanalyse, um den tiefer liegenden Ursachen eines Problems auf den Grund zu gehen [VDI13]. Dabei wird die Frage „Warum?“ gestellt. Ist die Antwort nicht ausreichend für die Bestimmung der Ursache, wird die Antwort als die nächste Warum-Frage umformuliert und erneut gestellt [Ohn09]. Durch die fünfmalige Frage wird schrittweise die eigentliche Ursache des Problems identifiziert und entsprechende Lösungsmaßnahmen können erarbeitet werden [Dec15]. GORECKI und PAUTSCH [Gor13] bezeichnen diese Methode als 6-W-Hinterfragetechnik und dabei wird nach dem „Warum?“ sechsmal gefragt. Die Häufigkeit der Wiederholung dieses Vorgehens gilt dabei allein als Empfehlung. Letztlich ist entscheidend, dass durch mehrmaliges Hinterfragen nicht mehr das Symptom, sondern die Ursache erkannt wird und keine weitere Rückführung des Problems möglich ist [Dah17].

Die Anwendung der Methode „5x Warum“ soll eine schnelle Entdeckung tatsächlicher Problemursachen ermöglichen und verhindern, dass vorschnell eine vermeintliche Ursache akzeptiert wird, ohne dass die wirkliche Ursache identifiziert ist [VDI13]. Darüber hinaus ist darauf hinzuweisen, dass die Methode unbedingt direkt am betroffenen Prozess vor Ort durchgeführt werden sollte, um sie erfolgreich anzuwenden. In der Praxis wird oftmals zu oberflächlich gefragt und die eigentliche Ursache nicht entdeckt. Die Anwendung der Methode führt also nicht immer zum gewünschten Erfolg [Dec15]. Unter anderem hat jedes Problem mehrere Ursachen. Die Beseitigung nur einer Ursache kuriert meist nur ein Symptom, ohne das Problem gründlich zu lösen. Wenige Fragen und vorschnelle Antworten liefern hingegen kaum die wahre, vollständige Problemursache. Das umfassende und gründliche Hinterfragen führt systematisch an die Wurzeln des Problems heran [Bru11]. Aufgrund dessen wird die Methode 5x Warum weiterentwickelt und in die eigentliche 6W-Hinterfragetechnik nach IMAI [Ima92] erweitert. Diese richtet sich immer weiter auf die Vermeidung der 3 Mu's (siehe Abbildung 27). Die 6W (was, wer, wo, wann, warum, wie) sind eigentlich eine sechsmal 6W-Checkliste und stellen eine besondere japanische Eigenart mit insgesamt 36 Fragen dar. Bei der Anwendung dieser Methode in einzelnen Unternehmen ist es sehr empfehlenswert, bei anstehenden Problemen für jede der 6W einen eigenen Fragbogen anzulegen und darin sorgfältig die Antworten auf die jeweiligen Fragen festzuhalten. Die Antworten sollten dann gewichtet werden, um die Hauptursachen des Problems gezielt aufspüren zu können [Bru11].

Wer	Was	Wo
1. Wer macht es?	1. Was ist zu tun?	1. Wo soll es getan werden?
2. Wer macht es gerade?	2. Was wird gerade getan?	2. Wo wird es getan?
3. Wer sollte es machen?	3. Was sollte getan werden?	3. Wo sollte es getan werden?
4. Wer kann es noch machen?	4. Was kann noch gemacht werden?	4. Wo kann es noch gemacht werden?
5. Wer soll es noch machen?	5. Was soll noch gemacht werden?	5. Wo soll es noch gemacht werden?
6. Wer macht die 3 Mu's?	6. Welche 3 Mu's werden gemacht?	6. Wo werden 3 Mu's gemacht?

Wann	Warum	Wie
1. Wann wird es gemacht?	1. Warum macht er es?	1. Wie wird es gemacht?
2. Wann wird es wirklich gemacht?	2. Warum soll es gemacht werden?	2. Wie wird es wirklich gemacht?
3. Wann soll es gemacht werden?	3. Warum soll es hier gemacht werden?	3. Wie soll es gemacht werden?
4. Wann kann es sonst gemacht werden?	4. Warum wird es dann gemacht	4. Kann diese Methode auch in anderen Bereichen angewendet werden?
5. Wann soll es noch gemacht werden?	5. Warum wird es so gemacht?	5. Wie kann es noch gemacht werden?
6. Gibt es die 3 Mu's?	6. Gibt es 3 Mu's in der Art zu denken?	6. Gibt es 3 Mu's in der Methode?

Abbildung 27: Die 6W-Hinterfragetechnik nach IMAI [Ima92]

Zur Erkennung von Ursachen für die Entstehung von Problemen kommt das sogenannte Ishikawa-Diagramm zum Einsatz [VDI13]. Das Ishikawa-Diagramm (siehe Abbildung 28), auch als Fehlerbaum-, Fischgräten- oder Ursache-Wirkungs-Diagramm bekannt, ist ein von dem Japaner Kaoru Ishikawa entwickeltes Verfahren des modernen Qualitätsmanagements [Sys06]. Es dient der systematischen Analyse von Problemen durch grafische Zuordnung von Problem oder Wirkung und möglicher einzelner Ursachen bzw. Einflussgrößen mit Darstellung der Abhängigkeiten zwischen den Ursachen in Form einer Fischgräte [Dec15]. Darin werden die fachlichen Meinungen und Erfahrungen der Teammitglieder in strukturierter Form bildlich erfasst [Sch03d]. Beim Ishikawa-Diagramm wird die zu lösende Problemstellung im Fischkopf angeordnet, während die möglichen Ursachen bzw. Einflussgrößen des Problems nach Kategorien wie 7M an den Hauptgräten des symbolisierten Fisches gruppiert werden. Zu den wichtigsten Einflussfaktoren werden die gesuchten möglichen Ursachen oder geeigneten Messgrößen auf den Nebengräten eingetragen ([Bor12] und [Sch03d]).



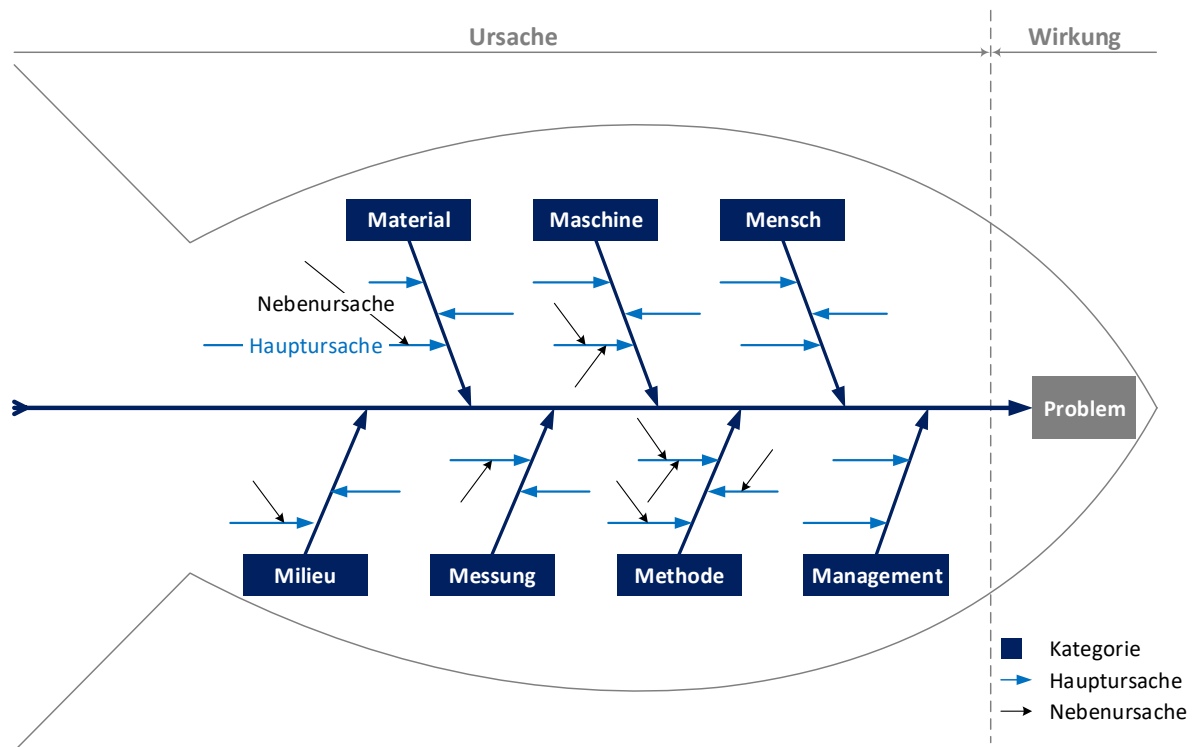


Abbildung 28: Das Ishikawa- / Ursache-Wirkungs-Diagramm nach BRUNNER [Bru11]

Im ursprünglichen Ishikawa-Diagramm erfolgt die Einleitung üblicherweise in die Ursachenkategorien Mensch, Maschine, Material und Methoden. Somit ist die Methode Ishikawa-Diagramm auch als 4M-Methode bekannt. Diese lassen sich bei Bedarf durch weitere Ursachenkategorien – wie Messung, Milieu (Umwelt/Umfeld), Management – auf 5M, 6M und 7M ergänzen. Die Auswahl der angeführten Ursachenkategorien ist von dem zur Lösung anstehenden Problem abhängig. ([Bru11] und [Gor13])

Nach der Festlegung der grundlegenden Ursachenkategorien werden anschließend die Hauptursachen sowie die in der Kategorie der Hauptursachen identifizierten Nebenursachen aufgeführt. Das Ishikawa-Diagramm enthält durch Erfahrung begründete Vermutungen, Ideen und Ansichten. Dabei werden Fragen in Form einer Checkliste nach möglichen Problemquellen gestellt. Die Visualisierung der Haupt- und Nebenursachen von betrieblichen Problemen unterstützt das Erkennen der wesentlichen Problemursachen. Daran anknüpfend werden nach der Überprüfung der Vollständigkeit der Ursachen die bedeutendsten Ursachen herausgefiltert und den festgelegten Ursachenkategorien zugewiesen. Komplexe Ursachen sollten in eigenen Fischgräten-Diagrammen aufbereitet werden. Mittels ergänzender Methoden wie z. B. ABC-Analyse oder FMEA werden die Ursachen und Ursachenklassen von Problemen analysiert und ausgewertet, um Maßnahmen für deren Beseitigung erarbeiten und priorisieren zu können. Schließlich erfolgt die Umsetzung der Maßnahmen. Dabei ist in der Regel das Anstoßen eines PDCA-Zyklus erforderlich. ([Bru11], [Dah17], [Gor13], [Ima92], [Sch03d] und [VDI13])

Nach GORECKI und PAUTSCH [Gor13] schärft die Visualisierung der Problemursachen den Blick der verantwortlichen Manager und das Bewusstsein der Mitarbeiter für das anstehende Problem. Die Ergebnisse der Gewichtung der Ursachen geben eindeutige Hinweise, an welcher Stelle des Prozessablaufs Verbesserungsmaßnahmen die größte Wirkung haben. Es ist zu empfehlen, nicht in jeder Situation tiefer zu graben [Dah17]. Alle denkbaren Ursachen für

ein Problem herauszuarbeiten kann allerdings je nach Komplexität des Problems dazu führen, dass das Diagramm sehr umfangreich und dadurch unübersichtlich wird, was das Auffinden der Hauptursache erschweren könnte [Sys06].

In den meisten Unternehmen wird der Mensch als Fehlerquelle betrachtet. Es wird erwartet, dass die Fehlerhäufigkeit durch Ausbildung und Training reduziert wird. Zutreffend ist aber auch, dass Unaufmerksamkeit, Ermüdung durch eintönige Verrichtungen oder das versehentliche Ablesen falscher Daten zu Fehlern führen, welche sich nicht durch Training beseitigen lassen. Hingegen im Lean Management umfasst die Fehlerkultur eine grundsätzlich andere Einstellung zu Fehlern. Im Fokus der ablaufenden Aktivitäten nach der Fehlerkultur des Lean Managements steht der Prozess statt Menschen. Das Auftreten eines Fehlers weist ggf. Schwachstellen des Prozesses auf. Deshalb wird der Fokus im Rahmen der Maßnahmenentwicklung von Fehlerbeseitigung auf die Prozessgestaltung umgesetzt [Gor13].

Zur Fehlervermeidung kommen Fehlhandlungsvermeidungsmechanismen wie Poka Yoke beispielhaft zum Einsatz. Das Prinzip Poka Yoke wurde von SHIGEO SHINGO [Shi92] im Rahmen des TPS entwickelt und bezeichnet einen zentralen Bestandteil der japanischen Qualitätsphilosophie und Betriebssicherheit, dass sich dumme [Dah17] / unbeabsichtigte [Bru11] / unglückliche [Gor13] / zufällige [VDI13] Fehler (Poka) von Anfang an durch Einsatz einfacher, technischer Vorkehrungen und verwechslungssicherer Vorrichtungen oder Vorgehensweisen vermeiden (Yoke) lassen.

Für die Haupteinsatzgebiete von Poka Yoke gewichtet SHINGO [Shi92] die Charakteristiken einer Null-Fehler-Qualitätssicherung in ihrer praktischen Bedeutung wie folgt:<sup>31</sup>

- Fehlerquellenvermeidung und Entdeckung von Fehlhandlungen an ihrem Ursprung, bevor sie Fehler verursachen: 60 %,
- 100 % Prüfungen hinsichtlich Fehler unter Verwendung von Poka Yoke: 30 %,
- Automatische Sofortmaßnahme zum Anhalten des Arbeitsgangs bei Entdeckung einer Fehlhandlung: 10 %.

Typische Strukturelemente von Poka Yoke sind einfache technische Lösung, Fehlerquelleninspektion oder Verhinderungsmaßnahmen gegen Auftreten von Fehlern aus der nicht vermeidbaren Fehlhandlung [Son13]. Es lassen sich präventive und reaktive Ansätze zur Anwendung von Poka Yoke unterscheiden. Der präventive Ansatz integriert Gestaltungsmaßnahmen am Produkt oder an den Betriebsmitteln zwecks Vermeidung der Entstehung von Fehlern. Hingegen kann der reaktive Ansatz den Fehler so nah wie möglich an der Ursache durch im Prozess integrierte Prüfungen oder Hilfsmittel entdecken. Diese Ansätze zur Fehlervermeidung lassen sich bei Tätigkeiten anwenden, die sich häufig wiederholen und eine konstante Wachsamkeit benötigen. Durch den präventiven Ansatz werden die Fehler zu 100 % eliminiert, während eine Null-Fehler-Produktion mittels des reaktiven Ansatzes mit großer Wahrscheinlichkeit erreicht werden kann [Dah17]. Darüber hinaus kommt Poka Yoke auch im Alltag zum Einsatz. Einige Beispiele dafür sind in Abbildung 29 dargestellt.

---

<sup>31</sup> Vgl. auch [Bru11] und [Son13]

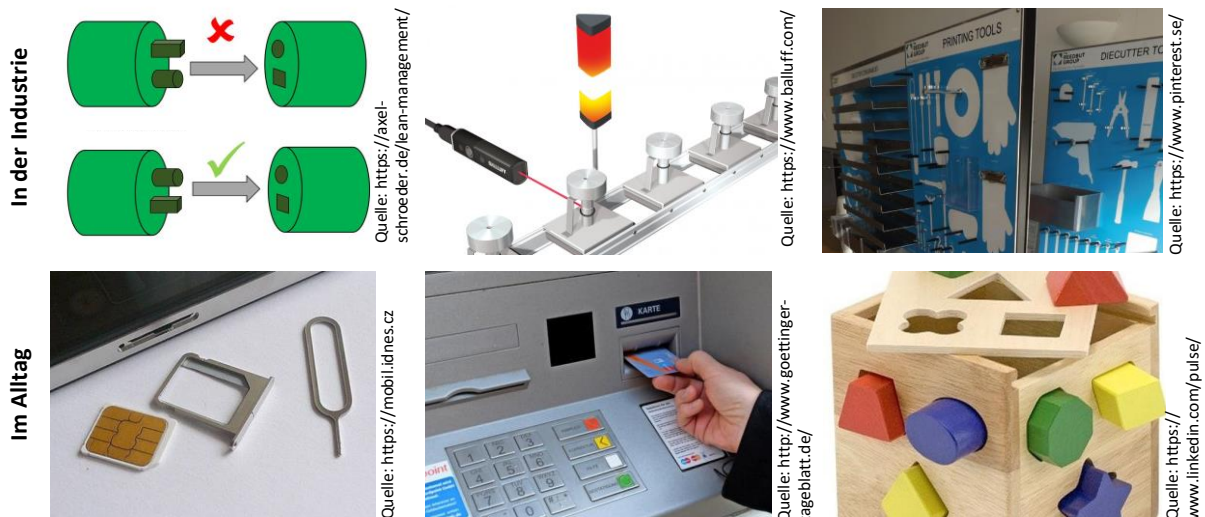


Abbildung 29: Beispiele für Poka Yoke

In Bezug auf die Abfolge bestehen Poka-Yoke-Systeme aus drei Teilmechanismen: Detektionsmechanismus, Initialisierungs- bzw. Auslösemechanismus sowie Regulierungsmechanismus. Der Detektionsmechanismus kann an der Fehlerursache ansetzen und aus einer direkten oder einer indirekten Rückmeldung bestehen. Der Initialisierungs- und Auslösemechanismus identifiziert die Art des Fehlers, während der Regulierungsmechanismus den Auftritt bzw. die Übergabe in den nächsten Arbeitsschritt des Fehlers verhindert ([Gor13] und [Sys06]). Der Weg zu einer Poka-Yoke-Lösung besteht aus folgenden Schritten: [VDI13]

- Abgrenzung des fehlerintoleranten Prozesses bzw. Prozessabschnitts
- Analyse bekannter und weiterer möglicher Fehler sowie ihrer Ursachen mithilfe von Werkzeugen wie FMEA oder Ishikawa-Diagramm
- Entwicklung von Gestaltungsansätzen zur Fehlerverhinderung
- Entwicklung und Bewertung von Lösungen aus den gefundenen Gestaltungsansätzen
- Festlegung von Maßnahmen zur Umsetzung der Lösungen
- Maßnahmenumsetzung

Der beste Zeitpunkt zur Integration von Poka-Yoke-Lösungen ist bei der Entwicklung von neuen Prozessen viel zielführender als eine aufwendige und teure Lösung in ferner Zukunft [Dah17]. Im Gegensatz zu den Maßnahmen der Qualitätskontrolle wird die Qualität direkt in den Prozess implementiert und durch die Art des Arbeitsvorgangs in situ geprüft. Somit sind keine zusätzlichen Prozessschritte erforderlich. Die Auswirkung von Poka-Yoke-Maßnahmen auf die Produkt- bzw. Prozessqualität ist erheblich. Durch den Einsatz von Poka Yoke können Qualitätskontrollen als nicht wertschöpfende Tätigkeiten entfallen und somit Verschwendung eliminiert und Kosten reduziert werden. Darüber hinaus wird der für den Arbeitsgang verantwortliche Mitarbeiter nicht mit einer technischen Lösung konfrontiert, sondern gemeinsam mit der Entwicklung einer Lösung verbunden. Dadurch wird die Akzeptanz des Mitarbeiters erhöht [Gor13].

### 2.4.5 Fließprinzip

Bei einer klassischen Losgrößenproduktion laufen viele voneinander isolierte Einzelprozesse, die durch zahlreiche Zwischenlagerstufen miteinander verbunden sind, ab. Es wird oft langfristig auf die Weiterverarbeitung von Zwischenprodukten gewartet. Der gesamte Produktionsprozess ist mit hohen Beständen und langen Durchlaufzeiten geprägt. [Lin13]

Mit einer Fließproduktion wird angestrebt, die Wartezeiten und Lager zwischen den Arbeitsstationen zu eliminieren und dadurch die Durchlaufzeiten sowie die Umlaufbestände drastisch zu reduzieren [Lin13]. Das Fließprinzip bezeichnet eine umfassende Unternehmensgestaltung, die danach strebt, einen schnellen, durchgängigen und turbulenzarmen Fluss von Materialien und Informationen über die gesamte Wertschöpfungskette zu ermöglichen. Nach diesem Gestaltungsprinzip werden die Werkstücke nach einem Arbeitsgang direkt zum nächsten Arbeitsgang transportiert, ohne auf die Fertigung anderer Teile warten zu müssen [VDI12]. Durch Gestaltung der Produktion nach dem Fließprinzip wird die Produktivität positiv beeinflusst [Lin13]. Neben der Verkürzung der Durchlaufzeit wird zugleich die Flexibilität erhöht. Diese zeichnet sich als besonders bedeutsam bei einer wachsenden Anzahl von Kundenwünschen mit hoher Variantenvielfalt aus [Dro15].

Voraussetzungen für die Realisierung des Fließprinzips sind definierte Bestände, ein gerichteter Materialfluss, schnelle Rüstzeiten, flexible Mitarbeiter sowie prozessorientierte, auf dem Produktionstakt basierende Arbeitsinhalte [Grö07]. Ergänzend dazu erfordert es eine ausgeglichene Arbeitslast bzw. Austaktung für die beteiligten Arbeitspersonen. Denn Verzögerungen durch Über- oder Unterlast in den vor- und nachgelagerten Prozess können in der Folge zu Schwankungen führen, welche in unkontrollierten Beständen resultieren [Dro15].

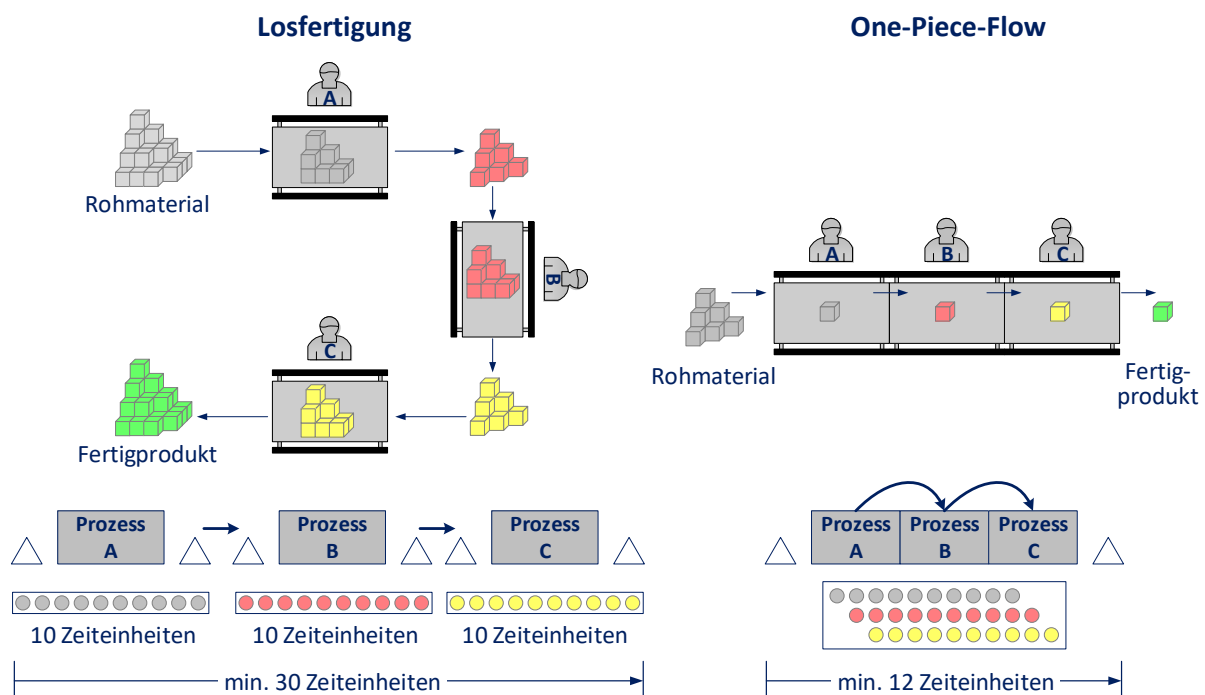


Abbildung 30: Losfertigung vs. One Piece Flow nach DROSTE ET AL. [Dro15]

Nach DROSTE ET AL. [Dro15] stellt die Methode „One Piece Flow“ (OPF) – auch als kontinuierlicher Prozessfluss bzw. Einzelstückfluss bekannt – die maximale Ausprägung des Fließprinzips dar. Beim OPF wird das zu produzierende Werkstück nach der Bearbeitung unmittelbar an den nachgelagerten Prozess/Arbeitsgang für die weitere Wertschöpfungsstufe übergeben. Es gibt also keine Puffer- oder Materialberge zwischen den Prozessschritten. Als Konsequenz bedeutet dies auch, dass der vorgelagerte Prozessschritt beim Stillstand des nachgelagerten Prozessschritts nicht weiter produzieren darf. Es ermöglicht minimale Durchlaufzeiten durch die Verkleinerung der Lose, maximale Flexibilität und schnelles, effektives Reagieren auf Probleme, signifikante Platzreduzierungen und Flexibilisierung der Fertigung durch effizienteres

Arbeiten bzw. Einsetzen der Ressourcen [Grö07]. OHNO [Ohn09] bezeichnet den kontinuierlichen Prozessfluss mit nahezu Null-Lagerbestand als den idealen Zustand eines schlanken Materialflusses. Der maßgebliche Gewinn dieses Produktionsprinzips lässt sich in Abbildung 30 durch Gegenüberstellung der traditionellen Losfertigung anschaulich illustrieren.

Allein die direkte Koppelung von Prozessen nach dem Einzelstückfluss reicht für die Umsetzung einer kontinuierlichen Fließproduktion nicht aus. Diese lässt sich nicht nur durch neue Anordnung von Arbeitsstationen und eine Bestandsreduzierung automatisch umsetzen. In einer Fließproduktion ohne Sicherheitsbestände müssen fragile Prozesse vermieden werden. Für die notwendigen stabilen Prozesse sollten Teilequalität und Verfügbarkeit der Arbeitsstationen stimmen. Die Arbeitsstationen sollten entsprechend der Arbeitsfolge angeordnet und die Rüstzeiten permanent reduziert werden. Zudem müssen in einem gekoppelten System die Prozessschritte aufeinander abgetaktet werden, um teure Wartezeiten der Mitarbeiter an einzelnen Arbeitsstationen zu vermeiden [Lin13]. Auf dem Weg zum Ideal können mehrere Zwischenstufen schrittweise durchlaufen werden [Dro15]. Unternehmen, die OPF-Fertigung einführen wollen, sollten in einzelnen Fertigungslinien beginnen und dann nacheinander die gesamte Produktion durch den Einzelstückfluss verbinden, damit im Unternehmen eine oder mehrere OPF-Linien entstehen [Grö07].

Nicht immer ist ein kontinuierlicher OPF unmittelbar realisierbar [Dro15]. Wo eine direkte Prozessverbindung nicht möglich ist, muss über andere Methoden wie Supermarktlager oder FIFO gekoppelt werden [Lin13]. FIFO ist eine Methode des Gestaltungsprinzips „Fließprinzip“ und lässt sich auf verschiedene Bereiche wie Materialbereitstellung oder die Auftragssteuerung anwenden. Das Akronym bedeutet, dass gemäß dem Warteschlangenprinzip stets das Teil zuerst entnommen wird, das auch als erstes angekommen ist [Dom15e]. ERLACH [Erl10] bezeichnet die FIFO-Verkopplung als „sequential pull“ für getrennte Produktionsprozesse, von denen die Integration in einer Fließfertigung nicht gelingt. Durch diese Regel wird sichergestellt, dass die einmal festgelegte Reihenfolge von Produktionsaufträgen auf dem Shop Floor über alle Produktionsprozesse hinweg eingehalten wird. Der Reihenfolgezwang vermeidet das Auftreten der im betrieblichen Alltag häufigen FINO-Regel (First In – Never Out) der Abarbeitung. Durch die FIFO-Methode wird der Bestand auf einem definierten Niveau geregelt und die Durchlaufzeit nach oben hin begrenzt und je nach Anwendungsfall auch nahezu konstant gehalten. Dadurch ist die Durchlaufzeit sehr gut vorhersagbar und eine Terminierung stellt somit geringere Anforderungen an das Planungs- und Steuerungssystem. Allerdings ist zu beachten, dass es sich aus Materialflusssicht beim FIFO-Prinzip um eine Push-Produktion handelt. Das Erzeugnis wird also vom vorgelagerten Produktionsprozess durch die nachfolgende Produktion entlang des Wertstroms geschoben.

SCHUH und ROESGEN [Sch06e] verwenden die FIFO-Methode als eine der unterschiedlichen Strategien für Bestandsführung, die sämtliche Lagerbewegungen sowie die Erfassung der Zu- und Abgänge der Lager bzw. der Lagerorte erfasst. Dabei werden Bestände neben der rein physischen, mengenmäßigen Erfassung anhand ABC- / XYZ-Analyse auch wertmäßig geführt. Im Bereich der Warenwirtschaft ist FIFO das übliche Verfahren der Bewertung und bezeichnet, dass die ältesten (zuerst eingelagerten) Bestände auch nach Möglichkeit zuerst verbraucht (entnommen) werden sollten. Bei der Lagerung von Schüttgütern beispielsweise wird hingegen das gegenteilige Prinzip LIFO-Verfahren (Last In – First Out) angewendet.

Weitere Bewertungsstrategien sind das HIFO (Highest In – First Out) und LOFO (Lowest In – First Out). Das HIFO-Verfahren geht preisabhängig davon aus, dass die am teuersten herge-

stellten bzw. angeschafften Gegenstände zuerst ausgelagert bzw. verbraucht werden. Hingegen werden bei LOFO die am günstigsten Gegenstände zuerst gebraucht, was gegen das Vorsichtsprinzip der Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung verstößt und in der Bilanzierung nicht zulässig ist [Sch06e]. Diese zwei Verfahren lassen sich auch anders definiert im Bereich PPS anwenden. Hierbei werden Fertigungsaufträge nach Prioritäten oder Aufwand statt nach der Reihenfolge des Auftragseingangs abgearbeitet. Das Verfahren HIFO bedeutet, dass die am höchsten priorisierten Aufträge zuerst produziert werden. Hingegen bei LOFO werden Aufträge mit dem wenigsten Aufwand zuerst behandelt, sodass möglichst viele Aufträge gleicher Art in begrenztem Zeitraum erledigt werden können.

Darüber hinaus existieren noch weitere Verbrauchsfolgeverfahren wie die sachbezogene Methode KIFO (Konzern In – First Out) sowie ihre gegenseitige Methode KILO (Konzern In – Last Out). Diese Verfahren dienen besonders zur Verrechnung von konzerninternen Gewinnen oder Verlusten. Zudem wird die zeitabhängige FEFO-Methode (First Expired – First Out) beispielsweise in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie angewendet. Diese stellt eine verschärfte Form des FIFO-Prinzips dar.<sup>32</sup>

Im Unternehmen lassen sich alle für die Herstellung eines Produkts oder einer Dienstleistung notwendigen Aktivitäten als Wertstrom bezeichnen. In vielen Unternehmen werden Ideen zur Verbesserung des Wertstroms meistens nur punktuell und überhastet umgesetzt, deren Wirkung wiederum neue Schwachstellen an anderen Stellen verursacht [Dah17]. Die Wertstrommethode, auch als Wertstromanalyse [Dah17], Wertstromdesign ([Erl10] und [Lin13]) und Wertstromplanung [Bal15] oder im Englisch als Value Stream Analysis (VSA) oder Value Stream Mapping (VSM) [VDI13] bekannt, wurde für eine schnelle und einfache Analyse der Produktionsprozesse eines Produkts und damit für die Identifikation der Verwendung im Prozess entwickelt. Im Zusammenhang mit den Methoden und Zielen einer schlanken Produktion wird heute zunehmend die Wertstromanalyse als Mittel zur Visualisierung und Analyse von Material- und Informationsflüssen eingesetzt [Wan07].

Die Wertstromanalyse orientiert sich am gegenwärtigen Zustand der Produktion [Erl10] und beschreibt den Wertstrom vom Warenausgang rückwärts bis zum Wareneingang durchgängig, um die tatsächlich Wertschöpfung generierenden Prozessschritte zu identifizieren und diese in Hinblick auf kurze Durchlaufzeiten und Bedarfsorientierung zu optimieren [Wan07]. Im Vergleich dazu baut die Methode Wertstromdesign auf dem Ist-Zustand der Wertstromanalyse auf und entwickelt einen zukünftigen Fluss von Informationen und Materialien [Dah17]. Ziel der Wertstrommethode ist es, eine für alle Beteiligten einheitliche bildliche Darstellung des jeweiligen Wertstroms zu gewinnen, um die sich daraus ergebenden Abweichungen zwischen Ist- und Soll-Wertstrom zu analysieren und auf die ursächlichen Verschwendungsarten zurückzuführen [Bal15]. Damit wird ein Unternehmen unterstützt, Materialien, Produkte, Dienstleistungen und Informationen durch die Prozessketten verschwendungsarm fließen zu lassen und diese ständig auf hohem Qualitätsniveau zu verbessern [Lin13]. Der gesamte Unternehmensprozess wird somit nicht vollständig, aber möglichst umfassend in Hinblick auf eine Reduzierung der Durchlaufzeiten, Verringerung von Beständen, Platzgewinn, höhere Termintreue und Produktivität verbessert [Dah17]. Zusätzlich werden dabei Rückfragen von Mitarbeitern berücksichtigt und hinsichtlich der Häufigkeit und der Bearbeitungszeit mit in die Gesamtdurch-

---

<sup>32</sup> Vgl. URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Verbrauchsfolgeverfahren> (Abrufdatum 14.07.2018)

laufzeit eingerechnet [Ebe15]. Letztlich ist das Wertstromdenken eine Philosophie, die Unternehmen entscheidend unterstützen kann, um schnell und reaktionsfähig zu werden bzw. zu bleiben [Lin13].

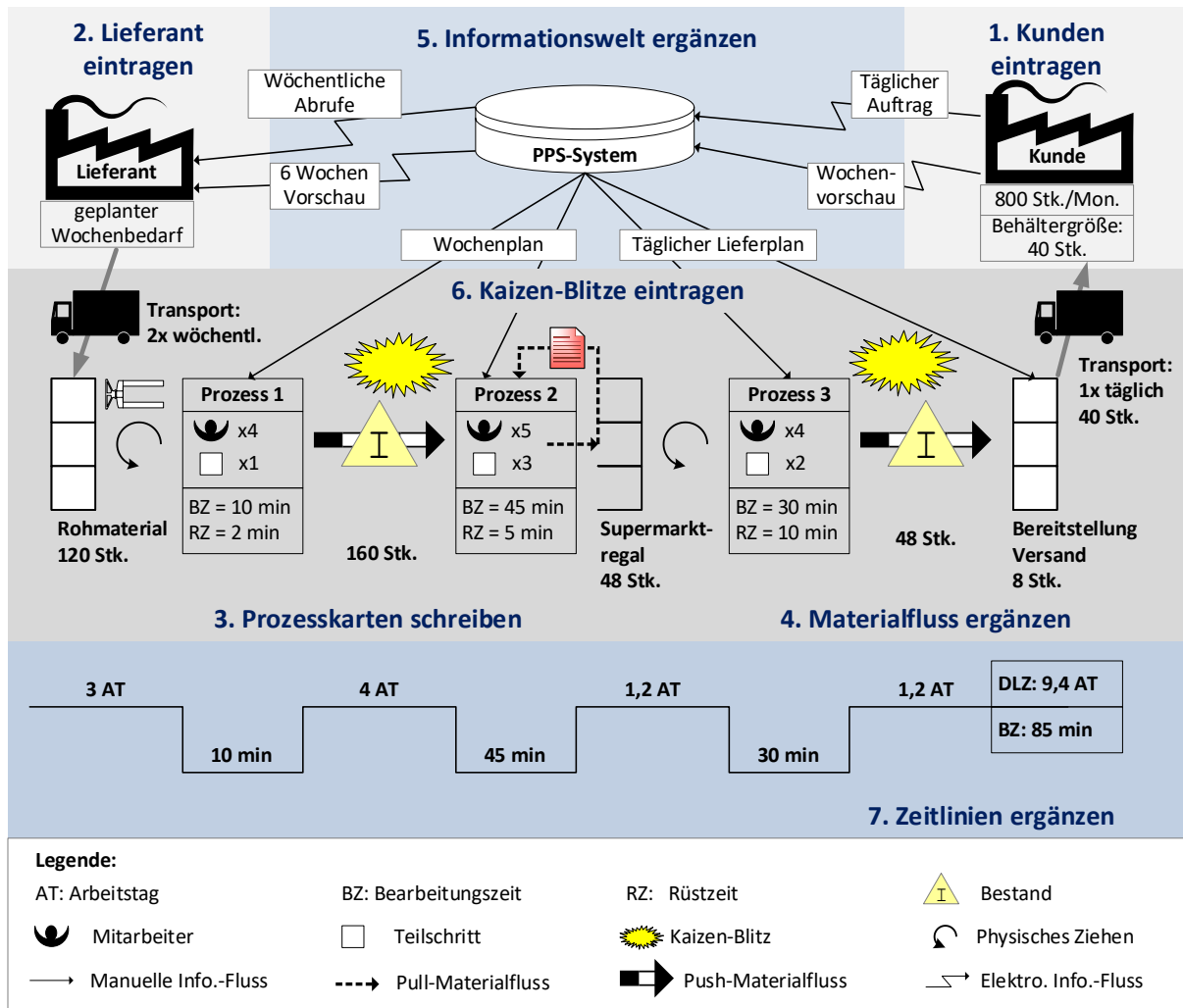


Abbildung 31: Vorgehensweise der Modellierung des Wertstroms (nach [Erl10], [Rot04] und [VDI13])

Wertstromanalysen können in unterschiedlichster Form durchgeführt werden. Die Modellierung des Wertstroms in einem industriellen Unternehmen basiert auf sechs Grundelementen mit spezifischen Parametern (Kunde, Lieferant, Geschäftsprozess, Produktionsprozess, Material- und Informationsfluss). Abbildung 31 illustriert die Vorgehensweise der Durchführung einer Wertstromplanung ([Erl10], [Lin13], [Rot04] und [VDI13]):

- **Prozessauswahl und Systemgrenzen festlegen:** Um die Komplexität des zu untersuchenden Systems so gering wie möglich zu halten, wird sich bei der Durchführung der Wertstromanalyse jeweils auf eine Produktfamilie konzentriert. Weicht der Fertigungsweg einer anderen Produktgruppe oder -familie zu stark davon ab, ist eine weitere Wertstromanalyse durchzuführen.
- **Aufnahme des Ist-Zustands (Wertstromanalyse):** Anschließend erfolgt die Modellierung des Kundenbedarfs für die ausgewählte Produktfamilie. Der Wertstrom wird im Ist-Zustand mit allen wichtigen Kennwerten des Produktionsprozesses und der Logistik in Bezug auf die sechs Grundelemente gezeichnet.

- Entwicklung eines Soll-Zustands (Wertstromdesign): Daran anknüpfend werden die erkannten Schwachstellen mittels sogenannter Kaizen-Blitze eingezeichnet. Der Soll-Zustand wird nach Wertstromgesichtspunkten unter Einbeziehung der Kaizen-Blitze entwickelt.
- Umsetzung bzw. Maßnahmenableitung: Zum Schluss werden die Ergebnisse vorgestellt und die weitere Vorgehensweise abgestimmt. Die erkannten Schwachstellen sind zügig zu beseitigen und die Potenziale können auch zeitnah zur Entfaltung gebracht werden.

Die Anwendung der Wertstrommethode erfordert Lean-Erfahrung, da die Kenntnis der zu benutzenden Symbole noch keine Ideen für einen idealen Wertstrom liefert. Zur Durchführung der Schwachstellenanalyse sind Fachwissen und Urteilsvermögen erforderlich. Für die Erstellung des Soll-Zustands ist Wissen über die dem idealen Wertstrom zugrundeliegenden Prinzipien nötig und ein Gefühl für die Machbarkeit der Verbesserung hilfreich [Dah17]. Als Werkzeuge bzw. ergänzende Methoden kommen beispielsweise Flussdiagramm, Swimlane-Diagramm, SIPOC<sup>33</sup> zum Einsatz.

## 2.5 Human-Resource-Management

Die Organisationsformen der Produktion betonen in erster Linie die Sachbeziehungen zwischen Betriebsmittel, Material und Werker [Wie10]. Zur Zeit des Taylorismus wurde eine Trennung von geistiger bzw. planender und ausführender Arbeit vorgesehen. Im Taylorismus sei der Mensch unfähig sowie leistungsunwillig. Folglich war die wichtigste Führungsaufgabe, den Mitarbeitern die auszuführenden Tätigkeiten möglichst genau vorzuschreiben. Die Mitarbeiter wurden angehalten, die vorgegebenen Prozesse auszuführen ohne diese zu gestalten bzw. zu hinterfragen ([Fre92] und [Kor03b]). Mit tayloristischen Konzepten der Organisation zeichneten sich Probleme wie Fluktuation, Absentismus, Streiks und beispielsweise bei der Rekrutierung ab. Das Denkmuster Taylorismus ist nicht mehr „state of the art“ [Hau03].

Im Toyota Way nach OHNO [Ohn09] steht der Mensch nicht nur im Mittelpunkt des Denkens, sondern alles Handeln beginnt mit dem Faktor Mensch. Für die Sicherstellung des wirtschaftlichen Unternehmenserfolgs rücken nach BIELENBERG [Bie96] die Einbeziehung der Erfahrungen und Kenntnisse der Mitarbeiter, deren kreatives Denken und selbständiges Handeln sowie deren Fähigkeit zur Teamarbeit in den Vordergrund. WESTKÄMPER [Wes09a] sieht die unmittelbar mit der Maschinenbedienung beauftragten Mitarbeiter eher als die Manager der Prozesse und sie fungieren als Betreiber, Planer, Logistiker, Evaluator etc. Nach GARRELT DUIN<sup>34</sup> sind Mitarbeiter auch wie die Führungskräfte in einer modernen, wissensgetriebenen Volkswirtschaft das wichtigste Kapital von Unternehmen. Deshalb sind sie von maßgebender Bedeutung, ob Unternehmen erfolgreich mit ökonomischen und gesellschaftlichen Herausforderungen umgehen können [Joc17]. Eine hohe Motivation der Menschen ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor in einem Unternehmen [Röh03].

Vor diesem Hintergrund verlieren traditionelle, von Autorität, Hierarchie und externen Anreizen geprägte Führungsstile an Gewicht. Statt Dienst nach Vorschrift zu tun, werden Mitarbeiter motiviert, kreativ und eigenständig Lösungen in einer komplexer werdenden Umwelt zu finden [Joc17]. Im Gegensatz zu tayloristischen Arbeitsformen gelten die Mitarbeiter im GPS als wichtigste Ressource und Quelle von Ideen zur kontinuierlichen Verbesserung [VDI12]. Mit

<sup>33</sup> SIPOC: Akronym für Supplier – Input – Process – Output – Customer

<sup>34</sup> Garrelt Duin war 2012 bis 2017 Minister für Wirtschaft, Energie, Industrie und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen.



zunehmenden Ansprüchen des arbeitenden Menschen, sowohl im privaten als auch im betrieblichen Bereich, sind die Mitarbeiter und die Art ihrer Mitwirkung am Arbeitsprozess immer mehr und weiter zu betrachten [Wie10]. Mit den aktuellen globalen Entwicklungen sowie neuen innovativen Technologien übt das moderne Human-Resource-Management nicht nur als administrative Struktur eine starre Verwaltungsfunktion in einem Unternehmen aus, sondern gestaltet strategische Transformationsprozesse mit [Joc17].

### 2.5.1 Bedürfnisse-Werte-Einstellungen-Verhalten

Organisationen setzen sich aus Menschen in unterschiedlichen Rollen und Positionen zusammen, deren Beweggründe des Verhaltens folglich einen wichtigen Schlüssel zum Verständnis von Handlungen in Organisationen bilden [Sta14a]. Nach DAHRENDORF [Dah65] verhält sich der Mensch rollengemäß. Menschliches Verhalten lässt sich auf Motive zurückführen und orientiert sich an Zielen. Objektiv gleiche Umweltsituationen werden von verschiedenen Personen unterschiedlich verarbeitet und mit differierenden Verhaltensweisen beantwortet. Analog können objektiv ungleiche Umweltsituationen von verschiedenen Personen aber auch gleich verarbeitet und ohne erkennbare interpersonale Verhaltensunterschiede beantwortet werden [Sta14a]. Inhalt und Ausgestaltung von Menschenrollen sowie konkretes Rollenverhalten der Menschen hängt letztlich von der Wahrnehmung der Erwartungen durch den Rolleninhaber, seinen Bedürfnissen, Werten und Einstellungen ab [Sta91].

Als Begründer der Humanistischen Psychologie<sup>35</sup> entwickelt MASLOW [Mas54] das Modell der Hierarchie menschlicher Bedürfnisse (auch als Bedürfnispyramide bekannt) und unterteilt diese in fünf Ebenen, nämlich physiologische Bedürfnisse, Sicherheitsbedürfnisse, Sozialbedürfnisse, Individualbedürfnisse und Selbstverwirklichung. Dem Modell zufolge haben manche Bedürfnisse Priorität vor anderen. Sind niedrigere Bedürfnisse relativ gut befriedigt, taucht eine neue Reihe von höheren Bedürfnissen auf. Um mögliche Missverständnisse und unbegründete Kritik zur Fehlinterpretation der Pyramidendarstellung zu erklären, dass diese Bedürfniskategorien nicht in einer sukzessiven bzw. diskreten Beziehung zueinanderstehen, entwickelt KRECH ET AL. [Kre62] die dynamische Darstellung des maslowschen Bedürfnismodells. Dabei tritt das nächsthöhere Bedürfnis in den Vordergrund, wenn ein niedrigeres Bedürfnis einen Befriedigungsgrad von etwa 70 % oder sogar weniger erreicht hat. Die motivierende Kraft nimmt mit zunehmendem Befriedigungsgrad eines niedrigeren Bedürfnisses ab und die Motive eines höheren Bedürfnisses nehmen hingegen zu. Das klassische Modell wurde mit zusätzlichen Ebenen der kognitiven bzw. der ästhetischen Bedürfnisse über den Individualbedürfnissen und zudem über Selbstverwirklichung mit Transzendenz als oberste Stufe<sup>36</sup> des Modells erweitert [Mas71]. Dieses Modell lässt sich viel in den Wirtschaftswissenschaften sowie in der Unternehmenswelt vor allem im Management verwenden (siehe Abbildung 32).

---

<sup>35</sup> Vgl. Staehle et al. [Sta14a]

<sup>36</sup> In der Literatur wird die Pyramide jedoch meist mit der Selbstverwirklichung an der Spitze dargestellt.

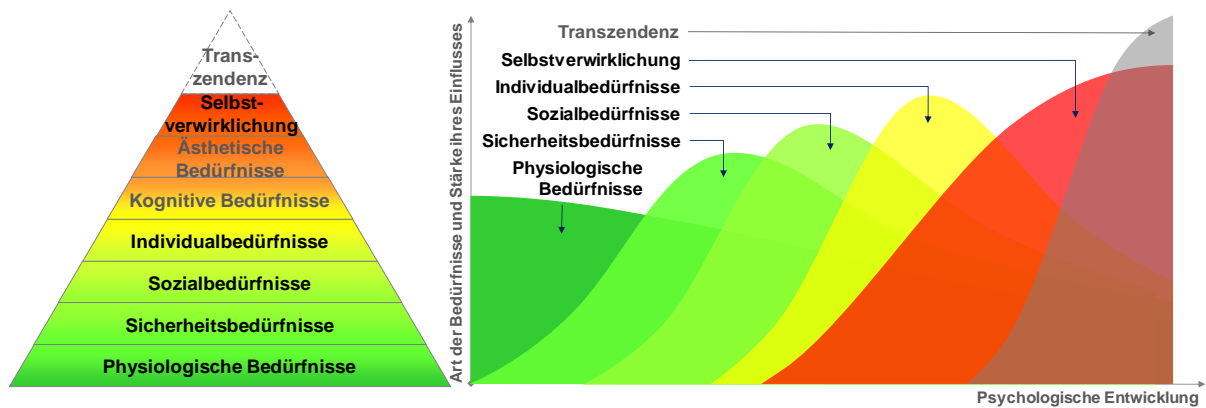


Abbildung 32: Bedürfnispyramide nach MASLOW ([Mas54] und [Mas71]) und ihre dynamische Darstellung nach KRECH ET AL. [Kre62]

Bedürfnisse und Motive sind vergesellschaftet und zum großen Teil gelernt. Im Zuge der Entwicklung moderner Gesellschaften werden die primären und sekundären Bedürfnisse immer mehr miteinander überlagert. Durch die gezielte Förderung bzw. Unterdrückung bestimmter Bedürfnisse in Lern- und Sozialprozessen entstandene sekundäre Motive lassen sich heute in ihrer Bedeutung für das Verhalten weit höher als die primären Motive einschätzen. Die Aktivierung von Motiven erfolgt durch Anreize aus der Person selbst bzw. durch in Situationsgegebenheiten vorhandene Stimuli. In der jeweiligen Ausprägung eines bestimmten Bedürfnisses unterscheiden sich Personen voneinander. [Sta14a]

Im Vergleich zu angeborenen bzw. gelernten Bedürfnissen und Motiven sind Werte und Einstellungen durch formale Erziehung und Ausbildung sowie durch die Vielzahl menschlicher Kontakte innerhalb und außerhalb der Arbeitswelt erlernt. Werte sind den Einstellungen und teilweise auch den Motiven gedanklich vorgelagert. [Sta14a]

Ohne Werte wäre der Mensch nur ein wissensgesteuerter Automat, so ERPENBECK und SAUTER [Erp15]. Werte werden trotz noch umstrittener Definition bis heute zu Motivationen ihres Handelns und sie vermögen umgekehrt im Extremfall ganze Nationen und die Menschheit zu bewegen. ROKEACH [Rok60] zufolge stellen Werte eine komplexe Systemhierarchie innerhalb der Persönlichkeit dar und Einstellungen sind ohne die ihnen vorgelagerten Werte undenkbar. Nach SCHMELCHER [Sch03b] hat jeder Mensch, jede Gruppe und jede Gesellschaft ihr eigenes Wertesystem, welches ganz relativ und subjektiv ist. Auch Unternehmen bzw. Unternehmer haben ihre Werte und ihre Wertesysteme, welche für Führungsstil, Erfolg oder Misserfolg des Unternehmens von ausschlaggebender Bedeutung sind. Schmelcher definiert Werte als Ordnungssysteme und Normen, die das Denken und Handeln von Menschen viel stärker als Wissen und Können bestimmen und strukturieren. Diese sind zum Beispiel Spielregeln, Entscheidungskriterien, Handlungsrahmen, Prioritäten, Basis für ganz unterschiedliche Lebensweisen, Basis für Wertschätzung.

Nach FREY ET AL. [Fre16] beziehen sich Werte auf allgemeine Grundsätze und sind nicht immer gänzlich umsetzbar oder im Extremfall einander entgegengesetzt. Je nach Kultur ist das Gewicht der Werte unterschiedlich. Bei kollektivistischen (z. B. asiatischen) Kulturen spielt der Wert der engeren sozialen Einheit eine zentrale Rolle und bei individualistischen (z. B. westlichen) Kulturen hingegen ist der Wert der persönlichen Selbstverwirklichung von zentraler Bedeutung. Nach KLUCKHOHN [Klu51] interpretiert ein Wert bzw. ein Wertesystem eine implizite oder explizite Auffassung des Wünschenswerten eines Individuums oder einer Gruppe. Dies

beeinflusst die Wahl möglicher Verhaltensweisen, Handlungsalternativen und -ziele. Konzeptionell orientiert an der maslowschen Bedürfnispyramide werden Indikatoren für materielle und postmaterielle Werte definiert. Während sich materielle Werte auf physiologischen Bedürfnisse und Sicherheitsbedürfnisse beziehen, handelt es sich bei postmateriellen Werten um die Individual- und Sozialbedürfnisse sowie die Selbstverwirklichung. Zusammengefasst prägt ein Wertesystem die Wahrnehmung der Umwelt bzw. Situation, die Handlungsalternativen und somit auch das Entscheidungsverhalten [Fre16].

Einstellungen sind nach BADKE-SCHAUB ET AL. [Bad12] wie Wertehaltungen zentrale Themen der Sozialpsychologie, die sich mit menschlichem Denken und Handeln unter dem Einfluss sozialer Faktoren (reale oder vorgestellte Gegenwart anderer Menschen) befasst. Im Vergleich dazu, dass Werte als genereller Wegweiser von Verhalten situationsübergreifend und objektunabhängig sind, sind Einstellungen oder Attitüden konkret auf bestimmte Objekte, Personen oder Situationen gerichtet. Während der Wertewandel nur langsam und langfristig möglich ist, lassen sich viele Einstellungen hingegen wesentlich einfacher und schneller verändern [Sta14a]. Nach HADDOCK und MAIO [Had14] wird unter dem Begriff Einstellung eine Gesamtbewertung eines auf kognitiven, affektiven und verhaltensbezogenen Informationen beruhenden Objekts verstanden. Einstellungen unterscheiden sich voneinander im Hinblick auf Valenz und Stärke. Jeder Stimulus, der auf einer Positivitätsdimension bewertet werden kann, lässt sich als Einstellungsobjekt betrachten.

Im Multikomponentenmodell der Einstellung nach ZANNA und REMPEL [Zan88] lassen sich Einstellungen einer Person als individuelles, in sich geschlossenes und relativ stabiles System von Gedanken, Gefühlen und Handlungsprädispositionen charakterisieren. Dabei werden die drei Merkmale als die kognitive, affektive bzw. die Verhaltenskomponente bezeichnet. Während es sich bei der kognitiven Komponente um Gedanken und Übersetzungen bezüglich den Eigenschaften eines in Form von kognitiver Denkleistung entstandenen Gegenstands handelt, werden im Gegensatz die mit einem Einstellungsobjekt verbundenen Gefühle oder Emotionen als affektive Einstellungskomponente bezeichnet. Unterdessen schließt die Verhaltenskomponente Verhaltensweisen gegenüber einem Einstellungsobjekt ein und umfasst direkt die Anreizwirkungen auf Handeln und Verhalten des Individuums, die bei der Wahrnehmung einer Person, eines Objektes oder einer Situation ausgelöst werden ([Had14] und [Noé05]). Nach STAEHLE ET AL. [Sta14a] kann nur dann von Einstellungen gesprochen werden, wenn alle Komponenten in einer systematischen, konsistenten Ordnung vorhanden sind. Dabei ist die Verhaltenskomponente aufgrund ihrer unmittelbaren Verhaltenswirksamkeit für die Analyse der Einstellungen von Organisationsmitgliedern von besonderer Bedeutung.

Zahlreiche Untersuchungen zeigen, dass eine hohe Korrespondenz zwischen Einstellungen und Verhaltensweisen vorliegt. Einstellungen sagen unter bestimmten Bedingungen Verhalten vorher und folgen daraus. Jedoch folgt das Verhalten von Menschen nicht notwendigerweise nur aus ihren Einstellungen. Die Korrespondenzen zwischen Einstellungen und Verhalten lassen sich mithilfe von Einstellungsmaßen in Hinsicht auf Handlung, Gegenstand, Kontext und Zeit am effektivsten interpretieren. Durch die Entwicklung der Drittvariablenansätze, wobei die Einbeziehung weiterer notwendigen Variablen statt Einstellung als Verhaltensprädiktor allein berücksichtigt wird, wird der Einstellungs-Verhaltens-Zusammenhang und damit die Prädiktorqualität der Einstellung für das Verhalten erhöht ([Had14] und [Mum88]). Repräsentativ ist das Modell von FISHBEIN und AJZEN über das überlegte bzw. geplante Handeln (siehe Abbildung 33), wobei die wahrgenommene Verhaltenskontrolle entweder eine Auswirkung direkt

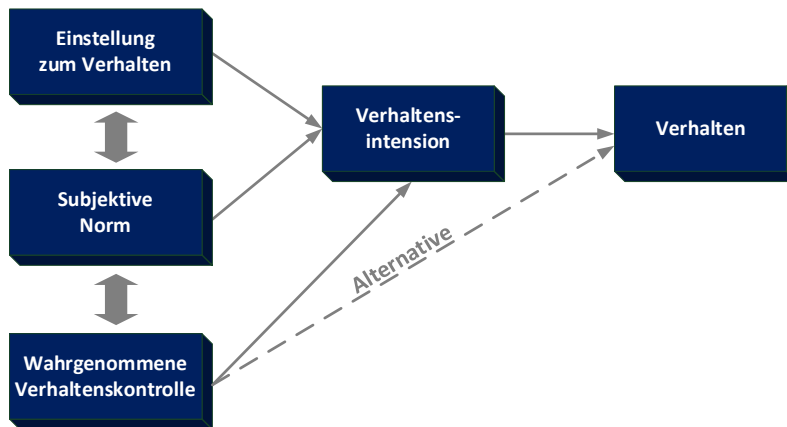


Abbildung 33: Das Modell der Einstellungs-Verhaltens-Beziehung (nach FISHBEIN und AJZEN<sup>37</sup>)

auf Verhaltensintensionen und darüber hinaus indirekt auf das Verhalten ausübt, oder sie beeinflusst das Verhalten direkt [Had14].

In der Realität beeinflussen sich Einstellungen und Verhaltensweisen jedoch gegenseitig bzw. wechselseitig. Nach STAEHLE ET AL. [Sta14a] führen veränderte Einstellungen gegenüber einer Person zu verändertem Verhalten ihr gegenüber und umgekehrt hat verändertes Verhalten auch

veränderte Einstellungen zur Folge. Solch eine Interaktion existiert nicht nur zwischen Einstellungen und Verhalten, sondern auch zwischen Verhalten und der Persönlichkeit sowie der Umwelt. LEONTJEW [Leo77] erörtert die Kategorien der gegenständlichen Tätigkeit, des menschlichen Bewusstseins bzw. der Persönlichkeit, die für den Aufbau eines widerspruchsfreien Systems in der Psychologie als eine konkrete Wissenschaft am wichtigsten sind. Dabei betont er die Vermittlungsfunktion von Handlungen<sup>38</sup> zwischen Subjekt (Individuum) und Objekt (Milieu) im Bereich der Arbeitspsychologie. LUTHANS [Lut11] entwickelt das interaktionistische S-O-B-C-Modell (Stimulus – Organism – Behavior – Consequence) und deutet an, dass zwischen Umwelt, Person und Verhalten vielfältige Interaktionen bestehen. Diese erlauben die subjektive Interpretationen, Lernen und Anpassung. In Analogie zum physikalischen Kräftefeld entwickelt LEWIN [Lew63] die Feldtheorie der Sozialpsychologie. Dabei stellt er die Situation, die sowohl das Individuum einer Person mit ihren Zielen und Motiven als auch ihre physikalische Umwelt umfasst, in den Mittelpunkt seiner topologischen Untersuchungen. Anhand der Verhaltensgleichung  $V = f(P, U)$  wird die allgemeinste Formulierung der Entstehungsbedingungen menschlichen Verhaltens interpretiert. Das Verhalten (V) bezeichnet also nicht nur die Reaktion auf Umwelt-Reize (U), sondern auch die Wahrnehmung und Verarbeitung von Reizen durch die jeweilige Person (P) in der erlebten Umwelt (Situation). Wie sich das Verhalten einer Person durch eine Funktion von der Situation beschreiben lässt, ist die Situation ebenso eine interaktionistische Funktion von der Person [Sta14a].

## 2.5.2 Teamarbeit und Teamentwicklung

Aufgrund der dynamischen Veränderungen unter einem steigenden Wettbewerbsdruck sind Unternehmen herausgefordert, sich dem strukturellen Wandel zu stellen und Innovationsmanagement zu betreiben [Krö97]. Das Management in der Unternehmenswelt ist verpflichtet, mit weniger Arbeitskräften die Produktivität zu erhöhen [Ohn09]. Überschüssige Arbeitskräfte werden dabei identifiziert. Diese lassen sich entweder effektiv einsetzen oder sind zu entlassen. Darüber hinaus rücken Mitarbeiter und die Weiterentwicklung bzw. die Nutzung von deren

<sup>37</sup> Vgl. [Had14] und [Mum88]

<sup>38</sup> Vgl. Leontjew [Leo12]: Leontjew nutzte das Wort „Tätigkeit“ als eine der möglichen Übersetzungen von *energeia*.

Handlungskompetenzen künftig in den Mittelpunkt der Unternehmensentwicklung. Auf der Basis der maslowschen Bedürfnispyramide entwickelt WIENDAHL [Wie10] ihre Anwendung auf die Arbeitswelt und beschreibt, dass sich die angesprochenen Bedürfnisse der Mitarbeiter nach Selbständigkeit und Selbstverwirklichung in der tayloristischen Arbeitsform nicht verwirklichen lassen. In diesem Zusammenhang werden Gruppen- und Teamarbeit als mögliche Gestaltungsoption angesehen und sind speziell in Deutschland anwendbar. Neben personalen Aspekten müssen im Unternehmen auch Gruppenaspekte wie Gruppendynamik, Gruppennormen, Gruppenkultur und Kommunikationskulturen betrachtet werden [Alt16].

NERDINGER ET AL. [Ner14] definieren eine Gruppe als eine Mehrzahl von über längere Zeit in direktem Kontakt stehenden Personen mit Rollendifferenzierungen, wobei gemeinsame Normen entwickelt werden und Kohäsion besteht sowie ein Wir-Gefühl über Grenzen nach außen dargestellt wird. Als Team wird nach MÖLLER [Möl16] ein Zusammenschluss von mehreren Personen zur Lösung einer bestimmten Aufgabe oder zur Erreichung eines bestimmten Ziels bezeichnet. Beide Begriffe werden meistens synonym verwendet, wobei Teams einerseits als eine Form von Gruppen mit allgemeinen sozialwissenschaftlichen Merkmalen einer Gruppe geprägt sind und andererseits über Besonderheiten im Vergleich zu anderen Gruppen verfügen. Unter anderem werden Teams um Aufgaben herum aufgebaut. Ist die Aufgabe abgeschlossen, wird das Team häufig aufgelöst [Bec16].

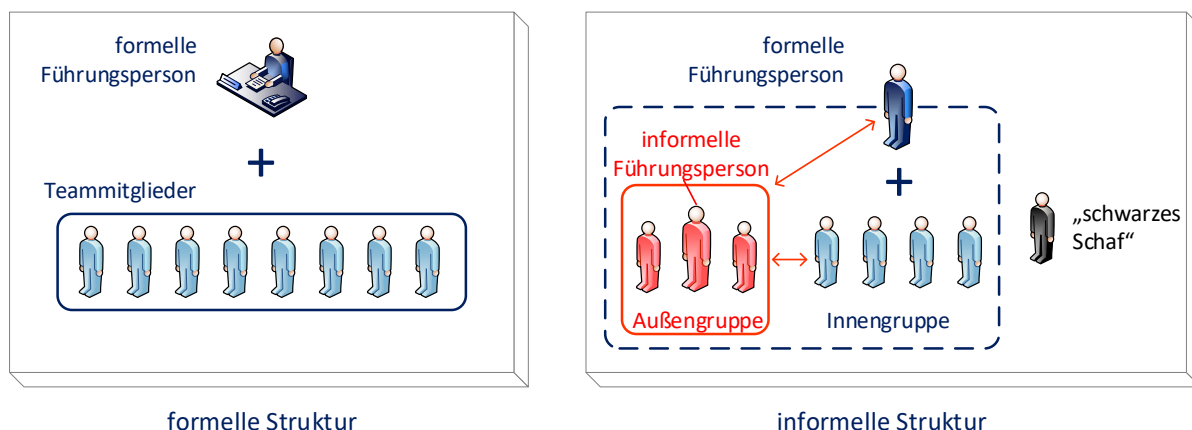


Abbildung 34: Beispiel für die formelle und informelle Struktur eines Teams nach BECKER [Bec16]

BECKER [Bec16] erörtert die Themenbereiche zur erfolgreichen Zusammenstellung, Entwicklung, Führung und Pflege von effektiven Teams und betont, dass Teams eine zentrale Bedeutung in modernen Organisationen haben. Er betrachtet Gruppen zusätzlich aus wirtschaftspsychologischen Aspekten und weist besonders darauf hin, dass sich Gruppen bzw. Teams hinsichtlich der Formalität zwischen formellen und informellen Gruppen unterscheiden. Dabei haben die nicht im Organisationsplan vorgesehenen, nämlich die informellen Gruppen, noch stärkere Auswirkung auf das Verhalten der Mitarbeiter. Die informelle Struktur des Teams ist wesentlich komplexer. Dabei ist an Arbeitsleistung und Informationsfluss und nicht zuletzt an Dinge wie Mobbing zu denken, welche Risiken bzw. Hindernisse für die Leistungsfähigkeit des Teams darstellen können (siehe Abbildung 34). Dies lässt sich wiederum auf den Werte-Einstellungs-Verhaltens-Zusammenhang von Mitarbeitern zurückzuführen. Für die Führung von Teams sind psychologische Betrachtungsdimensionen daher auch eine wichtige Bereicherung der Perspektive.

Die möglichst umfassende Nutzung der Innovationskraft und Kompetenz der Belegschaft ist eine der wesentlichen Säulen des TPS [Dic07c]. Nach WOMACK und JONES [Wom04] liegen

die Erfolge der japanischen Unternehmen vor allem darin, dass die Mitarbeiter in Unternehmen zum größten Teil in Teams eingesetzt werden. Unter Gruppen- und Teamarbeit versteht man die kooperative, zielorientierte Arbeit von Fachleuten mit Integration unterschiedlicher Fachwissen, die gemeinsam über eine gewisse Zeit nach bestimmten festgelegten Regeln und Normen an einer definierten komplexen Aufgabe, in einem Projekt arbeiten oder sich mit einem Problem beschäftigen [Möl16]. Das Team übernimmt eigenverantwortlich eine ganzheitliche Aufgabe teilweise oder vollständig in einem räumlich zusammengefassten Arbeitssystem, wobei die Teilaufgaben innerhalb des Arbeitssystems durch die Teammitglieder selbständig verteilt werden [Wie10].

Nach Meinung von BRUNNER [Bru11] ist Teamarbeit zu einem wichtigen Element betrieblicher Innovation geworden und sie bildet das Herzstück des schlanken Unternehmens. Teams bzw. Gruppen denken ganzheitlicher und erkennen mehr Probleme, somit ist das Problemlösungsvermögen größer. Gruppen sparen durch Selbstverwaltung, Selbstkontrolle und autonome Instandhaltung viele Hilfsfunktionen, wobei Teamfähigkeit von Mitarbeitern in der Gruppe auch eingeübt werden kann. Der gemeinsame Erfolg stärkt dadurch auch das Wir-Gefühl. Die Arbeit in Teams wird nach FOURIER [Fou94] die entscheidende Arbeitsform der Zukunft und der Schlüssel zur Meisterung des Gesellschaftswandels und aller damit im Zusammenhang stehenden Probleme sein. Neue Organisationsformen mit flachen Strukturen und zunehmendem Abbau von Grenzen zwischen Abteilungen fördern zusätzlich den Bedarf an effizienten Teams. Zudem muss Teamarbeit auf der Grundlage wirklicher Gemeinsamkeit neu gestaltet werden [Bec16]. Statt alter Hierarchie mit neuem Etikett muss die Entwicklung von Teamarbeit und von Teams durch konkrete Projektarbeit in der Praxis getrieben werden [Fou94].

Mit der bewussten Zusammenstellung der einzelnen Personen entsteht jedoch nicht automatisch ein Team. Aufgrund der unterschiedlichen Persönlichkeitsmerkmale und Bedürfnisse muss zunächst zwischen den einzelnen Personen Vertrauen aufgebaut werden, bevor sie in der Lage sind, gemeinsam Probleme zu lösen [Kos16]. Vielmehr durchläuft jedes Team bei jedem neuen Projekt in der Praxis einen Entwicklungsprozess [Krü06]. Auf der Grundlage umfangreicher Studienauswertungen identifiziert TUCKMAN [Tuc65] typische Phasen der Teamentwicklung, wobei sich häufig vier Phasen unterscheiden lassen. In Zusammenarbeit mit JENSEN erweitert er [Tuc77] das Modell um eine fünfte Phase. Diese Phasen haben unterschiedliche Funktionen für das Team sowie für die Problembearbeitung, jedoch werden nicht alle Phasen immer und von jeder Gruppe durchlaufen. Zudem dauert der dafür notwendige Prozess jeweils unterschiedlich lang [Ner14] (siehe Abbildung 35):

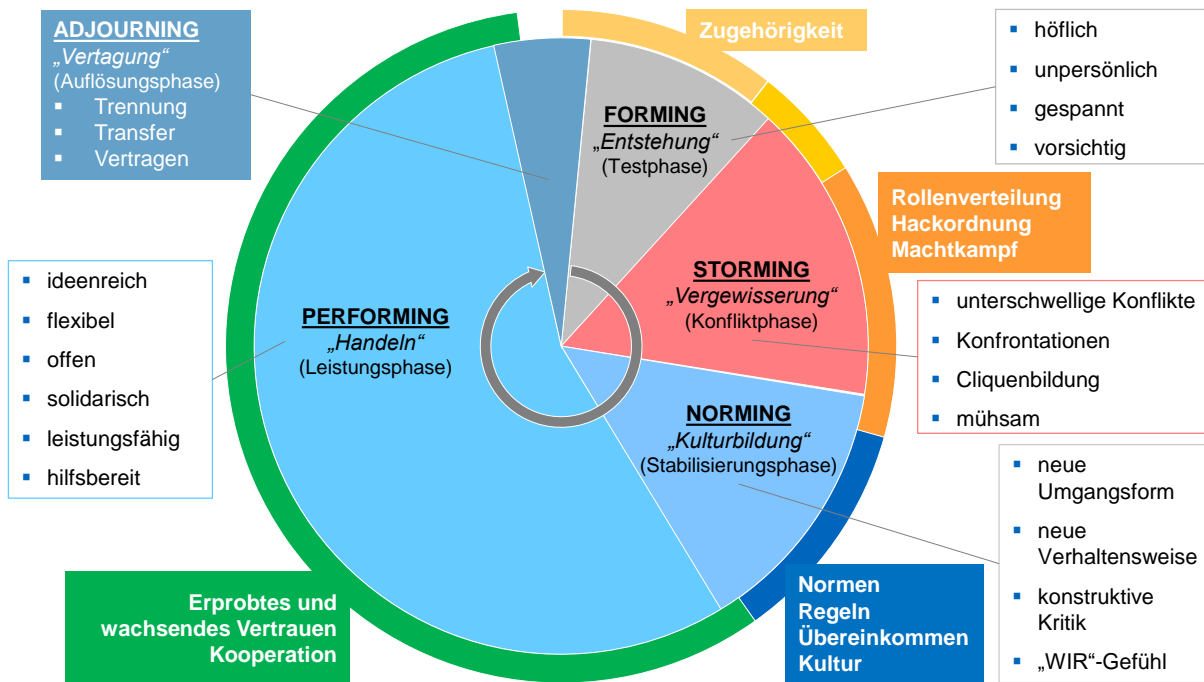


Abbildung 35: Phasen der Teamentwicklung nach TUCKMAN und JENSEN ([Tuc65] und [Tuc77])

- **Forming (Formierungsphase):** Es ist die erste Phase der Teambildung und Ausformung, wobei das Team herausgebildet wird. Diese Phase wird durch beispielsweise Unsicherheit, Abhängigkeit vom Projektleiter, gegenseitiges Misstrauen gekennzeichnet. Die einzelnen Teilnehmer lernen sich gegenseitig kennen, aber tasten sich zunächst ab und beobachten zurückhaltend, in welcher Verfassung die anderen sind. Infolgedessen sind die Interaktionen gewöhnlich, höflich und gehemmt. Anschließend wird meist unbewusst die Über- und Unterordnung geklärt. Hierarchische Unterschiede wirken sich aus, die Kooperationsbereitschaft ist nicht sehr hoch. Ein „Wir-Gefühl“ ist noch nicht vorhanden. Dabei treten häufig Missverständnisse oder sogar Konflikte auf, somit kommt es zu Konkurrenzsituationen. Die Storming-Phase setzt ein. ([Kos16], [Krü06], [Lau14], [Lut11], [Möl16], [Ner14], [Nij14] und [Sta14a])
- **Storming (Konfliktphase):** Die Konfliktphase stellt die kritischste Entwicklungsphase, aber einen zentralen Punkt im Teamentwicklungsprozess dar. In dieser Phase legen die Mitarbeiter ihre eigenen Interessen sowie ihre Persönlichkeitsmerkmale offen. Dabei kommen die unterschiedlichen Bewältigungsstrategien zutage. Es entwickeln sich Konflikte zwischen den Mitgliedern und zum Teamleiter. Dabei werden die Führungskompetenzen einzelner Mitarbeiter sowie die fachlichen Fähigkeiten verglichen. Infolgedessen entwickeln sich Widerstände gegen das Gruppenziel und die gestellte Gruppenaufgabe. Verpflichtungen zur Erfüllung des Ziels werden als Einschränkung der persönlichen Freiheit gesehen. Die Leistungsfähigkeit des Teams sinkt somit auf ein Minimum. Diese Phase kann sehr belastend sein und wird durch beispielsweise Konfrontation, Bildung von Untergruppen, Abstand zum Teamleiter, Polarisierung der Meinungen charakterisiert. Dementsprechend ist das Gefühl der Zusammengehörigkeit noch wenig entwickelt. ([Kos16], [Krü06], [Lau14], [Lut11], [Möl16], [Ner14], [Nij14] und [Sta14a]) Jedoch gehört Storming normal zur Teamentwicklung und lässt sich nicht überspringen. Nach BADKE-SCHAUB ET AL. [Bad12] legt das Storming den Grundstein für die folgende Zusammenarbeit. Das Team kann sich dann

auf die Aufgabe konzentrieren, wenn es eine Konfliktphase durchlebt und die Möglichkeiten sowie Grenzen ihrer Zusammenarbeit ausgehandelt hat. Sonst können die Teammitglieder nicht ihren Fähigkeiten entsprechend zusammenarbeiten.

- Norming (Normierungsphase): Sind Konflikte beigelegt und Widerstände überwunden, kehrt wieder Ruhe in die Gruppe ein. Die Mitglieder beginnen sich zu akzeptieren. Im Stadium der Normbildung entwickelt sich die Teamkohäsion und ein gewisser Teamgeist wird dargestellt, wobei offener Austausch von Meinungen und Kooperation entstehen. Entscheidend dafür ist die Entwicklung von Normen des gemeinsamen Umgangs, der Leistungsansprüche und des akzeptablen Verhaltens, welche einem optimalen Arbeitsklima zugrunde liegen. Die Leistungsfähigkeit des Teams steigt somit wieder. ([Kos16], [Krü06], [Lut11], [Möl16], [Ner14], [Nij14] und [Sta14a])
- Performing (Leistungsphase): Nach der Etablierung der Gruppenstruktur und Gruppennormen können sich die Bemühung des Teams auf die Ausführung von Aufgaben richten. Die Teammitglieder sind mit ihren Stärken und Schwächen vertraut und haben ihre Beziehungen untereinander geklärt. Aus der individuellen Verantwortung entsteht eine Verantwortung füreinander. Infolgedessen kann der Teamleiter sich vor allem auf die Vertretung des Teams nach außen hin konzentrieren und aufkommende Konflikte wie die verfügbaren Ressourcen zum Beispiel bearbeiten. Dadurch werden die Erreichung des Teamziels und die Lösung von Gruppenproblemen möglich. Die Leistungsfähigkeit des Teams steigt weiter zum Maximum. ([Kos16], [Krü06], [Lut11], [Möl16], [Ner14], [Nij14] und [Sta14a])
- Adjourning (Auflösungsphase): Die Auflösungsphase schließt den Entwicklungsprozess ab, jedoch lässt sie sich abhängig von Gruppenformen überspringen. Dabei ist es mit dem Gefühl des Erfolgs, der Erleichterung oder teilweise mit dem Gefühl der Enttäuschung verbunden. Während diese Phase bei permanenten Gruppen nie erreicht wird, werden Projektteams nach Beendigung des Projekts aufgelöst. Teammitglieder verlassen das Team und wechseln in ihre angestammte Funktion zurück oder übernehmen neue Projektaufgaben. Es können bei einigen Mitarbeitern Reentry-Probleme auftreten. Neue Aufgaben, neue Teammitglieder oder eine geringe Kontaktintensität können dazu führen, dass ein Team die verschiedenen Phasen erneut durchläuft. ([Krü06], [Lau14], [Lut11], [Möl16] und [Nij14])

### 2.5.3 Mitarbeiterorientierung und zielorientierte Führung

Es hat sich herausgestellt, dass nur die Betrachtung der Anforderungen von Technik und Organisation ohne Berücksichtigung des Menschen nicht zum Erfolg führen kann. Im Gegensatz zu tayloristischen Arbeitsformen gelten im GPS die Mitarbeiter als wichtigste Ressource und Quelle von Ideen für kontinuierliche Verbesserung. Dabei findet keine Trennung von Hand- und Kopfarbeit statt. Die Umsetzung des GPS-Gestaltungsprinzips „Mitarbeiterorientierung und zielorientierte Führung“ unterstützt dabei, das Verhalten von Mitarbeitern im Sinne einer lernenden KVP-Organisation zu verändern und die Kultur der Fehler- und Verschwendungsvermeidung bei Mitarbeitern und auch Führungskräften zu bilden. ([Hul15] und [VDI12])

Um Mitarbeiterorientierung erreichen zu können, muss sich das tägliche Zusammenspiel von Mitarbeitern und Führungskräften wandeln [Hul15]. FIEDLER [Fie67] erörtert den Zusammenhang zwischen Führungs- und effizientem Gruppenverhalten und beschreibt den von der Führungskraft am wenigsten geschätzten Mitarbeiter anhand des sogenannten LPC-Wertes (Least-Preferred Coworker). Dabei definiert er drei Charakteristiken, nämlich Positionsmacht, Aufgabenstrukturierung und Führungskraft-Mitarbeiter-Beziehung, zur Interpretation der Füh-



rungssituation. Aus der Kombination dieser drei Merkmale ergeben sich unterschiedliche Führungssituationen (siehe Abbildung 36, links). Darauf aufbauend lässt sich je nach der Führungssituation zwischen aufgabenorientiertem (Oktanten IV, V, VI) und personenorientiertem (Oktanten I, II, III, VII, VIII) Führungsstil (Abbildung 36, rechts) unterscheiden.

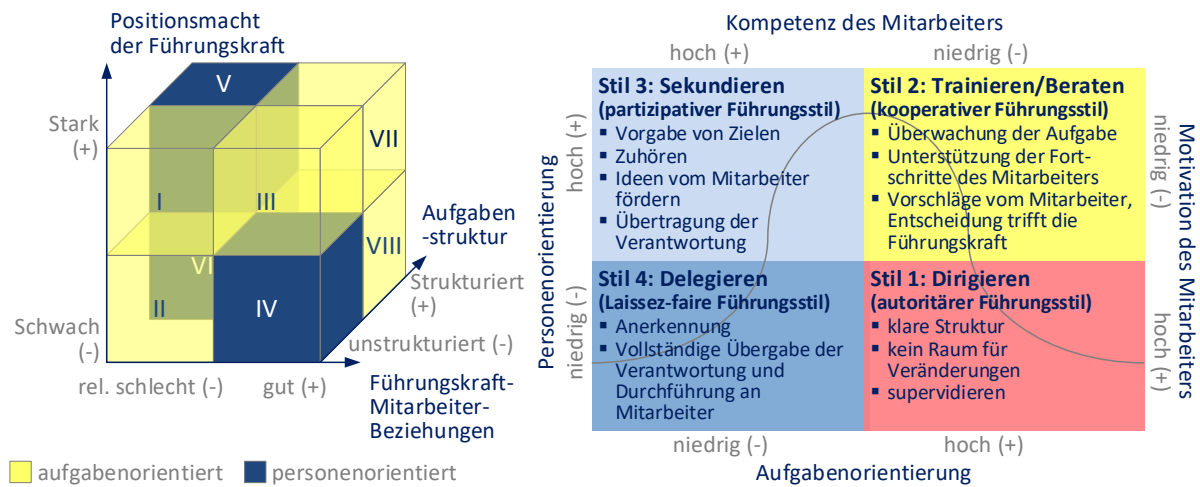


Abbildung 36: Führungssituationen nach FIEDLER [Fie67] und Führungsstile (nach [Her88] und [Lew39])

Als Führungsstil wird ein langfristiges, relativ stabiles und situationsinvariantes Verhaltensmuster der Führungskraft bezeichnet, in dem ein Vorgesetzter seine Führungsaufgaben erfüllt und seine Mitarbeiter führt [Sta14a]. LEWIN ET AL. [Lew39] untersuchen die Wirkung und Eigenschaften verschiedener Führungsstile und teilen die Führungsstile in autoritären, demokratischen sowie Laissez-fairen Führungsstil ein. Während der autoritäre bzw. hierarchische Führungsstil die alleinige Entscheidung, die Vorgabe der Aufgaben sowie deren Durchführung und die Kontrolle durch den Vorgesetzten bezeichnet, besteht der demokratische bzw. kooperative Führungsstil hingegen vor allem aus einer engen Zusammenarbeit zwischen der Führungskraft und den Mitarbeitern, wobei die Mitarbeiter bei Entscheidungen miteinbezogen werden. Darüber hinaus kennzeichnet sich der Laissez-faire Führungsstil durch viel Freiheiten, wobei Aufgaben und Organisation von Mitarbeitern selbst bestimmt werden. Dies fördert einerseits zwar die Motivation und Kreativität der Mitarbeiter, es besteht auf der anderen Seite allerdings die Gefahr von mangelnder Disziplin, Orientierungslosigkeit, Kompetenzstreitigkeiten und Rivalität unter Mitarbeitern und Grüppchenbildung.

Erfolg bzw. Effektivität eines Führungsstils lässt sich an der Leistung des Teams im Hinblick auf die Aufgabenstellung sowie an der Zufriedenheit der einzelnen Teammitglieder messen. In der Praxis nimmt die Effektivität eines Teams jedoch nicht mit steigenden LPC-Werten zu, sondern sie korrelieren von Situation zu Situation unterschiedlich [Sta14a]. Es gibt jedoch keinen allein richtigen Führungsstil, der für jede Führungssituation angemessen ist, denn der geeignete Führungsstil zur Erreichung von effektiven Ergebnissen hängt im Wesentlichen von der jeweiligen Situation ab.

HERSEY und BLANCHARD [Her88] haben ein situatives Führungsmodell entwickelt und dabei die Idee des Reifegrades eingeführt. Der situative Führungsstil ist gekennzeichnet durch individuelle Führung der einzelnen Mitarbeiter in verschiedenen Situationen. Die Reifegrade oder Entwicklungsstufen bezeichnen die Unterschiedlichkeiten von Mitarbeitern in Bezug auf ihre Fachkompetenz und Motivation. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass sich ein Reifegrad immer nur auf eine bestimmte Tätigkeit statt auf die gesamte Person bezieht. Je nach dem Reifegrad des Mitarbeiters muss der Führungsstil dementsprechend angepasst werden. Je geringer der

Reifegrad ist, desto eher ist ein aufgabenorientierter Führungsstil geeignet. Hingegen ist ein mitarbeiterorientierter Führungsstil für höhere Reifegrade passend. Ausgehend davon lassen sich vier Führungsstile wie folgt ableiten:<sup>39</sup>

- **Dirigieren (Telling):** Es gilt hauptsächlich für die Führung motivierter, aber unerfahrener bzw. unsicherer Mitarbeiter. Die Mitarbeiter werden sehr eng aufgabenorientiert geführt. Dieser Führungsstil kennzeichnet sich durch autokratisches Führen, klares Strukturieren sowie konstruktiv vorgebrachte Anweisung. Bei Dirigieren geht es eher in Richtung des autoritären Führungsstils.
- **Trainieren (Selling):** Dieser Führungsstil ist besonders geeignet für die Führung der Mitarbeiter, die über Erfahrungen und Fähigkeiten verfügen, aber gestresst, desillusioniert bzw. demotiviert sind. Dieser gilt auch für Umstrukturierungen, Umorganisationen und Teambildung im Unternehmen. Beim Trainieren wird immer noch eine klare Struktur von Aufgaben durch den Vorgesetzten vorgegeben. Dabei werden Vorschläge von Mitarbeitern gefördert und Fortschritte der Mitarbeiter unterstützt, während die Überwachung der Aufgabe und die Entscheidungen immer durch den Vorgesetzten ausgeführt werden.
- **Sekundieren (Participating):** Bei diesem Führungsstil werden nur die Ziele vorgegeben, aber die Entscheidungen den Mitarbeitern überlassen. Die Führungskräfte fördern und ermutigen die Mitarbeiter, ihre eigenen Fähigkeiten und Erfahrungen zu nutzen, jedoch bleiben sie beim Entscheidungstreffen zurückhaltend. Dieser Führungsstil gilt besonders in der Situation, wenn Mitarbeiter über ausreichende Erfahrungen, Wissen und Fähigkeiten verfügen, sich aber nicht trauen bzw. sich in schwierigen Situationen befinden.
- **Delegieren (Delegating):** Am Ende einer Mitarbeiterentwicklung verfügt der Mitarbeiter sowohl über die notwendigen Fähigkeiten und Erfahrungen als auch über die Selbstmotivation. Der Mitarbeiter überwacht bzw. steuert sich selbst und entscheidet über die besten Wege zur Erreichung des Ziels. Zudem kommt der Mitarbeiter beim außergewöhnlichen Problem bzw. im Fall der Übersteigerung des eigenen Kompetenzbereiches selbständig auf die Führungskraft zu. Dafür ist Delegieren als Führungsstil passend, wobei die Verantwortung und Durchführung vollständig an den Mitarbeiter übergeben werden. Die Führungskraft ist somit maximal entlastet. Beim Delegieren handelt es sich eher um Laissez-faire Führung.

Darüber hinaus lässt sich infolge unterschiedlicher Führungsbeziehungen zwischen disziplinarischer und fachlicher Führung unterscheiden. Während sich die disziplinarische Führung auf Umgangs- und Verhaltensnormen hinsichtlich der kurzfristigen Mitarbeitersteuerung sowie der langfristigen Mitarbeiterentwicklung bezieht, handelt es sich bei der fachlichen Führung dagegen um die Modalität der Aufgabenausführung. [Kug12]

Führung soll zum Erfolg des Unternehmens beitragen, infolgedessen müssen Führungskräfte mit ihren Mitarbeitern zum Erreichen der Unternehmensziele beitragen. Führungserfolg zeigt sich an der Leistung der Mitarbeiter, somit ist der Führungsprozess insbesondere ein Entwicklungsprozess von Mitarbeitern [Ner14]. Im Wesentlichen hängt Führungserfolg nicht nur von der Führungspersönlichkeit, sondern auch von der Bereitschaft des Geführten ab, sich führen zu lassen. Die Mitarbeiter entwickeln mit der Zeit ihre Fachkompetenz und ihre spezifischen Verhaltensmuster sowie ihre eigene Arbeitsweise, folglich müssen effektive Führungskräfte ihre Mitarbeiter ausreichend gut erkennen und deren momentanen Reifegrad analysieren, um

---

<sup>39</sup> Vgl. auch [Mah11] und [Hil18]

sich deren verändernden Fähigkeiten und Anforderungen anzupassen bzw. um Mitarbeiterorientierung zu erreichen [Hul15].

Personalverantwortliche in Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen tragen neben Selbstverantwortung auch soziale Verantwortung [Hal17]. Die angemessene Gestaltung eines Unternehmens, z. B. welche Rolle die Mitarbeiter im Unternehmen übernehmen können und sollen, bzw. ob die Mitarbeiter für eine Aufgabe in der Lage und bereit sind, hängt eng vom Zutrauen in die Fähigkeiten der Mitarbeiter und vom Vertrauen in deren Leistungsbereitschaft seitens der Führungskräfte ab [Kor03b]. Im Hinblick auf die konkrete Handlung müssen Führungskräfte die folgenden Faktoren berücksichtigen ([Alt16], [Hal17] und [Hul15]), die sich durch das Leistungsdreieck verdeutlichen lassen (siehe Abbildung 37):

- **Wollen:** Dabei handelt es sich um die Leistungsbereitschaft der Mitarbeiter. Die Leistungsbereitschaft stellt Ziele und Motivation dar und dient einer notwendigen Bedingung für die Mitarbeiterentwicklung. Eine Führungskraft sollte in erster Linie als Zielvorgeber, Zielerreichung-coach und Motivator wirken. Mit Hilfe der Wertschätzung durch die Führung und mit Erfolgserlebnissen wird eine intrinsische Motivation der Mitarbeiter gefördert.
- **Können:** Es umfasst Fähigkeiten und Kenntnisse sowie Erfahrungen von Mitarbeitern. Mitarbeiter müssen dafür qualifiziert werden, Probleme selbständig zu lösen. Idealerweise beherrscht jeder Mitarbeiter jede Tätigkeit an jedem Arbeitsplatz. Verantwortung trägt hauptsächlich der Mitarbeiter und der Vorgesetzte hat dabei eine Mitverantwortung.
- **Dürfen:** Damit ist die Leistungsmöglichkeit gemeint. Es unterliegt unternehmensspezifischen Regeln und Normen und beschreibt den jeweiligen Handlungsspielraum. Diese Regeln sollten sich in einer entsprechenden täglichen Arbeitsroutine und einer teamorientierten Arbeitsorganisation wiederfinden. Die Gestaltung der Bedingungen für die Leistungsmöglichkeit ist Aufgabe der Führungskräfte.

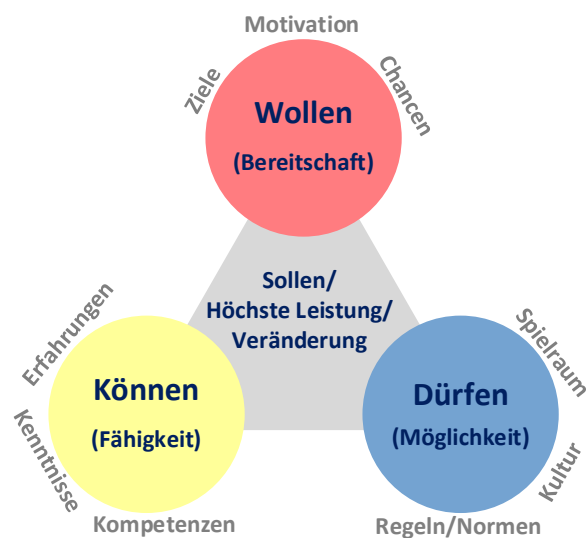


Abbildung 37: Das Leistungsdreieck (nach [Alt16] und [Hal17])

Führungserfolg lässt sich durch die Leistung der Mitarbeiter interpretieren. In der Führung geht es letztlich darum, Einfluss auf die Mitarbeiter zu nehmen im Hinblick auf eine optimale Leistung [Alt16]. Ein Optimum an Arbeitsleistung erfordert das Gleichgewicht aller drei Determinanten des Leistungsdreiecks. Dies lässt sich durch folgende Beziehung verdeutlichen [Sch10]:

$$\text{Arbeitsleistung} = \text{Leistungsbereitschaft} \times \text{Leistungsfähigkeit} \times \text{Leistungsmöglichkeit}$$

Ein mitarbeiterorientiertes Führungsverhalten nimmt Rücksicht auf die persönlichen Bedürfnisse der Mitarbeiter. Hinsichtlich der Leistungsmöglichkeit ist neben der Festlegung von Regeln zu berücksichtigen, den Mitarbeitern eine aktive Mitarbeit zu erlauben und das Ausprobieren neuer Ideen zuzulassen [Hul15]. Dabei ist ein starkes Vertrauen in die Personen nötig. Auf der einen Seite setzt fehlendes Zutrauen in die Menschen einen Teufelskreis in Gang.

Gerade das Zutrauen in den Leistungswillen entwickelt Leistungsbereitschaft und Innovationsfähigkeit. Engagement wird erzeugt, wenn den Mitarbeitern gewisser Entscheidungs- und Handlungsfreiraum überlassen wird und die Mitarbeiter sich daraus ernst genommen und herausgefordert fühlen. Die andere Seite der Medaille fragt nach Leistungsbereitschaft und Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter. Wollen ist die grundlegende Bedingung für Leistung. Der Mitarbeiter sollte zeigen, dass er sich durch eine geeignete Gestaltung der Arbeit motivieren lässt und außergewöhnlichen Einsatz und Engagement entwickelt [Kor03b]. Was die Leistungsbereitschaft der Mitarbeiter anbelangt, so ist diese von verschiedenen Faktoren wie Wertesystem, Erziehung, aktuelles Umfeld, Arbeitssituation, individuelle Bedürfnisse abhängig. Darüber hinaus muss der Mitarbeiter über ausreichendes Wissen, Erfahrungen und Fähigkeiten verfügen, sodass er mit seinen Kompetenzen verantwortungsvoll umgeht, damit die Führungskraft dem Mitarbeiter ihr Zutrauen schenkt. Zudem verliert ein Mitarbeitender seine Leistungsbereitschaft, wenn er seine Aufgaben aus persönlichen oder sachlichen Gründen nicht erfüllen kann. Um leistungsfähiger zu werden, trägt das Fördern und Fordern der Mitarbeiter durch Weiterbildungen, Coaching bzw. Lernen einen großen Teil bei [Sch17a].

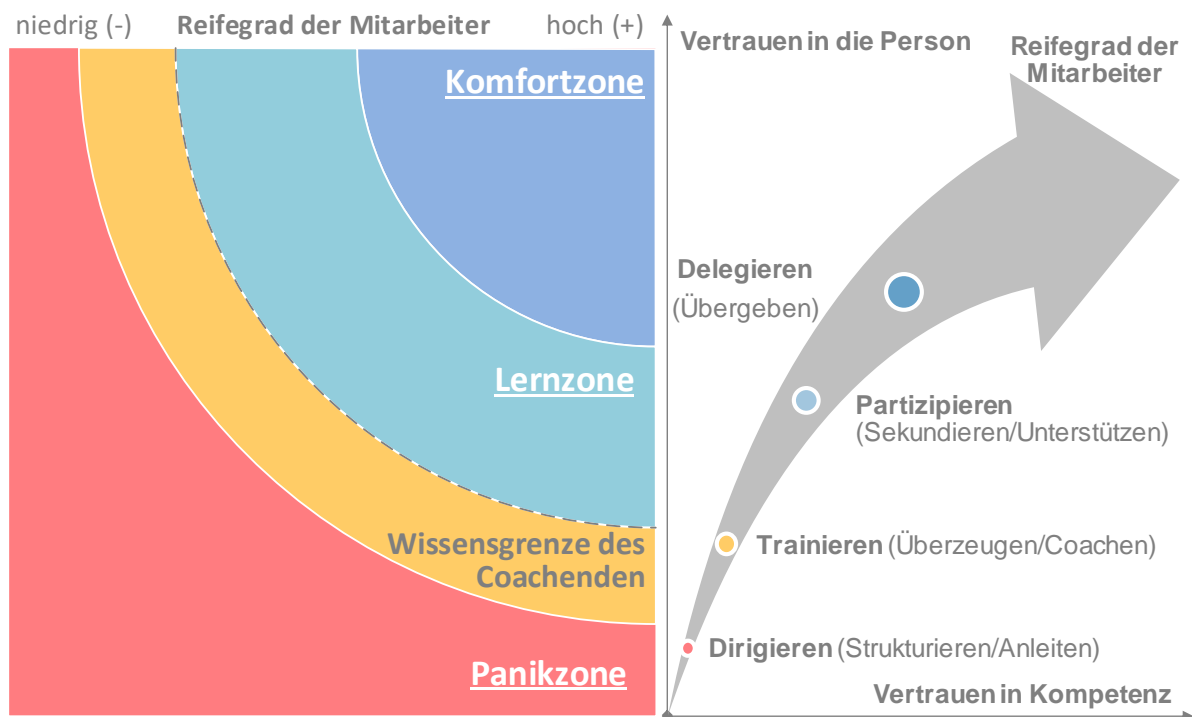


Abbildung 38: Das Lernzonenmodell nach LUCKNER und NADLER [Luc97] und passende Führungsstile (nach [Her88] und [Lew39])

LUCKNER und NADLER [Luc97] haben das Lernzonenmodell entwickelt und den Prozess des Lernens durch Aufteilung in drei Bereiche mit verschiedenen Merkmalen verdeutlicht (siehe Abbildung 38, links). Der Lernzyklus geht davon aus, dass die durch Herausforderungen gewonnenen Erkenntnisse im nächsten Schritt wiederum zu einer Erfahrung in neuen Situationen angewendet werden. Bei diesem Thema geht es im Allgemeinen um das Verlassen der Komfortzone, das Eingehen in die Lernzone und das Fernhalten von der Panikzone [Fre10].

Die Komfortzone kennzeichnet sich durch Sicherheit, Geborgenheit, Entspannung und Bequemlichkeit. In dieser Zone kennt man sich mit seinen Stärken und Fähigkeiten aus und zeigt ein selbstsicheres und routiniertes Verhalten. Jeder Mensch braucht seine Komfortzone. Den-

noch bietet die Komfortzone kaum Herausforderungen, infolgedessen verhindert das Verharren in der Komfortzone Wachstum, Veränderung und Weiterentwicklung. Damit wird auf die Chance und Möglichkeit verzichtet, Außerordentliches zu erreichen und zu erleben. ([Dah17], [Fre10], [Luc97] und [Sch17a])

In der Lernzone (auch Wachstumszone genannt) wird man mit Herausforderungen, Unsicherheiten und Risiken konfrontiert. Dieser Bereich ist gekennzeichnet durch angemessene Aufgabenstellungen und Probleme, die ungewohnte Handlungen verlangen und das Bestehende infrage stellen. In dieser Zone befindet sich etwas, womit man noch keine Erfahrungen gemacht hat. Man fühlt sich nicht mehr so komfortabel wie in der Komfortzone. Der Schritt verlangt Mut und Überwindung. Neugier und Vorsicht halten sich die Waage. Durch das Eingehen ins Risiko wird man gefordert und es wird gelernt. ([Dah17], [Fre10], [Luc97] und [Sch17a])

Über die Lernzone hinaus setzt die Blockade der Panik ein. Die Herausforderungen sind zu groß, sodass das Lernen vor lauter Verunsicherung und Frustration nicht mehr möglich ist. Die Panikzone ist bedrohlich, einschränkend und angstbesetzt. ([Dah17], [Fre10], [Luc97] und [Sch17a])

Ein Lernzonen-Bereich kann nach und nach zur Komfortzone werden und ein Panikzone-Bereich zur Lernzone [Fre10]. Bei unterschiedlichen Mitarbeitern unterscheiden sich die Grenzen der Lernzone. Im Lernprozess sind Sicherheit und Vertrauen für Mitarbeiter elementar wichtig. Die Führungskraft ist also dafür verantwortlich, zum einen Sicherheit und Komfort zu bieten, zum anderen dafür zu sorgen, die Mitarbeiter zu fordern und zu fördern, damit sie ihre Komfortzonen durch Lernzyklen erweitern können [Sch17a]. Darüber hinaus sollte die Führungskraft ihre Führungsstile nach der Situation der Mitarbeiter im Lernprozess anpassen (siehe Abbildung 38, rechts<sup>40</sup>). Dabei ist zu beachten, dass ein kooperativer Führungsstil (Trainieren) eher passend ist, wenn die Wissensgrenze der Führungskraft bzw. des Coachenden in der Lernzone des Mitarbeiters auch überschritten ist. Dies ist zugleich eine Herausforderung für die Führungskraft in Hinsicht auf Technik und Führung.

Neben der Mitarbeiterorientierung muss eine zielorientierte Führung stattfinden. Für Unternehmen ist ein Zielsystem zu implementieren, das ausgehend von der Unternehmensvision Ziele bis auf die kleinste Organisationseinheit, im Idealfall bis auf die Mitarbeiterebene, ableitet [Hul15]. Unternehmensziele lassen sich in mehrere Zielobjekte und zugehörige Zielsetzungen unterteilen. Klar definierte und durchgängige Zielstrukturen sind für eine nachhaltig erfolgreiche Unternehmensführung von essenzieller Bedeutung [Got16]. Zu berücksichtigen sind nicht nur die typischen Unternehmensziele wie Umsatz, Ergebnis, Kundenzufriedenheit als auch die Prozessziele wie Qualitätsmerkmale, Termin- und Kosteneinhaltung und nicht zuletzt die persönlichen Ziele von Mitarbeitern hinsichtlich beruflicher Weiterentwicklung und privater Bedürfnisse etc. [Füe13]. Auf Basis eines gemeinsamen Verständnisses für die Unternehmensziele kann jeder Mitarbeiter seinen Beitrag zur Erreichung der Unternehmensziele erkennen und umsetzen [VDI13].

Im Rahmen des angestrebten KVP werden ein klares Ziel (Hoshin) und ein nachvollziehbarer Umsetzungsplan (Kanri) vorgegeben. Das Zielmanagement (Hoshin Kanri) umfasst drei Schritte: Zielfindung und -vereinbarung, Maßnahmenableitung sowie Ziel- und Maßnahmenverfolgung [Hul15]. Ein richtungsweisendes Ziel gibt den Betroffenen Orientierung und weist

---

<sup>40</sup> Vgl. Abbildung 36

den Weg ihrer zukünftigen Handlungen [Kos16]. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Zielformulierung gemäß den SMART-Kriterien erfolgen sollte. Hinter SMART verbirgt sich eine empirisch abgesicherte Ergebnis- und Zielsetzungstheorie. Dabei steht das Akronym SMART für ([Dal16], [Füe13], [Got16], [Kos16], [Sto13] und [Wag15]):

- **Spezifisch:** Das zu erreichende Ziel muss konkret, eindeutig und verständlich definiert sein.
- **Messbar:** Das ist die eindeutige Forderung nach Zahlen oder anderweitig eindeutig kategorisierbaren Fakten und Daten. Das Ziel beinhaltet entweder quantitative Angaben oder die Kriterien für die Zielerreichung, die den Unterschied vom Ist- und Soll-Zustand bestimmen.
- **Akzeptabel (Attraktiv):** In der Literatur wird der Buchstabe A in SMART unterschiedlich bezeichnet. Im Allgemeinen ist damit gemeint, dass ein Ziel mit positiven Emotionen zu verbinden ist. Das Ziel muss für die Verantwortlichen und Beteiligten als angemessen und erreichbar angesehen werden. Um die Motivation der Mitarbeiter sicherzustellen, müssen diese von der Notwendigkeit überzeugt werden und die Konsequenzen kennen. Dies erhöht die Chance der Umsetzung und fördert alle Beteiligten.
- **Realistisch:** Im Vergleich zu Visionen sind Ziele unter bestimmten Rahmenbedingungen und Voraussetzungen wirklich erreichbar. Erfolgreich erreichte Ziele motivieren alle Beteiligten zu weiteren Zielen, während überfordernde Zielsetzungen hingegen zu Frustration und Verlust der Glaubwürdigkeit des Zielegebers führen.
- **Terminiert:** Für die Erfolgskontrolle muss der konkrete Zeitpunkt zur Zielerreichung definiert und so festgestellt werden, dass dieser zwar eine Herausforderung darstellt, aber sich realistisch erreichen lässt.

## 2.6 Change Management

Nichts ist so beständig wie der Wandel. Zunehmend bestimmt der Wandel den Unternehmensalltag. Das Unternehmen wird ständig mit Problemen und Veränderungen konfrontiert. Irgendwann trifft es jedes Unternehmen, dass die alten Erfolgskonzepte nicht mehr greifen [Str13]. Bei den Auslösern des Wandels handelt es sich um veränderte Rahmenbedingungen wie globalisierte Märkte, internationale Konkurrenz, veränderte Gesetzeslagen, wirtschaftliche Krisen oder Innovationen usw. [Sto13].

Probleme versperren den Weg, aber bestehen in der Regel aus alten Lösungen, Gewohnheiten oder Verhaltensweisen, die irgendwann in der Vergangenheit noch hilfreich und sinnvoll waren, jedoch heute unter geänderten Rahmenbedingungen nicht mehr dienlich sind. Die Probleme mit Strategien zu bewältigen führt oftmals nicht zu neuen Lösungen, sondern verursacht zusätzlichen Stress. Werden die Probleme als Schätze der Veränderung bewusst wahrgenommen und dementsprechend behandelt, lässt sich aus dem Alten völlig Neues erschaffen. [Kos16]

Nach STOLZENBERG und HEBERLE [Sto13] unterliegt Arbeit in Organisationen einem ständigen Wandel. Jeder Veränderungsprozess nimmt einen anderen Verlauf und bildet darin seine eigenen inhaltlichen Schwerpunkte aus. Veränderungen lassen sich in Veränderungen in der Aufbauorganisation, in der Ablauforganisation sowie im sozialen Gefüge und im persönlichen Arbeitsverhalten unterscheiden<sup>41</sup>. Meist laufen Veränderungen zur gleichen Zeit auf mehreren der drei Ebenen ab, jedoch beeinflussen diese in unterschiedlichem Umfang. Darüber hinaus

---

<sup>41</sup> Vgl. auch Lauer [Lau14]

unterscheidet KOSTKA [Kos16] Veränderungen (changes) in drei Typen. Während die Transaktion (transactional change) die zum Abwickeln von Geschäftsvorgängen führenden Interaktionen zwischen zwei Personen bezeichnet und dabei die bestehenden Strukturen und Verhaltensweisen nicht hinterfragt, interpretiert die Transition (transitional change) den Übergang vom Ausgangspunkt hin zu einem Zielzustand. Für die erfolgreiche Gestaltung von Übergängen sind ggf. Modifikationen an bestehenden Strukturen vorzunehmen. Dies hat einen Einfluss auf die bestehende Kultur. Darüber hinaus ist die Transformation bzw. der Wandel (transformation change) eine fundamentale Veränderung und bezieht sich auf die Entwicklung individueller Verhaltensweisen und die grundlegenden Verhaltensänderungen der Individuen bzw. der gesamten Organisation.

Einerseits können Veränderungen gravierend in das bestehende Gefüge einer Organisation eingreifen und dabei auf deren Strukturen und Prozesse einwirken. Bestehende Arbeitsabläufe werden effizienter gestaltet oder neue Prozesse werden eingeführt. Neben der Auswirkung auf Strukturen und Prozesse beeinflussen Veränderungen aber auch die Ebene des Arbeitsverhaltens von Mitarbeitern. Während bestehende Erwartungen durch Veränderungen modifiziert werden, werden zusätzliche Erwartungen nebenbei gestellt. [Sto13]

Auf der anderen Seite braucht Veränderung Zeit. Die alten Muster und Verhaltensweisen brechen immer wieder durch und können sehr schwer abgelegt werden. Gewohnheiten und bestehende Systeme lassen sich nicht von heute auf morgen neu gestalten [Kos13a]. Da die Umsetzung von Veränderungen auf die aktive Unterstützung der Mitarbeiter angewiesen ist, steht der Faktor Mensch bei allen Betrachtungen im Vordergrund. Insbesondere, da jeder Mitarbeiter eigene Bedürfnisse, Vorstellungen und Erfahrungen hat, welche teilweise nicht mit der Unternehmensorganisation konform gehen [Lau14].

Um den Wandel erfolgreich und optimal zu steuern, ist das Change Management als spezielle Managementtechnik erforderlich. Nach KOSTKA [Kos16] umfasst das Change Management die ganzheitliche und systematische Planung, Initiierung, Realisierung, Reflektion und Stabilisierung von Veränderungsprozessen auf Unternehmens- und persönlicher Ebene. Dabei behandelt es die Veränderungen von der strategischen Ausrichtung bis zur Durchführung von Maßnahmen zur Persönlichkeitsentwicklung von Mitarbeitern und zielt insgesamt darauf ab, eine Organisation hin zu einem verbesserten Wertschöpfungszustand durch eine hochwertigere Kultur mit wertschätzenden Mitarbeitern zu entwickeln. Unternehmen, die den ständig erforderlichen Veränderungsprozess als festen Bestandteil unternehmerischen Denkens und Handelns begreifen und professionell gestalten, werden dauerhaft erfolgreich sein [Kos13a].

### **2.6.1 Kaikaku und Kaizen – Veränderungsprozesse**

Nach KRÜGER [Krü06] gehört Wandel heute zu den Aufgaben jeder Stelle eines Unternehmens und stellt eine Daueraufgabe des Unternehmens dar. Dies gilt nicht nur für die Führungskräfte, sondern vielmehr sind die einzelnen Mitarbeiter betroffen. Im Zusammenhang mit Veränderungen haben GREIF ET AL. [Gre04] einige grundlegende Begriffe und Konzepte wie Veränderungsprojekte, -programme und -prozesse definiert. Ein Veränderungsprozess wird als Oberbegriff für jede Art von Veränderungen verwendet. Unter Veränderungsprozess versteht man alle Arten bedeutsamer Unterschiede der Leistungs- und Verhaltensmerkmale im Vergleich zwischen zwei Zeitpunkten. Dabei beziehen sich die Leistungs- und Verhaltensmerkmale auf alle Arten quantitativer bzw. quantifizierbarer Effizienz- oder Produktivitätskriterien sowie qualitativer Unterschiede technischer Systeme oder Personen. Diese Merkmale können Kosten-

oder Zeitreduzierung, Produktivitätssteigerung, Qualitätsverbesserung bzw. Steigerung der Kundenzufriedenheit sein.

Im Kontext der Veränderung lässt sich zwischen revolutionärer Veränderung und evolutionärer bzw. inkrementeller Veränderung unterscheiden. Durch Verknüpfung mit dem angestoßenen Zeitpunkt der Veränderung klassifizieren NADLER und TUSHMAN [Nad95] Veränderungen erweitert in Tuning, Anpassung, Neuausrichtung und Neuaufbau. Bei der evolutionären Veränderung entwickeln sich Wandlungen langsam und wirken sich nicht auf die grundlegende Mission des Unternehmens aus. Sie bauen auf den organisatorischen Rahmenbedingungen auf und sind in die laufenden Praktiken eingebunden. Bei der detaillierten Ausführung evolutionärer Veränderungen werden Beteiligungsaktivitäten eher auf das betroffene Segment der Belegschaft fokussiert. Dagegen sind revolutionäre Veränderungen relativ unabhängig von den aktuellen unternehmensinternen Bedingungen oder brechen die bestehende Routine auf. Sie erfolgen diskontinuierlich in Sprüngen und durchbrechen das Muster bisher laufender Veränderungen. Die damit einhergehende Veränderung der grundlegenden Mission wirkt sich auf andere zentrale Unternehmensdimensionen wie beispielsweise Führung, Strategie, Struktur, Kultur und Systeme aus. Bei der Ausführung revolutionärer Veränderungen müssen alle Organisationsmitglieder eingebunden und über die Hintergründe der Veränderung informiert und auf die notwendigen drastischen Änderungen vorbereitet werden ([Bur18], [Gre04], [Nad95] und [Wie14]).

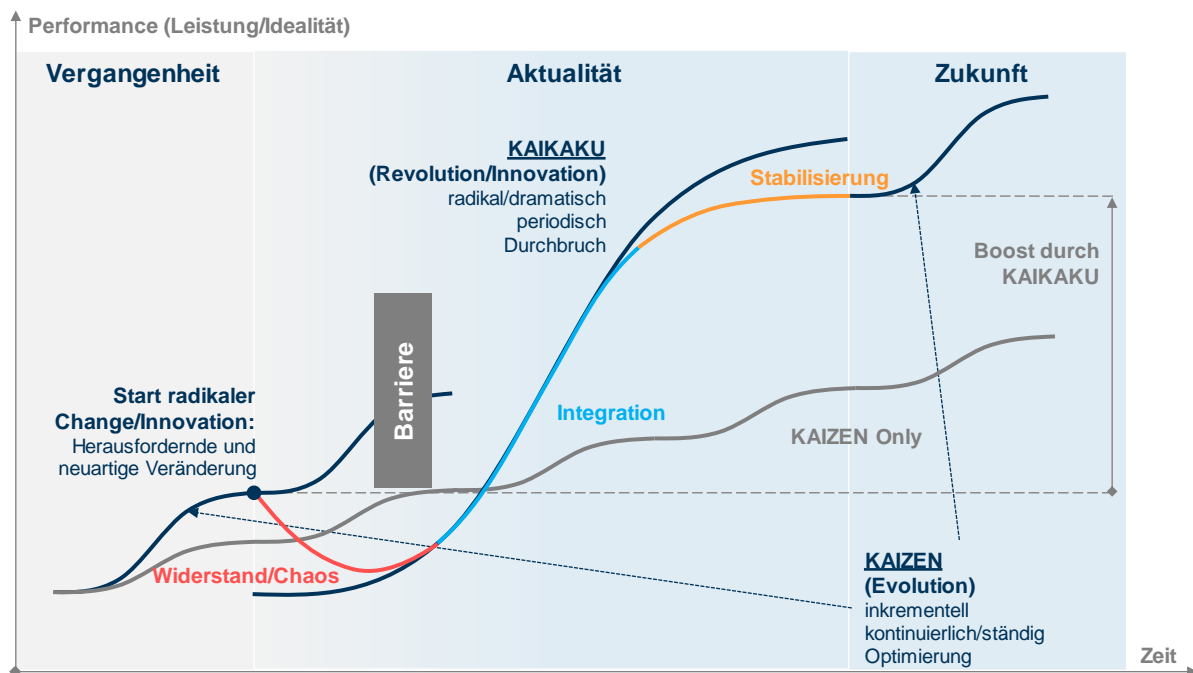


Abbildung 39: Kaizen und Kaikaku (nach [Bec08], [Bru11] und [Kle14])<sup>42</sup>

Im Rahmen des Prinzips der Perfektion im Kontext mit TPS können Verbesserungen radikal und sprunghaft oder kontinuierlich und inkrementell sein. Wobei radikale Verbesserungen mit dem japanischen Begriff „Kaikaku“ und inkrementelle bzw. kontinuierliche Verbesserungen mit „Kaizen“ bezeichnet werden. [Wom96] (siehe Abbildung 39)

<sup>42</sup> Darstellungsweise nach eigenen Gedanken



Sowohl Kaizen als auch Kaikaku streben danach, Veränderungen zum Besseren durch die gesamte Organisation zu ziehen. In der TRIZ-Philosophie<sup>43</sup> entwickeln sich organisatorische Systeme wie technische Systeme mit der Zeit und in einem evolutionären Prozess in Richtung eines idealen Zustands in Form einer S-Kurve. Die S-Kurve eines Systems entwickelt sich über vier Lebensphasen, nämlich Entstehung, Optimierung, Dynamisierung und Evolution. Ein evolutionärer Übergang zum nächsten System findet immer statt, wenn der Bedarf der Änderung vorhanden ist und die Möglichkeiten für die Änderung bestehen ([Bec18] und [Kle14]). KLEIN [Kle14] beschreibt den Entwicklungsstand eines Systems auf dem Weg zum Ziel qualitativ durch seine Idealität, welche in der folgende Beziehung interpretiert werden kann:

$$\text{Idealität} = \frac{\sum \text{aller nützlichen Funktionen}}{\sum \text{aller schädlichen Funktionen}} \rightarrow \text{MAX.}!$$

Jedes System birgt neben nützlichen Funktionen auch schädliche. Ein gutes System sollte eine hohe Idealität aufweisen. Nur Verbesserungen, die zur Idealitätserhöhung beitragen, sind sinnvoll. Die Leistungsfähigkeit (im Sinne von Idealität) eines Produktionssystems lässt sich grundsätzlich durch die vier voneinander unabhängigen Zieldimensionen (Qualität, Geschwindigkeit, Wirtschaftlichkeit und Variabilität) bestimmen. Um die Leistungsfähigkeit eines Produktionssystems maximieren zu können, müssen Produkte, Prozesse und Organisationen ständig und durchgreifend verbessert werden. Die Schnelligkeit und Wirksamkeit bestimmen wiederum die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens und dadurch auch Chancen [Erl10]. Um die Idealität eines Prozesses zu steigern und den maximalen Nutzen in der kürzesten Zeit zu erreichen bzw. um unüberwindbare Hindernisse bei der evolutionären Verbesserung zu beseitigen, kommt Kaikaku zum Einsatz.

Aus dem japanischen Symbol „Kai“ (verändern) und „Zen“ (gut) zusammengesetzt hat Kaizen die Bedeutung von „Verändern zum Besseren“. Kaizen ist nicht nur eine Methode zur Problemlösung, sondern vielmehr eine Unternehmensphilosophie für ständige Verbesserung zum Guten in der Unternehmenspraxis [Gor13]. Es basiert auf dem prozessorientierten Denken und zielt auf die Verbesserung der Qualität, Kosten und Lieferleistung eines Unternehmens und stellt ein Schlüsselkonzept im heutigen Management dar [Bru11]. Bei Kaizen geht es um eine langfristig zielorientierte Verhaltensweise innerhalb einer Organisation, die Probleme als Chancen zur Verbesserung sieht und nutzt. Somit bedarf es einer konkreten Zielrichtung sowie Transparenz und effektiven Austauschs, um auf die Veränderungen der Umwelt zu reagieren [Kos16]. Um im Unternehmen die ständige Verbesserung zu einem Teil der Unternehmenskultur zu realisieren, bietet Kaizen hierfür die notwendige Methodik. Dazu zählen wiederum die Managementwerkzeuge wie 5S-Programm (TPM), Vermeidung von 3 Mu's, 6W-Checkliste, Ishikawa-Diagramm, Paretodiagramm (ABC-Analyse) etc.

In der Wirklichkeit finden Verbesserungen nicht gleichmäßig statt. Zum einen verbrauchen evolutionäre Veränderungen mehr Zeit als im Allgemeinen zur Verfügung steht. Zum anderen reicht eine Vielzahl kleiner Schritte manchmal nicht aus, um grundsätzlich veränderte Verhältnisse zu schaffen [Krü06]. Um größere Hindernisse aus dem Weg zu räumen, sind in der Regel auch größere Anstrengungen erforderlich. Bei komplexen Problemstellungen, wo tägliches Kaizen nicht ausreicht und daher im Gegenzug mit größeren Durchbrüchen zu rechnen ist, fällt Kaikaku in den Bereich des Lean-Management-Konzepts [Gor13].

---

<sup>43</sup> Das Akronym TRIZ stammt aus Russisch und bedeutet sinngemäß übersetzt „Theorie des erfinderischen Problemlösens“ [Kle14].

Im Vergleich zu Kaizen ist der japanische Begriff Kaikaku weniger bekannt, jedoch ist es kein neues Phänomen in der Industrie und es wurde viel darüber geforscht. Kaikaku lässt sich in japanischen Unternehmen auch alternativ als Kakushin bezeichnen und wird als radikale Veränderung, Reformation bzw. Innovation definiert [Yam17]. In der Praxis wird die Abgrenzung zwischen Kaizen und Kaikaku vermischt. Kaikaku wird auch als Kaizen-Blitz [Bod04], Prozessinnovation [Bru11] oder Durchbruchverbesserung [Gor13] bezeichnet. Nach YAMAMOTO [Yam13] beinhaltet Kaikaku ein grundlegendes Umdenken und eine radikale Neugestaltung bestehender Systeme. Es eröffnet die Notwendigkeit bzw. die Möglichkeit, die Produktion in einer ganzheitlichen, langfristigen und strategischen Perspektive zu betrachten. Dabei besteht die Möglichkeit für die aktive Einführung neuer Produktionstechnologien, Ausrüstung und Betriebsverfahren. Zudem kann Kaikaku als Reaktion auf eine dringende Situation eines Unternehmens oder für die Antizipation notwendiger Änderungen in der Zukunft initiiert werden. Dabei sind nicht nur die Produktionsmittel, -prozesse und -systeme, sondern auch die Kultur in Organisationen, Führungsstile, Informations- und Managementprozesse bis auf das gesamte Unternehmen betroffen. Da es sich bei Kaikaku oft um Veränderung von Prozessen handelt, in denen verschiedene Organisationseinheiten involviert sind, sind Koordination und Führung vom übergeordneten Management erforderlich.

Zusammengefasst stellt Kaikaku eine diskrete und sprunghafte Anstrengung dar. Es zielt auf eine kurzfristige, aber dramatische Veränderung hinsichtlich Kosten, Qualität, Geschwindigkeit und Flexibilität in großen Schritten. Hingegen wird Kaizen normalerweise als ständige Anstrengung betrachtet. Es interpretiert langfristige und kontinuierliche Verbesserung in kleinen Schritten [Bru11]. Zwischen Kaikaku und Kaizen herrscht eine wechselseitige Abhängigkeit. Bei der Durchführung von Kaikaku lässt es sich in mehrere kleine Unterprojekte unterteilen und Kaizen wird dabei als integrierter Bestandteil von Kaikaku betrachtet. Effektive Kaizen beeinflussen positiv die Ergebnisse von Kaikaku. Auf der anderen Seite kann sich Kaikaku positiv auf Kaizen auswirken und dafür verwendet werden, um aktiveres Kaizen zu bewirken [Yam17]. Durch die Kombination von Kaikaku und Kaizen lässt sich ein endloser Veränderungsprozess bewirken. Einerseits lässt sich eine revolutionäre Verbesserung (Kaikaku) in einer evolutionären Umsetzungsphase (Kaizen) schrittweise verwirklichen. Andererseits könnte eine durchgeführte umbruchartige Änderung (Kaikaku) in der Verstetigungsphase zu einem stetigen Strom evolutionärer Verbesserungen (Kaizen) führen [Krü06].

Alles was in einer Organisation passiert, lässt sich in Prozessen widerspiegeln und dort weiter verbessern [Kos16]. Nach BECKER [Bec08] können Prozesse bei der Optimierung nach zehn Grundsätzen<sup>44</sup> bewertet werden. Dabei sind Effizienz und Effektivität zu beachten. Effizienz und Effektivität sind zwei voneinander unabhängige Merkmale eines Prozesses. Während effektive Prozesse das richtige Ergebnis liefern, erreichen effiziente Prozesse das Ergebnis mit minimalen Aufwand. Optimale Prozesse sind daher sowohl effizient als auch effektiv, d. h. einerseits müssen alle Anforderungen an das Ergebnis bekannt sein, um den Prozess effektiv zu gestalten. Auf der anderen Seite ist der Aufwand für das Ergebnis zu minimieren, damit der Prozess effizient wird [Bec18]. Zur Prozessoptimierung stehen zahlreiche Ansätze zur Auswahl (siehe Abbildung 40).

---

<sup>44</sup> Prozesse sind effektiv, effizient, beherrscht, deterministisch, atomar, flexibel, robust, neben- oder nachwirkungsfrei, dokumentiert und ständig verbesserbar.

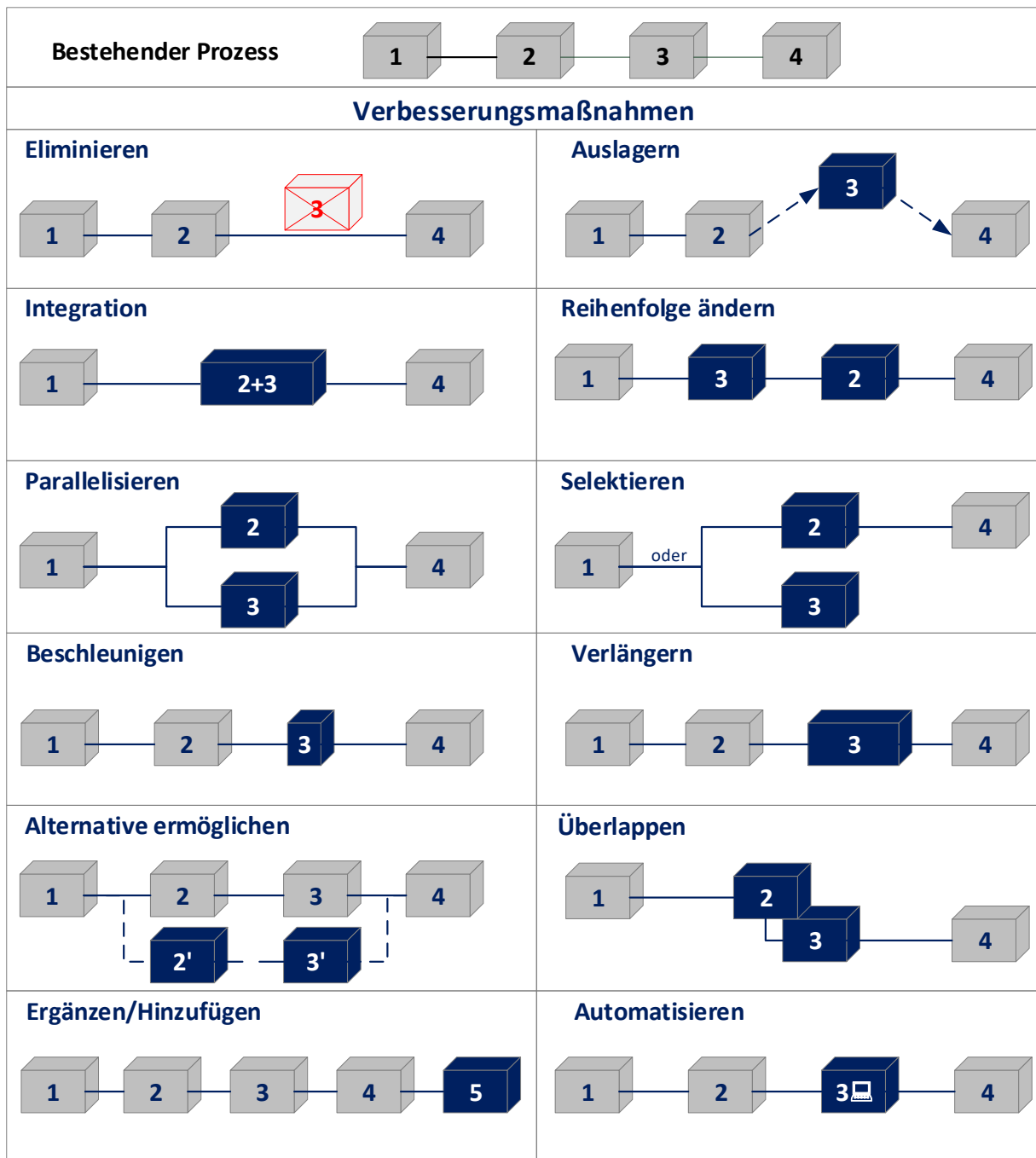


Abbildung 40: Ansätze zur Prozessoptimierung (nach [Bec18], [Bor12], [Gra17] und[Wag15])

### 2.6.2 Widerstände gegen Veränderung und Phasen in Veränderungsprozessen

Veränderungsprozesse bringen einen Verlust an Stabilität und Sicherheit mit sich. Aus diesem Grund stehen nur wenige Personen einer anstehenden Veränderung ohne Vorbehalte aufgeschlossen gegenüber oder sehen diese sogar als Chance. Hingegen reagiert vielmehr der Mensch von Natur aus eher negativ darauf. Denn eine Veränderung wird zunächst von den meisten Mitgliedern einer Organisation eher als eine Bedrohung oder sogar eine konkrete Gefahr angesehen und somit abgelehnt [Vah15]. Haben Mitarbeiter die Veränderung verstanden bzw. sind sie damit einverstanden, sind sie erst bereit etwas Neues umzusetzen und dieses

beizubehalten. Im Gegensatz dazu werden Mitarbeiter dann die Ablehnung auf unterschiedliche Art und Weise aufzeigen, welche sich als Widerstände gegen Veränderungen bezeichnen lassen [Web17].

In Anlehnung an VAHS [Vah15] lassen sich grundsätzlich drei Arten von Widerständen gegen Veränderungen unterscheiden. Während sich der rationale Widerstand auf logische Argumente gegen Veränderungen bezieht und durch nachvollziehbare Begründung am leichtesten handhaben lässt, entsteht politischer Widerstand durch die Angst von Mitarbeitern, den Einfluss bzw. die Positionsmacht im Unternehmen aufgrund der Veränderung zu verlieren. Darüber hinaus entwickelt sich emotionaler Widerstand aus mehr oder weniger konkreten Bedenken, Befürchtungen oder Ängsten der Mitarbeiter vor Veränderungen. Dieser Widerstandsart liegen keine sachlichen Überlegungen oder logischen Argumente zugrunde. Dabei handelt es sich vielmehr um subjektive, nicht rational erklärbare Gefühle und somit ist der emotionale Widerstand am schwersten zu handhaben.

Vielfältige Ursachen für Widerstände gegen Veränderungen lassen sich nach MOHR ET AL. [Moh98] in vier Hauptkategorien, nämlich persönliche Vorbehalte aufgrund Zielkonflikten zwischen Unternehmen und Individuen, mangelnde Kommunikation, fehlendes Vertrauen und fehlende Motivation, unterteilen. DOPPLER und LAUTERBURG [Dop14] haben die typischen Symptome von Widerständen bei einzelnen Individuen oder kleineren Gruppen so zusammengefasst, dass Mitarbeiter sich entweder verbal oder nonverbal in einer passiven oder aktiven Art und Weise unterschiedlich verhalten. Darüber hinaus entwickeln MOHR ET AL. [Moh98] die Akzeptanzmatrix und beschreiben, dass Veränderungen als persönliche und sachliche Risiken vom Einzelnen wahrgenommen werden und die Einzelnen sich dementsprechend in Gruppen (Promotoren, Skeptiker, Bremser und Gegner) klassifizieren lassen (Abbildung 41, links). Basierend darauf ergänzt SCHWARZ [Sch18] die Einteilung von Personengruppen hinsichtlich Aspekte des Wertesystems (Optimisten oder Pessimisten) und der Einstellung (aktiv oder passiv). Des Weiteren differenziert VAHS [Vah15] in sieben Typen von Personen und Personengruppen (Abbildung 41, rechts):<sup>45</sup>

- Visionäre und Missionare (aktive Optimisten, Promotoren): diese Personen als Change Initiator und Leader sind von der Richtigkeit und Bedeutung für den Veränderungserfolg bereits überzeugt. Einerseits legen sie die Ziele und Maßnahmen der geplanten Veränderung fest. Andererseits versuchen sie auch, die übrigen Mitglieder von der Notwendigkeit der Veränderung zu überzeugen und mit Hilfe ihrer Vision, Strategie bzw. des Plans für eine aktive Mitarbeit zu gewinnen.
- Aktive Gläubige (aktive Optimisten): Sie sind bereits von der Notwendigkeit der Veränderung überzeugt und sind bereit, ihre Arbeits- und Überzeugungskraft für die Erreichung der Ziele aktiv einzusetzen.
- Opportunisten (passive Optimisten): Gegenüber den aktiven Gläubigen suchen die Opportunisten zunächst nach den persönlichen Vor- und Nachteilen. Sie verhalten sich generell positiv, aber relativ passiv bzw. zurückhaltend mit der Veränderung.
- Abwartende und Gleichgültige (neutral): Diese Personenmehrheit verfügen über sehr geringe Bereitschaft für die aktive Beteiligung der Veränderung, stattdessen erwarten sie erst eine spürbare Verbesserung oder einen deutlichen Erfolg, bevor sie sich in die Veränderung einbinden können.

---

<sup>45</sup> Vgl. auch Kostka [Kos13a]

- **Untergrundkämpfer (passive Pessimisten, Skeptiker oder Bremser):** Untergrundkämpfer gehen verdeckt gegen Veränderungen vor und betätigen sich als Stimmungsmacher und Kolporteure von Gerüchten. Während Skeptiker sachliche Risiken außerordentlich hoch bewerten und sich mit Sachargumenten gegen den Veränderungsprozess wenden, schätzen Bremser persönliche Risiken sehr hoch ein und stehen trotz der Erkennung der Notwendigkeit der Veränderung äußerst negativ gegenüber. Jedoch lassen sich die passiven Pessimisten durch weitere Maßnahmen später in den Veränderungsprozess einbeziehen.
- **Offene Gegner (aktive Pessimisten, Gegner):** Aktive Gegner fürchten sowohl persönliche als auch sachliche Risiken. Sie schätzen die Notwendigkeit der Veränderung und ihre persönliche Zukunft als sehr negativ ein und zeigen ihre Haltung aggressiv und offen gegen die Veränderung, um ihren aktuellen Status zu verteidigen.
- **Emigranten (aktive Pessimisten, Gegner):** Diese Personengruppe zählt zu aktiven Pessimisten wie die offenen Gegner. Sie tragen in keiner Weise die Veränderung mit und verlassen sogar das Unternehmen. Diese Mitarbeiter sind nur durch Erfolge in ihrer Meinung zu beeinflussen. Ihre Anzahl dient damit auch einem Indikator für den bisherigen Erfolg oder Misserfolg von Veränderungsprozessen.

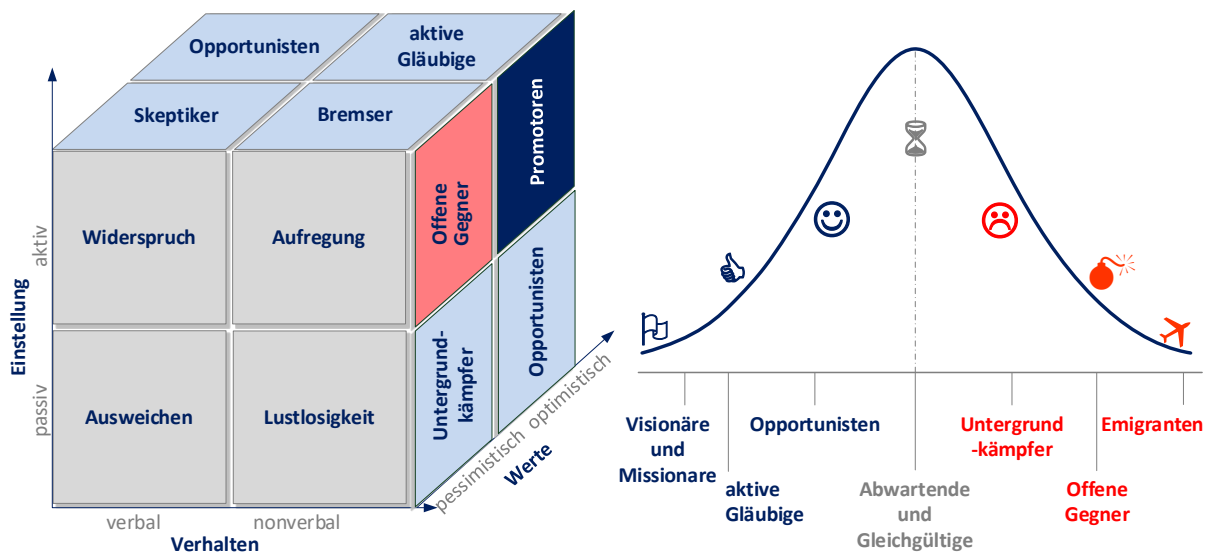


Abbildung 41: Widerstände (nach [Dop14] und [Sch18]) und Personentypen (nach VAHS [Vah15]) in Veränderungsprozessen

Bereits 1947 entwickelte LEWIN [Lew47] den ältesten Ansatz eines Phasenmodells der Veränderung und beschrieb, dass ein erfolgreicher Veränderungsprozess drei Phasen, nämlich Auftauen (Unfreezing), Verändern (Moving) und Stabilisieren (Refreezing), durchlaufen muss. In der Phase „Unfreezing“ werden Führungskräfte und Mitarbeiter durch rationale Erklärungen und Informationen über den Veränderungsprozess empfänglich gemacht. Alle Betroffenen müssen sich auf die anstehende Veränderung vorbereiten und das Ausgangsgleichgewicht kommt ins Rutschen. Die zweite Phase „Moving“ zeigt die Einführung des Veränderungsprozesses hinsichtlich Strukturen, Prozesse, Strategien und Verhaltensweisen. In der letzten Phase „Refreezing“ wird das neue organisationale Gleichgewicht auf einem höheren Effizienzniveau stabilisiert und weiterentwickelt ([Bar10], [Lew47] und [Sta14b]).

Darüber hinaus erörtert KRÜGER [Krü06] den Wandlungsprozess und beschreibt einen Veränderungsprozess anhand fünf Phasen: Initialisierung, Konzipierung, Mobilisierung, Umsetzung und Verstetigung. Diese fünf Phasen bilden den Orientierungsrahmen für organisationsbezogene Veränderungen und bestimmen die Aufgaben des Change Managements. Die Aufgaben

umfassen z. B. die Feststellung des Change-Bedarfs in der Initialisierungsphase, die Kommunikation des Veränderungskonzepts in der Mobilisierungsphase und die Umsetzung der Veränderung sowie die Sicherung der Change-Bereitschaft bzw. der Change-Fähigkeit in der Verstetigungsphase.

In einer Veränderung stehen Menschen bzw. Mitarbeiter eines Unternehmens im Mittelpunkt. Zu Beginn eines Veränderungsprozesses besteht die Gefahr, dass die Folgen einer Veränderung negativ bewertet werden und die Mitarbeiter die Veränderung somit nicht mittragen. Auf der einen Seite befürworten die meisten Mitarbeiter eine Optimierung ihrer Arbeitssituation und warten auf Veränderungen. Die Mitarbeiter wollen sich engagieren und weiterentwickeln durch Herausforderungen. Auf der anderen Seite denkt der Mensch auch an sich selbst, ob eine Veränderung für ihn persönlich vorteilhaft ist. Es besteht das Bedenken, dass alles noch schlimmer kommen könnte [Kor03a]. Veränderungen können zu einem Machtverlust oder zu zusätzlichen Arbeitsbelastungen einzelner Mitarbeiter sowie zu Konflikten zwischen Mitarbeitern führen. Insbesondere befürchten ältere Mitarbeiter, dass ihre Tätigkeit durch Veränderung überflüssig wird oder sie den veränderten Anforderungen nicht gerecht werden können. Sie zeigen deshalb im Allgemeinen kein Interesse an Veränderungen und entwickeln sogar oft eine skeptische Einstellung gegen Verbesserungsmaßnahmen [Sch99a]. Wird Angst vor Verbesserungen genommen, muss deshalb bereits im Vorfeld des Veränderungsprozesses mit einer veränderten Arbeitsorganisation der erforderliche Freiraum für Verbesserungen geschaffen werden [Hul15].

Nach OHNO [Ohn09] ist es wichtig, die Mitarbeiter in die Lage zu versetzen, mit Änderungen umzugehen und Flexibilität im Denken zu beweisen. In einem Veränderungsprozess lassen sich verschiedenen Personengruppen unterscheiden. Während einige Mitarbeiter die Veränderung von Anfang an befürworten und diese anführen sowie umsetzen, hat eine weitere Gruppe im ersten Schritt Bedenken und bildet sogar Widerstände dagegen. Menschen zeigen verschiedene psychologische Reaktionen beim Veränderungsprozess auf. STREICH [Str16] hat ein Modell zur Kompetenz der Veränderungssteuerung entwickelt und bezeichnet, dass jede neuartige Veränderung in der Regel sieben Veränderungsphasen (Change-Phasen) durchläuft (siehe Abbildung 42). Dabei definiert sich die Change-Kompetenz aus dem Leistungsdreieck von Wollen, Können und Dürfen und führt schließlich zum Tun. Durch die wechselnde Ausprägung der wahrgenommenen eigenen Kompetenz und des damit verbundenen Selbstwertgefühls spannt sich über einen zeitlichen Verlauf eine Stimmungskurve auf [Kos16]. Das Phasen-Modell befasst sich mit den psychologischen Reaktionen der Beteiligten. Wesentlich ist es, dass jeder von der Veränderung Betroffene eine eigene Kurve hat und die einzelnen Phasen mit unterschiedlicher Intensität und Dauer durchläuft. Während die Unternehmensleitung bzw. die Mitarbeiter, die Veränderungen initiieren und anführen, bereits auf dem aufsteigenden Ast der Akzeptanz unterwegs sind und über die rationale Einsicht zum Steuern der Veränderung verfügen, befindet sich das Gros der Belegschaft noch in den früheren Phasen und ist von der Notwendigkeit der Veränderung noch zu überzeugen [Web17]. Für Führungskräfte ist es essenziell, sich mit der Veränderungssituation in verschiedenen Entwicklungsphasen auseinanderzusetzen und die individuellen Phasen-Positionierungen diverser Rollenträger im weiteren Verlauf der Veränderung zu verdeutlichen und zu homogenisieren, damit die Gestaltungsmaßnahmen für Veränderungsprozesse entwickelt und somit Betroffene zu Beteiligten werden [Kos13a].



Abbildung 42: Phasen in Veränderungsprozessen nach LEWIN [Lew47] und STREICH [Str16]<sup>46</sup>

### 2.6.3 Veränderungsstrategien und Kulturveränderung

Change Management versucht, die Mitarbeiter von Anfang an ausreichend über Ursachen und Ziele der Veränderung zu informieren und für die aktive Beteiligung an der Veränderung zu motivieren. Darüber hinaus lassen sich Mitarbeiter durch Weiterbildung fachlich und persönlich weiterentwickeln und qualifizieren. Dabei wird vom Change-Manager eine ausgeprägte Sozial- und Persönlichkeitskompetenz erfordert. Im Rahmen der Veränderungsprozesssteuerung stellt STREICH [Str16] diverse Change-Verhaltensprinzipien dar:

- Prinzip der kleinen Schritte
- Prinzip der Konsequenz
- Prinzip der Aktion mit Reflexion
- Prinzip der Rollenklarheit und -differenzierung
- Prinzip der mentalen Vorsage
- Prinzip der ungeschriebenen Gesetze
- Prinzip des Vorbildverhaltens
- Prinzip der Selbstzuschreibung
- Prinzip des geschlossenen Bildes
- Prinzip der Gemeinsamkeit

Change Management zielt auf die Optimierung von Prozessen und Kommunikationsstrukturen durch mittel- bis langfristig wirksame Veränderung von Verhaltensmustern und Fähigkeiten ab. Dafür ist eine ganzheitliche Betrachtungsweise der Organisation notwendig. Nur wenn alle mitanpacken, kann die Unternehmensvision realisiert werden. Dabei lassen sich die von der Veränderung Betroffenen durch konkrete Ziele, transparente Strukturen und vorbildliches Führungsverhalten aktivieren und in den Veränderungsprozess integrieren. Widerstände gegen

<sup>46</sup> Vgl. auch [Kos02], [Kos13a], [Kos16] und [Web17]

Veränderungen können erst überwunden werden, wenn sich alle Mitarbeiter mit dem Unternehmensziel identifizieren [Kos13a].

Ab einer bestimmten Unternehmensgröße ist es aber nicht mehr praktisch, alle Mitarbeiter gleichzeitig aktiv in den Veränderungsprozess einzubeziehen. Daher muss man in Abhängigkeit von der Veränderungsart und je nach der Unternehmensstruktur nach einem zweckmäßigen Ausgangspunkt für die geplanten organisatorischen Veränderungen suchen. Bei der Planung und Einführung von Veränderungen unterscheidet KLEINGARN [Kle97] idealtypisch fünf Veränderungskonzepte bzw. -strategien nach dem Kriterium der Interventionsebene in der Hierarchie der Aufbauorganisation (siehe Abbildung 43).

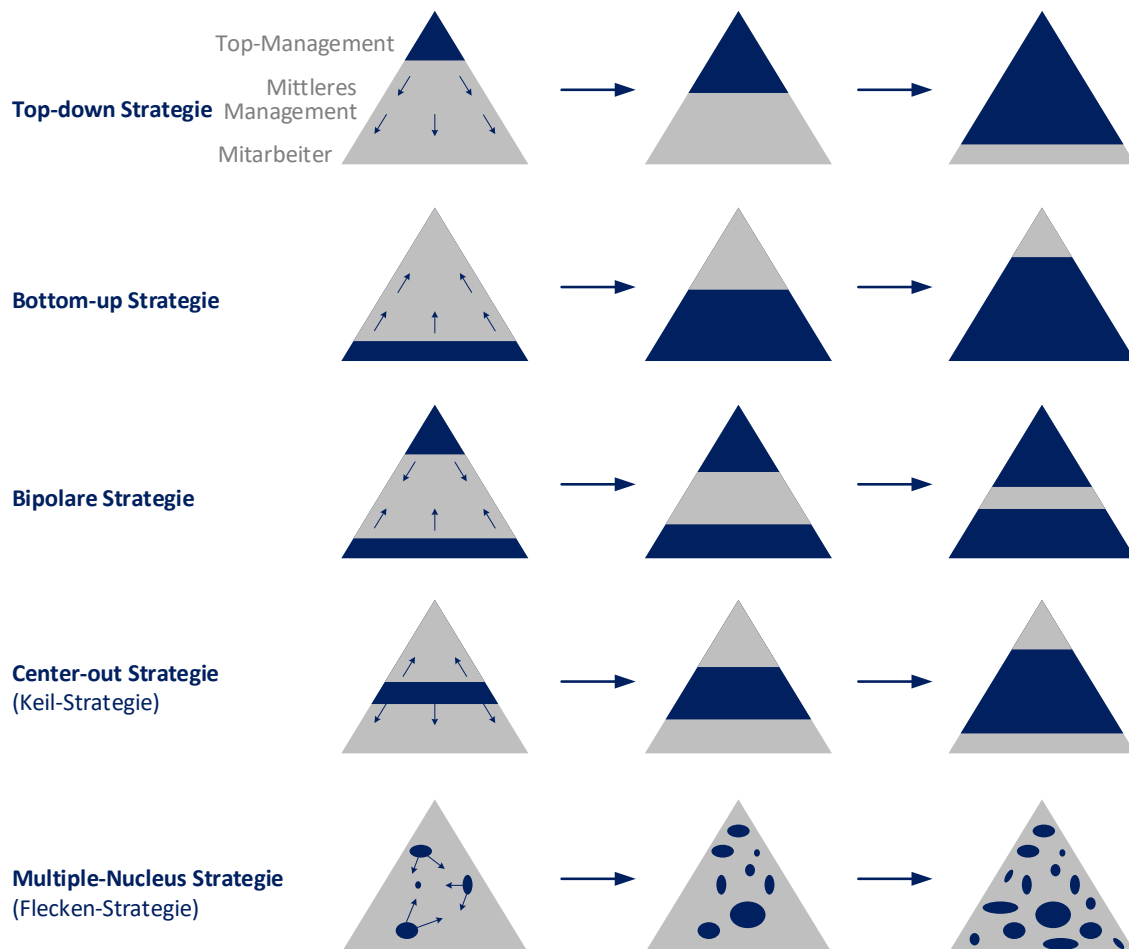


Abbildung 43: Hierarchiebezogene Veränderungsstrategien nach KLEINGARN [Kle97]<sup>47</sup>

Es bestehen weitere Strategien im Hinblick auf das Menschenbild bzw. auf Widerstände. Dabei lassen sich menschenbildspezifische Veränderungsstrategien nach dem Kriterium der zugrundeliegenden Besonderheiten der Menschenbilder in empirisch-rationale, normativ-reedukative und Macht-Strategie unterteilen. Während die empirisch-rationale Strategie bei logisch denkenden und Eigeninteressen folgenden Mitarbeiter angewendet wird, akzeptieren solche Mitarbeiter, die überwiegend aufgrund ihrer kulturellen Normen, emotionalen Einstellungen und Werte handeln, vielmehr Veränderungen mittels einer normativ-reedukativen Strategie. Die Machtstrategie schließlich führt bei solchen Mitarbeitern, die auf hierarchisch legitimierte

<sup>47</sup> Vgl. auch Vahs [Vah15]



Autorität reagieren, zur Anpassung. Darüber hinaus handelt es sich bei Veränderungsstrategien im Hinblick auf Widerstände darum, dass eine Organisation Widerständen mit Gegenmaßnahmen in Form einer maßgeschneiderten Strategie entgegentreten kann [Kle97].

Eine organisatorische Veränderung zielt auf einen planmäßigen Wandel der Organisationsstrukturen sowie -kultur ab. Dies ist nur dann möglich, wenn alle vom Wandel Betroffenen zu Beteiligten werden und sich die bisherigen Einstellungen und Verhaltensweisen der Organisationsmitglieder ändern. Dabei wirken sie an der Planung und an der Durchführung von organisatorischen Maßnahmen bewusst und aktiv mit [Vah15]. Nach ECKRICH [Eck17] bezeichnet Unternehmenskultur die Gesamtheit der Verhaltensweisen sowie die das Verhalten steuernden Einstellungen und Werte der im Unternehmen tätigen Menschen. Sie wirkt auf die Unternehmensabläufe und den Unternehmenserfolg, sogar ohne steuernde Eingriffe vorzunehmen.

ECKRICH [Eck17] entwickelt das Zwiebelmodell zur Interpretation der Wechselwirkung des Transmissionsmechanismus von Unternehmenskultur aus zwei entgegengesetzten Perspektiven (siehe Abbildung 44). Die Richtung von innen nach außen stellt die Entwicklung einer Kultur ohne steuernde Eingriffe der Führung dar. Die gelebten Werte der Mitarbeiter wirken prägend auf ihre persönlichen Einstellungen, die im Weiteren das praktische, beobachtbare Handeln bestimmen. Des Weiteren wirkt sich das gelebte Verhalten als Bestandteil der Unternehmenskultur auf die internen Abläufe unmittelbar aus. Auf der anderen Seite bezeichnet die Interaktionsrichtung von außen nach innen die Wirkungskette der durch die Führung gesteuerten Kultur. Bei der Strategieumsetzung werden Verhaltenserwartungen mit Begründungen an die Mitarbeiter definiert und die Soll-Einstellungen formuliert. Durch Lernprozesse wird der angezeigte Einstellungswandel angestoßen und schließlich werden die entsprechenden Werte für eine kulturell nachhaltige Konstellation postuliert.

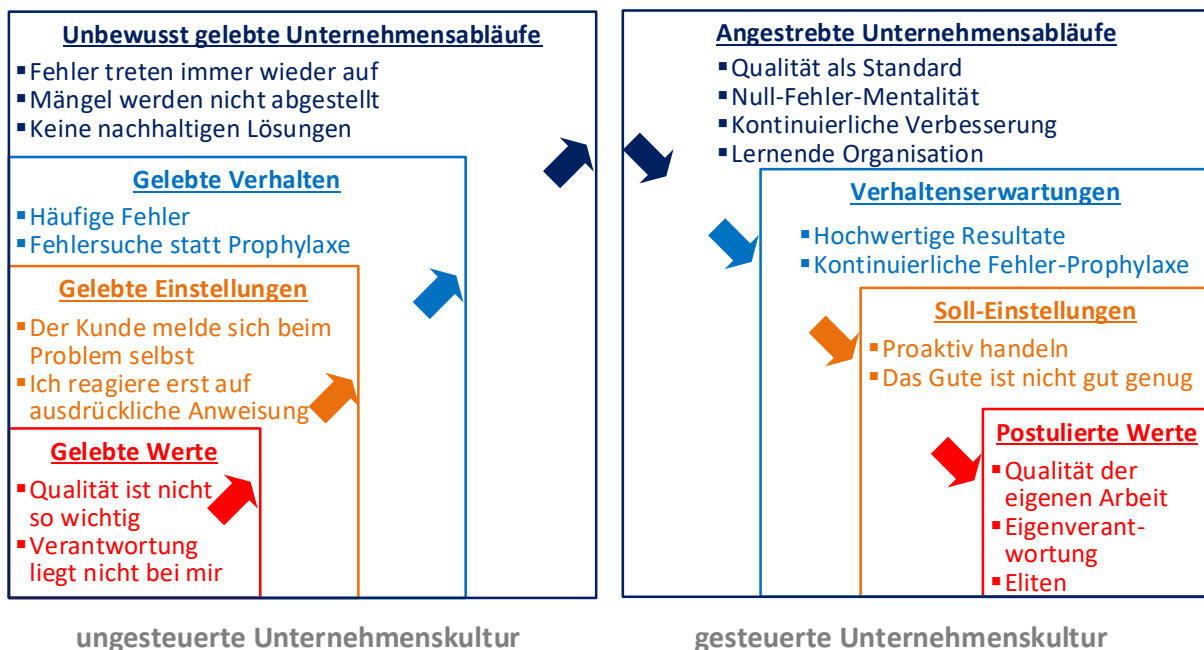


Abbildung 44: Transmissionsmechanismen der Unternehmenskultur nach ECKRICH [Eck17]

Nachhaltige Verhaltensänderungen verlangen einen Musterwechsel in den handlungsleitenden Einstellungen der Beteiligten. Menschen neigen dazu, beim Nachlass vom äußeren Druck zu gewohntem Verhalten zurückzukehren. Um die Verhaltensänderung der Mitarbeiter zu bewirken, müssen Führungskräfte den Mitarbeitern ermöglichen, durch geeignete Maßnahmen

wie Gespräche, Training usw. ihr Verhalten zu reflektieren oder das eigene Verhalten anzupassen. Sie sind also gefordert, mit effektiver Führungsarbeit auf die Steuerungsgrößen einzuwirken, um die angestrebte Unternehmenskultur zu erzeugen.[Eck17]

#### 2.6.4 Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)

Gewohnheiten und bestehende Systeme lassen sich nicht von heute auf morgen neu gestalten. „Gut Ding will Weile haben“ besagt ein deutsches Sprichwort und bringt das Grundprinzip des KVP<sup>48</sup> auf den Punkt. Der deutsche Begriff KVP wurde Ende der 1980er Jahre für das japanische Kaizen etabliert. Darunter wird eine Unternehmensphilosophie mit der Zielsetzung der ständigen Verbesserung zum Guten in der Unternehmenspraxis verstanden. Der KVP dient als eine prozessorientierte Denk- und Verhaltensweise. Im Gegensatz zum großen Innovationssprung funktioniert KVP dauerhaft und ständig in kleinen Schritten. Dabei wird davon ausgegangen, dass jeder Vorgang als Prozess betrachtet und schrittweise verbessert werden kann. Eine zeitliche Begrenzung hat er daher nicht. Der KVP stellt einen weiteren Bestandteil der Unternehmenskultur dar und äußert auch einen Kerngedanken des GPS. KVP ist nicht nur wichtig, weil auf diese Weise die Prozesse ständig weiterentwickelt werden, sondern er stellt vor allem neue Anforderungen an die Mitarbeiter und Führungskräfte. Durch dieses Gestaltungsprinzip werden alle Mitarbeiter von ihrer unmittelbaren Führungskraft angehalten, Methoden, Werkzeuge und Arbeitsabläufe zu hinterfragen, zu verbessern, den Erfolg der Maßnahmen zu überprüfen und dadurch neue Standards zu schaffen. Es ist nicht für kurzfristige Erfolge ausgelegt, sondern erfordert Zeit und Nachhaltigkeit, klare Zielsetzung und Transparenz. Vor allem funktioniert es nur mit dem Engagement aller Beschäftigten des Unternehmens von der obersten Spitze bis zur einzelnen Teilkraft. Es beschreibt das Zusammenwirken von Führungskräften und Mitarbeitern beim gemeinsamen Streben nach Perfektion. ([Bru11], [Dom13], [Eck17], [Gor13], [Kos13b], [Kos16] und [VDI12])

Der KVP ist jedoch kein starres Konzept, sondern bietet die Möglichkeit, verschiedene Methoden wie z. B. Kanban, 5S/5A, Poka Yoke einzusetzen, sodass in einem stetigen und immer wieder ablaufenden Prozess höhere Standards gesetzt und diese von Neuem verbessert werden können. Vor allem muss die Führung eine Verbesserungskultur für einen funktionierenden KVP vorleben [Kos13b]. Zur planmäßigen Einführung eines ständigen Verbesserungsprozesses unterteilt BRUNNER [Bru11] diesen in vier Phasen (Sensibilisierungsphase, Startphase, Implementierungsphase und Stabilisierungsphase). Als Grundprinzip aller kontinuierlichen Verbesserungen wurde der PDCA-Zyklus von TAIICHI OHNO für das TPS etabliert und später von WILLIAM E. DEMING weiterverbreitet. Im Weiteren wird PDCA zum DMAIC-Zyklus<sup>49</sup> als Kernprozess der Six-Sigma-Methodik zur Qualitätsverbesserung weiterentwickelt [Dah17]. KVP stellt nichts anders als eine permanente Reise in PDCA-Zyklen dar und hat einen Anfang aber kein Ende [Kos16]. Der von DEMING [Dem00] entwickelte PDCA-Zyklus interpretiert eine immer wiederkehrende Abfolge von Teilschritten und umfasst insgesamt vier Phasen (siehe Abbildung 45):<sup>50</sup>

- Plan (Planen): Neben der Problemerkennung und -analyse erfolgt hier der Entwurf eines Zeit- und Projektplans. Dabei werden die Rahmenbedingungen und Interessengruppen

---

<sup>48</sup> Englischer Begriff für KVP: Continuous Improvement Process (CIP)

<sup>49</sup> DMAIC: Akronym für Define, Measure, Analyze, Improve and Control

<sup>50</sup> Vgl. auch [Gor13], [Kos13b], [Kos16] und [VDI13]

identifiziert, Hindernisse auf dem Weg zum Ziel beschrieben und Lösungen zu deren Beseitigung entwickelt, nicht zuletzt wird das Ziel formuliert und die Umsetzung von Maßnahmen sichergestellt.

- Do (Ausführen): Bei dieser Phase handelt es sich um die Implementierung einzelner geplanten Aktivitäten und Ermittlung von Zwischenergebnissen.
- Check (Überprüfen): In dieser Phase werden Zwischenergebnisse anhand der Kennzahlen überprüft und dokumentiert. Während die anfangs definierten Zielkriterien mit dem tatsächlich erreichten Ergebnis abgeglichen werden können, findet der Abgleich zum höheren Ziel statt.
- Act (Agieren oder Anpassen): In dieser Phase wird reflektiert, was gut funktioniert hat und was schwierig war. Erfolgreiche Ergebnisse werden festgehalten und gesichert bzw. als neuer Standard definiert. Umgekehrt werden die nicht erfolgreichen erneut auf den nächsten Zyklus hinterlegt. Statt den PDCA-Kreislauf abzuschließen, wird das nächste Problem in Angriff genommen, damit ist PDCA ein kontinuierlich ablaufender Prozess.

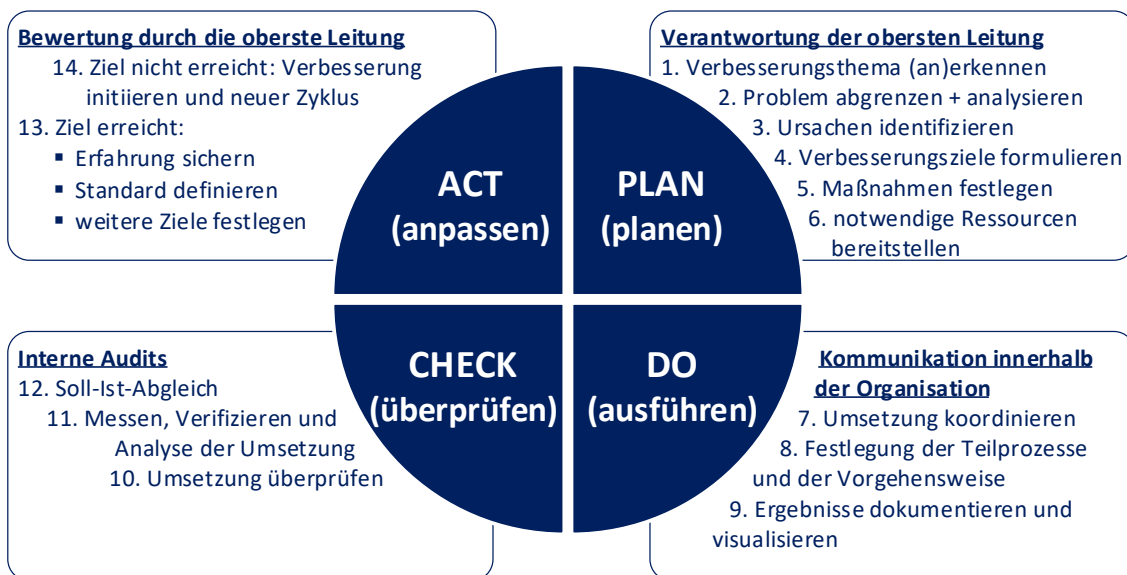
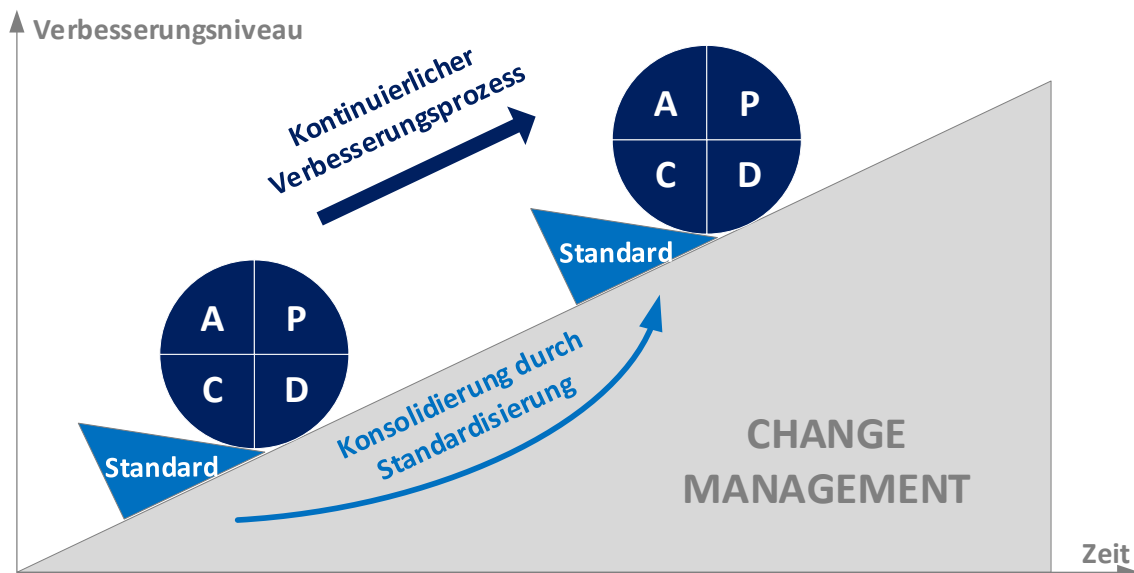


Abbildung 45: PDCA-Zyklus nach DEMING [Dem00] in KVP



### 3 Handlungsbedarf

#### 3.1 Veränderungen prägen die Unternehmen

Wandel ist heutzutage für Unternehmen eine prägende Konstante. In turbulenten Aufgabenfeldern werden Unternehmen mit permanenten, nicht vorhersehbaren Veränderungen konfrontiert, zu deren Bewältigung ihnen meist wenig Zeit zur Verfügung steht [Wes09c]. Diese Situation geht mit erhöhten Qualitätsansprüchen und zusätzlichen individuellen Sonderwünschen der Kunden sowie verfügbaren Produktvarianten in kurzer Zeit einher, sodass der Bedarf nach beispielsweise Produktvielfalt, kleineren Losgrößen und kürzeren Lieferzeiten steigt [Krö97]. Produzierende Unternehmen sind aufgrund der Konkurrenz vieler verschiedener Produktionsstandorte in einer effizienter vernetzten Weltwirtschaft darauf angewiesen, ihre Wettbewerbsfähigkeit stetig zu verbessern [Wan07]. Die oft traditionsgeprägten Produktionsunternehmen sind im turbulenten Umfeld vermehrt zu Neu- und Umstrukturierung gezwungen [Sch06a].

Durch die Anstrengungen der Produktionsforschung in den letzten Jahren haben sich die Produktionssysteme hinsichtlich der Flexibilität deutlich weiterentwickelt [Nyh08]. Doch die heutige Wettbewerbssituation ist im Vergleich zur Zeit des deutschen Wirtschaftswunders völlig anders [Gor13]. Der gesellschaftliche, wirtschaftliche, technologische, ökologische und politische Wandel betrifft in Summe alle Unternehmen. Durch den Wechsel von Wachstums- zu Verdrängungsmärkten ist die Industrieland heute gezwungen, das Produktionssystem mit vielen Varianten und kleinen Stückzahlen zu beherrschen. Produkte lassen sich nicht mehr ohne Hineinversetzen von Kunden mit verschiedenen Vorstellungen und Geschmäckern verkaufen [Ohn09]. Kunden vergleichen Produkte und Dienstleistungen und fordern von den Unternehmen kontinuierliche Qualitäts- und Effizienzsteigerungen [Gre04]. Organisationen müssen sich verstärkt mit Veränderungen beschäftigen. Das Spektrum der Veränderungen hat sich einerseits erheblich erweitert und reicht vom Aufbau neuer Fähigkeiten über Prozess- und Strukturanpassungen bis hin zu einer strategischen Neuausrichtung oder der Etablierung einer neuen Unternehmenskultur [Wie14]. Andererseits nimmt das Veränderungstempo kontinuierlich zu.

*Tote Fische schwimmen mit dem Strom.* Wer nicht ständig in Bewegung ist und sich im Fluss talwärts treiben lässt, verliert die erreichte Position [Gor13]. Robuste Unternehmen können mit Hilfe eines nachhaltigen Wissensmanagements Chancen schneller erkennen und erfolgreich nutzen, Prozesse standardisieren und diese als Erfolgsmodelle multiplizieren [Web17]. Im globalen Wettbewerb bestehen überwiegend Unternehmen, die selbst Trendsetter der Innovation in ihrem Gebiet sind oder in der Lage sind, sich durch permanente erfolgreiche Veränderungen ihrer Strukturen, Prozesse, Arbeitsplätze sowie Aufgaben an alle neuen Situationen anzupassen [Gre04].

#### 3.2 Der Trend zu GPS

Am Standort Deutschland besteht unter gegebenen wirtschaftlichen und sozialpolitischen Rahmenbedingungen in fast allen Branchen die Schwierigkeit, über die Kostenführerschaft Wettbewerbsvorteile zu erlangen [Wan07]. Darüber hinaus stellen Niedriglohnländer heute nicht nur mit niedrigen Lohnkostenstrukturen, sondern auch mit Produkten am Markt Wettbewerber dar [Gor13]. Aus diesen Gründen stehen Kunden mit individuellen Bedürfnissen noch stärker als früher im Mittelpunkt des unternehmerischen Interesses. Zur Sicherung der Wettbewerbs-

fähigkeit müssen Unternehmen einerseits eine zunehmende Mechanisierung und Automatisierung der Produktionssysteme herbeiführen. Andererseits sind weitere Verbesserungspotentiale wie Optimierung von Abläufen und Strukturen, erhöhte Transparenz und verkürzte Durchlaufzeiten durch PPS sowie neue Organisationskonzepte zu erschließen [Luc99]. Technologie-, Kosten- und Qualitätsführerschaft repräsentieren wesentliche Strategien in der Unternehmensführung, was aber eine Optimierung der betrieblichen Prozesse bis zur Maximierung der Wirtschaftlichkeit voraussetzt [Gor13]. Der weltweite Wettbewerb in allen Unternehmen führt zu grundlegenden Veränderungen der Strukturen und Prozesse, um die Produkte und Dienstleistungen kostengünstig anbieten oder um beim Innovationstempo mithalten zu können [Gre04]. Bestandssenkungen, Zeitverkürzung, Flexibilität und nicht zuletzt eine hohe Produktqualität bei moderaten Kosten sind Faktoren, die ganz entscheidend zu einer Verbesserung der Wettbewerbssituation beitragen können [Sys06].

Neben der Auswirkung auf die Produkte und Dienstleistungen hat der schnelle Wandel im Umfeld produzierender Unternehmen auch direkten Einfluss nicht nur auf die im Unternehmen einzusetzenden Produktionsverfahren und die dazu notwendigen Betriebsmittel, sondern auch auf die auszuführenden Produktionsprozesse und nicht zuletzt auf die im Unternehmen beschäftigten Menschen [Nyh08]. Aufgrund der dynamischen Veränderungen rücken Mitarbeiter und ihre Kompetenzen künftig in den Mittelpunkt der Unternehmensentwicklung, denn die Umsetzung von Veränderungen ist auf die aktive Unterstützung der Mitarbeiter angewiesen [Lau14]. Die Führungskräfte sind herausgefordert, sich dem strukturellen Wandel zu stellen und Innovationsmanagement zu betreiben. Dabei ist es von ausschlaggebender Bedeutung, das unternehmerische Denken und Handeln der Mitarbeiter zu fördern und deren Handlungskompetenzen weiterentwickeln und nutzen zu können [Krö97]. Hierbei stellt Teamentwicklung einen notwendigen Veränderungs- und Entwicklungsprozess dar. Neue Aufgaben, Anforderungen, Zusammensetzungen verlangen einen kontinuierlichen Anpassungsprozess des Teams durch Lernen und Umlernen. Es gibt keine Verbesserungen oder erfolgreichen Innovationen bzw. Überleben von Teams ohne solche Entwicklungsprozesse [Alt16].

Um alles dies erreichen zu können, müssen Unternehmen sich eines effizienten Produktionssystems bedienen, welches alle Aspekte des Unternehmens zugleich einschließt und ganzheitlich berücksichtigt. Der Trend zu GPS ist ungebrochen und erreicht neben mittleren und Großunternehmen auch die KKV des Maschinen- und Anlagenbaus sowie weiterer Branchen. Die Verbreitung des GPS in den Kernbranchen der Industrie verdeutlicht dessen Wichtigkeit und Notwendigkeit.

Das GPS wird meist in mittleren bzw. Großunternehmen eingeführt und angewendet. Die Einführung des GPS in KKV existiert bis dato kaum. Um flexibel auf die Marktturbulenzen reagieren und zugleich den Wandlungsdruck in eine nachhaltige und langfristig angelegte Produktionsstrategie von vornherein einbinden und damit durch die Produktionsweise vorwegnehmen zu können [Nyh08], ist es demzufolge notwendig, in KKV auch ein GPS inkl. PPS einzuführen.

### **3.3 Einschränkungen in KKV und Missverständnisse zu GPS**

Wie in Kapitel 2.1 dargestellt, bestehen neben den quantitativen auch einige qualitative Merkmale von KKV, die einerseits die speziellen Differenzierungen der KKV gegenüber mittleren Unternehmen und Großkonzern auszeichnen und andererseits auch Schwachstellen bzw. Einschränkungen bei der Einführung eines GPS in KKV widerspiegeln.

In KKV liegt zumeist keine strikte Trennung der Eigentümer- und Managementstruktur vor [Ihl13]. Stattdessen werden die Unternehmen häufig direkt durch Inhaber bzw. Familien

geführt. Die Konzentration der Funktionen als sowohl Inhaber als auch Manager lässt die Risikoübernahme eng mit der Entscheidungsbefugnis zusammenhängen. Folglich ist meist eine fundamentale Prägung des Unternehmens durch den Inhaber gegeben. Aus dieser Besonderheit der Personalunion kann häufig eine starke Korrelation zwischen den Unternehmenszielen und den persönlichen Zielen des Inhabers resultieren. Infolge dieser Zielverflechtung ergibt sich häufig eine Überschneidung von persönlichen und auch unternehmerischen Interessen [Sch15a]. Demnach kann dies zum Misserfolg des Unternehmens aufgrund ggf. falscher Einschätzung im Management führen.

Der Geschäftsführerkreis der KGU besteht gebräuchlich aus Eigentümern oder ggf. den Familienangehörigen statt aus einer Vielzahl von familienfremden Personen. Die lange Integration der familiären Geschäftsführung in das Unternehmen baut eine unüberschaubare Unternehmenskultur mit impliziten Wissen auf. Weiterhin entsteht bei der Planung oft nur eine gewisse innerliche Planung ohne fundierte Analyse nach allgemeinen Managementmethoden. Des Weiteren werden oft Entscheidungen nicht aus rationalen Gesichtspunkten und auf Basis von Fakten getroffen, sondern sind durch emotionale Aspekte beeinflusst. [Sch15a]

Im Vergleich gegenüber mittleren und Großunternehmen verfügen KGU in der Regel über geringere Ressourcen wie technisches Know-how und Finanz- oder Personalkapital, sodass sie in Konfrontation mit neuen Kompetenzerfordernissen schnell an ihre Grenzen stoßen können [Sta99]. Diese geringfügige Ressourcenausstattung führt wiederum zu einem Dilemma im Unternehmen. Einerseits weisen KGU im Durchschnitt niedriges Eigenkapital und etwa schlechte EBIT-Margen auf [May15]. Andererseits investieren sie zugleich vielmehr Ressourcen darin, mehr Aufträge zu erhalten, Liefertermine bzw. den vom Kunden geforderten Servicegrad durch beispielsweise Vorhalten hoher Lagerbestände oder Überstunden von Mitarbeitern einzuhalten. Hohe Bestände verdecken zudem Qualitätsmängel der Unternehmensprozesse wie unabgestimmte Kapazitäten, unzureichende Flexibilität, mangelhafte Liefertreue bzw. Ausschüsse etc. [Wie10]. Unnötige Ressourcen werden beim täglichen Umgang mit Störungen verbraucht. Dies hat wiederum reduzierte Personalkapazität aufgrund hoher Auslastung einzelner Mitarbeiter sowie Kapazitätsengpässe in der Auftragsplanung, -abwicklung und Fertigung zur Folge. Die mangelnde Finanzkraft führt im Weiteren dazu, dass die Durchsetzung moderner Konzepte der Produktionssysteme und das Recruiting qualifizierten Personals bzw. das Human-Resource-Management erschwert wird [Röd18]. Alles dies baut einen Teufelskreis auf und kann im Verlust der Wettbewerbsfähigkeit gegenüber den Konkurrenzen und schließlich in noch weniger Marktanteil des Unternehmens resultieren.

Viele KGU setzen den Fokus des Unternehmens auf die direkten Produktionsbereiche. Nur in wenigen Unternehmen wird das Produktionssystem unter verschiedenen Aspekten ganzheitlich betrachtet und ein betriebsübergreifendes Konzept umgesetzt [Sei16]. Zumeist liegt kein durchgängiges Konzept für die langfristige Konsequenz und Nachhaltigkeit vor [Abe13]. Darüber hinaus können in vielen KGU Missverständnisse bzw. unklare Vorstellungen über GPS entstehen wie z. B.:<sup>51</sup>

- *GPS ist nur was für Unternehmen in großer Unternehmensgröße. Wir brauchen es nicht!*
- *Es gibt andere wichtige Tätigkeiten zu erledigen und wir haben keine Zeit für die Einführung des GPS.*
- *Es gibt keine wirtschaftlichen Interessen für uns und es kostet zu viel.*

---

<sup>51</sup> Vgl. [Bec18]

- *Die Ansätze des GPS lassen sich nicht bei uns anwenden. Wir haben nicht die Voraussetzungen dafür.*
- *Es ist unmöglich bei uns, das GPS einzuführen, wenn die Einführung in anderen Unternehmen schon misslang.*
- *Wir haben die Ansätze genau wie das Unternehmen XYZ eingesetzt und durchgeführt, jedoch hat es nicht funktioniert.*
- *Wir sind mit dem aktuellen Zustand des Unternehmens schon zufrieden.*
- ...

Aufgrund der genannten Besonderheiten bzw. Einschränkungen sind KKV eher bereit, ihre Zeit, Arbeitskräfte und Ressourcen der täglichen Produktion bzw. dem regulären Tagesgeschäft zu widmen, als diese in die Einführung eines GPS zu investieren. Sie reagieren eher passiv auf Veränderungen und ergreifen erst dann Maßnahmen, wenn ein neues Problem auftritt bzw. nach der Lösung zu einem bestehenden Problem gesucht werden muss. ([Bec18], [Kos13a] und [Rot13])

Analog dazu wird eine rationalisierte PPS bei einer überschaubaren Auftragsmenge mit begrenzter Produktions- und Personalkapazität im Unternehmen häufig für unnötig gehalten. Die Planung wird oft innerlich und emotional seitens der Geschäftsführung ausgeführt sowie nur in direkten Produktionsbereichen wie beispielsweise Teilfertigung und Montage unternommen ([Sch15a] und [Sei16]).

Darüber hinaus ist die PPS nicht als ein essentieller Bestandteil des GPS in der VDI-Richtlinie 2870 ([VDI12] und [VDI13]) integriert. Jedoch beschäftigt sich PPS mit allen betrieblichen Aufgabenbereichen von Entwicklung und Konstruktion über Einkauf, Fertigung bis zum Vertrieb und Versand. Allein durch eine rationalisierte PPS lassen sich Verschwendung bzw. alle 3 Mu's in gewissem Maße vermeiden bzw. beseitigen. Zudem ergibt sich aus der PPS eine bestandsarme Produktion mit kurzen Durchlaufzeiten und hoher Termintreue. Dies führt weiterhin zur Erhöhung der Produktivität, Flexibilität und Effizienz des gesamten Unternehmens.

Um sich dem turbulenten Umfeld anzupassen, setzen viele KKV zahlreiche umfassende Veränderungsprozesse mit diversen Werkzeugen ein. Dennoch weisen die Veränderungsprozesse oftmals entweder langsame Auswirkungen oder nur kurzfristigen Erfolg auf [Abe13]. In vielen dieser Unternehmen herrscht eine unausgesprochene Frustration aufgrund der Kluft zwischen Leadership und dem tatsächlichen Geschehen. Ziele werden festgelegt, aber nicht erreicht. Geplante Veränderungen finden nicht statt oder verlaufen unerwartet. Die Schwachstellen lassen sich wie folgt konkretisieren [Kle97]:

- Keine Kontinuität der Veränderungen
- Fehlender Blick für die Zukunft, d. h. nur reaktive Ansätze statt proaktive Konzepte
- Unzureichende Berücksichtigung der wesentlichen Potentiale innerhalb der Organisation
- Interpretation der Veränderungsprozesse als Fremdkörper statt als ein gelebter Bestandteil der Organisation
- Ungeeignete Maßnahmen gegen die tatsächlichen Problemursachen
- Zu wenig Beitrag zur Weiterentwicklung der Organisation

Bei der Einführung eines GPS ist eine Veränderung der Arbeit eines hohen Anteils der im Unternehmen beschäftigten Mitarbeiter unabdingbar [Ohn09]. Diese Veränderung könnte zu einem „Machtverlust“ oder zusätzlichen Arbeitsbelastungen einzelner Mitarbeiter führen sowie Konflikte zwischen Mitarbeitern hervorrufen [Kos16]. Werden Mitarbeiter über Veränderungen nicht frühzeitig informiert oder von der Notwendigkeit der Veränderungen überzeugt, so zeigen



sie kein Interesse daran, ihr technisches Know-how preiszugeben und in das Produktionssystem einzubringen. Sind Mitarbeiter für die Veränderungen nicht genügend qualifiziert, verfügen sie nicht über ausreichende Ausbildungen, um sich kreativ am Veränderungsprozess zu beteiligen und dazu beizutragen [Luc99].

Aufgrund knapper Ressourcen in KKV besteht weiterhin der Bedarf nach effektiven und zugleich finanzierbaren Lösungen. In der Praxis werden zurzeit vielfach Konzepte wie die JIT-Produktion, das Kanban-Prinzip, die 5A-Aktion sowie der KVP diskutiert und angewendet. Trotzdem scheitern viele KKV bei der Einführung des GPS, weil die Philosophie der Lean Production in den Unternehmen nur oberflächlich verstanden wird. Dies wird einfach von anderen Unternehmen kopiert und sogar fehlinterpretiert. Die Lösungsansätze werden dabei isoliert einzeln eingeführt, ohne das System wirklich als Ganzes zu betrachten oder die Mitarbeiter miteinzubeziehen ([Abe13] und [Bec18]). Ein in KKV eingeführtes GPS sowie die damit verknüpften Ansätze und Methoden im Rahmen des GPS müssen überschaubar und robust sein. Außerdem wird derzeit nach auf die Unternehmensgröße angepassten, einfachen und kostengünstigen Systemen gesucht. Darüber hinaus erfordert die Einführung des GPS Disziplin, Durchsetzungskraft und Durchhaltevermögen [Luc99].



## 4 Konzept zur Einführung von GPS in KKU

Ein Produktionssystem ist ein komplexes, langlebiges und sich permanent veränderndes Produkt eines Unternehmens und relevant für das Optimum an Effizienz des Unternehmens [Wes09b]. Während mittlere und Großunternehmen bereits zur Standardisierung von Produktionssystemen übergegangen sind, werden GPS bis dato noch kaum in KKU eingeführt. Als Bestandteil von GPS lassen sich hohe Produktivität, hohes Qualitätsniveau, aber auch Prozessfähigkeit, KVP und Lernfähigkeit sowohl der Organisation als auch der Mitarbeiter nennen. GPS setzen auf eine Skalierung in Raum und Zeit und binden Methoden und Werkzeuge der Selbstoptimierung ein. Sie liefern einen großen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit und unterstützen die Standardisierung der Produktentstehungsprozesse [Wes09c].

Unternehmen sind von Menschen geschaffene Systeme und deren Entwicklung hängt nicht nur von externen Faktoren, sondern in hohem Maße von den eigenen Handlungsweisen ab. Diese inneren und äußeren Einflussfaktoren bewirken Turbulenzen auf Unternehmen und somit auch hohe Ineffizienzen und Verluste. Wandlungsfähigkeit ist somit heutzutage im turbulenten Umfeld ein herausragender Wettbewerbsfaktor für Unternehmen [Wes09c]. Unternehmensveränderungen sind in der Praxis und der Wissenschaft ein zentrales Thema. Diese sind keine leichten Aufgaben und viele davon wurden nicht erfolgreich erzielt. Für Entscheidungsträger von Unternehmen ist es umso wichtiger, ein differenziertes Verständnis von Veränderungen zu entwickeln, die zugrundeliegenden Wirkungsmechanismen zu verstehen und die für ein erfolgreiches Change Management bedeutenden Gestaltungsvariablen zu kennen [Pes10].

Darüber hinaus stellt die Einführung eines GPS zugleich eine Umsetzung von Veränderungen jeglicher Art im Unternehmen dar. Dabei handelt es sich um das Change Management in Hinsicht sowohl auf den direkten und indirekten Produktionsbereich als auch auf die damit zusammenhängenden Prozesse und nicht zuletzt auf die im Unternehmen beschäftigten Menschen. Die Wandlungsfähigkeit zählt zu den Erfolgsfaktoren eines Unternehmens und die Einführung des GPS kann ohne ein zielgerichtetes Change Management nicht erfolgreich funktionieren.

### 4.1 Idee für den Lösungsansatz und Modellbeschreibung

KKU unterscheiden sich von mittleren und Großunternehmen wesentlich in der Unternehmensgröße. Daraus ergeben sich hauptsächlich die in Kapitel 2.1 beschriebenen Besonderheiten von KKU, welche Nachteile aber auch zum Teil Vorteile gegenüber mittleren und Großunternehmen bedeuten können. KKU benötigen einfachere und pragmatischere Lösungen als mittlere und Großunternehmen, um ein unternehmensspezifisches Produktionssystem zu gestalten [Kor03a].

Der Einführung des GPS in KKU soll die VDI 2870 ([VDI12] und [VDI13]) weiterhin als Grundlagen bzw. Handlungshilfe zugrunde liegen. Diese Richtlinie gibt einen Überblick über GPS und umfasst zudem eine Vielfalt von Gestaltungsprinzipien, Methoden sowie Werkzeugen, welche bei der Einführung des GPS zur Anwendung kommen können. Nach VDI 2870 [VDI12] bezieht sich die Einführung dabei nicht ausschließlich auf die Anwendung von GPS-Elementen, sondern erfordert umfassende Veränderungen des Unternehmens. Neben der Konzeption des GPS ist für den Erfolg im langen Einführungszeitraum die Art der Implementierung von entscheidender Bedeutung.

Aufgrund der begrenzten Unternehmensgröße herrschen eine bessere Übersicht und kürzere Entscheidungswege in KKU. Aus diesem Grund sind Veränderungsprozesse in einem KKU

grundsätzlich einfacher auszuführen und damit einhergehend das GPS durch Veränderungsprozesse einzuführen. Dank einer flacheren Hierarchie können KKU gegenüber Veränderungen flexibler bleiben und schneller darauf reagieren. Diese Besonderheit lässt sich als Vorteil von KKU gegenüber mittleren und Großunternehmen nutzen, um ein GPS maßgeschneidert einzuführen, das schließlich auch die Unternehmensidentität (CI: Corporate Identity) in Hinblick auf die Produktivität, Flexibilität und Wandlungsfähigkeit spezifisch darstellt.

Die Einführung des GPS in KKU kann als ein ganzheitlicher Veränderungsprozess im Unternehmen betrachtet werden, der sich wiederum aus unterschiedlichen Veränderungsprozessen in verschiedenen Teilbereichen bzw. Subsystemen zusammensetzt. Die Veränderungsprozesse sind nach einem klar bestimmten Ziel ausgerichtet und lassen sich durch revolutionäre oder evolutionäre Veränderungen in Form einer S-Kurve widerspiegeln. Diese üben einerseits Veränderungen auf einzelne Subsysteme aus und durchlaufen ihre eigenen Entwicklungsphasen entlang der S-Kurve. Andererseits besteht ein untrennbarer Zusammenhang zwischen einzelnen Veränderungen in verschiedenen Bereichen, sodass ein Veränderungsprozess die reibungslose Implementierung bzw. Realisierung eines anderen unmittelbar beeinflussen kann. Die Durchführung eines Veränderungsprozesses im Rahmen eines Subsystems kann ohne Berücksichtigung der Auswirkung auf andere Subsysteme nicht realisiert werden und vice versa. Wird die Einführung des GPS in KKU auf das Change Management fokussiert, können KKU schnell und flexibel auf die daraus resultierenden Folgeprobleme bzw. verändernden Anforderungen reagieren. Somit wird die Einführung des GPS trotz unvorhersehbarer Störfaktoren unbeirrt durchgeführt und eine bestimmte Ausrichtung erfolgreich erzielt.

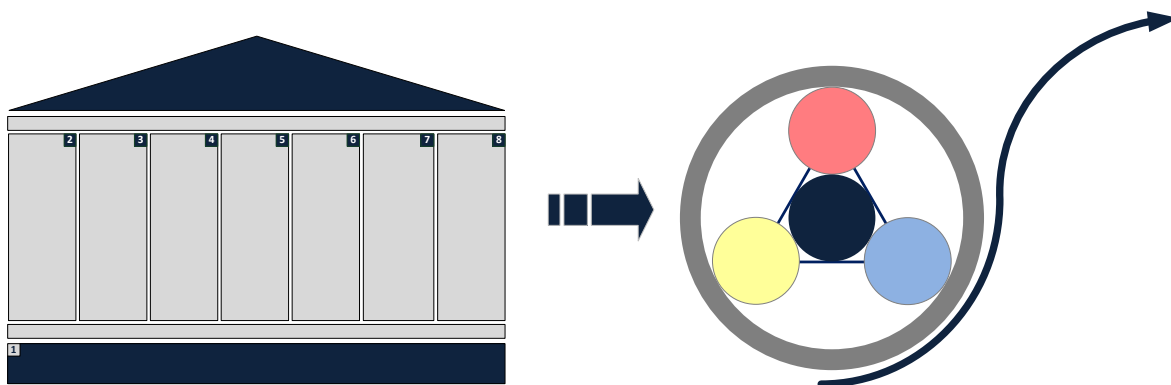


Abbildung 46: Modelldarstellung der Idee für den Lösungsansatz

In der vorliegenden Arbeit wird die Konzeption bzw. das Gestaltungsmodell für die Einführung von GPS in KKU anders als in VDI 2870 [VDI12] dargestellt (siehe Abbildung 46). In VDI 2870 [VDI12] wird das TPS-Hausmodell auf GPS übertragen, wobei das Ziel als das Dach dargestellt wird und die einzelnen Gestaltungsprinzipien als der Sockel bzw. die Säule des GPS-Hauses, in denen wiederum verschiedene Methoden beinhaltet sind. Ein Nachteil des Hausmodells besteht darin, dass der Zusammenhang zwischen den einzelnen Gestaltungsprinzipien nicht dargestellt ist. Besteht ein Mangel im Rahmen eines Gestaltungsprinzips, kippt das Haus trotz der Instabilität nicht um. Jedoch kann ein Mangel eines Subsystems weitere Probleme in anderen Subsystemen verursachen und des Weiteren die Effektivität bzw. Effizienz des ganzen Produktionssystems beeinträchtigen. Das Ziel des GPS könnte also nur leidlich erreicht werden. Die Zieldimensionen des Unternehmens würden dadurch nicht harmonisiert und gemeinsam entwickelt. Daher kann ggf. das Gesamtoptimum aller Dimensionen nicht

erreicht werden. Dies beeinflusst die Qualität des eingeführten GPS und schränkt dessen Nachhaltigkeit bzw. Weiterentwicklung ein.

In dieser Arbeit wird die Einführung des GPS in KKU als ein beweglicher Mechanismus betrachtet. Das Gestaltungsmodell des GPS-Konzepts besteht aus verschiedenen Perspektiven, welche die Statik bzw. Kinematik sowie die Dynamik des GPS im Zusammenhang mit Veränderungen interpretieren. In Bezug auf Statik bzw. Kinematik wird das Gestaltungsmodell in Form eines Planetengetriebes dargestellt, welches sich aus Sonnen- und Hohlrad sowie mehreren Planeten zusammensetzt. Kinetisch bzw. dynamisch wirken sich Veränderungsprozesse in Form einer S-Kurve auf das GPS-Getriebe aus und fördern dessen kontinuierliche Verbesserung sowie Weiterentwicklung zu einer anvisierten Ausrichtung.

Ein Planetengetriebe zeichnet sich durch hohe Leistungsdichte bzw. hohen Wirkungsgrad aus. Dies steht für ein kompaktes Produktionssystem mit hoher Effektivität bzw. Effizienz für KKU. Die Bestandteile des Planetengetriebes kämmen miteinander und die Verzahnungen realisieren die Kraftübertragung. Im GPS bedeutet dies, dass die Leistungen der einzelnen Subsysteme zum gesamten Produktionssystem beitragen und die gesamte Leistung des GPS umgekehrt auch die Leistungen von Subsystemen beeinflusst. Darüber hinaus repräsentiert der Planetenträger den Zusammenhang bzw. die Abhängigkeit zwischen einzelnen Subsystemen, welche einerseits einzeln als ein separates Segment betrachtet werden können, aber andererseits gegenseitig Wechselwirkungen ausüben.

Der Vorteil eines Planetengetriebes besteht darin, dass die eingeleitete Leistung sich möglichst gleichmäßig auf mehrere Leistungszweige verteilt. Zugleich befinden sich das Sonnen- bzw. Hohlrad im Gleichgewicht. Damit liegt eine gleichmäßige optimale Lastverteilung vor. Dies symbolisiert hierbei, dass die Einführung des GPS nur bei einem Gleichgewicht von allen Zieldimensionen harmonisiert und erfolgreich durchgeführt werden kann. Besteht zudem ggf. ein Verzahnungsfehler, sodass an einem Zahneingriff eine größere Kraft als an den übrigen Zahneingriffen auftritt, führt diese größere Kraft nun zu einer Ausgleichsbewegung, bis wieder alle Kräfte im Gleichgewicht stehen [Nie03]. Treten zusätzliche Kräfte auf, wird die Ausgleichsbewegung behindert und die optimale Lastverteilung somit weiter gestört. Dies muss möglichst schnell behoben werden. Diese spiegeln sich im GPS durch Störfaktoren wie beispielsweise Planungsfehler in der Produktion, Prozessmängel oder unzureichende Arbeitsleistung der Mitarbeiter wider. Sämtliche Subsysteme des GPS müssen unter Berücksichtigung aller Aspekte zugleich auf den Prüfstand gestellt, analysiert und optimiert werden.

Während die Methoden im GPS-Haus nach der Richtlinie VDI 2870 [VDI12] zu einzelnen Gestaltungsprinzipien angeordnet sind, stellen sie im aufgeführten Gestaltungsmodell elementare Bestandteile des GPS-Getriebes dar. Diese beteiligen sich aktiv an der Ausführung der GPS-Einführung bzw. an Veränderungsprozessen in einzelnen Subsystemen des GPS. Die Methodenauswahl bzw. die Qualität der Anwendung von ausgewählten Methoden beeinflussen unmittelbar die Effektivität sowie die Effizienz des ausgeführten Veränderungsprozesses und wirken sich weiterhin maßgeblich auf den Erfolg der GPS-Einführung in Unternehmen aus. Darüber hinaus bezeichnet die S-Kurve mit einer anvisierten Ausrichtung die zielführende, dynamische Vorgehensweise der GPS-Einführung, wobei unterschiedliche Veränderungsprozesse in verschiedenen Subsystemen zugleich ihre PDCA-/SDCA-Zyklen durchlaufen. Die S-Kurve symbolisiert Veränderungen und interpretiert dabei auch, dass die Einführung des GPS nicht als eine einmalige Aktion ausgeführt werden soll. Die Einführung des GPS durch Veränderungsprozesse und dessen vollständige Implementierung bzw. stetige Verbesserung haben im Wesentlichen und auf lange Sicht dieselbe Bedeutung.

## 4.2 Change Management im Fokus

Produzierende Unternehmen sind in ihre gesellschaftliche Umwelt sowohl hinsichtlich der Technik und Wissenschaft als auch der Wirtschaft und Kultur, aber nicht zuletzt der Politik und Rechte eingebettet, die sich heutzutage ständig im Wandel befindet [Dyc10]. Wird das Change Management in den Fokus gerückt, ermöglicht es dem Unternehmen, schnell und flexibel auf die Turbulenzen zu reagieren und zugleich den Wandlungsdruck in eine nachhaltige und langfristig angelegte Produktionsstrategie einzubinden, um weiterhin konkurrenzfähig bleiben zu können [Nyh08]. Darüber hinaus stellt die Einführung des GPS selbst eine innerbetriebliche, evolutionäre oder revolutionäre Veränderung für das Unternehmen in Hinsicht auf die Organisation, Produktion, Prozesse und Menschen dar. Mithilfe des Change Managements kann das Unternehmen bei der Einführung von GPS rechtzeitig, flexibel und effektiv Maßnahmen durchführen und auf spezifische Probleme gezielte Lösungsmöglichkeiten vornehmen.

Ein Unternehmen als ein organisatorisches System entwickelt sich entlang einer S-Kurve von Entstehung über Dynamisierung zur Degradierung. Evolutionäre bzw. revolutionäre Veränderungen sorgen dafür, dass das Wechselspiel zwischen Entstehung und Degradierung einen nicht endenden Kreislauf darstellt und das System langfristig überlebt ([Bec18] und [Kle14]). Ein innovativer Übergang zur nächsten Generation des Systems findet dann statt, wenn der Change-Bedarf vorhanden ist und das System bzw. das Unternehmen hierfür über die Change-Leistung verfügt, welche sich aus der Motivation bzw. Bereitschaft, die Möglichkeit und der Fähigkeit zusammensetzt [Kle14]. Dieser Zusammenhang lässt sich formal durch die folgende Beziehung darstellen:

$$\text{Veränderung} = f(\text{Change-Bedarf}, \text{Change-Leistung})$$

Der Change-Bedarf bildet den Ausgangspunkt eines Veränderungsprozesses und beschreibt die Notwendigkeit der Veränderung. Das Change Management sorgt bei der Veränderung dafür, den konkreten Bedarf zu erkennen und zu akzeptieren, im Unternehmen die Bereitschaft zu motivieren, die Möglichkeiten zur Verfügung zu stellen und die dafür benötigten Fähigkeiten zu fördern bzw. zu entwickeln. Aus dem Change Management ergibt sich hauptsächlich die Change-Leistung als Antrieb der Veränderung im Unternehmen, die auch die strategischen Ziele des Unternehmenserfolgs festlegt. Die Change-Leistung eines Unternehmens zeichnet sich durch unterschiedliche Merkmale aus. Diese sind zum Beispiel:

- hohe Zuverlässigkeit hinsichtlich der Qualität und Termintreue,
- Schnelligkeit durch kurze Durchlaufzeiten,
- hohe Flexibilität bei der Produktion vielfältiger Varianten mit geringer Komplexität,
- Zufriedenheit der Mitarbeiter sowie der Kunden.

Die Change-Leistung treibt weiterhin das Leistungsdreieck aller am Leistungsvollzug des Systems beteiligten Organisationseinheiten und somit das Top-Management des Unternehmens (siehe Abbildung 47). Dies betrifft hinsichtlich der Organisation alle Aufgabenbereiche über die gesamte Wertschöpfungskette, d. h. sowohl den direkten als auch den indirekten Produktionsbereich von Entwicklung und Konstruktion bis zu Einkauf, Fertigung und nicht zuletzt den Vertrieb und Versand. In Hinsicht auf die im Unternehmen beschäftigten Menschen sind nicht nur die Mitarbeiter, sondern auch die Führungskräfte davon betroffen. Die Einführung von GPS gelingt und bleibt nur langfristig erfolgreich, wenn alle diese Organisationseinheiten für dieses Vorhaben zu gewinnen sind. Dies bedeutet, dass alle Aufgabenbereiche bzw. die in den Arbeitsbereichen beschäftigten Mitarbeiter ihre Leistung beitragen müssen. Besteht ein Optimum an Arbeitsleistung, hat dies eine entscheidende Auswirkung auf eine erfolgreiche Einführung

des GPS sowie auf die langfristige Nachhaltigkeit. Dies erfordert wiederum das Gleichgewicht aller drei Determinanten des Leistungsdreiecks:

- Die Motivation (Wollen) der einzelnen Person für eine Veränderung wird angeregt und diese zeigen die Bereitschaft, ihre Fähigkeiten und Qualifikationen dafür einzusetzen.
- Die einzelne Person verfügt über ausreichende Fähigkeit (Können), um die aus der Veränderung resultierenden Ereignisse zu behandeln. Auch bei fehlenden Kenntnissen zeigt sie wieder die Fähigkeit, aus ihrer Komfortzone herauszukommen und sich durch den Lernprozess dafür zu qualifizieren.
- Die Führungskräfte ersetzen einerseits das Kontrollsystem durch ein Vertrauenssystem und stellen den direkt am Prozess beschäftigten Mitarbeitern mehr Freiräume zur Verfügung. Die Verantwortung wird an die einzelnen Mitarbeiter übertragen und diese haben die Möglichkeit (Dürfen), ihre offene Meinung zu äußern und eigene Ideen zu entwickeln bzw. umzusetzen. Andererseits haben die Führungskräfte eine strategische Ausrichtung festzulegen und die Unternehmensziele zu definieren. Bei einer großen Abweichung vom Ziel während der Durchführung vom Veränderungsprozess haben die Führungskräfte die Verantwortung und auch die Pflicht, den Fehler rechtzeitig zu korrigieren, die Orientierung auszurichten und den Fokus wieder auf den richtigen Kurs zu bringen.

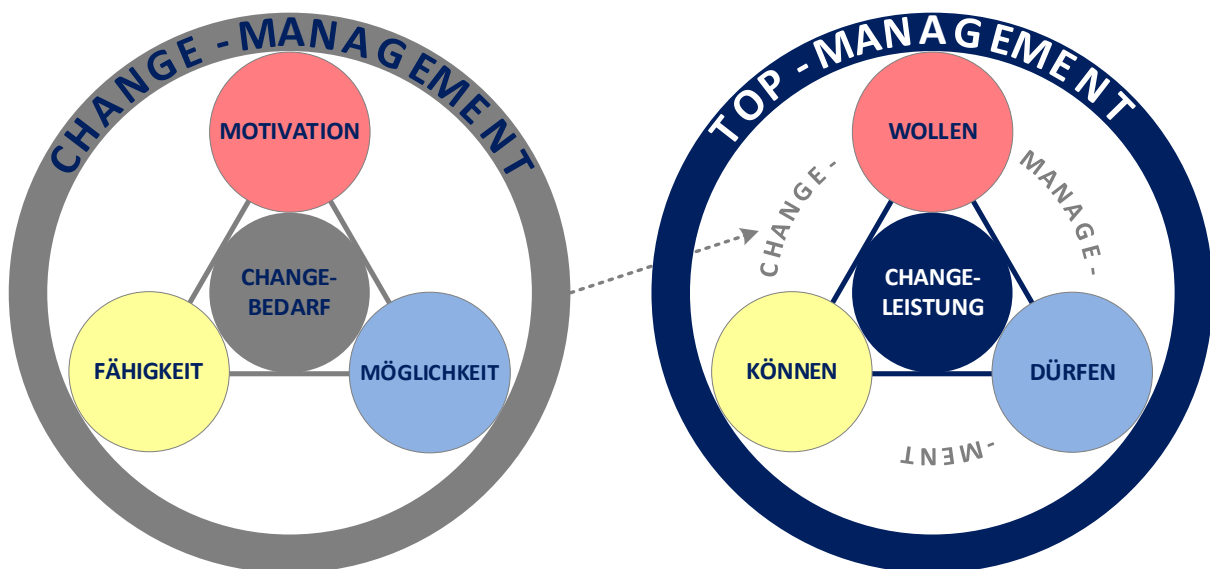


Abbildung 47: Change Management steht im Fokus und treibt das Top-Management

Die Beziehung zwischen der Change-Leistung und den Determinanten des Leistungsdreiecks lässt sich wie folgt zu verdeutlichen:

$$\text{Leistung} = \text{Wollen} \times \text{Können} \times \text{Dürfen} = \text{Motivation} \times \text{Fähigkeit} \times \text{Möglichkeit}$$

Hierbei ist zu unterstreichen, dass die Motivation (Wollen) bei der Durchführung einer Veränderung eine maßgebende Wirkung auf die Change-Leistung hat<sup>52</sup>. Während die Möglichkeit durch höhere Instanzen zur Verfügung gestellt und die Fähigkeit durch den Lernprozess erlangt sowie beherrscht werden kann, wird keine Leistung ohne Motivation erzielt. Je größer die Motivation ist, eine desto höhere Leistung ergibt sich daraus und somit wird auch eine höhere Effektivität erbracht. Dies betrifft sowohl die Mitarbeiter als auch die Führungskräfte. Fehlt dem Mitarbeitenden die Motivation, wird er seine Initiative nicht ausüben, auch wenn er

<sup>52</sup> Krüger [Krü06] bezeichnet die Motivation als den „Schlüssel zu erfolgreichen Wandel“.

über ausreichende Fähigkeiten verfügt und die Möglichkeit für die Umsetzung eigener Ideen bei der Einführung von GPS bzw. bei der Ausführung von Veränderungsprozessen besitzt. Analog dazu werden die Mitarbeiter demotiviert und ihre Fähigkeiten bzw. Qualifikationen nicht effizient genutzt, wenn die Führungskräfte nicht bereit sind, den Mitarbeitern genügend Freiräume einzuräumen. Noch schlimmer wäre es, wenn die Führungskräfte keine Motivation besitzen würden und nicht bereit wären, ein neues, ganzheitliches Produktionssystem als eine Veränderung zu initiieren und umzusetzen. Sie halten das alte System für ausreichend und sehen keine Notwendigkeit bzw. Optimierungspotentiale für eine evolutionäre oder revolutionäre Weiterentwicklung. Das Unternehmen bleibt also konservativ und geschlossen gegenüber Veränderungen. Dort herrscht kaum Wandlungsbereitschaft und -fähigkeit in der Unternehmenskultur. Dadurch verliert das Unternehmen auch seine Wettbewerbsfähigkeit gegenüber der Konkurrenz. Das System wird entweder durch ein grundlegend neues System abgelöst, oder es bleibt auf dem erreichten Stand für eine gewisse Zeit stehen und scheidet anschließend aus.

Grundsätzlich müssen Führungskräfte vor allem sich selbst von der Notwendigkeit der Einführung von GPS überzeugen und für die dafür benötigten Veränderungen bereit sein. Um die Ängste der Mitarbeiter abzubauen und die Widerstände bei der Umsetzung zu beseitigen, müssen die Mitarbeiter auch frühzeitig über Veränderungen informiert werden. Dabei sind sie von der Notwendigkeit der Veränderungen zu überzeugen und bei Bedarf für die veränderten Aufgaben zu qualifizieren. Außerdem wird den Mitarbeitern erlaubt, sich aktiv an der Gestaltung der Veränderungen zu beteiligen [Luc99].

Zusammengefasst wird das Change Management in den Fokus bei der Einführung von GPS in KKK gesetzt. Dabei ist zu empfehlen, Maßnahmen sowie Lösungsansätze als innovative Transformationsprozesse zu betrachten und diese nach dem Entscheidungstreffen möglichst schnell ohne große Verzögerung umzusetzen. Es handelt sich dabei nicht nur um die strategische Umstrukturierung eines Unternehmens auf der Sachebene, sondern vor allem um eine mentale Veränderung durch die Umdeutung der subjektiven Einstellungen und Wahrnehmungen der Organisationseinheiten auf der psychologischen Ebene [Vah15]. Je nach der Entwicklungsphase des Veränderungsprozesses bzw. je nach der Situation, welches Subsystem oder Problem betrachtet wird, wird entschieden, ob eine revolutionäre Veränderung (Kaikaku) oder/und eine evolutionäre Veränderung (Kaizen) hierbei einzusetzen und durchzuführen ist. Grundsätzlich reagiert Kaikaku als qualitativer Lösungsansatz auf bestehende wesentliche Probleme des Unternehmens, während es sich bei Kaizen vielmehr um kontinuierliche Optimierungen von Prozessen in kleinen Schritten über einen längeren Zeitraum handelt [Krü06]. Jedoch gibt es keine Richtlinien für eine sogenannte richtige Auswahl zwischen den zwei grundlegenden Ansätzen ([Bru11] und [Yam17]). Zu schnelle und zu starke Veränderungen werden von den Betroffenen schwer akzeptiert, während es bei zu langsamen bzw. zu schwachen Veränderungen unerwartet viel Zeitaufwand kostet, um die angestrebten Ziele zu erreichen. Gegebenenfalls können die definierten Ziele überhaupt nicht erreicht werden, da der erreichte Erfolg durch die schwache Umsetzung und intensive Widerstände nicht nachhaltig bleiben und in kurzer Zeit wieder schnell auf den alten Zustand zurückfallen kann. Alle vorangetriebenen Leistungen wurden folglich umsonst erbracht.

Insbesondere für die KKK, in denen noch kein richtiges Produktionssystem herrscht, ist es zu empfehlen, dem Grundsatz „Kaikaku geht vor Kaizen“ zu folgen. Dies bedeutet, dass interne wesentliche Hindernisse vor allem durch radikale Veränderungen (Kaikaku) beseitigt werden



und weitere Optimierungspotentiale nach und nach kontinuierlich in kleinen Schritten zu verbessern (Kaizen) sind. Die wesentlichen Hindernisse sind die Verschwendung aller Art hinsichtlich der Unternehmensstruktur und -kultur, der Unternehmensprozesse und des Personals. Ohne die Verschwendung in gewissem Maße zu reduzieren bzw. sogar zu beseitigen, hat es keinen Sinn, über Lean bzw. über den Begriff „Ganzheitlich“ zu sprechen. Es gilt also hierfür „Verschwendungsbeseitigung geht vor Lean“. Standards und Regelungen werden dabei definiert, falls sie noch mangelhaft oder sogar noch nicht vorhanden sind. Darüber hinaus sollten KKU zunächst nach der Effektivität der GPS-Einführung als Veränderungsprozess anstatt von Anfang an nach der Effizienz streben. Durch das Streben nach Effektivität wird vor allem das angestrebte Ziel erkannt und strategisch positiv beurteilt. Unter anderem wird die Zielerreichung für sehr wahrscheinlich gehalten. Dieser Erfolg motiviert wiederum die Beteiligten zur ausstehenden Umsetzung der Einführung und begeistert sie für weitere Optimierungen des erreichten Zustands, nämlich die Effizienz des Prozesses. Daraus ergibt sich die Folgerung „Effektivität geht vor Effizienz“.

In Bezug auf die Veränderungsstrategien bei der Planung und Durchführung der GPS-Einführung in KKU ist zu empfehlen, die Kombination der bipolaren und Multiple-Nucleus-Strategie in hierarchiebezogener Hinsicht mit den menschenbildspezifischen Veränderungsstrategien zu verwenden. Nur die Menschen im Unternehmen verfügen über das Fachwissen und die Kraft, das Bestehende zu verändern. Sie stellen sich entweder als Leistungsträger oder -verweigerer in einem Veränderungsprozess dar. Eine Veränderung soll nicht nur von Führungskräften gefordert (Top-down), sondern auch durch die direkt am Prozess beschäftigten Mitarbeiter initiiert und entwickelt werden (Bottom-up). Die Innovationspotentiale der Mitarbeiter lassen sich nur dann wecken und aktivieren, wenn die Mitarbeiter als Leistungsträger in die GPS-Einführung bzw. in die Veränderungsprozesse miteinbezogen und ihre konstruktiven Vorschläge dafür auch wirklich mitberücksichtigt werden. Nur so entstehen Kreativität, Eigeninitiative, Ausdauer sowie Flexibilität. Das Ergebnis bzw. der Erfolg bleibt dann nachhaltig. Darüber hinaus ist es zugleich zu empfehlen, dass die KKU sich von Fachunternehmen für Produktionssysteme beraten lassen, insbesondere wenn diese aufgrund eines knapp ausgestatteten Personalwesens über keine Experten verfügen.

#### **4.3 Einführung aus der Perspektive der Subsysteme von GPS**

Das durch die Change-Leistung getriebene Top-Management als das Sonnenrad eines weiteren Planetengetriebes treibt weiterhin die Subsysteme des GPS, welche hier die Planeten des Getriebes darstellen. In der vorliegenden Arbeit zählen das Produktionsmanagement, das Prozessmanagement und das Human-Resource-Management dazu (siehe Abbildung 48).

Als Einzelnes sind die Subsysteme einerseits ein System wie das Ganze und stellen ein ähnliches Planetengetriebe mit Sonnenrad, Planeten und Hohlrad dar. Diese Subsystem-Getriebe lassen sich einerseits separat betrachten, analysieren und untersuchen. Im Zusammenhang mit dem Ganzen sind sie andererseits die elementaren Bestandteile eines GPS und sehr eng miteinander gekoppelt und voneinander abhängig. Produzierende Unternehmen überleben nicht ohne Wertschöpfung durch Produktion und darin beschäftigte Menschen sowie damit verbundene Prozesse. Produktion kann ohne Menschen nicht realisiert werden und keine Effektivität sowie Effizienz erfolgen ohne optimale Prozesse. Analog dazu wird ein Prozess kontinuierlich optimiert und bleibt dann nachhaltig, wenn alle Beteiligten davon überzeugt sind und

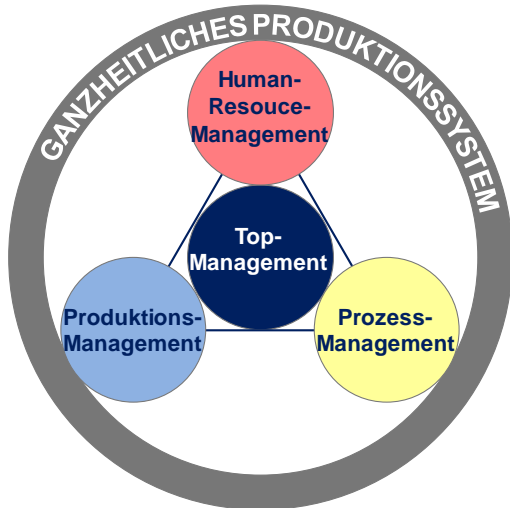


Abbildung 48: Das Planetengetriebe-Modell des GPS

diesen einhalten können. Bestehen Probleme in einem Subsystem, so dreht sich das Subsystem nicht fehlerfrei. Folglich bewegt sich das ganze System nicht reibungslos. Das Getriebe des GPS bleibt dann ggf. sogar stehen.

In der vorliegenden Arbeit wird ein Subsystem durch ein weiteres Planetengetriebe dargestellt. Das Management von Subsystemen (Hohlrad) wird vom Top-Management betrieben, das durch die Change-Leistung angetrieben wird. Die Leistung des Managements wird durch die eingesetzten Methoden und Werkzeuge (Planeten) auf das Kernobjekt des Subsystems (Sonnenrad) übertragen und dient als Antrieb für die Problemlösung

(siehe Abbildung 49). Liegt ein Problem bzw. Optimierungspotential im Kernobjekt vor, kann dies einen fehlerfreien Betrieb des Getriebes beeinträchtigen bzw. sogar zum Ausfall des Getriebes führen. Dies erzeugt wiederum eine Rückkopplung zum Management und dient als Input für die Anpassung oder ggf. die Korrektur bei der Methodenauswahl bzw. -umsetzung im Rahmen des Subsystemmanagements.

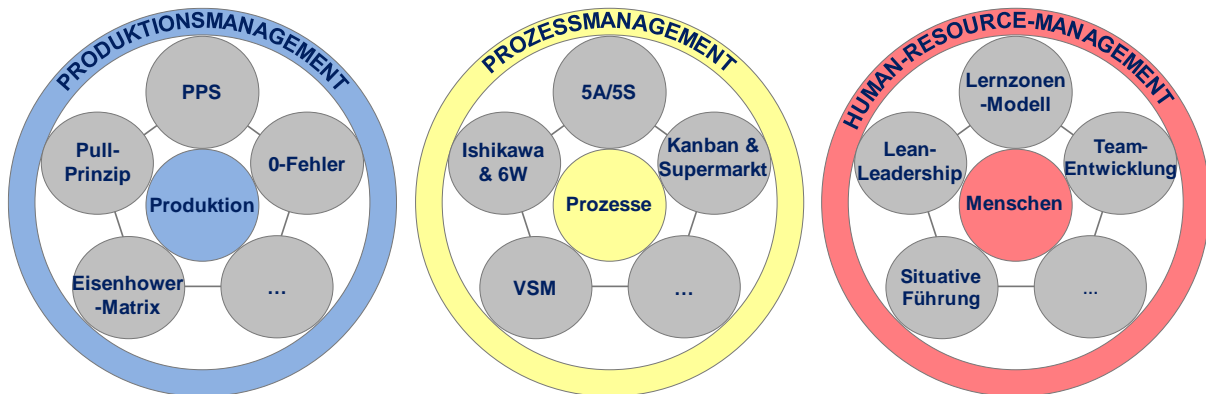


Abbildung 49: Subsysteme eines Ganzheitlichen Produktionssystems

In den folgenden Abschnitten wird die Einführung des GPS aus der Perspektive von Subsystemen, unabhängig voneinander, im Detail betrachtet, analysiert und konzeptioniert. Darüber hinaus werden einige Methoden und Werkzeuge als Beispiele ausgewählt und für die Umsetzung von Veränderungsprozessen empfohlen.

#### 4.3.1 Subsystem I: Produktionsmanagement

Produktion ist für ein betriebliches Unternehmen von elementarer und maßgeblicher Bedeutung. Das Produktionsmanagement beschäftigt sich insbesondere mit den Produktionsabläufen und der Leistungserstellung durch Gestaltung, Planung, Überwachung und Steuerung der Produktionsprozesse inkl. der dazugehörigen betrieblichen Ressourcen wie Menschen, Maschinen, Materialien und Informationen [Sch14]. Es sorgt dafür, die Transformation von Ressourcen durch die Produktion zur Wertschöpfung zu realisieren. Auch für KKU lässt sich das Erfolgsziel der Produktion durch langfristige Gewinnmaximierung in Hinsicht auf Schnelligkeit, Wirtschaftlichkeit, Qualität sowie Flexibilität und Wandlungsfähigkeit formulieren.

### Strategisches Produktionsmanagement

In strategischer Hinsicht müssen Führungskräfte eines KKU mögliche Zukunftsszenarien antizipieren und die langfristige Gewinnerzielung als Rahmenbedingungen für die Entwicklung des Unternehmens festlegen. Hierbei werden unter Berücksichtigung von Veränderungen die zwei grundsätzlichen Fragen – „was wird produziert?“ und „wie wird produziert“ – gestellt und darauf geantwortet [Abe11]. Zu den Aufgaben des strategischen Produktionsmanagements zählen die Gestaltung der Aufbau- und Ablaufstrukturen der Produktion, die Erstellung von Produktionsprogrammen sowie die Schaffung einer Balance der Wettbewerbsfaktoren des Zielquadrates in der Produktion [Gün05]. Hierfür gilt die Top-down-Veränderungsstrategie<sup>53</sup>.

### PPS

Aufgrund einer flacheren Hierarchie in KKU lassen sich das taktische und operative Produktionsmanagement üblicherweise auf eine Ebene integrieren. Die in der Entscheidungsebene des strategischen Produktionsmanagements gesetzten Ziele werden hierbei realisiert und umgesetzt. Das taktische und operative Produktionsmanagement sollen dazu beitragen, die angestrebte Leistungsstärke und Gewinnmaximierung durch Planung, Überwachung und Steuerung hinsichtlich Material, Losgrößen, Kapazität an Mitarbeitern und Maschinen sowie Reihenfolge zu verwirklichen und nachhaltig aufzubauen [Kle14].

Es ist von ausschlaggebender Bedeutung für KKU, PPS-Systeme bei der Einführung von GPS einzusetzen, gerade wenn diese Unternehmen nur über knappe Ressourcen an Personal, Maschinen, Produktionskapazität und Lagerflächen verfügen und die Mitarbeiter hingegen viele Tätigkeiten und Aufgaben zugleich ausüben müssen. Durch die gerechte und sinnvolle PPS im direkten Produktionsbereich wird ein effizienter Produktionsablauf mit optimaler Nutzung der Menschen- und Maschinenkapazität in einer rationalisierten Reihenfolge gewährleistet. Innerbetrieblich lässt sich die Produktion nivellieren (Heijunka), sodass die Arbeit auf Mitarbeiter möglichst gleichmäßig aufgeteilt ist und die Maschinen optimal ausgelastet sind. Überbetrieblich können auch bei Kundenanfragen zu Aufträgen Auskünfte über Produktionsmöglichkeiten bzw. -alternativen unter Berücksichtigung der internen Technologie und Terminierung erteilt werden. Darüber hinaus können die dokumentierten PPS-Daten in der Vergangenheit zur Anpassung einer weiterhin rationalisierten und optimierten PPS mit kurzen Durchlaufzeiten in der Zukunft genutzt werden.

Im Zusammenhang mit der Produktionsplanung bestehen grundsätzlich zwei Methoden für die Feinterminierung. Die Rückwärtsplanung (auch Rückwärtsterminierung) orientiert sich an den Wunschterminen von Kunden und plant einen Fertigungsauftrag vom letzten Arbeitsvorgang rückwärts zur ersten Aktivität inkl. Materialbeschaffung, falls dies noch nicht vorhanden ist. Durch die Rückwärtsplanung wird der späteste Starttermin des Auftrags erkannt. Hingegen richtet sich das logische Pendant, nämlich die Vorwärtsplanung (auch Vorwärtsterminierung), nach dem aktuellen Produktionszustand. Diese Methode geht vom momentanen Zeitpunkt aus und plant die Abfolge der Aktivitäten progressiv in die Zukunft. Daraus ergibt sich der früheste Liefertermin. Dabei ist zu unterstreichen, dass weder die Rückwärts- noch die Vorwärtsplanung mit der Realität übereinstimmen kann, da sich Störfaktoren während der Produktion oftmals wegen deren Erscheinungszufälligkeit sehr schlecht prognostizieren lassen und zur Verzögerung der Produktion führen. Aus diesem Grund muss zusätzlich eine Pufferzeit (Über-

---

<sup>53</sup> Vgl. Abbildung 43

gangszeit) zur reinen Bearbeitungszeit gerechnet werden, um auf mögliche Verzögerungsursachen reagieren und den Produktionsprogress anpassen zu können. Die gesamte Zeitdauer lässt sich als Durchlaufzeit bezeichnen.<sup>54</sup> Hier gilt also:

$$\text{Durchlaufzeit (DLZ)} = \text{Bearbeitungszeit (BZ)} + \text{Pufferzeit (PZ)}$$

Insbesondere in KKU werden viele Aufgabenstellungen als Nebenaufgaben weitergehend in den Aufgabenbereich der Mitarbeiter gelegt [Wes08]. Die Maschinenbelegung stimmt nicht mit der Personalverfügbarkeit überein. Daher ist die Planung mit Puffer erforderlich. Dabei ist zu beachten, dass die Vorgabe der Pufferzeit einen Erfahrungswert darstellt und nach und nach rationalisiert angepasst werden soll. Wird die Pufferzeit zu lang definiert, hat dies eine ineffiziente Leistungserstellung zur Folge. Je geringer die Pufferzeit festgelegt wird, desto realitätsnäher erfolgt die Produktionsplanung und die operative Produktion wird effizienter. Hingegen führt ein negativer Puffer zu einer Überlastung der Mitarbeiter bzw. Maschinen oder dazu, dass ein Produktionsauftrag nicht termingerecht abgeschlossen werden kann. Im Falle des Zeitverzugs aufgrund eines negativen Puffers müssen entweder die Kapazitäten der Leistungserbringer soweit wie möglich erhöht werden oder der Endtermin nach hinten verschoben werden.

Damit die Produktionsplanung gerecht und plausibel durchgeführt werden kann, braucht der Arbeitsplanende dafür bestimmte Erfahrungen über die Fertigungsverfahren und -prozesse, die Maschinenauslastung, Qualifikation des Mitarbeiters sowie die Auskunft über die Wichtigkeit und Dringlichkeit eines Produktionsprogramms. Für die Erkennung, Beurteilung und Vorbeugung vorhersehbarer Störfaktoren können die Methoden des Null-Fehler-Prinzips wie A3-Methode, 5x Warum, Ishikawa-Diagramm zum Beispiel verwendet werden.

Als Werkzeug für die PPS muss nicht unbedingt eine ERP-Software eingesetzt werden. Insbesondere in KKU besteht meistens keine Massenproduktion oder kaum hoch komplexe Produkte mit sehr hohem Aufwand, da die KKU aufgrund der Kapazitätsengpässe in der Produktion durch größere Aufträge leicht an ihre Grenzen stoßen können. Zugleich hat es in der Einführungsphase des GPS in KKU unter Berücksichtigung der mangelnden Finanzkraft wenig Sinn, ein professionelles ERP-System einzusetzen. Insbesondere werden viele Funktionen des ERP-Systems in KKU nicht wirklich benötigt. Zudem hat eine individualisierte Anpassung der Software einen hohen Kostenaufwand zur Folge. Aus diesen Gründen ist oftmals ein einfacheres aber maßgeschneidertes Werkzeug wie Excel-Tabelle, Andon-Tafel etc. ausreichend.

In Abbildung 50 wird ein Beispiel der Produktionsprogrammplanung eines KKU mithilfe MS-Excel dargestellt. Grundsätzlich soll das Produktionsprogramm eines Unternehmens nach dem Pull-Prinzip geplant werden, um eine Überlastung von Mitarbeitern und Maschinen vermeiden zu können. Dabei kommen die Methoden des Gestaltungsprinzips „Fließprinzip“ wie OPF, FIFO, HIFO zum Einsatz. Im Falle eines Konflikts bei der Terminierung mehrerer Aufträge lässt sich die sogenannte Eisenhower-Matrix ([Hem13] und [Kos16]) verwenden. Zunächst müssen vor allem die wichtigen und dringenden Aufträge (A) sofort und vorrangig erledigt werden. Solche Aufträge führen aber zur Überlastung der Produktionskapazität und lassen sich auch als eine Störungsart bezeichnen, da sie die reguläre Produktionsplanung durch Unterbrechung laufender Aktivitäten und Umplanung bzw. Verzögerung anderer Aufträge beeinträchtigen. Diese Aufträge können in der alltäglichen Produktion nicht vermieden werden, jedoch lassen sich diese reduzieren. Unternehmen sollen danach streben, dass alle wichtigen (aber noch nicht dringenden) Aufträge (B) durch eine rationale PPS terminiert, gesteuert und

---

<sup>54</sup> Vgl. Schuh und Roesgen [Sch06e]

zeitgerecht erledigt werden. Durch die Konzentration darauf reduziert das Unternehmen den Umfang der A-Aufträge und erzielt eine Umorientierung von Problemen zu Möglichkeiten. Bei dringenden, aber nicht wichtigen Aufträgen (C) herrscht eine Fremdsteuerung wegen der Dringlichkeit und sie führen zu großer Unruhe. Solche Aufträge kann man entweder delegieren oder umgehend selbst erledigen, sofern es die Zeit erlaubt. Hingegen können die Aufträge, die weder wichtig noch dringend (D) sind, nach hinten verschoben und bei Gelegenheit erledigt oder direkt abgelehnt werden. Dies gilt auch für die C-Aufträge, wenn die Möglichkeit zur sofortigen Erledigung nicht besteht.

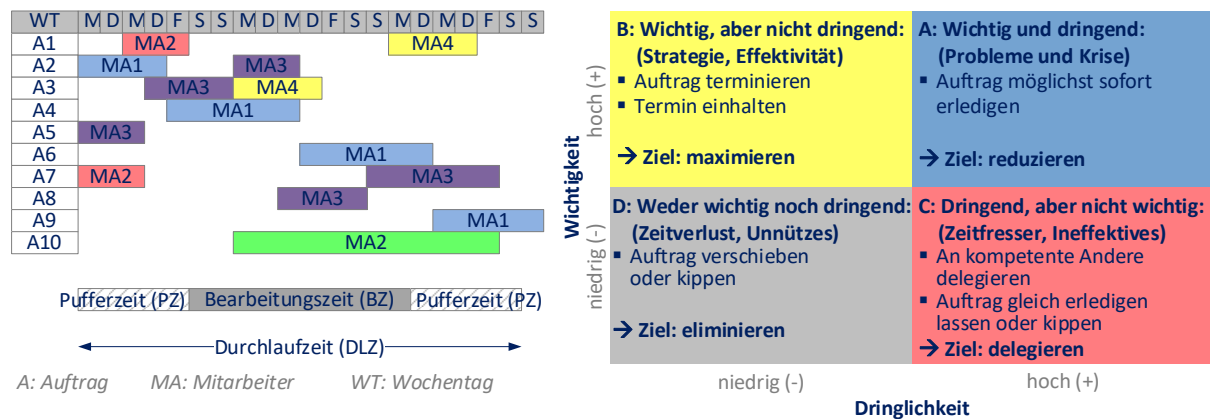


Abbildung 50: Konzept der Produktionsprogrammplanung und Eisenhower-Matrix (nach [Hem13] und [Kos16])

Bestandsmanagement

Zu knappen Ressourcen in KKU zählen auch die eingeschränkten Räumlichkeiten. Dies betrifft nicht nur den Raum für Maschinen, Aggregate oder Betriebsmittel sowie deren Materialträger im direkten Produktionsbereich, sondern auch die Lagerräume für Zukaufteile, Zwischen- und Endprodukte sowie ggf. Ersatzteile oder Vorräte etc. im indirekten Produktionsbereich sind davon betroffen.

Zudem lässt sich die Produktion eines KKU zumeist als Einzel- oder Kleinserienfertigung charakterisieren. In Bezug auf den Verbrauchswert zählen die für die Fertigung benötigten Materialien einerseits meistens zu A/B-Teilen, die in der Menge nur bis zu 15 – 30 %, aber über 80 % des Gesamtwerts betragen. Naheliegend müssen sich Unternehmen bevorzugt auf eine optimale Nutzung von A/B-Teilen konzentrieren und um deren Beschaffungsplanung, Lagerbestände und Kostenoptimierung kümmern. Hingegen werden einfache planerische und logistische Prozesse bei C-Teilen durchgeführt, um den Aufwand dafür in Grenzen halten zu können. Andererseits lassen sich diese Materialien in Bezug auf Verbrauchsgleichförmigkeit oftmals zu Y/Z-Teilen klassifizieren, die im Verbrauch eher unbeständig sind und deren Vorhersagegenauigkeit eher spekulativ zu prognostizieren ist. [Gra17]

Für die Kompensation von Bedarfsschwankungen werden in der Regel Lagerbestände vorgehalten, um die richtigen Teile zum richtigen Zeitpunkt in der entsprechenden Menge bereitstellen zu können. Es muss eine hohe Lieferfähigkeit bei möglichst geringen Lagerkosten gewährleistet werden. Einerseits sind die zur Realisierung der Produktion benötigten Materialien und Komponenten unter Berücksichtigung von Fehlmengen, Wiederbeschaffungszeiten und innerbetrieblichen Durchlaufzeiten in einem Sicherheitsbestand zu bevorraten. Insbesondere für eine fließende Produktion ohne Unterbrechung ist ein Puffer bzw. ein Mindestbestand bei Standardteilen sehr wichtig. Andererseits muss das Lagerwesen rentabel und rational geführt werden. Lagerbestände sind nicht zu hoch vorzuhalten und alle Rationalisierungspotentiale

sollen möglichst umfassend ausgeschöpft werden. Mit Hilfe von Methoden wie ABC- und/oder XYZ-Analyse kann ein geeignetes Verfahren zur Bedarfsermittlung bestimmt werden. Dadurch können überhöhte Lagervorräte und eine damit einhergehende zu hohe Kapitalbindung am Lager vermieden werden. Darüber hinaus werden die Produktionseffizienz bzw. die Produktivität durch das schnelle und zielsichere Wiederfinden der benötigten Lagergüter gewährleistet. Dabei kommt das Bestandsmanagement zum Einsatz, das Bestandsplanung und -analyse, Lagerverwaltung, Bestandsführung und Chargenverwaltung umfasst [Sch06e].

Als unterstützende und/oder ergänzende Methoden können beispielsweise 5S, Kanban und Supermarkt angewendet werden. 5S unterstützt das Bestandsmanagement dabei, die Ordnung im direkten und indirekten Produktionsbereich zu schaffen und die festgelegten Standards zu realisieren. Dabei ist strikt zu beachten, dass nur die für einen Produktionsprozess wirklich benötigten Ressourcen am richtigen Ort zu finden sind. Alle überflüssigen bzw. unnötigen Ressourcen inkl. Materialien, Werkzeuge, Betriebsmittel und Dokumente müssen von notwendigen aussortiert und ggf. entsorgt werden. Dadurch erzielt man nicht nur die Vermeidung von Verschwendung in Hinsicht auf Bestände (Inventory), sondern auch das Lager wird durch den daraus entstandenen Platzgewinn entlastet. Darüber hinaus lässt sich das Bestandsmanagement durch die Reduktion bzw. Standardisierung von Produktvarianten in gewissem Maße vereinfachen. Lieferanten von Zukaufteilen sollten in diesem Sinne auch möglichst minimiert bzw. standardisiert werden. Anhand eines strukturierten, systematischen Lagersystems lassen sich Ressourcen im Lagerbereich schnell wiederfinden. Einerseits ermöglicht der Einsatz von Kanban und Supermarkt zusätzlich die Ordnung im Lagerbereich für die schnelle Suche. Andererseits kann sowohl die Verschwendung aufgrund fehlender Ressourcen (Waiting) durch rechtzeitige Wiederbeschaffung von Zukaufteilen oder interne Reproduktion als auch die Überproduktion (Over production) dank des Pull-Prinzips mit Kanban-Steuerung vermieden werden. Um einerseits analysieren und definieren zu können, welcher Kategorie (ABC/XYZ) ein Teil zugeordnet werden soll und um andererseits die Übermenge eines Teils zu vermeiden, kann eine Fehlmenge in der Anfangsphase der GPS-Einführung bedingt akzeptiert werden. Zudem kann ein angepasstes IT-Werkzeug oder Datenmanagementsystem wie Excel-Tabellen, Access-Datenbank statt eines kommerziellen, professionellen Lagerverwaltungssystems installiert werden, um das Bestandsmanagement im Weiteren zu unterstützen und vereinfachen. Für die Chargenverwaltung lassen sich wiederum die Verbrauchsfolgeverfahren wie FIFO, LIFO, HIFO etc. anwenden.

#### Einsatz neuer Technologien

Die Kundenanforderungen werden heutzutage immer strenger und höher. Im Zusammenhang mit den Zieldimensionen des konfliktären Zielquadrates erfordern einerseits Produkte stets bessere Qualität, während Kunden andererseits kostengünstigere Angebote und zudem schnellere Liefertermine erwünschen. Darüber hinaus streben Unternehmen nach höherer Flexibilität und Wettbewerbsfähigkeit. [Erl10]

Grundsätzlich soll in neue Technologien bzw. Maschinen mit neuen Technologien in gewissem Maße investiert werden. Haben Unternehmen bei der Einführung neuer Technologie gezögert, produzieren sie möglicherweise mit weniger Effizienz und folglich teuer als die Konkurrenz. Für KKU hingegen stellen fehlende Finanzmittel und der Mangel an Fachkräften die größten Hürden beim Einsatz von neuen Technologien dar. Aus diesem Grund sollen neue Technologien nicht als Selbstzweck in KKU eingeführt werden, sondern die Unternehmen sind damit gut beraten, sich mit den Möglichkeiten zu beschäftigen und die Chance für eine Veränderung

in Hinsicht auf Fertigungsverfahren, Produktionsprozesse und des Weiteren auf ein neues Geschäftsmodell zu nutzen.

#### 4.3.2 Subsystem II: Prozessmanagement

*„If I had eight hours to chop down a tree, I'd spend six hours sharpening my ax“.*<sup>55</sup>

Ein Produktionssystem besteht aus unterschiedlichen Prozessen in verschiedenen Aufgabebereichen des Unternehmens. Die Produktion selbst stellt einen vom Menschen bewirkten Transformationsprozess dar, der aus natürlichen oder bereits hergestellten Ausgangsstoffen unter Einsatz von Energie und Arbeitskraft lagerbare Wirtschafts- oder Gebrauchsgüter erzeugt [Bec08]. Neben der Produktion müssen die Prozesse untersucht und verbessert werden. Nach BECKER [Bec18] beschreibt ein Prozess die inhaltliche und sachlogische Folge von für die Erzeugung eines Objekts in einem spezifizierten Endzustand notwendigen Funktionen und kann aus unterschiedlichen Teilprozessen bestehen, die sich wiederum aus verschiedenen Schritten bzw. unterschiedlichen Aktivitäten zusammensetzen. Ein Prozess kann Start- oder Endpunkt anderer Prozesse sein und lässt sich nicht von anderen Prozessen losgelöst betrachten. Um selbst eine Prozessinnovation erfolgreich zu starten, müssen die bestehende Arbeitsweise und Prozesse grundsätzlich systematisch auf den Prüfstand gestellt werden.

Dafür kommt das Prozessmanagement zum Einsatz und dient dazu, Prozesse zu definieren, visualisieren, messen, kontrollieren, dokumentieren und zu optimieren. Es konzentriert sich auf die Unternehmensprozesse, welche die Organisationseinheiten überlagern bzw. verbinden. Es setzt den Fokus auf das Management der strukturübergreifenden Wertschöpfungsketten mit dem Ziel einer kundenorientierten Leistung und eines wirtschaftlichen Ergebnisses. Das Prozessmanagement stellt nicht nur den Erfolg der Wertschöpfungskette sicher, sondern ist auch für ihre kontinuierliche Verbesserung verantwortlich [Hir08]. Prozesse lassen sich hinsichtlich Kosten, Zeit, Qualität und Flexibilität optimieren, wobei es sich vielmehr um die Kostenreduzierung handelt. Durch die Optimierungen von Prozessen in zahlreichen Unternehmensbereichen erzielt das Unternehmen kürzere Reaktionszeiten auf Abweichungen, nachhaltige und strukturierte Problemlösung, optimalen Einsatz von Ressourcen, effiziente Planung und Kontrolle, erhöhte Transparenz der Soll- und Ist-Zustände sowie effiziente Kommunikation und erhöhte Selbstdisziplin im Team. Darüber hinaus wird die Effektivität des Unternehmens durch die Verknüpfung der Prozesse mit der Strategie und den Unternehmenszielen optimiert [REF18c].

##### Prozesse als Produkte und Systeme betrachten

KKU besitzen eine kleinere Unternehmensgröße und haben dank einer flacheren Organisationshierarchie in der Regel einen kürzeren Entscheidungsweg [Sch15a]. Infolgedessen reagieren sie im Vergleich zu mittleren und Großunternehmen schneller und flexibler auf Veränderungen. Bei der Change-Management-fokussierten Einführung von GPS müssen KKU alle bestehenden Prozesse auf den Prüfstand stellen und bei Bedarf umgestalten und sogar neue Prozesse installieren. Dies gilt sowohl im direkten als auch im indirekten Produktionsbereich. Hierbei müssen wiederum die zwei grundsätzlichen Fragen gestellt und beantwortet werden. Einerseits lassen sich Prozesse als eine Art von Produkten des Unternehmens betrachten. Für jeden unternehmerischen Anstoß bzw. Bedarf wird ein entsprechender Prozess benötigt, aus

---

<sup>55</sup> Abraham Lincoln (1809–1865), 16. Präsident der USA

dem ein Ergebnis resultiert. Um die Unternehmensziele zu erreichen, müssen dementsprechend die benötigten Prozesse festgelegt werden. Im Gegensatz bedeutet dies zugleich, dass unnötige Prozesse bzw. Prozessschritte als Verschwendung eliminiert werden müssen. Zusammengefasst handelt es sich hierbei um die Frage „was (für ein Prozess) wird etabliert?“. Andererseits bestehen Prozesse aus unterschiedlichen Teilprozessen bzw. Prozessschritten und lassen sich als Systeme betrachten. Das Ziel des Prozessmanagements dabei ist, dass das Ganze mehr als die Summe seiner Teile sein muss. Ein guter Prozess zeichnet sich durch zehn Grundsätze (effektiv, effizient, beherrscht, robust, deterministisch, atomar, flexibel, neben- oder nachwirkungsfrei, dokumentiert und verbesserbar) aus [Bec18]. Um Prozesse mit diesen Charakteristika zu verwirklichen bzw. zu optimieren, müssen alle Prozessschritte sowie die mit ihnen verbundenen Aktivitäten infrage gestellt werden. Dabei handelt es sich um die Frage „wie wird (ein guter Prozess) gestaltet?“.

Im Rahmen des Change Managements wird je nach der Situation und Entwicklungsphase des Prozesses von verschiedenen Ansätzen zur Prozessgestaltung und -optimierung gesprochen. Einerseits sind benötigte aber noch nicht existierende Prozesse bei Bedarf neuzugestalten. Dadurch werden vorhandene Prozesse ergänzt oder ggf. ersetzt. Andererseits müssen vorhandene Prozesse anhand der Grundsätze eines guten Prozesses analysiert und optimiert werden. Unnötige Prozesse sind als Verschwendung zu eliminieren. Probleme im Prozess müssen durch weitere effektive Prozesse beseitigt werden. Zudem lassen sich alle Prozesse bzw. Prozessschritte kontinuierlich verbessern und ggf. durch Musterwechsel umgestalten. Um einen Prozess bzw. Prozessschritt zu analysieren und zu bewerten, kommen unterschiedliche Methoden im Rahmen des GPS wie der Kreidekreis [Lik04], das Spaghetti-Diagramm [Lik08], das Flussdiagramm, VSM mit Kaizen-Blitz, 5x Warum bzw. Ishikawa-Diagramm etc. zum Einsatz. Um die Funktionsweise eines Prozesses besser verständlich zu machen, unterstützt Gemba (Gehe vor Ort) dabei alle vom Prozess betroffenen Mitarbeiter und Führungskräfte zusätzlich. Dabei werden die Defizite bzw. die Optimierungspotentiale eines Prozesses erkannt. Dementsprechend können Entscheidungen getroffen sowie Maßnahmen durchgeführt werden. Darüber hinaus werden Prozesse durch den Einsatz neuer Technologien hinsichtlich Effektivität, Effizienz und Flexibilität optimiert.

#### Effektivität geht vor Effizienz

Unter den Grundsätzen der Prozessgestaltung zählen die Prozesseffektivität und -effizienz zu den wichtigsten Kriterien. Optimale Prozesse sind sowohl effektiv als auch effizient. Während die Effizienz bei der Prozessoptimierung häufig im Vordergrund steht, ist bei der Prozessgestaltung in KKU zu empfehlen, beide Kriterien zu betrachten und die Effektivität sogar an erste Stelle zu stellen.

KKU verfügen über begrenzte Ressourcen an technischem Know-how, Räumlichkeiten sowie Personalkapazität. Aus diesem Grund sind KKU oftmals nicht in der Lage, die Unternehmensprozesse in kurzer Zeit durch systematische Analyse und Auswertung auf einem effizienten Niveau zu gestalten. Gerade bei der Einführung eines Produktionssystems ist es nicht zu vermeiden, das Ziel mit gewissem Aufwand zu erreichen. Jedoch führt eine falsche Ausrichtung zu großen Verlusten und Scheitern des ganzen Systems. Statt der Gewinnmaximierung im ganzen System steht der kostentechnische Gewinn im Vordergrund. KKU benötigen vor allem Prozesse mit Effektivität, die das richtige Ergebnis liefern.

#### Prozesse proaktiv gestalten und standardisieren

Um einen Prozess effektiv zu gestalten, müssen alle Anforderungen für das Prozessergebnis bekannt sein [Bec18]. Die Festlegung der Anforderungen hat eine große Auswirkung auf die



künftige Verbesserung des Prozesses hinsichtlich der Prozesseffizienz. KKU sollen bereits bei der Einführung des GPS danach streben, Unternehmensprozesse prädiktiv bzw. proaktiv statt reaktiv zu gestalten. Während ein reaktiver Prozess nur das Problem erkennt und die Ursache dafür erst nach dem Eintritt des Problems abstellt, zielt ein prädiktiver Prozess bereits vor dem Auftritt des Problems auf die Abstellung der Ursachen. Hingegen vermeidet ein proaktiver Prozess das Problem und stellt die Ursache dafür durch differenzierte Vorausplanung und zielgerichtetes Handeln vor der Erscheinung des Problems ab.

Darüber hinaus wird ein Standard bei der Verbesserung von Prozessen geschaffen. Die Standardisierung von Prozessen unterstützt das Prozessmanagement dabei, eine einheitliche Prozessdurchführung zu realisieren und eine erhöhte Transparenz, Steuerbarkeit sowie Verlagerung der Prozesse zu erreichen. Dadurch erzielt das Unternehmen erhöhte Prozessqualität sowie reduzierte Durchlaufzeiten und somit reduzierte Prozesskosten. Dabei ist zu beachten, dass ein zu hohes Maß an Prozessstandardisierung auch zur Einschränkung von Flexibilität und Kreativität führen kann. Aus diesem Grund müssen Führungskräfte im Unternehmen bei einer Standardisierung festlegen, welche Prozesse bzw. Prozessschritte oder Aktivitäten bis zu welchem Grad in welchen Organisationseinheiten vereinheitlicht werden sollen.

#### Kontinuierliche Prozessverbesserung

Wird die Entscheidung für die Neu- oder Umgestaltung eines Prozesses getroffen, ist die Veränderung in kurzer Zeit durchzuführen. Hierbei gilt also „Kaikaku geht vor Kaizen“. Jedoch bedarf es Zeit und Geduld, die Prinzipien und Methoden des Prozessmanagements in einem Unternehmen lebendig zu machen. Dabei sind Prozesse nach ihrer Einführung kontinuierlich zu verbessern, um die weiteren Charakteristika eines guten Prozesses zu realisieren. Damit der Zustand eines Prozesses nicht wieder in alte Muster zurückfällt, lässt sich der Prozessstandard während der Durchführung von Prozessverbesserungen festlegen. Die Standardisierungsmaßnahme wird so durchgeführt, dass sich ein Prozess durch eine kontinuierliche Verbesserung in kleinen Schritten konsolidieren kann. Mit einem Wort bedeutet dies, Zwischenziele für jeden kleinen Fortschritt zu definieren. Die Methode PDCA unterstützt dabei, den festgelegten Standard zu praktizieren (Do), die Funktionstüchtigkeit während eines Verbesserungszyklus zu überprüfen (Check) und bei Notwendigkeit zu ändern (Act). Nach jedem Verbesserungszyklus wird ein neuer Standard des weiteren Zyklus festgelegt (Plan). Das Ziel des Prozessmanagements bei der Einführung des Change-Management-fokussierten GPS ist es, alle Optimierungspotentiale von Prozessen auszuschöpfen. Dafür gibt es kein Ende. Das Unternehmen würde gewissermaßen stillstehen, wenn es keine Optimierungspotentiale mehr gibt bzw. wenn es zumindest so zu sein scheint. „Kein Problem ist ein Problem“ [Rot13].

#### Prozessziel statt Ergebnisziel

Da KKU in der Regel über eingeschränkte Personalressourcen verfügen und die Tätigkeiten in Bezug auf das Prozessmanagement den alltäglichen Aufgaben der Mitarbeiter überlagert werden müssen, lassen sich die Veränderungen trotz der Definition von Zwischenstandards in kleinen Schritten nicht auf einmal umsetzen. Hierbei ist die Effektivität im Vergleich zur Effizienz mehr von Bedeutung. Bei der Durchführung der Neu- oder Umgestaltung eines Prozesses sowie der kontinuierlichen Prozessverbesserung in KKU ist zu empfehlen, Prozessziele statt Ergebnisziele festzulegen und zu realisieren. Während das Ergebnisziel sich auf das strategisch zu erreichende Ergebnis eines Prozesses (Was) bezieht, setzt das Prozessziel seinen Fokus auf die Implementierung bzw. die operative Ausführung des Prozesses (Wie).

Zum Beispiel wird das Kanban-System mit Kanban-Karten für die Bestellung von (über tausend) Fremdwaren in einem definierten Zeitraum installiert. Ein Ergebnisziel hierfür lautet, für

jedes fremdbezogene Produkt eine Kanban-Karte zu erstellen. Die Definition dieses Ergebnisziels verursacht aus psychischem Grund eine mögliche Überlastung der dafür verantwortlichen Mitarbeiter bzw. eine unerwartete große Verzögerung von anderen alltäglichen Aufgaben. Stattdessen wird die Zielführung, dass jeden Tag mindestens 10 bis 20 Kanban-Karten zu erstellen sind, bei der operativen Ausführung durch Festlegung von kleinen Prozesszielen erleichtert.

### **4.3.3 Subsystem III: Human-Resource-Management**

Unternehmen sind von Menschen erschaffene Organisationen und bestehen aus Menschen, die durch Kommunikationsbeziehungen miteinander verbunden sind. Es ist also noch einmal zu bekräftigen, dass die Mitarbeiter im Mittelpunkt eines Veränderungsprozesses bei der Einführung von GPS stehen. Um eine Veränderung optimal steuern zu können, steht der Faktor Mensch bei allen Betrachtungen im Vordergrund, da die im Unternehmen beschäftigten Mitarbeiter aktiv die Umsetzung der Veränderung unterstützen und durchführen [Lau14]. Die Einführung eines GPS gelingt und bleibt nur dann nachhaltig, wenn alle im Unternehmen beschäftigten Mitarbeiter mit ihrer vollen Kraft dieses Vorhaben verwirklichen. Die Unternehmenskultur stellt bei der Einführung von GPS einen wichtigen Einflussfaktor des Schwierigkeitsgrades dar. In der Regel verfügen KKU über wenig Ressourcen an Mitarbeitern und Experten, die für eine erfolgreiche Einführung mit konsequenter Umsetzung und auch für Human-Resource-Management notwendig sind [Kor03a].

Darüber hinaus sollten KKU die Besonderheit der flacheren Hierarchie bzw. der überschaubaren Mitarbeiteranzahl gegenüber mittleren und Großunternehmen als ein positives Merkmal für einen schnelleren Entscheidungsweg bei Veränderungen nutzen. Eine menschliche Beziehung zwischen den Führungskräften und einzelnen Mitarbeitern kann zur Personalführung bzw. zur Entwicklung des Personalmanagements beitragen. Dabei ist die Realisierung einer teamorientierten, familiären Arbeitsharmonie und einer wandlungsfähigen Unternehmenskultur von ausschlaggebender Bedeutung.

Die Einführung von GPS hinsichtlich des Human-Resource-Managements ist ein komplexes Vorhaben. Daher gibt es kein einfaches Rezept dafür. Jeder Mensch verfügt über eigene Bedürfnisse, Wertesysteme, Vorstellungen, Fachausbildungen und Interessen, welche zum Teil nicht mit der Unternehmensorganisation konformgehen. Zudem führen unterschiedliche Einstellungen und Verhaltensmuster von Mitarbeitern zu Kommunikationsstörungen. Aufgrund der Unschärfe der menschlichen Kommunikation und unterschiedlicher persönlicher Bestrebungen können Konflikte und Machtkämpfe entstehen. [Kos16]

#### Kultur der Veränderung im Unternehmen erschaffen

Bereits von der Gründung an entwickelt sich die Unternehmenskultur in vielen KKU ständig weiter und verselbständigt sich im Laufe der Zeit. Während des Wachstums des Unternehmens verfestigen sich die Strukturen und Prozesse, obwohl die Umweltbedingungen des Unternehmens nicht mehr denen der Gründungszeit entsprechen. Nicht nur die Führungskräfte und früheren Mitarbeiter sind auf die verfestigten Strukturen und Prozesse eingeschworen, sondern auch neuen Mitarbeitern werden diese durch formale Regelungen oder informelle Anleitung von älteren Mitarbeitern mit Rat und Tat beispielsweise eingepflegt [Str16]. Bei der Einführung des GPS ist zugleich auch eine Unternehmenskultur der Veränderung zu erschaffen, um schnell auf Veränderungen zu reagieren und diese zügig durchführen zu können. Offensichtlich ist eine Unternehmenskultur keine einfache und kurzfristig wirkende Managementent-

folgsmaßnahme. Sie beeinflusst den Erfolg des Unternehmens auch dann, wenn auf die Kultursteuerung verzichtet wird. Um eine Kulturveränderung in Unternehmen zu realisieren, muss die Unternehmensführung die Einflussfaktoren von Kultur, nämlich die Werte, Einstellungen und Verhaltensweisen der im Unternehmen beschäftigten Mitarbeiter, gezielt steuern. Da die Werte und Einstellungen von Mitarbeitern nicht direkt erkennbar sind und nur auf die konkrete Verhaltensweise prägend wirken, müssen Führungskräfte sich im Unternehmensalltag bemühen, das Verhalten bzw. die Haltung von Mitarbeitern konkret zu beobachten. Zum Beispiel unterstützen teamorientierte Mitarbeiter ihre Arbeitskollegen auch in schwierigen Situationen, während weniger teamorientierte Mitarbeiter eher nur ihrer eigenen Arbeit nachgehen. Ein Mitarbeitender mit proaktiver Einstellung handelt vorbeugend, während ein reaktiver hingegen den Problemen hinterherläuft. [Eck17]

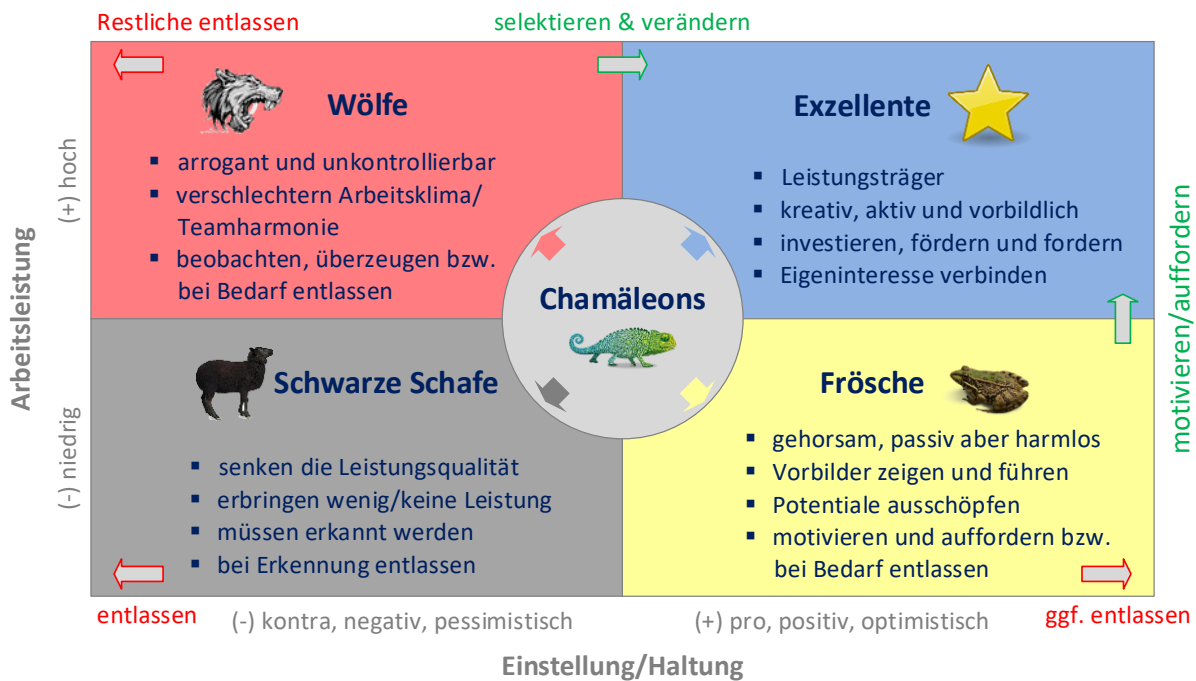
#### Die richtigen Personen für das Team auswählen

Die Personalauswahl unterstützt die vorhandene Kultur eines Unternehmens und vice versa [Str16]. In KKU sind die Personalabteilungen sehr knapp ausgestattet, sodass Unternehmen aufgrund häufig unzureichenden Fachwissens im Personalwesen in Schwierigkeiten geraten können, einerseits qualifiziertes Personal zu rekrutieren bzw. zu halten und andererseits problematische Mitarbeiter, die entweder wenig oder sogar keine Leistung zeigen oder trotz ihrer Arbeitsleistung das Arbeitsklima bzw. die Teamentwicklung beeinträchtigen, zu entlassen. Diese sind einer der größten Kostenfaktoren des Unternehmens und müssen je nach der Führungssituation entweder durch gewisse Maßnahmen zur persönlichen Veränderung bzw. Verbesserung aufgefordert oder aus dem Unternehmen ausgewiesen werden. Sonst führt das verschlechterte Arbeitsklima des Teams dazu, dass die besseren bzw. die jüngeren Mitarbeiter (auch Führungskräfte) bei der Arbeit demotiviert werden oder/und das Unternehmen verlassen, während die problematischen Mitarbeiter bleiben. Des Weiteren kann dies zu einer Verringerung der Produktivität und Verschlechterung der Wettbewerbsfähigkeit führen.

Um das GPS anhand des Change Managements effizient und effektiv mit Nachhaltigkeit einführen zu können, bedarf das Unternehmen unter anderem eines Arbeitsteams mit geeigneten Personen, die Veränderungen zulassen und demgegenüber eine optimistische Einstellung an den Tag legen. Basierend auf der Akzeptanzmatrix [Moh98] und den Personentypen in Veränderungsprozessen [Vah15] wird im Kontext des Subsystems Human-Resource-Management im Rahmen des GPS eine Portfolio-Matrix<sup>56</sup> entwickelt (siehe Abbildung 51). Für die den einzelnen Matrixfeldern zugeordneten Mitarbeitertypen werden folgende Strategien empfohlen:

---

<sup>56</sup> Analog zur BCG-Matrix für Marktanteil und -wachstum [Ste14]

Abbildung 51: Portfolio-Matrix für Personalauswahl<sup>57</sup>

- *Chamäleons* sind typischerweise Mitarbeiter im Einstand bzw. in der Einarbeitungsphase, die sich mit der Situation des Teams bzw. mit anderen Mitarbeitern noch nicht auskennen. Die diesem Feld zugeordneten Mitarbeiter sind grundsätzlich offen für alles und lassen sich zum Personentyp „Abwartende und Gleichgültige“ in Veränderungsprozessen eingliedern. Sie tasten zunächst ab und beobachten die Verfassung von anderen langjährigen Mitarbeitern zurückhaltend und verändern sich auch sehr leicht zu den anderen vier Typen. Je nach ihren Fähigkeiten und Arbeitseinstellungen sollen sie durch angemessene Maßnahmen situativ geführt werden, um sie hin zu den Unternehmenszielen zu orientieren.
- *Exzellente* sind die Mitarbeiter (inkl. Führungskräfte) im Unternehmen, die langjährig überdurchschnittliche Arbeitsleistung erbringen. Diese sind stets für eine Verbesserung hinsichtlich ihrer Eigenentwicklung bemüht und verfolgen auch die Weiterentwicklung des Unternehmens. Sie verfügen zumeist über eine aktive, positive und optimistische Einstellung. Die Mitarbeiter dieser Art sind Pioniere und Vorbilder für andere und spielen die Rolle als „aktive Gläubige“ oder sogar als „Visionäre oder Missionare“ in Veränderungsprozessen. Unternehmen können in solche Mitarbeiter investieren und deren Streben nach Eigenverantwortung und Erfolgsorientierung sollten dabei berücksichtigt werden. Ziel des Subsystems Human-Resource-Management ist es, möglichst viele *Exzellente* zu gewinnen.
- Viele Mitarbeiter halten die Arbeitssituation und die Möglichkeit für Eigenentwicklung generell positiv und optimistisch. Gegenüber dem Vorgesetzten zeigen sie sich weiter gehorsam. Jedoch verhalten sie sich nach einer bestimmten Zeit zurückhaltend und legen eine reduzierte Arbeitsleistung an den Tag. Die Arbeitsbegeisterung und die Motivation zur Kreativität werden im Laufe der Zeit verringert, während die persönlichen Vor- und Nachteile in Veränderungsprozessen mehr als das Interesse des ganzen Teams betrachtet werden. Solche Mitarbeiter werden als *Frösche* bezeichnet. In Veränderungsprozessen sind diese

<sup>57</sup> Quelle der Bilder und Symbole URL: <https://pixabay.com/de/>

Mitarbeiter dem Personentyp „Opportunisten“ zugeordnet und lassen sich durch Aufforderung und Überzeugung der Eigenentwicklung zur erhöhten Arbeitsleistung motivieren. Mit solchen Mitarbeitern soll die Führungskraft v. a. alles Mögliche dafür tun, ihr Verhalten durch eine Vorbildfunktion zum positiven zu ändern und ihre Potentiale auszuschöpfen. Im schlimmsten Fall bei misslungenen Überzeugungsversuchen sind einige dieser Mitarbeiter aufgrund der unterdurchschnittlichen Arbeitsleistung zu entlassen, da die daraus resultierenden Kosten im Unternehmen noch höher werden können.

- Wenige Mitarbeiter, insbesondere solche, die über bestimmte Fähigkeiten verfügen und hohe Arbeitsleistung liefern, nutzen diese Kompetenzen als Verhandlungsgrundlage bei Konflikten oder als Rechtfertigung für ihr Fehlverhalten. Sie stellen sich als „Unterkämpfer“ oder sogar als „offene Gegner“ im Veränderungsprozess dar und kämpfen dagegen. Manchmal verhalten sie sich arrogant gegenüber den anderen und unkontrollierbar gegenüber Vorgesetzten. Dieses Verhaltensmuster verhindert Veränderungsprozesse, verschlechtert das Arbeitsklima, beeinträchtigt die Harmonie des Arbeitsteams und demotiviert die Arbeitsbegeisterung anderer Mitarbeiter. Diese Mitarbeiter lassen sich als *Wölfe* beschreiben und müssen nach der Erkennung entweder zu einem Verhaltensmusterwechsel aufgefordert oder von der Notwendigkeit einer persönlichen Veränderung hinsichtlich der Einstellung bzw. Haltung überzeugt werden, damit eine Umwandlung zum Exzellenten stattfinden kann. Die Mitarbeiter, die sich trotz der Aufforderung bzw. Überzeugung weiterhin negativ verhalten, können entweder an eine andere Arbeitsstelle versetzt werden oder sind zu entlassen.
- Abschließend verhalten sich wenige Mitarbeiter in Veränderungsprozessen sehr negativ und sehen diese pessimistisch. Sie erbringen keine Arbeitsleistung, senken die Leistungsqualität des ganzen Teams und können alle Zwischenerfolge sogar zerstören. Diese Mitarbeiter werden als *schwarze Schafe* bezeichnet und müssen schnell erkannt und bei Erkennung sofort entlassen werden.

„*Ein fauler Apfel verdirbt die ganze Ernte*“. Es ist für KKU im Vergleich zu mittleren und Großunternehmen deutlich schwieriger, qualifiziertes Personal zu rekrutieren oder beschäftigte Mitarbeiter gut zu qualifizieren. Denn dies bedarf Zeit und Kosten. Jedoch geraten KKU aufgrund einer vergifteten Arbeitsatmosphäre noch einfacher in Schwierigkeiten, geeignete Mitarbeiter zu halten bzw. die Einführung von GPS mit Nachhaltigkeit erfolgreich durchzuführen. Unternehmen benötigen zuerst positive und teamfähige Mitarbeiter, um effektiv zu sein. Danach wird im zweiten Schritt die Effizienz durch Teamentwicklung und Selbstentwicklung von Mitarbeitern des Teams erzielt. Die investierten Kosten und Zeiten in ungeeignetes Personal lassen sich dabei als versunkene Kosten (Sunk Cost) betrachten.

#### Alle Beteiligten einbeziehen

Die im Unternehmen beschäftigten Menschen spielen während eines Veränderungsprozesses unterschiedliche Rollen. Diese können entweder als Leistungsträger oder -verweigerer in Erscheinung treten. Die Einführung des Change-Management-fokussierten GPS und eine wandlungsfähige Unternehmenskultur lassen sich nur unter Beteiligung aller Mitarbeiter entwickeln. Nach der Auswahl der richtigen Personen für das Team müssen alle Beteiligten, sowohl Führungskräfte als auch Mitarbeiter, für das Veränderungsvorhaben einbezogen werden. In KKU gibt es oftmals keine Experten für Aufgabenstellungen wie PPS, Lagerverwaltung oder Datenmanagement etc., sodass diese zusätzlich in den Aufgabenbereich der Mitarbeiter gelegt werden müssen. Unternehmen müssen den Mitarbeitern einerseits eine Weiterbildung ermöglichen und ihnen gleichzeitig eine beträchtliche Verantwortung übertragen. Andererseits ist im

besonderen Maße zu berücksichtigen, ein Machtgleichgewicht bei der Beteiligung von Mitarbeitern an dem Implementierungsprozess sicherzustellen, auch schwächere Mitarbeiter in das Vorhaben zu integrieren und Konflikte zu beseitigen. ([Kor03a] und [Luc99])

#### Raus aus der Komfortzone

Für den Erfolg eines Veränderungsprozesses ist im Wesentlichen die Motivation von Menschen zu wecken. Die Eigenentwicklungspotentiale der Menschen lassen sich durch das Verlassen der Komfortzone und das Lernen bei Veränderungen aktivieren. Trotz der Schwierigkeiten beim Ändern der persönlichen Gewohnheiten haben Veränderungen der Werte, Einstellungen und Verhaltensweisen eine persönliche Verbesserung bzw. Weiterentwicklung zur Folge. Veränderungen jeglicher Art sind nur durch regelmäßiges Verlassen der individuellen Komfortzone möglich. Dies ist jedoch von Unbequemlichkeiten begleitet. Nur so entstehen Kreativität, Eigeninitiative und Nachhaltigkeit. Anderenfalls ist eine persönliche Weiterentwicklung kaum möglich. Dies gilt sowohl für die Mitarbeiter als auch für die Führungskräfte.

Die Komfortzone eines Menschen wird durch Lernzyklen stetig erweitert, wohingegen die Panikzone verkleinert wird. Die Angst vor einer Veränderung sinkt, je mehr Fähigkeiten der Mensch besitzt. Durch Erlernen von Fähigkeiten durch erfahrene Mitarbeiter bzw. durch Weiterbildung kann man sich weitere Qualifikationen aneignen und sein Leistungsniveau erhöhen. Darüber hinaus erwarten Mitarbeiter auch eine sozialkompetente Führung. Durch Motivation, Überzeugungskraft, Vorbildfunktion, Lob und sogar Kritik können Mitarbeiter einerseits zielorientiert geführt werden und andererseits auch sich persönlich verbessern bzw. weiterentwickeln. Die Unternehmensführung sollte den Fokus einer zielführenden Steuerung bei der Einführung von GPS auf das permanente effektive PDCA von innovativen Veränderungen unter Berücksichtigung der persönlichen Einstellungen und Verhaltensweisen von Beteiligten und Betroffenen legen.

Darüber hinaus müssen Führungskräfte selbst auch ihre Komfortzonen regelmäßig verlassen und sich auf einen individuellen Veränderungsprozess einlassen. In Veränderungsprozessen präsentieren die Führungskräfte sich als Förderer, Begleiter, Berater und Vorbilder ihrer Mitarbeiter. Ohne sich selbst zu verändern, ist es nicht möglich, andere durch Veränderungen zu führen. Die Fähigkeit, Veränderungen in Unternehmen auf Organisations-, Team- und Individualebene zu erkennen und erfolgreich zu bewältigen, ist ein zentraler Faktor für die Entwicklung der Führungspersönlichkeit [Str16].

#### **4.4 Einführung aus der Perspektive der Entwicklungsphasen von GPS**

Die auf das Change-Management-fokussierte Einführung von GPS stellt grundsätzlich einen organisatorischen Veränderungsprozess dar und durchläuft im Kontext der Vorgehensweise verschiedene Entwicklungsphasen. Dies gilt sowohl für mittlere und Großunternehmen als auch für KKU.

Als ein organisatorisches System bzw. ein Sonderprodukt eines Unternehmens entwickelt sich die Einführung des GPS in Form einer S-Kurve und besteht aus den folgenden Lebensphasen ([Bec18] und [Kle14]):

- Planung bzw. Entstehung
- Sensibilisierung bzw. Dynamisierung
- Optimierung bzw. Stabilisierung
- Degradierung bzw. Evolution oder Innovation

In Abhängigkeit von Problemarten und Handlungsschwerpunkten einzelner Schritte des Vorhabens lassen sich evolutionäre und/oder revolutionäre Veränderungsprozesse einsetzen und implementieren. Dabei müssen Unternehmen dafür sorgen, dass ein nicht endender Kreislauf von S-Kurven in diesem Veränderungsvorhaben herrscht und das System nachhaltig überlebt. Vor allem müssen Unternehmen zum einen den Change-Bedarf beobachten und für Veränderungen bereit sein und zum anderen die Voraussetzungen sowie die benötigten Ressourcen zur Realisierung von Veränderungen ermöglichen.

Als ein kontinuierlicher Veränderungsprozess bzw. ein permanentes Vorhaben durchläuft die Einführung des GPS andererseits iterativ die vier Entwicklungsphasen der PDCA und besteht aus den grundlegenden Phasen wie folgt [Dem00]:

- Planung bzw. Definition
- Ausführung bzw. Realisierung
- Überprüfung bzw. Standardisierung
- Anpassung bzw. Verbesserung

Im ersten Schritt gilt es zunächst, einen PDCA-Zyklus durchzuführen. Der daraus resultierende Erfolg und seine Ergebnisse werden als Standard festgelegt. Basierend darauf finden weitere SDCA-Zyklen für kontinuierliche Verbesserungsprozesse statt, wobei hier das „S“ für Standardisierung steht und das Action eines SDCA-Zyklus im Regelfall mit dem Planen des nächsten Zyklus integriert.

Um Veränderungen bei der Einführung des GPS zu gestalten, lassen sich alle dem Unternehmen vertrauten Methoden einsetzen. Es gibt nicht die eine allumfassende Methodik, sondern nur das für den aktuellen Zustand bzw. Schritt passende Vorgehen.

#### 4.4.1 Planungsphase

In der Planungsphase wird zunächst eine Analyse der Ist-Situation des Unternehmens in betroffenen Unternehmensbereichen bzw. Subsystemen durchgeführt, um die Stärken und Schwächen und die sich daraus ergebenden Chancen und Risiken systematisch zu erfassen und zu analysieren. Dadurch werden Schwierigkeiten, Probleme bzw. Optimierungspotentiale erkannt. In der Regel wird dabei das Team gebildet, das mit der Aufgabe betraut wird, die Handlungsschwerpunkte konkret zu analysieren, Probleme zu lösen bzw. Vorschläge zur Lösung zu unterbreiten. Anschließend wird über die Vorschläge zur Vorgehensweise entschieden. In dieser Phase kommen verschiedene Methoden wie zum Beispiel der Kreidekreis, das Spaghetti-Diagramm, 5x Warum, das Ishikawa-Diagramm, FMEA, VSM als unterstützende Methoden zum Einsatz. Einige entsprechende Leitfragen können dabei gestellt und beantwortet werden, um die Ausgangssituation klar zu erkennen, die Probleme genau zu verstehen, die Handlungsschwerpunkte eindeutig festzulegen und um ein Leitbild zur Veränderung zu entwickeln:

- Ausrichtung bzw. Ziel: Was und wie (Produkt, Prozess, Personal etc.) wird produziert?
- Hindernis: Was ist das Problem bzw. wo gibt es ein Verbesserungspotential?
- Ursache: Was könnte die Ursache des Problems sein?
- Wurzel: Warum ist diese Ursache aufgetreten?
- Inhalt: Was soll sich konkret ändern?
- Grund: Warum ist die Veränderung relevant?
- Vorgehen: Wie kann die Veränderung realisiert werden?
- Verantwortung: Wer ist für das Veränderungsvorhaben verantwortlich?
- Werkzeug: Was wird für die Veränderung benötigt?

- Termin: Bis wann ist das Vorhaben geplant?
- ...

#### 4.4.2 Ausführungs- bzw. Realisierungsphase

In der Realisierungsphase werden alle Mitarbeiter aufgefordert, sich an der Einführung des GPS bzw. an Veränderungsprozessen zu beteiligen. Dazu müssen auch alle über den aktuellen Zustand und über das Unternehmensziel bzw. die definierte Ausrichtung informiert werden. Wichtig ist es, jeden Schritt bei Veränderungen bewusst zu gehen, statt in Eile und unter Druck passieren zu lassen. Dies kann sonst nur zur Verstärkung der alten Muster, aber zu keinen Veränderungen führen.

Das gesamte Vorhaben der Einführung des GPS stellt einen Fruchtbaum dar (siehe Abbildung 52). Die anvisierten Ziele des Unternehmens wie beispielsweise Kosten, Qualität, Flexibilität, Produktivität sowie Lean und Wandlungsfähigkeit befinden sich als Früchte an der Baumkrone. Hingegen existieren weiteraus größere Problemfelder im Baumstamm bzw. tief in der Wurzel. Diese sind z. B. Verschwendung aller Arten, Prozesse in alten Mustern, die persönlichen Werte, Einstellungen und Verhaltensweisen von Betroffenen gegenüber Veränderungen, die für das Vorhaben benötigte Bereitschaft und Kompetenz von Mitarbeitern etc. Die

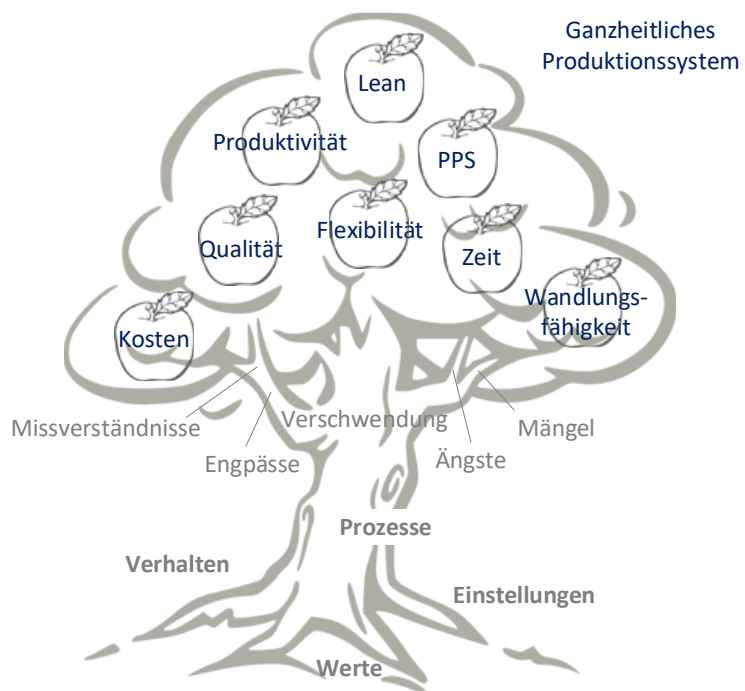


Abbildung 52: Baum-Modell der Einführung von GPS<sup>58</sup>

versteckten Probleme unterhalb der Baumkrone haben unmittelbare Auswirkungen auf die Ziele und schränken die Zielerreichung ein. Diese müssen bei der Ausführung von Veränderungen erkannt und schließlich dauerhaft beseitigt werden.

Für KKU ist es charakteristisch und effektiv, die Probleme sichtbar zu machen und auch zeitweise deren negative Auswirkungen zu akzeptieren. Dadurch entsteht ein ausreichender Druck im Unternehmen, sich konsequent um Probleme zu kümmern und kontinuierlich zu verbessern. Zum Beispiel verdecken hohe Bestände Qualitätsmängel der Prozesse, sodass Kapazitätsengpass, Ausschuss sowie unzureichende Flexibilität und mangelhafte Liefertreue nicht offenbart werden. Die Reduzierung von Beständen entlastet einerseits das Lager und zwingt andererseits das Unternehmen zu einer bestandsarmen Fertigung mit Hilfe der PPS, die kurze Durchlaufzeiten und eine hohe Termintreue zur Folge hat. Unter dem Druck lässt sich Verschwendung konsequent beseitigen und das Unternehmen somit perfektionieren. In

<sup>58</sup> Quelle des Bildes Fruchtbaum URL: <https://pixabay.com/de/>



Hinsicht auf das Human-Resource-Management sollen Trainings und Workshops durchgeführt werden, damit die betroffenen Mitarbeiter entsprechende Methoden zur Problemanalyse erlernen und anschließend Maßnahmen zu deren Beseitigung gemeinsam entwickeln können. An Brennpunkten des Geschehens muss das Top-Management sichtbar und aktiv mitwirken, Einzelgespräche mit Schlüsselpersonen führen oder Überzeugungsarbeit leisten [Krü06].

#### 4.4.3 Überprüfungsphase

Nach der Umsetzung von Maßnahmen in der Ausführungsphase werden die daraus resultierenden Ergebnisse in der Überprüfungsphase analysiert und die Wirksamkeit der Maßnahmen überprüft. In der Regel können gleichzeitig mehrere Veränderungsprozesse in unterschiedlichen Subsystemen oder in verschiedenen Teilbereichen desselben Subsystems durchgeführt werden. Es existieren zumeist Zusammenhänge sowie Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Veränderungen. Besteht ein Hindernis oder eine Blockade in einem bestimmten Subsystem, könnte die eigentliche Ursache in einem anderen Kettenglied der anderen Subsysteme liegen. Aus diesem Grund müssen alle Hauptursachenkategorien mithilfe des Ishikawa-Diagramms nicht nur bei der Planungsphase, sondern auch bei der Überprüfungsphase berücksichtigt werden, um weitere Verbesserungspotentiale zu identifizieren und dementsprechende Maßnahmen für den nächsten PDCA-/SDCA-Zyklus festzulegen. Um dies zu realisieren, müssen Key-Performance-Indicators (KPIs) bzw. Leistungskennzahlen für die Ziele hinterlegt und gemessen werden. Die Leistungskennzahlen lassen sich sowohl in Form von Zahlen oder Daten als auch als Fakten (ZDF) darstellen. Anhand der KPIs wird über die Ergebnisse bzw. Erfolge oder Misserfolge in regelmäßigen Abständen bei Kommunikationsveranstaltungen informiert und diskutiert, um Erfolge zu würdigen und zu feiern bzw. um Selbstüberprüfung und Lessons-Learned durchzuführen. Darüber hinaus motiviert das Messen bzw. die Ermittlung der Leistungskennzahlen die weitere Umsetzung von Maßnahmen. Wird das Ziel mit den hinterlegten KPIs erreicht, steigt dadurch die Bereitschaft zur Umsetzung weiterer Maßnahmen. Falls nicht, kann man dann nach den Ursachen suchen und Lösungen dafür entwickeln.

Dabei können beispielsweise folgende Leitfragen gestellt und beantwortet werden:

- Freude bereiten: Was ist in der letzten Zeit gut gelungen?
- Erfolge standardisieren und sichern: Warum ist es gut gelungen?
- Kritik anbringen: Was ist in bei der Ausführung nicht gelungen?
- Lessons-Learned: Welche Faktoren haben zum Misserfolg geführt?
- Lösungsvorschlag: Was und wie kann die Schwäche verbessert werden?

In der Überprüfungsphase sollte die Teamleistung im Veränderungsprozess anerkannt werden. Wie ein erfolgreich erreichtes Ziel die Motivation der Mitarbeiter anregen kann, könnte ein Misserfolg umgekehrt die Eigeninitiative und die Schöpferkraft der Mitarbeiter lähmen. Öfters liegt der Erfolg bzw. Misserfolg nicht in den Prozessen begründet, sondern in den persönlichen Einstellungen von Mitarbeitern sowie ihren über Jahre angewöhnten Verhaltensweisen. Mitarbeiter müssen zielorientiert gefördert und persönlich gefordert werden. Im Kontext der Personalführung sollen Führungskräfte deswegen nicht nur auf die Ergebnisse der Mitarbeiter in ZDF in Bezug auf ihre Qualifikationen und fachlichen Fähigkeiten achten, sondern es muss nebenbei zugleich beobachtet werden, wie die Mitarbeiter zu ihren Ergebnissen kommen und wie sie sich mit den Kollegen, Konflikten, Herausforderungen und Stress verhalten. Sowohl Lob als auch konstruktive Kritik führen zur Weiterentwicklung.

#### 4.4.4 Anpassungsphase

In der Anpassungsphase werden einerseits die Misserfolge als Probleme bzw. Optimierungspotentiale nach der Analyse und Lessons-Learned erneut auf den nächsten PDCA-Zyklus (Kaikaku) definiert. Auf der anderen Seite werden die in der Überprüfungsphase gesicherten Erfolge als Standards für die Umsetzung auf breiter Front festgelegt, die wiederum einem erneuten Verbesserungszyklus (SDCA-Zyklus bzw. Kaizen) als Basis dienen. Hierbei handelt es sich um die Anpassung umfangreicher organisatorischer Aktivitäten in allen Unternehmensbereichen. Dabei wird nach Verschwendung aller Art gesucht und weitere Optimierungspotentiale bzw. neue Ansatzpunkte zur Veränderung in der Produktion und in Prozessen sowie zur Weiterentwicklung von Menschen festgelegt. Anschließend kann an bereits erreichte Ziele angeknüpft werden, um weitere KVP's erfolgreich umsetzen zu können.

Im Anschluss an erfolgreich umgesetzte Veränderungsprozesse gehen Organisationseinheiten erneut in Stabilität über, während ihre Umwelt sich hingegen weiter und zunehmend verändert. Folglich weisen diese Veränderungsprozesse nur kurze Erfolgsphasen auf [Kle97]. Bis das GPS schließlich selbstverständlich wird, reicht eine einmalige Aktion offenbar nicht aus. Weiterhin müssen Verbesserungen als tägliche und selbstverständliche Aufgabe wahrgenommen werden. Ein KVP entwickelt nicht nur die Prozesse ständig weiter, sondern stellt auch neue Anforderungen und Herausforderungen an die Mitarbeiter und Führungskräfte.

#### 4.5 Fazit

Das Konzept zur Einführung des Change-Management-fokussierten GPS in KKU ist in Abbildung 53 illustriert. Die Besonderheiten von KKU gegenüber mittleren und Großunternehmen liegen diesem Konzept zugrunde und werden dabei ausgeschöpft. Zum einen herrschen kürzere Entscheidungswege in KKU aufgrund der begrenzten Unternehmensgröße, sodass KKU schneller und flexibler auf Veränderungen reagieren und sich diesen anpassen können. Zum anderen verfügen KKU oftmals nur über eingeschränkte Ressourcen an Mitarbeitern, die für die aktive Durchführung und konsequente Umsetzung von Veränderungsprozessen bei der Einführung des GPS notwendig und verantwortlich sind. Aus diesen Gründen hat der Faktor Mensch eine noch größere Auswirkung auf das Resultat des Veränderungsvorhabens bzw. auf den Unternehmenserfolg. Die persönlichen Einstellungen und Verhaltensweisen von Mitarbeitern haben daher noch mehr Gewichtung bei der Einführung des GPS und sind im Unternehmen von ausschlaggebender Bedeutung. Ihre Arbeitsleistungen beeinflussen direkt die Qualität des ganzen Veränderungsvorhabens.

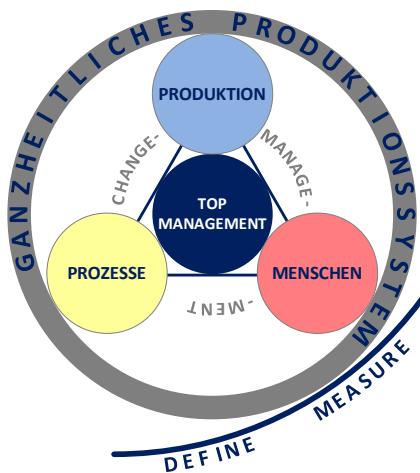
Veränderung =  $f(\text{Change-Bedarf, Change-Leistung})$

Leistung = Wollen x Können x Dürfen  
 = Motivation x Fähigkeit x Möglichkeit

Erfolg = Leistung x Ausrichtung  
 = (Motivation x Fähigkeit x Möglichkeit) x Ausrichtung

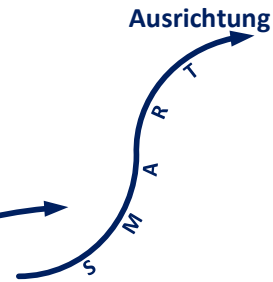
**CHECK:**

- Zwischenergebnisse messen und analysieren
- Soll- und Ist-Situation vergleichen
- Regelungen definieren und Überwachung einführen
- Verbesserungspotentiale identifizieren
- Teamleistung anerkennen



**INITIATIVE:**

- Was wird produziert?
- Wie wird produziert?



KAIZEN

KAIKAKU

**ACT:**

- Standard definieren
- Prädiktive sowie proaktive Maßnahmen festlegen und implementieren
- Ergebnis orientierter KVP
- Weitere Ziele formulieren

**DO:**

- KAIKAKU & KAIZEN (revolutionär oder evolutionär) festlegen
- Prozessziele definieren (statt Ergebnisziele)
- Teambildung & -entwicklung
- Veränderungsleistung verifizieren

**PLAN:**

- Ist-Situation analysieren → Probleme erkennen und isolieren
- Ursachen identifizieren (Ishikawa/6W...)
- Veränderungsmöglichkeit überprüfen und Ziele definieren (SMART)
- Dauerlösung bzw. Lösungsmöglichkeiten finden
- MA über die Veränderung informieren und überzeugen
- Notwendige Ressourcen bereitstellen

Abbildung 53: Konzept der Change-Management-fokussierten Einführung von GPS

Das GPS für KKU nach diesem Konzept setzt den Fokus auf das Change Management und strebt nach konsequenten Veränderungen. Das GPS wird in der vorliegenden Arbeit in Form eines Planetengetriebes dargestellt und setzt sich aus verschiedenen Subsystemen wie Produktion, Prozesse und Human-Resource zusammen. Das Management der einzelnen Subsysteme lässt sich wiederum separat betrachten. Es sorgt dafür, Veränderungen der einzelnen Handlungsschwerpunkte im Rahmen des GPS anhand verschiedener Methoden durchzuführen und diese kontinuierlich zu verbessern.

Ein Veränderungsvorhaben findet erst dann statt, wenn sowohl der Bedarf an Veränderungen besteht als auch die Organisationen über die dafür benötigten Möglichkeiten bzw. Fähigkeiten verfügen und nicht zuletzt die Beteiligten für Veränderungen bereit sind. Damit das Veränderungsvorhaben zielorientiert durchgeführt werden kann und somit effektive Ergebnisse liefert, wird die Ausrichtung bzw. Zielsetzung eindeutig festgelegt, die die SMART-Charakteristika erfüllt. Die Erfolge bzw. Misserfolge eines Veränderungsprozesses und dessen Effektivität und Effizienz sind eng mit der Arbeitsleistung aller am Prozess Beteiligten verbunden, da die Menschen den Prozess aktiv durchführen. Die drei Leistungsfaktoren, nämlich die Motivation, Möglichkeit sowie Fähigkeit einzelner Mitarbeiter, haben daher entscheidenden Einfluss auf den

Erfolg des Veränderungsprozesses. Bei der Einführung des GPS als Veränderungsvorhaben gelten drei Grundsätze:

- Kaikaku geht vor Kaizen
- Verschwendungssuche bzw. -beseitigung geht vor Lean
- Effektivität geht vor Effizienz

Die Subsysteme des GPS sind einerseits voneinander abhängig. Der Steg des Planetengetriebes des GPS stellt die Verbindung von Subsystemen dar, d. h. ein Subsystem bzw. das ganze Produktionssystem kann ohne andere Subsysteme selbstständig bzw. problemlos laufen und vice versa. Andererseits lassen sich Veränderungsprozesse für die Handlungsschwerpunkte in einzelnen Subsystemen eigenständig handeln und gleichzeitig durchführen.

Hinsichtlich der Produktion müssen KKU Verschwendung aller Arten im direkten und indirekten Produktionsbereich entdecken und eliminieren. Vor allem ist die Verschwendung durch Bestände, Überproduktion bzw. unnötige Bearbeitungsschritte zu vermeiden. Zum einen erlauben KKU häufig keine großen Lagerbestände aufgrund eingeschränkter Räumlichkeiten und begrenzter Finanzmittel. Dies schränkt nicht nur die effiziente Gestaltung und Realisierung der operativen Produktion ein, sondern es beschränkt auch das strukturierte und rationalisierte Bestandsmanagement. Zum anderen verfügen KKU in der Regel nur über knappe Ressourcen an Personal, Maschinen bzw. Produktionskapazität, sodass die Mitarbeiter viele Tätigkeiten und Aufgaben zugleich übernehmen müssen. Trotz einer überschaubaren Anzahl an Aufträgen stößt ein KKU aufgrund der Kapazitätsengpässe sowie verschiedener Störfaktoren leicht an seine Produktionsgrenze. Die Reduzierung von Lagerbeständen sowie die rationalisierte Produktionsplanung inkl. Bestandsmanagement spielen eine noch wichtigere Rolle. Zunächst sollten KKU im Rahmen des Produktionsmanagements die operative PPS einführen und umsetzen, um die Priorisierung von Fertigungsaufträgen beim Terminkonflikt eindeutig festzulegen, die Produktionsnivellierung zu realisieren und die Terminvorhersage bei der Kundenanfrage zu ermöglichen. Anhand verschiedener Methoden wie beispielsweise ABC- / XYZ-Analyse, 5S/5A, Kanban innerbetrieblich sowie SRM und CRM überbetrieblich lässt sich die Reduzierung von Lagerbeständen erzielen. Darüber hinaus müssen die eingeschränkten Räumlichkeiten effizienter genutzt werden [Dai19].

Im Rahmen des Prozessmanagements müssen alle Prozesse infrage gestellt werden. Da das Produktionssystem sich aus unterschiedlichen Prozessen zusammensetzt, führt die Einführung des GPS als ein Veränderungsvorhaben zu Veränderungen einzelner Prozesse. Einerseits sind ineffektive und unnötige Prozesse aus dem System auszusortieren bzw. neuzugestalten. Dabei handelt es sich um revolutionäre Veränderungen (Kaikaku). Andererseits lassen sich die effektiven Prozesse in Bezug auf die anderen Grundsätze eines guten Prozesses wie Effizienz, Robustheit, Flexibilität etc. kontinuierlich optimieren. Dabei handelt es sich um evolutionäre Veränderungen (Kaizen). Die Prozessoptimierung ist ein nicht endendes Programm im Unternehmen. Es gibt nie einen perfekten Prozess, sondern nur einen besseren. Unternehmen müssen danach streben, alle möglichen Optimierungspotentiale von Prozessen auszuschöpfen und somit Verschwendung in Prozessen zu eliminieren. Bei der Einführung des GPS hinsichtlich des Prozessmanagements gelten folgende Grundsätze:

- Effektivität geht vor Effizienz
- Proaktive Prozesse statt reaktive
- Schnelle Umsetzung nach der Entscheidung der Veränderung
- Prozessziele statt Ergebnisziele bei der Umsetzung definieren

Die Produktion und Prozesse laufen nicht selbständig ohne Menschen. Die erfolgreiche sowie nachhaltige Einführung des GPS in KKU lässt sich nicht ohne Berücksichtigung des Mensch-Faktors realisieren. Im Unternehmen ist eine Veränderungskultur zu erschaffen. Diese erfordert grundsätzlich eine Veränderung der persönlichen Einstellungen und Verhaltensweisen aller Beteiligten. Um sich zu verändern bzw. weiterzuentwickeln, ist es erforderlich, die Komfortzone regelmäßig zu verlassen und diese durch Lernprozesse zu erweitern. Dies gilt sowohl für die im Unternehmen beschäftigten Mitarbeiter als auch für Führungskräfte. Abhängig von der jeweiligen Situation im Lernprozess sowie den Fähigkeiten bzw. Kompetenzen der Mitarbeiter, ihrer Einstellungen und Verhaltensweisen gegenüber dem Vorgesetzten bzw. den Kollegen werden diese situativ geführt. Darüber hinaus muss ein zielorientiertes Team für das Veränderungsvorhaben entwickelt werden. Dazu wird geeignetes Personal benötigt. Bremser oder Gegner müssen während der Ausführung von Veränderungsprozessen rechtzeitig erkannt und entweder davon überzeugt oder aus dem Team ausgewiesen werden. Schließlich müssen alle Beteiligten mit in das Veränderungsvorhaben einbezogen werden, denn ungenutzte Kreativitätspotentiale von Mitarbeitern zählen ebenfalls zu Verschwendung.

Getrieben durch das Change Management werden verschiedene Veränderungsprozesse in sämtlichen Subsystemen des GPS zugleich durchgeführt und dadurch die Einführung des GPS mit hoher Leistung umgesetzt. Für die Einführung des GPS ist zunächst die Ausrichtung bzw. die Zielsetzung festzustellen. Ohne diese könnte das Veränderungsvorhaben trotz der hohen Leistung die Orientierung verlieren und die Einführung des GPS somit scheitern. Während der Implementierung der Einführung des Change-Management-fokussierten GPS entwickelt sich dieses Veränderungsvorhaben in Form einer S-Kurve und setzt sich aus verschiedenen revolutionären bzw. evolutionären Veränderungsprozessen zusammen. Diese bestehen wiederum aus den typischen Entwicklungsphasen eines PDCA-Zyklus bzw. DMAIC-Zyklus im Zusammenhang mit der Six-Sigma-Methodik.

Das GPS muss als eine langfristige Philosophie verstanden werden, die durch kontinuierliche Veränderungen in verschiedenen Aspekten die Weiterentwicklung des Unternehmens zum Ziel hat. Dieses Vorhaben kann viele Jahre dauern bzw. wird vielleicht niemals enden. Dabei ist ein nachhaltiges, konsequentes Handeln erforderlich. Dies unterliegt der partnerschaftlichen Zusammenarbeit aller Hierarchieebenen des Unternehmens. Darüber hinaus muss der Wandel als Unternehmensidentität in die Unternehmenskultur integriert werden.



## 5 Anwendung des entwickelten Konzepts

Die Verifizierung der Tauglichkeit des entwickelten Konzepts im praktischen Einsatz wurde durch dessen Anwendung am Lehrstuhl für Maschinenelemente an der Technischen Universität München (TUM), der auch den Namen „Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG)“ trägt und sich durch wissenschaftliche Forschung im Bereich der Zahnradtechnik auszeichnet, durchgeführt. Er besteht aus unterschiedlichen Fachabteilungen im wissenschaftlichen sowie technischen Bereich. Als KKU wurde die produzierende Abteilung des Lehrstuhls bzw. das Team Werkstatt/Prüffeld mit zehn Mitarbeitern als das Forschungsobjekt (Unternehmen) definiert und im Rahmen der vorliegenden Arbeit erforscht. Hingegen stellen die wissenschaftlichen bzw. anderen technischen Abteilungen/Gruppen die Umwelt des produzierenden Systems dar, die quasi als Lieferanten oder Kunden des Unternehmens betrachtet werden können. Das Forschungsobjekt „Forschungswerkstatt und -prüffeld“ wird nachfolgend mit dem Namen „FWP“ bezeichnet.

Das FWP setzt sich aus einer mechanischen Werkstatt sowie einem Prüffeld zusammen. Die mechanische Werkstatt unterstützt die Forschung durch die technische Fertigung von Forschungskomponenten bzw. -vorrichtungen. Die für die experimentellen Untersuchungen benötigte Hardware wie beispielsweise Prüfstände werden zum großen Teil in der mechanischen Werkstatt produziert. Darüber hinaus unterstützt das Prüffeld die wissenschaftlichen Untersuchungen durch mechanische Tätigkeiten wie die Montage von Untersuchungsteilen, die Durchführung von experimentellen Untersuchungen am Prüfstand sowie durch zusätzliche Tätigkeiten wie etwa die Lagerverwaltung von Forschungsmaterialien. Die Abwicklung der alltäglichen Arbeit sowie die Arbeitsweise können analog zu einem kleinen industriellen Unternehmen mit Einzel- bzw. Kleinserienfertigung betrachtet werden<sup>59</sup>. Gemäß den quantitativen Kriterien und der Definition von KKU lässt sich FWP als ein Kleinstunternehmen betrachten<sup>60</sup>.

Die Zielsetzung dieser Arbeit besteht darin, Veränderungen anhand des entwickelten Konzepts unter verschiedenen Aspekten zu gestalten und durchzuführen, um das GPS in FWP einzuführen. Dabei wurden Problemstellungen hinsichtlich der Produktion, Prozesse sowie Menschen analysiert. Dementsprechend wurden Optimierungspotentiale entdeckt und anschließend Veränderungsprozesse entwickelt und umgesetzt. Nicht zuletzt wurden auch die Besonderheiten bzw. Einschränkungen und Randbedingungen hinsichtlich Organisation, Räumlichkeiten und Personal bei der Umsetzung von Veränderungsprozessen berücksichtigt.

### 5.1 Problemstellung und Entwicklungspotentiale

Seit Jahrzehnten erbringt das FWP Spitzenleistungen und engagiert sich für eine exzellente Zusammenarbeit mit Kunden in der wissenschaftlichen Forschung durch sein technisches Know-how im Produktionsbereich. Durch die Konzentration überwiegend auf produzierende Tätigkeiten hat das FWP auch eine hervorragende Produktionsleistung hinsichtlich der Qualität erbracht. Dennoch wurden im FWP noch unterschiedliche Entwicklungspotentiale im Bereich Organisation, Produktion und Prozesse identifiziert. Diese existierten z. B. in Tätigkeiten wie der Auftragsplanung und Arbeitsaufteilung, der Lagerverwaltung, der Verschwendungssuche und -beseitigung. Weitere Optimierungspotentiale in Bezug auf das Personal lagen bei-

---

<sup>59</sup> Vgl. Abbildung 5

<sup>60</sup> Vgl. Kapitel 2.1.1

spielsweise bei der Weiterentwicklung der Mitarbeiter, der Teambildung sowie beim Einbeziehen der Mitarbeiter in Veränderungsprozesse vor. Die Ursachen lassen sich auf verschiedene Aspekte zurückführen. Einige davon liegen hauptsächlich an den Randbedingungen, welche zum Teil heute noch existieren und die Leistungsmaximierung einschränken.

Im Zusammenhang mit den betrieblichen Ressourcen bestehen einige Besonderheiten im FWP, die sich als eingeschränkte Rahmenbedingungen bzw. Probleme für die Einführung des GPS herausgestellt haben. Zunächst verfügt das FWP über eingeschränkte Räumlichkeiten mit hoher Belegungsdichte. Beispielsweise werden in der Werkstatt die Werkzeugmaschinen mit nur begrenztem Abstand zueinander platziert. Der freie Platz an einzelnen Maschinen nähert sich der Untergrenze eines ergonomischen Arbeitsplatzes. Die Lagerflächen für Materialien oder Produkte bzw. die Ablageflächen am Arbeitsplatz sind ebenfalls eingeschränkt. Im Prüffeld liegt eine ähnliche Situation vor. Darüber hinaus setzt sich das Lagersystem aus mehreren Räumlichkeiten an verschiedenen Orten zusammen, wodurch Produkte dezentral gelagert werden müssen. Dies gilt sowohl für Versuchsteile, Ersatzteile von Prüfständen als auch für Schmierstoffe. Damit einhergehend wurden Verschwendungen durch überflüssige Transportbewegungen identifiziert.

Das FWP beschäftigt insgesamt zehn Personen, dessen Organigramm in Abbildung 54 dargestellt wird. Diese sind für die Durchführung aller Tätigkeiten wie beispielsweise die Bearbeitung von Kundenaufträgen, die technische Unterstützung bei experimentellen Untersuchungen sowie die Lagerverwaltung verantwortlich. In der Werkstatt sind über 20 verschiedene Werkzeugmaschinen wie Dreh-, Fräs-, Bohr- oder Schleifmaschinen vorhanden, die in der Regel durch maximal fünf Personen bedient werden. Die Tätigkeiten in der Werkstatt untergliedern sich in zwei verschiedene Kategorien.

Die Produktion der für die Forschung am Prüfstand benötigten Teile wird hierbei als externe Kundenaufträge betrachtet. Hingegen lässt sich die Unterstützung der Prüffeldarbeit wie Nachfertigung von Ersatzteilen, Neuaufbau oder Abbau von Prüfständen als innerbetriebliche Aufträge bezeichnen. Alle oben genannten Tätigkeiten werden zumeist nur durch die vier Werkstattmitarbeiter ausgeübt. Aufgrund der eingeschränkten Personalressourcen gegenüber der hohen Anzahl von Fertigungsaufträgen ist sogar die Führungskraft selbst an der operativen Produktion in der Werkstatt intensiv beteiligt. Eine ähnliche Situation schlägt sich in den Tätigkeiten im Prüffeld nieder. Die weiteren maximal fünf Mechaniker müssen experimentelle Untersuchungen für die Forschung in diversen Bereichen an mehr als 40 Prüfständen in verschiedenen Konstruktionen und Funktionsweisen durchführen. Darüber hinaus zählen die mit den experimentellen Untersuchungen

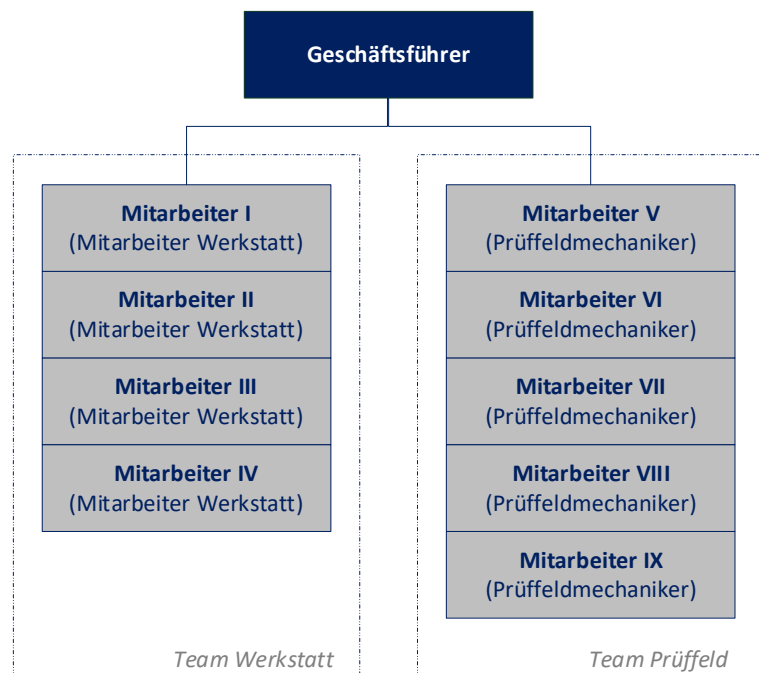


Abbildung 54: Das Organigramm des FWP



verbundenen Tätigkeiten im Lagerbereich ebenfalls zu den alltäglichen Aufgaben der Mechaniker. Trotz zunehmender Aufträge und deren steigenden Komplexität hat sich die Mitarbeiteranzahl bei der Weiterentwicklung des Unternehmens nicht erhöht. Das FWP und seine Mitarbeiter werden mit großen Herausforderungen konfrontiert. Aufgrund des Kapazitätsengpasses gegenüber steigender Auftragsmenge entsteht nicht nur Verschwendung in Form von Wartezeiten, sondern auch eine stetige Mehrbelastung der Mitarbeiter bzw. eine Unausgeglichenheit des betrachteten Systems.

Bei der operativen Produktion wird die eingeschränkte Produktionskapazität ständig mit einer hohen Anzahl an Produktionsaufträgen konfrontiert. Die Ergebnisse von experimentellen Untersuchungen sind in der Regel nicht vorhersehbar. Dabei können unterschiedliche Störfaktoren auftreten. Aus diesem Grund existieren bei den externen Produktionsaufträgen unterschiedliche Komplexitäten bzw. Besonderheiten. Die Bearbeitung dieser Aufträge im FWP ist deswegen auch voller Herausforderungen und variiert in der Komplexität. Dies erschwert dementsprechend die Produktionsterminierung und bedarf mehr Produktionssteuerung. Darüber hinaus kann diese Besonderheit der Forschung bei experimentellen Untersuchungen im Prüffeld weiterhin zu mechanischen oder elektrischen Schäden des Prüfstands führen. Diese sind in der Regel nicht voraussehbar, müssen jedoch beim Auftreten schnellstmöglich behoben werden, um eine große Unterbrechung bzw. Verzögerung des Forschungsprojekts zu vermeiden. Dies verursacht unregelmäßige Zusatzaufgaben im Prüffeld, welche teilweise wiederum als interne Aufträge in die Werkstatt hineinfließen können. Trotz der knappen Personalressourcen verfügt das FWP über ein gewisses Maß an Agilität und kann die Zuweisung von Maschinen- bzw. Personalressourcen abhängig von der Produktionssituation relativ flexibel anpassen, um verschiedene Sonder- bzw. Nottfälle zu bewältigen. Jedoch stellt diese Spontaneität eine zusätzliche Störgröße für die PPS dar und kann die gesamte Produktionsleistung beeinträchtigen.

Im Prüffeld laufen zugleich unterschiedliche experimentelle Untersuchungen für verschiedene Forschungsprojekte. Diese Forschungsprojekte werden durch mehrere verschiedene Auftraggeber betreut und haben unterschiedliche vordefinierte Projektlaufzeiten. Für FWP werden diese als externe Kundenaufträge festgelegt und innerbetrieblich durch die fünf Prüffeldmechaniker ausgeführt. Selbst die planmäßigen Untersuchungen sind bereits aufwändig und führen aufgrund Kapazitätsengpässe ggf. zu Planungsproblemen. Die unvorhersehbaren Ergebnisse verursachen Zusatzaufgaben wie die Umrüstung oder Reparatur eines Prüfstands. Diese erfordern zusätzliche Arbeitszeit und Personaleinsatz. Dies kann zur Unterbrechung bzw. zur Verzögerung der Forschung sowie zur Überlastung der Mitarbeiter führen.

Darüber hinaus werden für verschiedene Forschungsprojekte unterschiedliche Forschungsmaterialien bzw. -schmierstoffe benötigt. Für die experimentellen Untersuchungen sind auch verschiedene, bestimmte Ersatzteile oder Zubehör erforderlich, die teilweise durch den Auftraggeber selbst bestellt und zur Verfügung gestellt werden. Diese werden aufgrund der unterschiedlichen Pläne von Forschungsprojekten zu verschiedenen Zeiten, die nicht der Produktionsplanung des FWP entsprechen, angeliefert. Das FWP muss an dieser Stelle weitere Zeit und Personalkapazität für die Lagerverwaltung einsetzen. Dies verhindert in gewissem Maße wiederum die operative Produktion. Beim mangelnden Informationsaustausch mit dem Auftraggeber oder im Fall von Informationsverlust bei der Kommunikation werden Verschwendungen in Form von Beständen, Wartezeiten oder Überproduktion verursacht. Dies erschwert das Bestandsmanagement und führt zur Überlastung des Lagers bzw. zu weiteren Aufwand bei der Lagerverwaltung. Des Weiteren entsteht die Verschwendung beim Transport aufgrund

unnötiger Lagerbewegungen. Dies führt in der Folge zur Erhöhung der gesamten Durchlaufzeit der experimentellen Untersuchung am Prüfstand und reduziert die gesamte Produktionseffizienz.

Hierzu bestehen weitere Optimierungspotentiale für die Unternehmensentwicklung im FWP. Die Wichtigkeit bzw. Dringlichkeit von Tätigkeiten lassen sich abhängig von der Situation optimiert gewichten, um die Produktionsleistung auch hinsichtlich der Geschwindigkeit, Wirtschaftlichkeit bzw. Flexibilität zu steigern und somit eine höhere Produktionseffizienz bzw. Produktivität zu erzielen. Dies kann zu folgenden Auswirkungen führen:

- Die Einhaltung von Sauberkeit und Ordnung am Arbeitsplatz bzw. in allen Unternehmensbereichen erzeugt nicht nur eine angenehme Außendarstellung, sondern erhöht auch weiterhin die Produktionsqualität. Denn ein ggf. durch Schmutz oder Unordnung versteckter Mangel lässt sich dadurch leicht erkennen und umgehend beheben. Eine Verschwendung in Form von defekten Produkten kann dadurch vermieden werden. Darüber hinaus lässt sich die unerwartete Suchzeit nach benötigten Werkzeugen bzw. Betriebsmitteln reduzieren. Auch doppelte bzw. fehlende Werkzeuge werden dadurch schnell erkannt. Dies führt zur Produktivitätssteigerung und gleichermaßen zur Erhöhung der Arbeitseffizienz.<sup>61</sup>
- Ein systematisches Lagerverwaltungssystem unterstützt die operative Produktion und ermöglicht auch eine rationalisierte PPS. Dies hat eine maßgebende Auswirkung auf die Produktivität bzw. die Effizienz des GPS. Vor allem wird der Lagerbereich strukturiert, fundiert gestaltet und die Lagerhaltung systematisch durchgeführt. Anhand Inventarlisten oder eines Kanban-Systems ist überschaubar, welches Produkt sich am welchem Lagerplatz befindet und wie der Lagerbestand einzelner Artikel ist. Zum einen kann dadurch unerwartete Suchzeit eines bestimmten Produkts vermieden und die Durchlaufzeit der Produktion reduziert werden. Zum anderen ermöglicht dies dem Bestandsmanagement, die Lagerbestände von Teilen systematisch zu erfassen sowie zu rationalisieren. Folglich kann eine Über- oder Mangelproduktion ausgeschlossen werden. Darüber hinaus können die bereits eingeschränkten Räumlichkeiten effizienter genutzt und die Lagerbelegung dadurch reduziert werden. Zudem erleichtert ein rationalisiertes Lagerungssystem die Arbeit der Lagerverwaltung. Dadurch lassen sich überflüssige Bewegungen beim Transport vermeiden und mögliche Verschwendung vermindern.<sup>62</sup>
- Veränderungen des Produktionskonzepts bzw. der Unternehmenskultur können in der strategischen Perspektive große Vorteile für die langfristige Entwicklung des Unternehmens und des Personals bringen. Auf der einen Seite kann sich die Führungskraft von der operativen Produktion lösen und mehr Zeit sowie Energie für die Optimierung der Produktion bzw. in die Weiterentwicklung des Produktionssystems investieren. Das Schärfen der Axt verzögert nicht das Fällen eines Baums. Anstatt Druck auf die Mitarbeiter zwecks Produktionsbeschleunigung bzw. Produktivitätssteigerung auszuüben, können optimierte, wirksame Maßnahmen bzw. Prozesse im Produktionssystem die Produktionseffizienz vielmehr erhöhen und dadurch einen Multiplikatoreffekt erzielen. Auf der anderen Seite können gewährte Freiheit und Verantwortung den Mitarbeitern eingeräumt werden, damit diese ihre eigenen Ideen für Optimierungen entwickeln und Vorschläge zur Einführung des

---

<sup>61</sup> Vgl. Kapitel 2.4.2

<sup>62</sup> Vgl. Kapitel 2.4.3

GPS einbringen können. Die Optimierungspotentiale in Produktion, Prozesse und Personal lassen sich also durch die parallel laufende Top-Down- sowie Bottom-Up-Veränderungsstrategie umfassend identifizieren und ausschöpfen.<sup>63</sup>

- Die Einführung der PPS unterstützt das Unternehmen dabei, eine optimierte und rationalisierte Nutzung der eingeschränkten Ressourcen an Arbeitskräften zu realisieren. Dies gewährleistet einerseits eine nivellierte Produktion mit einer effizienteren Fertigungsreihenfolge von Produktionsaufträgen. Dadurch wird eine Überlastung der Mitarbeiter und der Maschinen vermieden. Andererseits ermöglicht die PPS dem Unternehmen, geplante Pufferzeiten zwischen Fertigungsaufträgen effektiver und effizienter zu nutzen. Die Zeitslots können entweder für weitere Fertigungsaufträge eingesetzt werden, um die Produktionsgeschwindigkeit zu beschleunigen. Diese lassen sich auch für andere Tätigkeiten nutzen, ohne die planmäßige Produktion zu unterbrechen bzw. zu verzögern. Zudem entlastet die Einführung der PPS das Lager durch eine rationalisierte Planung der Materialbeschaffung. Dies ist insbesondere bei eingeschränkten Räumlichkeiten von ausschlaggebender Bedeutung. Darüber hinaus bietet die PPS die Möglichkeit, Auskünfte über beispielsweise mögliche Produktionstermine und -dauern an Auftraggeber zu erteilen. Bei Terminkonflikten können Auftraggeber von verschiedenen Forschungsprojekten miteinander kommunizieren und Rückinformationen an das FWP geben. Dementsprechend kann das FWP eventuell eine Umplanung durchführen. Dies vermeidet die Verschwendung in Form von Wartezeiten und erhöht die Effizienz des Produktionssystems.
- Die Anwendung von neuen Technologien ermöglicht nicht nur die Beschleunigung der Produktionsgeschwindigkeit und -flexibilität, sondern bietet auch ggf. bessere Produktqualität. Gerade für die Forschung ist dies von maßgebender Bedeutung. Die Untersuchungen können somit noch präziser durchgeführt werden.

Im Rahmen des Prozessmanagements verfügt das FWP über ausgereifte Produktions- bzw. Prüfprozesse und bietet eine erfahrungsreiche technische Unterstützung für wissenschaftliche Untersuchungen. Aus diesem Grund hat das FWP trotz eingeschränkter Ressourcen an Personal und Finanzen eine hohe Arbeitsleistung erbracht. Jedoch bestehen auch weitere Optimierungsmöglichkeiten bzw. -potentiale hinsichtlich der Prozesse, um die Effektivität bzw. die Effizienz des gesamten Produktionssystems zu erhöhen. Diese sind im Folgenden dargestellt:

- Ein guter Prozess ist neben seiner Effektivität und Effizienz auch zugleich dokumentiert. Ein eventuelles Problem im Prozess wird beim Aufzeichnen bzw. Dokumentieren des Prozesses bereits zur Hälfte gelöst. Durch das Aufzeichnen von Prozessen anhand VSM<sup>64</sup> werden Optimierungspotentiale leicht erkannt, welche im VSM durch einen Kanban-Blitz<sup>65</sup> dargestellt werden können. Weiterhin können Optimierungsmaßnahmen dementsprechend durchgeführt werden. Darüber hinaus kann das Ergebnis der Veränderung bzw. der optimierte Prozess dem ursprünglichen Prozess gegenübergestellt und verglichen werden, um den Prozess kontinuierlich und gezielt optimieren zu können.
- Durch die Anwendung neuer Technologien entstehen auch neue Fertigungsprozesse. Diese erlauben bedingte Überlappung mehrerer Arbeitsvorgänge oder realisieren ggf. einen lückenlosen Fertigungsablauf. Ein Produkt, dessen Fertigung in der Vergangenheit an mehreren Maschinen und durch verschiedene Arbeitskräfte ausgeführt wurde, lässt sich

---

<sup>63</sup> Vgl. Kapitel 2.6.3

<sup>64</sup> Vgl. Kapitel 2.4.5

<sup>65</sup> Vgl. Abbildung 31

also auf einer Maschine bzw. durch einen Mitarbeiter vollständig produzieren. Es wird zusätzliche Produktionskapazität geschaffen und somit die Flexibilität des Produktionssystems gesteigert. Die Verschwendung in Form von Wartezeiten oder unnötigen Bearbeitungsschritten (Overprocessing) kann dadurch vermieden werden.<sup>66</sup>

- Mit der Zunahme der Auftragsmenge und der steigenden Komplexität von Aufträgen kann das bei der Gründungszeit festgelegte Produktionsmodell den aktuellen Produktionsbedarf nicht mehr ausreichend decken. Die ursprüngliche Abwicklung oder Aufgabenzuteilung einiger Prozesse kann nicht mit dem Tempo einer schnellen und effizienteren Produktion Schritt halten. Durch Anwendung unterschiedlicher Verbesserungsmaßnahmen bei Prozessveränderungen lässt sich ein effizienteres Arbeiten realisieren. Zugleich spielen ein rationalisiertes Zeitmanagement sowie eine nivellierte Arbeitsaufteilung dabei ebenfalls eine sehr wichtige Rolle.<sup>66</sup>

Alle Mitarbeiter einschließlich der Führungskraft im FWP sind für bestimmte technische Tätigkeiten besonders qualifiziert. Diese zeigen daher auch hohe Leistungen und bieten gute Arbeitsqualität. Aufgrund der zunehmenden Komplexität von Aufträgen und wachsenden Kundenanforderungen werden die Mitarbeiter stets mit neuen Herausforderungen konfrontiert. Dies erfordert die persönliche Weiterentwicklung der Mitarbeiter. In Bezug auf das Human-Resource-Management existieren ebenfalls weitere Optimierungspotentiale:<sup>67</sup>

- Die Mitarbeiter sollen sich für weitere Kompetenzen in anderen Bereichen qualifizieren, um die Produktionsnivellierung zu realisieren und um den eventuellen Produktionsengpass aufgrund des noch nicht ausreichend qualifizierten Personals bei der Produktion möglichst zu vermeiden.
- Die Change-Management-fokussierte Einführung des GPS benötigt noch mehr Teamfähigkeit bzw. Teamgeist von Mitarbeitern. Dies erfordert neben neuen Fähigkeiten auch die aktive Bereitschaft für Veränderungen und Eigeninitiative von Mitarbeitern, welche eng mit deren persönlichen Einstellungen bzw. Wertesystemen zusammenhängt. Mitarbeiter müssen sich mit den Gegebenheiten identifizieren und selbst überzeugen, dass die Einführung des GPS mitsamt entsprechenden Veränderungsprozessen sowohl die Unternehmensentwicklung als auch ihre Eigenentwicklungen begünstigen können. Dabei sind kreative Überzeugungskraft und intensive Mitarbeitergespräche erforderlich.
- Der Maximierung der gesamten Teamleistung liegt die Leistungsmaximierung einzelner Mitglieder des Teams zugrunde. Dies erfordert einerseits die Motivation und Fähigkeiten von Mitarbeitern. Andererseits ist die Bereitschaft seitens der Führungskraft auch erforderlich, den Mitarbeitern mehr Möglichkeiten sowie Verantwortlichkeiten zu bieten und diesen ihre eigenen Ideen zur GPS-Einführung zu erlauben. Darüber hinaus ist der Zusammenhalt des Teams von ausschlaggebender Bedeutung. Dies führt zu einem Multiplikatoreffekt und erzielt somit sogar eine Gesamtleistung, die weit über der einfachen Summe der einzelnen Leistungen liegen kann.<sup>68</sup>

Zusammengefasst bestehen im FWP weitere Optimierungspotentiale für die Unternehmensweiterentwicklung. Auch die Einführung des GPS ist notwendig. Bei der Einführung des GPS sind Veränderungsprozesse erforderlich, um unter anderem vorhandene Probleme zu beheben und Verschwendungen zu beseitigen.

---

<sup>66</sup> Vgl. Abbildung 40

<sup>67</sup> Vgl. Kapitel 2.5

<sup>68</sup> Vgl. Abbildung 37

## 5.2 Einführung des GPS in FWP

Das GPS wurde vom Autor der vorliegenden Arbeit als PPS-Leiter in FWP eingeführt. Anhand des von ihm entwickelten Konzepts zur Einführung des GPS wurden Veränderungsprozesse parallel unter verschiedenen Aspekten in unterschiedlichen Subsystemen entwickelt und umgesetzt. Im Folgenden wird die GPS-Einführung in FWP in einer Zusammenfassung dargestellt. Einzelne ausgewählte Anwendungsbeispiele werden nachfolgend in Kapitel 5.3 detaillierter aufgezeigt.

### 5.2.1 Top-Management: Change Management im Fokus

Die identifizierten Problemstellungen bzw. Entwicklungspotentiale haben den Change-Bedarf aufgewiesen. Um Veränderungsprozesse in einzelnen Subsystemen im FWP ohne größere Hindernisse durchführen zu können und das GPS einzuführen, muss vor allem das Change Management bzw. die Veränderung als ein Hauptbestandteil der Unternehmenskultur geschaffen und entwickelt werden.

Um die Change-Leistung optimal zu erstellen, muss erst die Motivation aller am Veränderungsprozess Beteiligten für die Veränderung angeregt werden. Zunächst wurde die Führungskraft des FWP von der Notwendigkeit und Möglichkeit von Veränderungen überzeugt. Zur Initiierung von Veränderungen wurde anschließend ein internes Projekt in die Wege geleitet. Dies hatte zum Ziel, Prozesse in der betroffenen Organisationseinheit hinsichtlich beispielsweise der Produktion, Lagerverwaltung sowie Auftragsabwicklung zu optimieren. Dabei wurden Maßnahmen umgesetzt, um eingeschränkte Ressourcen unter allen Aspekten effizienter zu nutzen. Um Verschwendungen zu eliminieren, wurden Standards und Prozesse angepasst oder komplett neu festgelegt. Schließlich wurde ein Produktionssystem ganzheitlich gestaltet.

Die Ausrichtung für das GPS im FWP wurde so festgelegt, dass eine leistungsvolle Unternehmensidentität zu anvisieren ist. Für das FWP bedeutet dies unter anderem, dass die operative Produktion nicht die einzige maßgebliche Tätigkeit des Unternehmens darstellt. Parallel müssen andere Glieder in der Kette betrachtet, verbessert und ggf. umgestaltet werden. Durch die Einführung des GPS werden nicht nur Produkte mit hoher Qualität produziert. Darüber hinaus wird die Produktion durch effiziente Prozesse und hoch qualifizierte Mitarbeiter SMART<sup>69</sup> und wandlungsfähig durchgeführt.

In der Aufbauorganisation wurde ein wissenschaftlicher Mitarbeiter, nämlich der Autor dieser Arbeit, als PPS-Leiter abgestellt, der wissenschaftliche Kenntnisse über Produktionssysteme und -management hat. Einerseits war er als Initiator und Pionier von Veränderungen tätig und fungierte als fachlicher Unterstützer bei der Anwendung von GPS-Methoden. Andererseits diente sein Einsatz der Entlastung der Arbeitsgruppe bzw. dem zusätzlichen Leistungsträger gegenüber der Überlastung der Arbeitsgruppe aufgrund der Vielzahl von Kundenaufträgen. Somit verfügt die Geschäftsführung des FWP über mehr Zeit für das Management und die Umsetzung von Veränderungen, während die eigentliche Produktion deswegen nicht weiter verzögert wird.

Bottom-Up<sup>70</sup> wurden alle Mitarbeiter in der Organisationseinheit einbezogen. Dabei wurden von den Mitarbeitern auch Vorschläge zur Verbesserung erwartet. Diese haben mehr Freiheit bei der Produktion für die Umsetzung ihrer eigenen Ideen. Über Veränderungen wurden die

---

<sup>69</sup> Vgl. Kapitel 2.5.3

<sup>70</sup> Vgl. Kapitel 2.6.3

Mitarbeiter rechtzeitig informiert und von der Notwendigkeit überzeugt bzw. zur Umsetzung motiviert. Zudem wurde ein tägliches Treffen etabliert, um sicherzustellen, dass eine ausreichende Kommunikation zwischen allen Beteiligten besteht und der Informationsaustausch in der Gruppe transparent bleibt<sup>71</sup>. Darüber hinaus wurden die Mitarbeiter bei der Einführung des GPS für die erforderlichen Fähigkeiten qualifiziert bzw. für das Fachwissen über GPS-Methoden weitergebildet.

Darüber hinaus wurde das Projekt in der Anfangsphase in Zusammenarbeit mit dem Consulting-Unternehmen VALANTIC<sup>72</sup> ausgeführt, damit die Umsetzung von wissenschaftlichen Methoden durch weiteres fachliches Know-how aus der aktuellen industriellen Praxis unterstützt und ergänzt werden konnte. Somit wurden alle Voraussetzungen der für das Change Management erforderlichen Leistungsfaktoren (Motivation, Fähigkeit und Möglichkeit) sichergestellt.<sup>73</sup>

### 5.2.2 Veränderungsprozesse in iterativen PDCA-/SDCA-Zyklen

Bei der Einführung des GPS in FWP wurden diverse Veränderungsprozesse in unterschiedlichen Subsystemen parallel durchgeführt. Darunter fallen zahlreiche evolutionäre Veränderungen (Kaizen) als auch revolutionäre Veränderungen (Kaikaku).

Für einen revolutionären Veränderungsprozess wurde zumeist ein Pilot-Bereich definiert. Dort wurde das initiierte Veränderungskonzept sorgfältig durchgeführt und umgehend nach der Realisierung bezüglich ggf. alternativer Möglichkeiten überprüft, um mögliche Fehler bei der weiteren Ausrollung möglichst zu vermeiden und um eventuelle „Sunk Cost“ zu minimieren. Anschließend wurde das Veränderungskonzept angepasst und standardisiert in weitere Unternehmensbereiche übertragen<sup>74</sup>. Schließlich wurden weitere Optimierungspotentiale durch nachfolgende evolutionäre Veränderungsprozesse in SDCA-Zyklen ausgeschöpft.

Um später die Ist-Situation analysieren und anschließend die Probleme bzw. Verbesserungspotentiale identifizieren zu können, wurden Methoden wie der Kreidekreis und das Spaghetti-Diagramm verwendet. Die Führungskraft bzw. der Change-Initiator beobachtete in Ruhe das Geschehen in einem virtuellen abgegrenzten Raum, ohne zu kritisieren oder Fragen zu stellen<sup>75</sup>. Dabei wurden der Arbeitsablauf und die zurückgelegten Bewegungen der Ressourcen wie Material oder Personal mit Hilfe des Spaghetti-Diagramms skizziert. Es wurden beispielsweise die folgenden Fakten aufgezeichnet:

- Die Herstellung eines Produkts hat gut drei Wochen gedauert.
- Ein für eine anstehende experimentelle Untersuchung benötigter Schmierstoff wurde erst nach einer Suchzeit von gut einer Stunde gefunden.
- Ein Mitarbeiter hat einen Aufwand von knapp vier Stunden benötigt, um einen leeren Ölbehälter aus dem Schwerlastregal zu entnehmen und anschließend ein neues Ölfass in das Regal einzubringen.
- Die Reparatur eines defekten Prüfstands durch einen Mitarbeiter hat insgesamt eine Woche gedauert.

---

<sup>71</sup> Vgl. Shop Floor Management (Abbildung 23)

<sup>72</sup> Früherer Name: Wassermann AG, URL: <https://www.valantic.com>

<sup>73</sup> Vgl. Kapitel 4.2

<sup>74</sup> Vgl. Multiple-Nucleus-Strategie (Abbildung 43)

<sup>75</sup> Vgl. [Lik08]

Damit die gegenseitige Beobachtung nicht als Arbeitskontrolle bzw. -überwachung wahrgenommen wurde, wurde der beteiligte Mitarbeiter zur Problemanalyse und Entdeckung der Verbesserungspotentiale miteinbezogen. Dabei war es notwendig, den Mitarbeiter durch Argumente davon zu überzeugen, dass der Vorgang als ein Miteinander und Füreinander betrachtet wird und der Entdeckung von Verbesserungspotentialen dient. Mit dem Mitarbeiter zusammen wurden die potentiellen Ursachen der Probleme identifiziert. Dabei wurden Methoden wie 5x Warum, Ishikawa-Diagramm verwendet<sup>76</sup>. Die Ursachen zu o. g. Problemen sind entsprechend:

- Die Herstellung des Produkts umfasst mehrere Arbeitsvorgänge, welche unterschiedlichen Maschinen und verschiedenen Mitarbeitern zugeteilt werden mussten. Einerseits ließ sich das Produkt aufgrund der Fertigungstechnik nicht auf einer Maschine vollständig herstellen. Auf der anderen Seite verfügte noch nicht jeder Mitarbeiter über ausreichende Kenntnisse bzw. Kompetenzen über jede Maschine. Aufgrund der anfallenden Wartezeiten durch andere Aufträge und der persönlichen Abwesenheit eines Mitarbeiters wurde die Produktion des Produkts verzögert.
- Die Schmierstoffe waren ohne ein bestimmtes Lagersystem eingelagert. In einer Excel-Liste für angelieferte Schmierstoffe wurden keine Lagerpositionen eingetragen, da diese im Lager nicht definiert gekennzeichnet waren. Die Suche nach einem bestimmten Behälter konnte sich nur nach dem Lieferdatum orientieren und es musste eine Menge unterschiedlicher Schmierstoffe einzeln geprüft werden.
- Das Regalsystem im Lagerbereich war einerseits unpraktisch aufgestellt. Andererseits wurden die Behälter von Schmierstoffen ineffizient und nicht ergonomisch eingelagert. Aufgrund der eingeschränkten Räumlichkeit bzw. begrenzten Lagerflächen auf dem Regalsystem wurden viele Behälter direkt auf dem Boden abgestellt. Dies blockierte den Weg zum Schwerlastregal für Ölfässer.
- Die Arbeitszeit war ineffizient aufgeteilt für mehrere parallel laufende Aufträge. Die Reparatur des Prüfstands wurde ständig aufgrund anderer Aufträge unterbrochen und konnte nicht kontinuierlich fortgesetzt bzw. in kurzer Zeit abgeschlossen werden.

Nach der Problemanalyse bzw. der Erkennung der Ursachen wurde anschließend über mögliche Lösungsansätze diskutiert. Die Mitarbeiter wurden darum gebeten bzw. dazu aufgefordert, Verbesserungsmöglichkeiten vorzuschlagen. Dabei wurden Flussdiagramme und VSM mit Kaizen-Blitzen aufgezeichnet. Diese liegen der Durchführung von Veränderungen sowie dem Vergleich zwischen dem Ist- und Soll-Zustand bei der Überprüfungsphase zugrunde.

Je nach der Problemstellung wurde entschieden, ob eine revolutionäre (Kaikaku) oder eine evolutionäre Veränderung (Kaizen) durchzuführen ist. In Abbildung 55 wird ein Überblick über ausgewählte Veränderungen im FWP bei der Einführung des GPS in Form von iterativen PDCA-/SDCA-Zyklen dargestellt. Ausgewählte Ergebnisse von Veränderungsprozessen in der Ausführungsphase werden in Kapitel 5.3 detaillierter beschrieben.

---

<sup>76</sup> Vgl. Kapitel 2.4.4

Schwerpunkt	Veränderung 1.0	Veränderung 2.0	Veränderung 3.0	Veränderung 4.0
<b>Produktion</b>	<b>Einführung PPS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eisenhower-Matrix</li> <li>▪ FIFO/HIFO/LOFO</li> <li>▪ Statistische Diagramme</li> </ul>	<b>Neue Technologie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 5-Achs-Bearbeitungszentrum</li> <li>▪ Schrumpfwerkzeuge</li> <li>▪ Neue Herstellprozesse</li> </ul>	<b>Zeitmanagement</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zeitblock-Prinzip</li> <li>▪ PPS-Optimierung</li> <li>▪ Teamarbeit</li> </ul>	<b>Ganzheitliche Produktion</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einbindung indirekter Produktionsbereiche</li> </ul>
<b>PPS</b>	<b>PPS mit wayRTS®</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einführung der PPS</li> <li>▪ PPS experimenteller Untersuchungen</li> </ul>	<b>PPS mit Excel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ PPS in Werkstatt</li> <li>▪ Einführung HIFO/FIFO</li> <li>▪ Statistische Diagramme</li> </ul>	<b>Gemba Kanri</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planungstafel (Andon)</li> <li>▪ Checkliste</li> <li>▪ Auftragszettel in grün</li> </ul>	<b>Push zu Pull</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einführung Pull-Prinzip</li> <li>▪ Arbeitsüberlappung anhand Zeitmanagement</li> </ul>
<b>Lagerverwaltung</b>	<b>Lager 1.0</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Umgestaltung</li> <li>▪ 5A-Aktion</li> <li>▪ VM</li> <li>▪ Standardisierung</li> </ul>	<b>Lager 2.0</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lager-ID-Karte</li> <li>▪ Lager-Datenbank mit Multi-User-Funktion</li> <li>▪ Entsorgungsregelung</li> </ul>	<b>Lager 3.0</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lager-ID-Karte mit QR-Code</li> <li>▪ Lagerautomat mit Matchcode</li> </ul>	<b>Lager 4.0</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lagerverwaltung mit Barcode-System</li> <li>▪ Rollierendes System</li> </ul>
<b>Bestangs-Management</b>	<b>Kanban 1.0</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 5A-Aktion</li> <li>▪ Supermarkt mit Kanban</li> <li>▪ VM</li> </ul>	<b>Kanban 2.0</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zwei Kanban-Typen</li> <li>▪ Null-Bestand erlauben</li> <li>▪ JIT-Bestellung</li> </ul>	<b>Kanban 3.0</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Produktbild auf Kanban</li> <li>▪ Datenbank-integrierte Bestellliste</li> </ul>	<b>Kanban 4.0</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Barcode auf Kanban</li> <li>▪ ABC-/XYZ-Analyse</li> </ul>
<b>Personal</b>	<b>Shop Floor Management</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Meisterrunde</li> <li>▪ Team-Sprecher</li> </ul>	<b>Umorganisation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Personalversetzung</li> <li>▪ Situative Führung</li> </ul>	<b>MA-Weiterbildung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coaching und Lernen</li> <li>▪ Schulung</li> </ul>	<b>Workshops</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teamgeist / -fähigkeit</li> <li>▪ Synergie</li> </ul>

Abbildung 55: ausgewählte Veränderungen im FWP

Hierbei ist hervorzuheben, dass nicht alle Veränderungsprozesse auf einmal erfolgreich durchgeführt wurden und die erwarteten Ziele getroffen haben. Viele Veränderungsprozesse durchliefen mehrere PDCA-/SDCA-Zyklen. Wurde eine revolutionäre Veränderung nach dem Versuch im Pilot-Bereich als ineffektiv festgestellt, wurde das Problem nochmals analysiert und eine weitere Lösungsmöglichkeit mit einem erneuerten PDCA-Zyklus ausgeführt. Umgekehrt wurden nach einem erfolgreich durchgeführten Veränderungsprozess stets weitere Optimierungspotentiale durch kontinuierliche SDCA-Zyklen ausgeschöpft, um nach der Effizienz bzw. der Leistungsmaximierung zu streben. Dabei wurden Zwischenergebnisse definiert. Die erzielten Zwischenergebnisse wurden anschließend als Standard für den nächsten SDCA-Zyklus festgelegt.

Der Faktor Mensch hat bei der Durchführung von Veränderungsprozessen im FWP eine entscheidende Rolle gespielt. Währenddessen haben sich die sieben Veränderungsphasen<sup>77</sup> bei vielen Mitarbeitern in unterschiedlichem Maße widerspiegelt. Die potentiellen Widerstände<sup>77</sup> sowie die unterschiedlichen Personentypen<sup>77</sup> haben sich ebenfalls in Veränderungsprozessen niedergeschlagen. Darüber hinaus hat sich bei der Einführung des GPS bzw. bei der Durchführung von Veränderungsprozessen der Vorteil des Transmissionsmechanismus der durch die Führung gesteuerten Unternehmenskultur<sup>78</sup> derart gezeigt, dass die Mitarbeiter sich aktiv oder passiv weiterentwickelt haben. Im Laufe der Entwicklung entsprach das Verhalten der Mitarbeiter allmählich den Verhaltenserwartungen und die Ist-Einstellung stimmte dann mit der angestrebten Soll-Einstellung überein. Hingegen ist auch zu unterstreichen, dass die gelebten Werte der Mitarbeiter auf ihre Einstellungen und Verhalten prägend gewirkt haben. Insbesondere in der Formierungs- und Konfliktphase bei der Teamentwicklung<sup>79</sup> bzw. in der Auftauphase<sup>77</sup> bei einer revolutionären Veränderung waren einige Mitarbeiter von überhöhter

<sup>77</sup> Vgl. Kapitel 2.6.2

<sup>78</sup> Vgl. Kapitel 2.6.3

<sup>79</sup> Vgl. Kapitel 2.5.2



Selbsteinschätzung geprägt. Somit haben diese mit weniger Akzeptanz und sogar großer Verneinung darauf überreagiert.

Die Veränderungsprozesse im FWP und deren Ergebnisse haben die Aussage von KOSTKA [Kos13a] voll getroffen und nachgewiesen, dass die Einführung des GPS als ein komplexes Veränderungsvorhaben Zeit bedarf. Allein die Konfliktphase hat bei einigen Mitarbeitern über lange Zeit andauert, bis diese sich schließlich ins Team eingebunden haben. Daraus haben sich auch unerwartete Zwischenergebnisse und Vorfälle ergeben.

Um diese Mitarbeiter von der Notwendigkeit der Veränderungen und von Vorteilen eines GPS zu überzeugen, wurden intensive Mitarbeitergespräche geführt und es fanden Workshops statt. Während des gesamten Vorhabens wurden die Mitarbeiter, je nach der Führungssituation sowie den verfügbaren Kompetenzen des Mitarbeiters bzw. abhängig von der Aufgabenstruktur, situativ geführt<sup>80</sup>. Unterschiedliche Führungsstile wurden bei Mitarbeitern in verschiedenen Phasen des Lernzonenmodells angewendet<sup>80</sup>, um diese zu fordern, ihre Komfortzonen zu verlassen bzw. diese zu erweitern.

### 5.3 Beispiele: Veränderungen in Subsystemen

Im Folgenden werden ausgewählte Anwendungsbeispiele in verschiedenen Subsystemen bei der Einführung des GPS in FWP detaillierter dargestellt. Diese stellen erfolgreiche Ergebnisse im FWP dar und zeigen unter anderem die Möglichkeit bzw. die Realisierbarkeit der Einführung des GPS in KKU auf.

#### 5.3.1 Subsystem I – Produktionsmanagement

Die knappen Ressourcen wie beispielsweise begrenzte Personalanzahl oder eingeschränkte Räumlichkeiten können noch effizienter genutzt werden, wobei Verschwendung aller Arten eliminiert werden müssen. Im Rahmen des Produktionsmanagements zeichnen sich wesentliche Veränderungen durch die Einführung der PPS im direkten Produktionsbereich aus. Darüber hinaus stellt die Entwicklung eines maßgeschneiderten Lagerverwaltungssystems für eingeschränkte Räumlichkeiten unter der Anwendung verschiedener Methoden des Bestandsmanagements im indirekten Produktionsbereich einen essentiellen Bestandteil des Veränderungsprozesses dar. Nicht zuletzt wurde ein 5-Achs-Drehbearbeitungszentrum mit neuen Fertigungstechnologien beschafft und für die operative Fertigung eingesetzt.

#### PPS

Es wurde eine durch das Consulting-Unternehmen VALANTIC entwickelte, professionelle SCM-Software wayRTS<sup>81</sup> für die PPS als eine Möglichkeit eingesetzt (siehe Abbildung 56). Zunächst wird ein Kundenauftrag mit relevanten Daten wie Auftraggeber, Projektnummer, Wunschtermin sowie wichtigen Bemerkungen in die sogenannte Materialstammliste eingetragen. Eine Supply-Chain für den Auftrag wird anschließend mit sämtlichen Arbeitsvorgängen konfiguriert. Dabei werden nicht nur die erforderlichen Maschinen und die verantwortlichen Mitarbeiter für einzelne Arbeitsvorgänge zugewiesen, sondern auch die Bearbeitungszeit bzw. die Durchlaufzeit für die Abarbeitung des Arbeitsvorgangs wird festgelegt und im System hinterlegt. Im sogenannten Control-Center werden alle Kundenaufträge in Form eines oder mehrerer Balken illustriert. Durch Drag-and-Drop lassen sich Aufträge oder Teilaufträge entlang

---

<sup>80</sup> Vgl. Kapitel 2.5.3

<sup>81</sup> SCM-Software der Valantic AG, Release 3.6

dem Produktionskalender verschieben bzw. anpassen. Nebenbei wird die Kapazitätsbelastung der zugewiesenen Ressource dargestellt. Im Fall der Überlastung einer Maschine bzw. eines Mitarbeiters sowie bei einem Terminkonflikt lassen sich die Aufträge oder einzelne Arbeitsvorgänge auf eine andere Ressource bzw. auf einen anderen möglichen Termin rationalisiert umplanen.

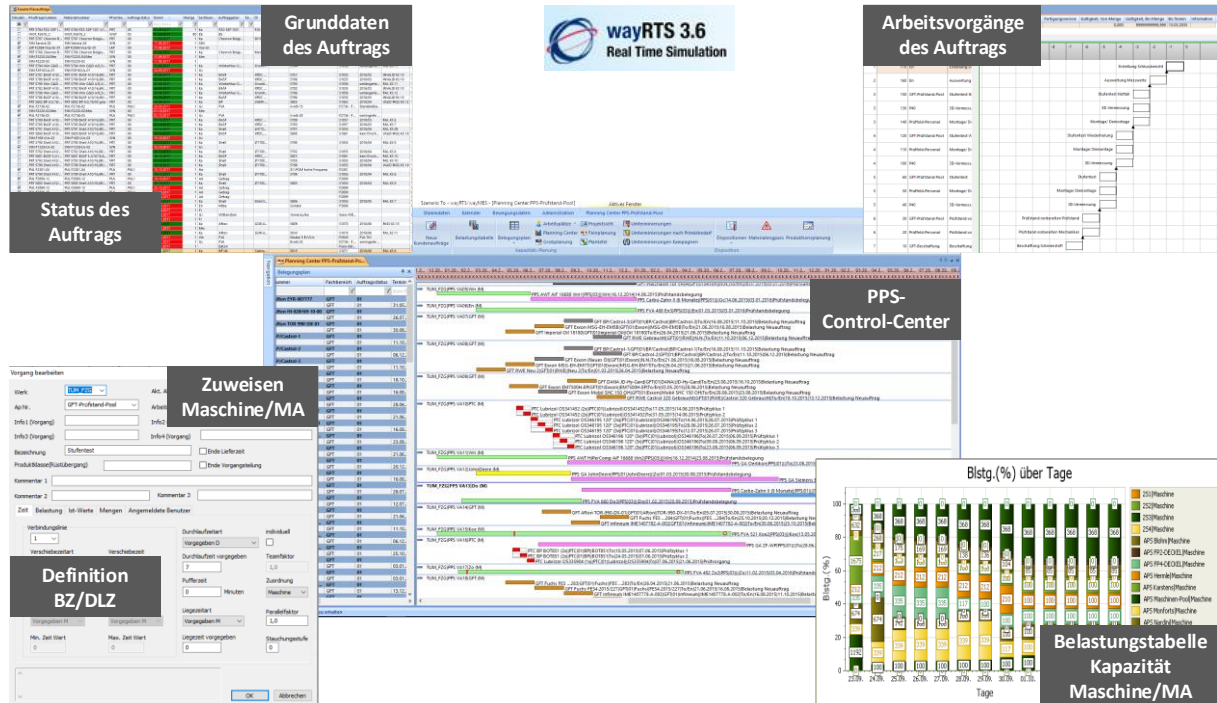


Abbildung 56: Produktionsplanung und -steuerung via wayRTS

Vorteil hierbei ist, dass eine automatisierte Umplanung im Control-Center dank der professionellen Programmierung in der SCM-Software ohne einen großen Aufwand möglich ist. Kommt ein Störfaktor (z. B. Maschinenausfall, Arbeitsunfähigkeit eines Mitarbeiters, unerwartete und dringende Aufträge etc.) bei einem Teilauftrag oder Arbeitsvorgang während der Produktion vor, sodass die Produktion dementsprechend angepasst werden muss, werden alle damit verbundenen Teilaufträge automatisch abgeändert und die Produktionssteuerung somit erleichtert. Planungsfehler durch Übersehen lassen sich ebenfalls vermeiden. Ein weiterer Vorteil ist, dass sich die Darstellung der Produktionsplanung im Control-Center nach verschiedenen Kategorien (Maschine, Mitarbeiter, Projekt etc.) schnell wechseln lässt. Darüber hinaus können Produktionsszenarien im SCM-Programm verschiedene Möglichkeiten der Produktionsplanung in unterschiedlichen Reihenfolgen und Zuordnungen parallel darstellen, um die Produktionsplanung zu optimieren und somit die Produktivität zu erhöhen.

Neben den hohen Beschaffungskosten für KKK liegt ein weiterer Nachteil der Software hauptsächlich daran, dass diese für die Mitarbeiter, die meistens über wenige Kenntnisse in SCM und PPS-Systemen verfügen, hinsichtlich der Funktionsweise schwer nachzuvollziehen und hinsichtlich der Handhabung kompliziert zu bedienen ist. Zudem bedarf die Software eines ERP-Systems oder mindestens einer Datenbank, welche in einem KKK häufig unvollständig oder nicht standardisiert ist. Dies verursacht einen zusätzlichen Arbeitsaufwand bei der Datenübertragung für die Auftragsplanung, was zu einer zusätzlichen Zeitverschwendung führen kann. Darüber hinaus wurde die Software wayRTS hauptsächlich für produzierende, mittlere oder Großunternehmen entwickelt. Viele Einstellungen sowie Funktionen stellen sich also für

ein KKK wie FWP ungeeignet dar. Es lohnt sich für KKK zumeist auch nicht, hohe Kosten für eine Individualisierung der Software zu investieren. Aus diesen Gründen wurde die Verwendung von wayRTS nach einer Testphase für die PPS experimenteller Untersuchungen im FWP eingestellt.

Eine durch Makros gesteuerte Excel-Tabelle lässt sich als alternatives Werkzeug für die PPS in KKK verwenden. Dank der integrierten VBA-Programmierung und der Funktion der Pivot-Tabelle kann eine Excel-Tabelle mit wiederkehrenden Aufgaben erweitert und automatisiert werden (siehe Abbildung 57). Im FWP wurde eine Excel-Tabelle zur PPS der Fertigungsaufträge in der Werkstatt maßgeschneidert entwickelt. Einige Funktionsweisen von wayRTS wurden als Ideen zum Aufbau der Tabelle übernommen und in die Planungstabelle integriert bzw. angewendet.



Abbildung 57: Produktionsplanung und -steuerung via Excel

Die Hauptplanungsliste dient dem Control-Center der PPS. Analog zu wayRTS werden zunächst relevante Grunddaten eines Kundenauftrags wie Auftraggeber, Auftragsnummer und -bezeichnung, Erstelldatum, Priorität etc. in die Planungsliste eingetragen. Beinhaltet ein Auftrag mehrere Teilaufträge, werden diese dem Hauptauftrag zugeordnet und gleichfalls mit ihren Daten aufgelistet. Der Supply-Chain bzw. die Arbeitsvorgänge im Rahmen der Fertigungsabwicklung eines Auftrags werden anschließend in der entsprechenden Zeile in Form von Balken manuell gekennzeichnet, wobei die Länge des Balkens die eingeschätzte Durchlaufzeit eines Arbeitsvorgangs interpretiert und die Farbe des Balkens einer bestimmten Maschine/Gerätschaft entspricht. Der für den Arbeitsvorgang verantwortliche Mitarbeiter wird zudem im Balken aufgeführt. Wiederum durch Drag-and-Drop lassen sich die Balken verschieben bzw. anpassen. Darüber hinaus werden die für die PPS relevanten Störgrößen wie Reparatur/Wartung einer Maschine bzw. Abwesenheit (z. B. Urlaub/Krankheit/Arbeitsunfähigkeit) eines Mitarbeiters entweder manuell hinzugefügt oder aus anderen Datenquellen mithilfe der VBA-Programmierung importiert.

Vorteil hierbei ist, dass die Microsoft Office-Anwendung Excel einerseits kostentechnisch in KKV oft ohne Zusatzaufwand verwendbar ist und andererseits selbst von Benutzern ohne besondere EDV-Kenntnisse sowie umfassende Fachkenntnisse des ERP-Systems schnell zu beherrschen und zu bedienen ist. Die PPS via Excel ist für ein KKV somit leicht verständlich und schneller umsetzbar. Es konzentriert sich generell auf die benötigten Grundfunktionen der PPS in KKV und auf die daraus resultierenden Ergebnisse wie die Überschaubarkeit des Produktionsprogramms, der Maschinen- bzw. Personalbelegung, der Kapazitätsbelastung von Arbeitsressourcen oder auf die Vorhersagbarkeit der Realisierbarkeit bzw. Liefertreue von neuen Aufträgen bei der Kundenanfrage. Die VBA-Programmierung für die benötigten Funktionen bzw. Benutzerinteraktionen hat im Vergleich zu einer professionellen ERP-Software einen deutlich kleineren Umfang und kann relativ leicht realisiert werden. Dank der VBA-Programmierung und Pivot-Tabellen lässt sich darüber hinaus die operative Produktion unter diversen Fragestellungen statistisch analysieren und evaluieren (siehe Abbildung 58):

- Welcher Mitarbeiter verfügt über die Kompetenz der Bedienung von welchen Maschinen?
- Welche Maschine wurde mit welcher Häufigkeit genutzt?
- Lässt sich eine alte Maschine, die in einer gewissen vergangenen Zeit selten oder kaum verwendet wurde, aussortieren?
- Ist die Arbeit möglichst gleichmäßig auf die Mitarbeiter aufgeteilt bzw. ist die Produktionsnivellierung realisiert?
- Wie sind die Aufträge unter verschiedenen Aspekten verteilt?
- usw.

Überblick Fertigungsaufträge in Werkstatt				
	2017	2018	2019	2020 <sup>1</sup>
Anz. Mitarbeiter	5	5 (4) <sup>2</sup>	4	4
Anz. Hauptmaschine	12 (11) <sup>3</sup>	11 (12) <sup>4</sup>	12	12
Aufträge	279	342	235	183
Teilaufträge	560	474	570	417
Arbeitsvorgänge	794	687	725	595
Erledigt (in %)	96%	91%	82%	89%

Arbeitsverteilung nach Mitarbeitern				
	2017	2018	2019	2020
Mitarbeiter I	30%	24%	20%	24%
Mitarbeiter II	19%	17%	20%	23%
Mitarbeiter III	12%	19%	29%	24%
Mitarbeiter IV	19%	20%	21%	22%
Mitarbeiter V	20%	20%	-	-
Sonstige <sup>5</sup>	-	-	10%	7%

Auftragsverteilung nach Kundengruppen				
	2017	2018	2019	2020
Gruppe I	5%	10%	7%	6%
Gruppe II	25%	22%	12%	11%
Gruppe III	22%	9%	7%	6%
Gruppe IV	8%	14%	3%	5%
Gruppe V	3%	15%	13%	4%
Gruppe VI	7%	7%	4%	3%
Gruppe VII	1%	1%	6%	7%
Team intern	29%	21%	47%	56%
Sonstiges	0%	1%	1%	2%

Auftragsverteilung nach Tätigkeiten				
	2017	2018	2019	2020
5-Achs-Bearbeitung	-	10%	20%	14%
CNC-Drehen	21%	16%	16%	5%
CNC-Fräsen I	18%	10%	9%	9%
CNC-Fräsen II	15%	10%	16%	15%
Rundschleifen	8%	10%	6%	6%
Zahnrad schleifen	1%	4%	8%	2%
Planschleifen	7%	4%	1%	2%
konv. Drehen	10%	13%	8%	8%
konv. Fräsen	5%	3%	2%	6%
Schweißen	1%	1%	2%	4%
Sonstiges	14%	19%	12%	29%
Maschinenstillstand	8 Tage	15 Tage	224 Tage	43 Tage

#### Bemerkungen:

1. Daten vom Jahr 2020 bis November
2. Personalversetzung
3. Aussortierung einer alten Maschine
4. Neubeschaffung des 5-Achs-Bearbeitungszentrums
5. Zusätzliche Arbeitskapazität durch sonstige Hilfskraft

Abbildung 58: Statistischer Überblick über Fertigungsaufträge in der Werkstatt des FWP

Basierend auf den Ergebnissen der Analyse lässt sich darüber hinaus die Produktionsplanung durch rationalisierte Anpassungen von Einflussgrößen wie Durchlaufzeit, Produktionsreihenfolge, Maschinen- bzw. Personalzuteilung etc. optimieren, um eine Produktionsnivellierung, eine Erhöhung der Produktivität und eine Effizienzsteigerung der Produktion zu erzielen.

Hierbei ist zu erwähnen, dass Abbildung 58 unter einem gewissen Aspekt die Erfolge der Einführung der PPS im FWP widerspiegelt. Diese sind zum Beispiel:

- Durch die Analyse der Ergebnisse der PPS über die Fertigungsaufträge in der Werkstatt wurde festgestellt, dass eine alte Maschine in den vergangenen Jahren kaum genutzt wurde. Diese besetzte jedoch einen großen Platz und wurde nach der Identifizierung als Verschwendung aussortiert.
- Durch den Einsatz des neuen 5-Achs-Bearbeitungszentrums werden immer mehr komplexe Aufträge effizienter produziert. Die Belegung anderer Dreh- oder Fräsmaschinen wird dadurch reduziert, sodass diese für anstehende Fertigungsaufträge zur Verfügung stehen.
- Die Produktionsnivellierung wird durch die Einführung der PPS realisiert.
- Die Gesamtleistung in der Werkstatt ist trotz der Reduzierung der Personalkapazität auf einem guten Niveau gehalten und sogar gestiegen.
- Weitere Optimierungspotentiale können dadurch identifiziert werden. In der Werkstatt sind viele Maschinen seit einer langen Zeit in Betrieb. Der Maschinenverschleiß schlägt sich in der gesamten Dauer des Maschinenstillstands nieder. Es besteht die Notwendigkeit für eine regelmäßige Maschinenwartung bzw. -instandhaltung. Darüber hinaus spiegelt die Anzahl der internen Aufträge die steigenden Störfaktoren im Prüffeld wider, welchen zum Teil die Abnutzung von Prüfständen zugrunde liegt. Eine Modernisierung von Prüfständen ist daher erforderlich.

Excel stellt eine preisgünstige und unkomplizierte Lösungsmöglichkeit für die PPS in KKU dar und lässt sich nicht mit einem professionellen ERP-System vergleichen. Nachteil der Verwendung von Excel ist, dass die Balken für einzelne Arbeitsvorgänge voneinander unabhängig sind. Sämtliche Tätigkeiten der Auftragsplanung von der Eintragung von Daten über die Erstellung von Supply Chains bis hin zur Definition der Durchlaufzeiten einzelner Arbeitsvorgänge sowie die Festlegung des Fertigungstermins eines Auftrags müssen manuell ausgeführt werden. Die Produktionssteuerung lässt sich ebenfalls nur manuell durch Verschieben und Anpassen der Balken unter Berücksichtigung der Maschinen- und Personalkapazität bzw. Termineinhaltung realisieren. Eine simultane Bearbeitung mehrerer Aufgaben ist also unmöglich. Dies kann zu einer Fehlplanung wie etwa Überlastung oder Produktionskollision führen, sodass eine Maschine oder ein Mitarbeitender gleichzeitig durch mehrere Aufträge belastet wird oder ein Auftrag durch Übersehen nicht termingerecht geplant bzw. gefertigt wird. Solche Fälle sind jedoch wenig wahrscheinlich und lassen sich beim Auftreten in der Regel leicht erkennen und rechtzeitig beheben. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass die Ergebnisse der statistischen Analyse nicht umgehend ermittelt werden. Somit muss eine Aktualisierung zunächst durch eine Interaktion mit der VBA-Programmierung in Excel ausgeführt werden. Trotzdem haben diese beschriebenen Nachteile keine wesentliche Auswirkung auf die operative Produktion in KKU aufgrund eines relativ kleinen und überschaubaren Auftragsumfangs. Diese lassen sich also bei der Anwendung vernachlässigen.

Im Prüffeld des FWP spiegelt sich eine weitere einfache Möglichkeit zur PPS durch die Planungstafel in Kombination mit einem Auftragszettel-System und einer Checkliste wider (siehe Abbildung 59). Ein Magnetboard wurde als Planungstafel gestaltet, an der die Kundenaufträge

für den aktuellen Arbeitstag auf die Mitarbeiter bzw. Arbeitsgruppen aufgeteilt und ihnen zugeordnet werden. Magnete wurden mit der Prüfstandsbezeichnung beschriftet und anschließend an der Tafel angebracht. Darüber hinaus wurden die Nebenaufgaben wie der Öl- und Lagerdienst, welche zumeist von Mitarbeitern im Prüffeld ausgeführt werden, ebenfalls an der Planungstafel dargestellt und bei der ganzheitlichen PPS berücksichtigt. Diese beeinflussen indirekt das Tagesgeschäft im direkten Produktionsbereich und haben eine maßgebende Auswirkung auf die Effizienz der Produktion.

Abbildung 59: PPS via Planungstafel, Checkliste und Auftragszettel (exemplarisch)

Am Prüfstand vor Ort wurde ein sogenanntes Auftragszettel-System eingesetzt. Aufgrund der Besonderheit der wissenschaftlichen Forschung, dass die ausstehenden Aufgaben eines Auftrags von den Testergebnissen am vorherigen Tag abhängig sind und ggf. am folgenden Tag daran angepasst neu definiert werden müssen, findet ein Planungstermin täglich statt. Die Auftraggeber definieren die am Planungstag anstehenden bzw. ausstehenden Aufgaben und füllt einen grünen Auftragszettel mit genauen Angaben aus. Der grüne Auftragszettel dient dazu, die Aufmerksamkeit mittels des Farbmanagements auf sich zu lenken. Zudem überprüft und notiert der PPS-Leiter den Soll- und Ist-Stand eines Auftrags am einzelnen Prüfstand mithilfe einer Checkliste, anhand der die PPS am aktuellen Tag durchgeführt wird.

Die Aufträge zu den einzelnen Prüfständen werden zunächst nach ihrer Wichtigkeit und Dringlichkeit priorisiert. Diese sind nach dem Projektplan der Forschungsvorhaben gerichtet. Zugleich werden diese nach dem Aufwand der dazu benötigten Tätigkeiten wie z. B. Montage/Demontage von Forschungsteilen oder Umbau bzw. Reparatur des Prüfstands, kategorisiert. Anschließend werden die Aufträge unter allen Mitarbeitern möglichst gleichmäßig aufgeteilt, indem der Auftragsmagnet in das entsprechende Feld gemäß der Definition gesetzt wird. Bezüglich der Aufträge, die unter Berücksichtigung der Personalkapazität nicht am aktuellen Tag durchgeführt werden können, werden die entsprechenden Magnete als „ungeplant“ seitlich zugeordnet. Das gleiche gilt auch für die Prüfstände, an denen aktuell keine Tätigkeiten erforderlich sind. Die Mitarbeiter verrichten ihre Arbeit nach der definierten Fertigungsreihenfolge. Jedoch besitzen die Mitarbeiter auch die Freiheit, die Reihenfolge der ihnen zugeteilten

Aufgaben gleicher Priorität selbst festzulegen und diese flexibel abzarbeiten. Über unerwartete Störungen muss der PPS-Leiter rechtzeitig informiert werden, damit der Produktionsplan durch die Produktionssteuerung eingehalten bzw. angepasst werden kann.

#### Lagerverwaltung und Bestandsmanagement

Neben der Einführung der PPS wurden weitere Maßnahmen im Rahmen des Produktionsmanagements durchgeführt. Diese spiegeln sich wesentlich durch die Veränderungen in Lagerbereichen wider. Die Lagerbereiche lassen sich dem indirekten Produktionsbereich zuordnen, während die Tätigkeiten dort eine unterstützende Leistung für die Hauptleistung bzw. die direkte Produktion erbringen. Eine unsystematische Lagerhaltung verursacht weitere Verschwendung. Diese beeinträchtigt die PPS im direkten Produktionsbereich und weiterhin die Effizienz des gesamten Produktionssystems. Aus diesem Grund dürfen die Lagerbereiche nicht nur als einfache Abstellflächen dienen, sondern die Lagerhaltung inkl. dem Lagerungssystem und Bestandsmanagement muss systematisiert und rationalisiert werden. Das gleiche gilt auch für die Arbeitsplätze. Darüber hinaus müssen die eingeschränkten Räumlichkeiten von KKU noch effizienter genutzt werden.

Einige Beispiele der Veränderungen in diversen Lagerbereichen oder am Arbeitsplatz im FWP werden in Abbildung 60 illustriert. Zur Eliminierung der Verschwendung und zur Steigerung der Produktivität wurden 5A-Aktionen<sup>82</sup> bei Veränderungen in unterschiedlichen Bereichen vorgenommen. Diese zielen auf die Reduzierung von Suchzeiten und zugleich auf die effizientere Nutzung der eingeschränkten Räumlichkeiten und nicht zuletzt auf die effizientere Gestaltung von Arbeitsplätzen ab. Nach der Aussortierung nicht erforderlicher Gegenstände wurden die weiterhin benötigten Arbeitsutensilien ordentlich aufgeräumt sowie systematisch angeordnet. Darüber hinaus wurden unnötige Maschinen bzw. Gerätschaften ebenfalls aussortiert. In Folge können die benötigten Maschinen trotz der eingeschränkten Räumlichkeit ergonomischer aufgestellt werden. Als unterstützende Methoden wurden dabei z. B. VM<sup>83</sup> und Poka Yoke<sup>84</sup> eingesetzt. Um das erfolgreich erreichte Ergebnis nachhaltig und konsequent beibehalten zu können, wurden Standards festgelegt und der Zwischenstand regelmäßig überprüft. Bei Bedarf wurden neue 5A-Aktionen durchgeführt. Um Mitarbeitern die Philosophie und den Sinn von 5S/5A zu verdeutlichen, wurde ein Spiel der Zahlenproduktion entwickelt<sup>85</sup>.

---

<sup>82</sup> Vgl. Kapitel 2.4.2

<sup>83</sup> Vgl. Kapitel 2.4.1

<sup>84</sup> Vgl. Kapitel 2.4.4

<sup>85</sup> Siehe Anhang

	Vorher	Nachher
Öllager		
Teilelager		
Rohmateriallager		
Lagerautomat		










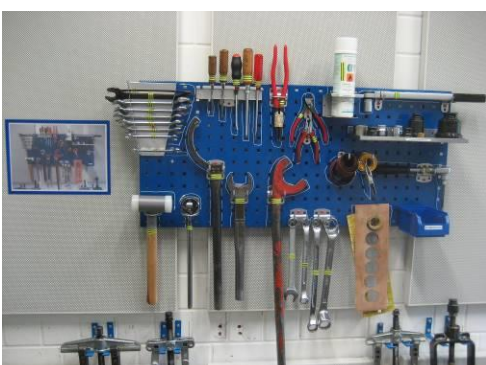
	Vorher	Nachher
Arbeitswagen		
Arbeitsplatz		
Werkzeugkasten		
Prüfraum		

Abbildung 60: Veränderungsbeispiele im direkten und indirekten Produktionsbereich

Im Lagerbereich für Schmierstoffe wurde zunächst das Regalsystem umgestaltet, um einerseits die Lagerkapazität zu erhöhen und andererseits die Schmierstoffe bzw. die Behälter systematisch zu lagern und nicht zuletzt die Arbeit im Öllager effizienter zu gestalten. Die Regale wurden wie etwa in einer Bibliothek üblich parallel zueinander angeordnet, sodass sich zwei

Regale einen gemeinsamen Gangbereich teilen und weitere Regale dazu beschafft werden können. Die Lagerkapazität wird in diesem eingeschränkten Lagerbereich somit um 50 % erhöht. Zudem wurden die Höhen der einzelnen Regalfächer so angepasst, dass alle Behältertypen in verschiedenen Größen strukturiert ins Regal eingelagert werden können. Dabei wurde die Arbeitsergonomie berücksichtigt, dass die größeren bzw. schwereren Behälter im unteren Bereich des Regals mit größerer Höhe gelagert werden. Hingegen werden die kleineren bzw. leichteren Behälter oben in ein Fach mit kleinerer Höhe zugeordnet. Die Höhendefinition richtet sich nach den üblichen Behältergrößen. Darüber hinaus werden die Schmierstoffe nach einem bestimmten Kriterium statt chaotisch eingelagert. Für ein effizienteres Arbeiten in Bezug auf die Einlagerung von großen Ölfässern wurde das Fassregal am Eingang des Lagerreiches aufgestellt und der Bereich davor frei gestaltet, sodass die Tätigkeit mithilfe eines elektrohydraulischen Staplers ausgeübt werden kann. Zur Unterstützung der Lagerverwaltung wurde eine Excel-Liste als Datenbank erstellt, in die alle wichtigen Informationen wie Hersteller, Schmierstoffbezeichnung, Eingangsdatum, Menge, Lagerposition, Ansprechpartner etc. erfasst werden. Der Lagerungsprozess wird in Kapitel 5.3.2 vorgestellt.

Im Teilelager wurde zunächst ein Schwerlastregalsystem aufgebaut, um die Höhe des Lager-raums effizienter zu nutzen und um mehr Ordnung zu schaffen. Artikel wie Aggregate, Forschungsteile, Komponenten oder Baugruppen von Prüfständen werden sortiert auf Paletten abgestellt und anschließend auf einen geeigneten Lagerplatz im Regalsystem eingelagert. Ebenso wurde eine Inventarliste als Datenbank mit wichtigen Informationen wie Lagerplatz, Projektnummer, Aufbewahrungsfrist, Bewegungsprotokoll etc. erstellt. Darüber hinaus wurde ein Schwerlastregalsystem für Rohmaterialien analog dem Teilelager umgebaut, um die verschiedenen Rohmaterialien in unterschiedlichen Formen und Dimensionen effizienter sortiert zu lagern, um eine bessere Übersichtlichkeit zu schaffen.

Die Lagerautomaten in der Werkstatt dienen dem zusätzlichen Lager für Normteile, Ersatzteile von Prüfständen, gebräuchliche Werkzeuge sowie Betriebsmittel in kleineren Dimensionen. Diese wurden mit Hilfe der Methoden „Kanban“ und „Supermarkt“ umgestaltet<sup>86</sup>. Die Artikel werden nach Kategorien in Tablaren eingelagert und im einzelnen Fach nach Baugrößen oder Typen sortiert. Unnötige Artikel wurden bei der 5A-Aktion aus dem System aussortiert. Neben den Standardartikeln bleiben einige verwendbare Artikel als Restbestand nach der 5A-Aktion übrig, die einen etwa mittleren (B-Teile) oder sogar hohen (A-Teile) Verbrauchswert aber hingegen eine eher mittlere (Y-Teile) oder niedrigere (Z-Teile) Vorhersagegenauigkeit besitzen. Diese Artikel durften nicht zu großzügig bei der 5A-Aktion aussortiert werden.

Um die Teile anhand der kombinierten ABC- und XYZ-Analyse<sup>87</sup> zu klassifizieren und das Bestandsmanagement damit zu optimieren, wurden hierfür zwei unterschiedliche Varianten von Kanban-Karten entwickelt und eingesetzt (siehe Abbildung 61). Die grünen Kanban-Karten sind für Standardartikel mit einem Mindest- und Höchstbestand definiert, deren Nachbeschaffung beim Unterschreiten vom Mindestbestand ausgelöst wird. Hingegen wird der Mindestbestand bei den zu klassifizierenden Artikeln in der Übergangsphase als Null und die Bestellmenge als „nach Bedarf“ festgelegt. Die Kanban-Karte dafür hat eine andere Farbe (hier: Gelb) als die der Standardartikel. Die Nachbeschaffung eines solchen Artikels wird erst bei Bedarf rechtzeitig ausgelöst. Der Höchstbestand beschränkt dabei den maximalen Lagervorrat und

---

<sup>86</sup> Vgl. Kapitel 2.4.3

<sup>87</sup> Vgl. [Sch12]

vermeidet eine Überlastung des Lagers. Wird ein Artikel solcher Art in einem gewissen Zeitraum regelmäßig hinsichtlich des Verbrauchsverhaltens bestellt, wird dieser dann auf Standardartikel umklassifiziert und mit einer grünen Kanban-Karte ausgewiesen. Hingegen wird ein Artikel nach der definierten Übergangszeit aussortiert, der während der Zeit selten oder überhaupt nicht zur Anwendung genommen ist. Umgekehrt kann ein Standardartikel aufgrund der Veränderung seine Bedeutung diese Klassifizierung verlieren und sich somit zu einem Z-Teil wandeln. Aus diesem Grund wird die Klassifizierung des Sortiments regelmäßig erneut untersucht und analysiert. Dies ist besonders bei der Planung der Reichweite von Lagerbeständen und der Festlegung von Sicherheitsbeständen zu berücksichtigen.



Abbildung 61: Kanban-Karten in verschiedenen Farben bei FWP

### Einsatz neuer Technologien

Sowohl für die operative Produktion als auch für die Forschung der FZG wurde darüber hinaus ein 5-Achs-Drehbearbeitungszentrum beschafft. Diese Investition erhöht nicht nur einfach die Anzahl von Werkzeugmaschinen und somit die gesamte Produktionskapazität des FWP, sondern die interne Produktionsmöglichkeit von vielen komplexen Teilen wird auch dadurch realisiert. Dies bezieht sich zum einen auf die Teile, deren Fertigung in der Vergangenheit aus fehlenden Technologien intern nicht möglich war und daher einer externen Firma vergeben werden musste. Die Abwicklung des gesamten Auftrags und die damit verbundene Forschung der FZG wird durch den Einsatz des Drehbearbeitungszentrums von der Fertigungsplanung der externen Firma unabhängig erzielt. Damit einhergehend werden Wartezeiten und Kosten reduziert. Zum anderen verfügt das Drehbearbeitungszentrum über die Technologie, die Schnittstelle zu einem durch die FZG entwickelten Forschungsprogramm aufzubauen und die aus diesem Programm exportierten Daten eines speziellen Teils, wie ein asymmetrisches Zahnrad, in sich zu importieren und diesen Teil zu fertigen. Die Fertigung eines solchen Forschungsteils ist sogar zurzeit bei einer externen Firma aus Kosten- oder technischen Gründen nicht realistisch.

### 5.3.2 Subsystem II – Prozessmanagement

Im Rahmen des Prozessmanagements wurden unterschiedliche Veränderungen sowohl im direkten als auch im indirekten Produktionsbereich durchgeführt. Die bestehenden Prozesse wurden zunächst anhand Flussdiagramme bzw. VSM aufgezeichnet (siehe Abbildung 62). Diese dienen dazu, einerseits die Prozesse gemäß den Grundsätzen eines guten Prozesses zu dokumentieren und andererseits diese umfassend zu verstehen. Somit können die Prozesse anschließend detailliert analysiert werden. Dies gilt auch für Teilprozesse bis hin zu

einzelnen Prozessschritten. Dadurch lässt sich der Zusammenhang zwischen den Prozessen besser nachvollziehen. Die Defizite eines Prozesses können somit leichter entdeckt und umgehend behoben werden. Die Verbesserungspotentiale werden somit ausgeschöpft und schließlich das Produktionssystem in Hinsicht auf das Prozessmanagement ganzheitlich optimiert. Im Folgenden werden einige Veränderungen im FWP im Zusammenhang mit dem Prozessmanagement im Rahmen des GPS als Beispiele dargestellt.

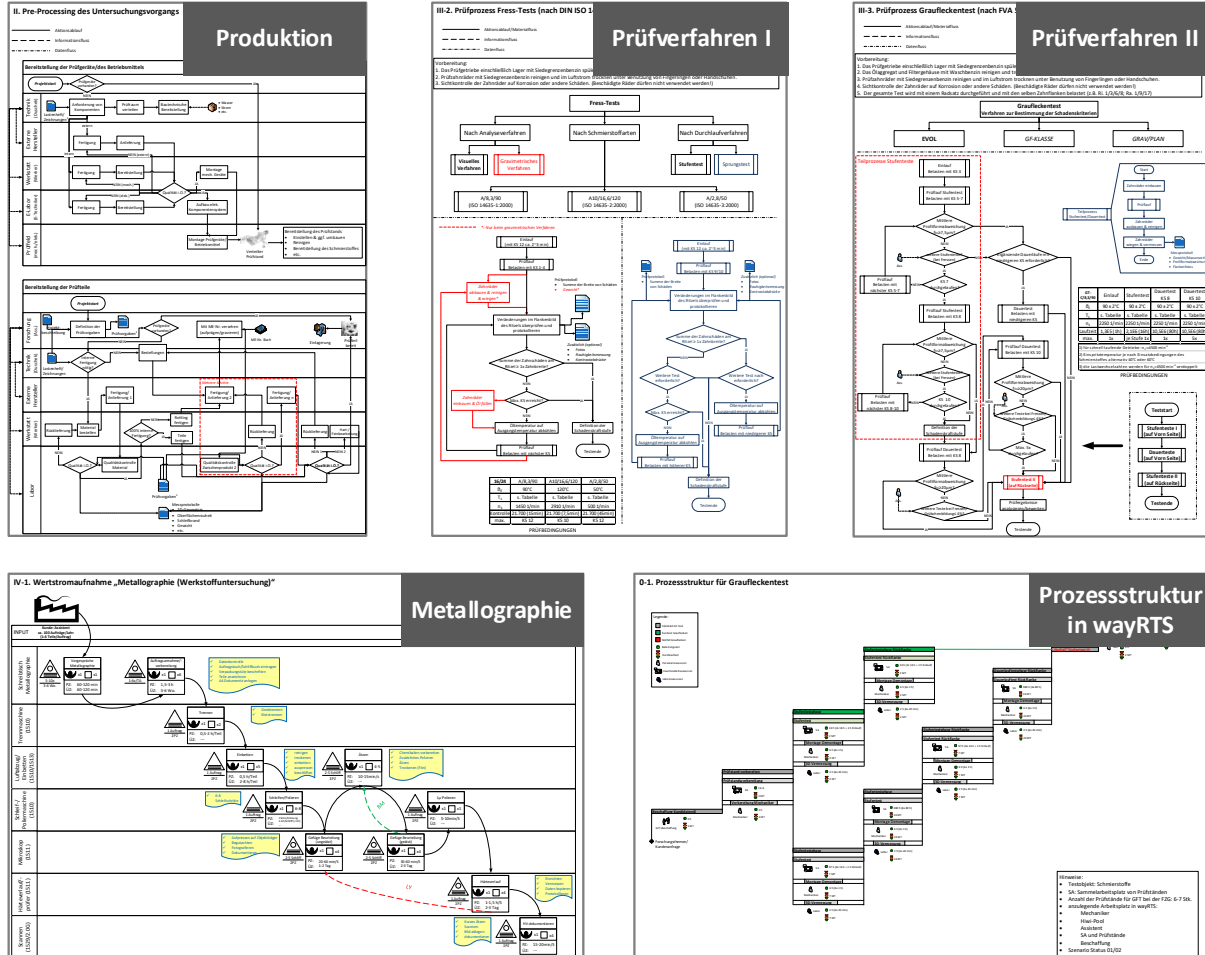


Abbildung 62: Beispiele der Flussdiagramme bzw. VSM diverser Prozesse des FWP<sup>88</sup>

Vor der Anwendung des im Rahmen dieser Arbeit entwickelten GPS-Konzepts wurden Kundenanfragen dezentral bei unterschiedlichen Mitarbeitern beauftragt bzw. angenommen. Der erwünschte Liefertermin konnte ohne ausführliche Überprüfung der Realisierbarkeit unter Berücksichtigung der Personal- und Maschinenkapazität nur grob eingeschätzt werden. Technische Zeichnungen von Kunden wurden manchmal ohne sorgfältige vorherige Überprüfung an die Produktion weitergeleitet, sodass die Produktion beispielsweise aufgrund eines fehlenden Maßes unterbrochen werden musste. Diese stellten Störgrößen in der Produktion dar und führten zu weiteren Schwierigkeiten bei der PPS und somit zur Verzögerung des gesamten Produktionsprogramms.

<sup>88</sup> Die Abbildung dient nur für die exemplarische Darstellung unterschiedlicher VSM, jedoch nicht für deren Inhalt. Die einzelnen VSM sind im Anhang aufgeführt.

Um eine rationalisierte Produktion von Fertigungsaufträgen in der Werkstatt zu gewährleisten und die PPS zu unterstützen, wurde der gesamte Supply-Chain-Prozess, nämlich von Kundenanfrage und Auftragsannahme über die Produktionsplanung inkl. Materialbeschaffung bis zur operativen Fertigung und schließlich der Auslieferung inkl. Rückmeldung, neu definiert. Der Supply-Chain-Prozess besteht aus mehreren Teilprozessen, die sich wiederum aus verschiedenen Prozessschritten zusammensetzen (siehe Abbildung 63). Besteht die Anfrage eines Fertigungsauftrags, werden zunächst die technischen Zeichnungen bzw. das Lastenheft der herzustellenden Produkte durch den Auftraggeber erstellt. Ein Vorgespräch in Bezug auf die Auftragsannahme findet anschließend im Planungsbüro statt. Dort werden die Unterlagen sorgfältig überprüft und über die Fertigungsmöglichkeiten bzw. den Fertigungstermin abgestimmt. Bei Bedarf erfolgt die Fertigung extern. Nach der Freigabe der technischen Unterlagen wird der Kundenauftrag angenommen. Dafür wird ein Ticket im Ticketsystem erstellt. Bei der Produktionsplanung werden nicht nur die Maschinen und zuständigen Personen festgelegt und die Produktion terminiert, sondern auch die damit verbundene Materialbeschaffung mit der erforderlichen Menge wird zum richtigen Zeitpunkt ausgelöst. Bei eventuellen Störgrößen wird die Fertigung durch die Produktionssteuerung mit ggf. Unterbrechung bzw. Umplanung angepasst und rationalisiert gesteuert. Schließlich wird das Ticket nach der vollständigen Fertigung bzw. Auslieferung der Produkte geschlossen und der Auftrag somit abgeschlossen.

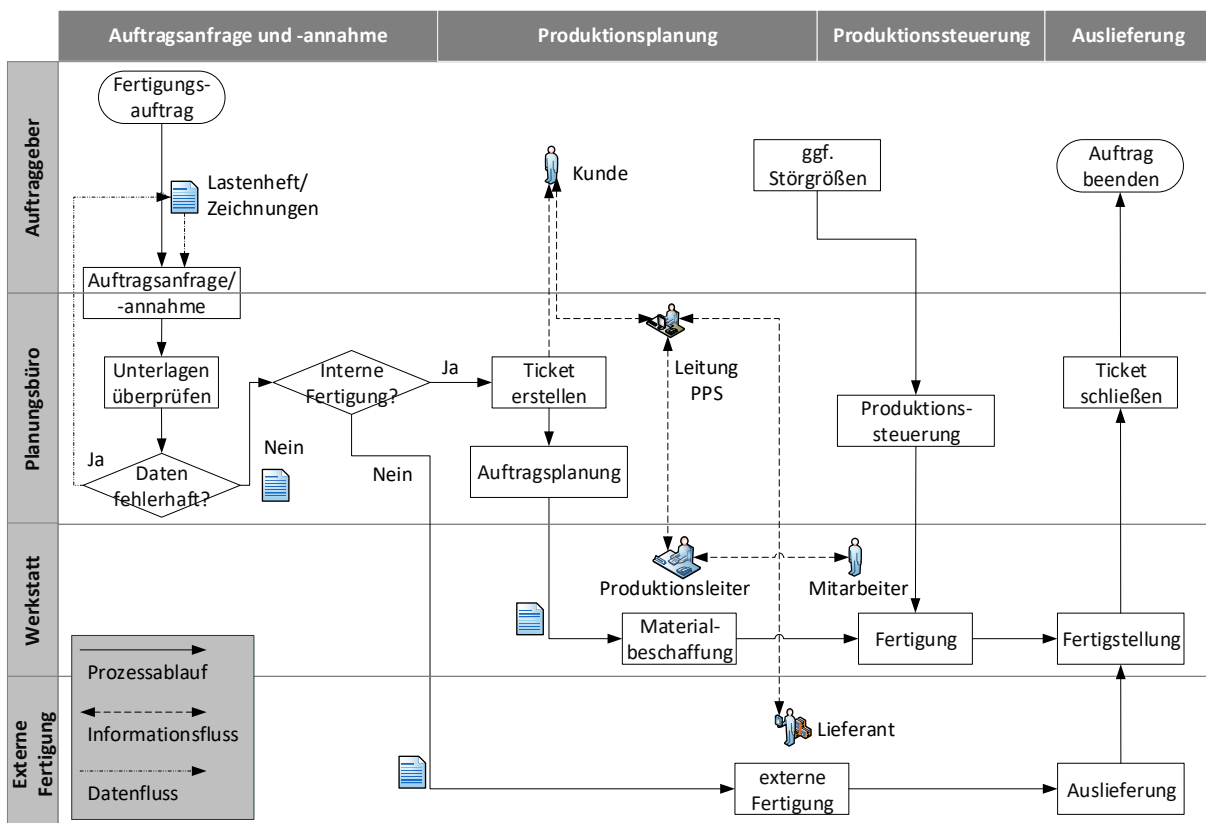


Abbildung 63: Supply-Chain-Prozess des Fertigungsauftrags in der Werkstatt

Durch diese Veränderung wird vor allem der Supply-Chain-Prozess eindeutig beschrieben und dokumentiert. In jedem Teilprozess bzw. Prozessschritt wird ein einziger Verantwortlicher definiert. Jeder am Prozess Beteiligte hat somit einen bestimmten Ansprechpartner. Eine verlorene Übersichtlichkeit infolge von Arbeitserteilung durch mehrere Verantwortliche oder eine

unsystematische Produktion wird dadurch vermieden. Darüber hinaus lässt sich die Verschwendung in Form von Wartezeiten eliminieren, indem die technischen Unterlagen immer vor der Produktion und sogar vor der Produktionsplanung überprüft, korrigiert bzw. vervollständigt werden.

Darüber hinaus ist hierbei zu erwähnen, dass der Einsatz des 5-Achs-Drehbearbeitungszentrums eine wesentliche Änderung bzw. Optimierung des Produktionsverfahrens<sup>89</sup> von komplexen Teilen, deren Fertigung unterschiedliche Bearbeitungsverfahren wie Drehen, Bohren, Fräsen usw. erfordert, ermöglicht hat. Damit einhergehend lässt sich die PPS in Bezug auf Maschinen sowie Personen besser durchführen. In der Vergangenheit musste die Fertigung komplexer Teile in mehrere Arbeitsvorgänge untergeteilt und diese dann an verschiedenen Maschinen durch unterschiedliche Mitarbeiter ausgeführt werden. Anhand des Drehbearbeitungszentrums lässt sich die Fertigung einfacher und von einem Mitarbeiter vollständig durchführen. Nicht nur die reine Bearbeitungszeit wird mithilfe der neuen Technologie reduziert, sondern die gesamte Durchlaufzeit wird auch durch die Eliminierung der Verschwendung aufgrund der Wartezeiten zwischen zwei Vorgängen stark verkürzt. Zum anderen erleichtert der Einsatz des Bearbeitungszentrums die Produktionsplanung von Maschinen und Mitarbeitern. Aufträge lassen sich besser an die passende Maschine und den befähigten Mitarbeiter zuweisen und unabhängig voneinander ausführen. Somit wird die Flexibilität der Produktion bzw. die Produktivität erhöht. Dadurch kann das GPS effektiver und effizienter gestaltet werden.

Im Prüffeld wurde die Veränderung in Bezug auf den Ablaufprozess der täglichen Arbeit durchgeführt. Vor der Einführung des GPS waren die Prüffeldmechaniker jeweils für bestimmte Prüfstände zuständig, an denen verschiedene experimentelle Untersuchungen als Kundenaufträge unterschiedlich durchgeführt werden. Die Mechaniker waren in der Regel nur für die Kundenaufträge verantwortlich, die an den jeweils zugewiesenen Prüfständen durchgeführt werden. Die Kapazitätsbelastung von anderen Prüfständen bzw. Mechanikern wurde oftmals nicht berücksichtigt. Nach dem neuen Prozess übernimmt die Leitung PPS die Verantwortung für die Auftragsplanung einzelner Mitarbeiter. Die Mechaniker im Prüffeld sind nicht mehr einzeln mit bestimmten Prüfständen fest verknüpft, sondern arbeiten im Team und stehen als Arbeitsressourcen für das gesamte Auftragssystem zur Verfügung. Darüber hinaus wird die tägliche Arbeitszeit in Zeitblöcke unterteilt. Die auszuführenden Aufträge werden dazu in zwei verschiedene Typen kategorisiert. Dabei werden ebenfalls diverse Ansätze zur Prozessoptimierung<sup>89</sup> angewendet. Der neue Ablaufprozess lässt sich durch Abbildung 64 interpretieren.

---

<sup>89</sup> Vgl. Abbildung 40

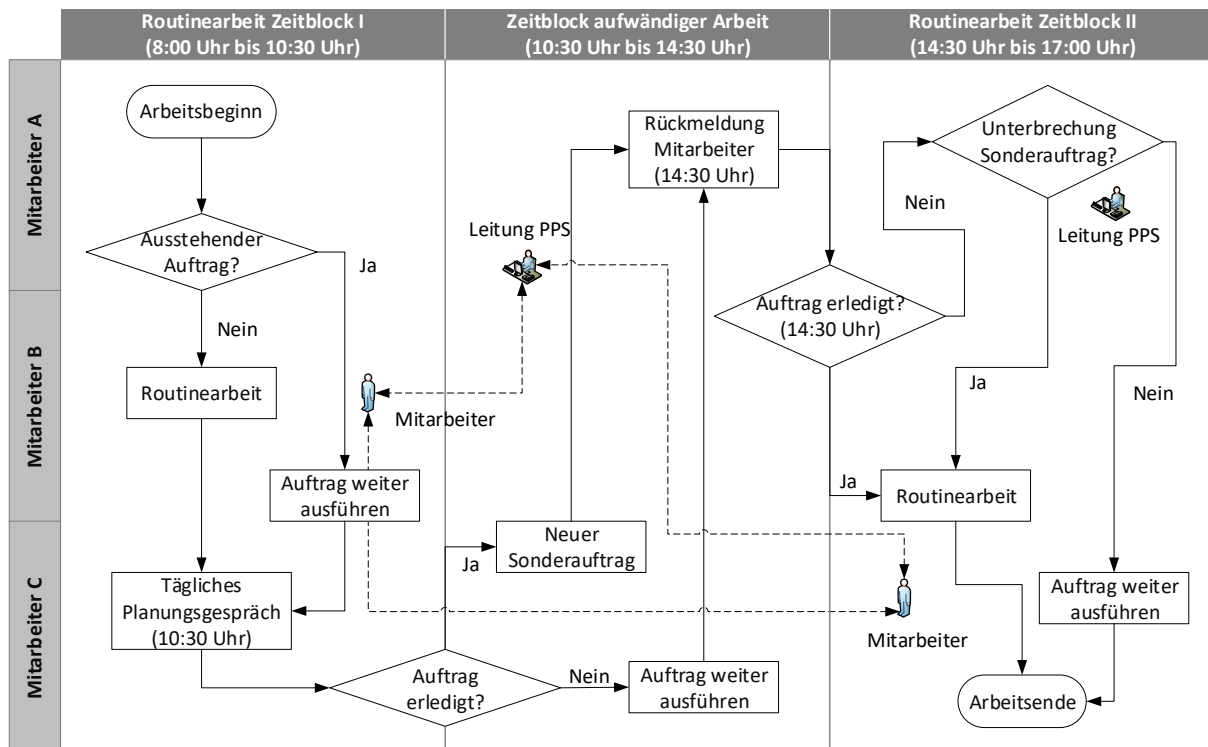


Abbildung 64: Ablaufprozess der täglichen Arbeit im Prüffeld

Je mehr Tätigkeiten wahllos über die gesamte Arbeitszeit verteilt sind, desto komplizierter wird die Koordination von Aufträgen bzw. die Planung des gesamten Auftragsprogramms. Denn die Lücken zwischen den einzelnen Tätigkeiten werden folglich zunehmend kleiner, sodass schließlich nur noch wenig zusammenhängende Zeit besteht, die für die Tätigkeiten mit längerem Aufwand am Stück gegebenenfalls nicht mehr ausreichend ist. Die Teamarbeit ermöglicht die Produktionsnivellierung und reduziert dadurch den gesamten Arbeitsaufwand. Zeitblöcke vermeiden unnötige Doppelarbeit durch Zusammenführen gleichartiger Aufgaben. Die Teamarbeit in Kombination mit Zeitblöcken verschafft mehr Flexibilität bei der Terminplanung und höhere Effektivität bei der Arbeit.

Im ersten Zeitblock eines Arbeitstages (hier zwischen 8:00 Uhr bis 10:30 Uhr) werden hauptsächlich die Routinearbeiten ausgeführt, die grundsätzlich weniger Arbeitsaufwand aufweisen. Diese müssen jedoch aufgrund der damit verbundenen nachfolgenden Arbeit von anderen Abteilungen oder für einen bestimmten Arbeitsrhythmus bis zu einer bestimmten Zeit erledigt und übergeben werden. Liegen ggf. noch ausstehende Tätigkeiten vom vorherigen Tag bei einem Mitarbeiter vor, wird dieser für die weitere Ausführung des ausstehenden Auftrags abgestellt. Während dessen unterstützen die anderen Mitarbeiter ihn und führen die Routinearbeit im Team aus. Um 10:30 Uhr findet ein tägliches Planungsgespräch vor Ort im Prüffeld statt, wobei Feedbacks über den Auftragsstatus gegeben und neue Sonderaufträge mit größerem Aufwand eingeteilt werden. Dabei wird auch über mögliche Probleme bzw. Lösungsmöglichkeiten besprochen.

Im zweiten Zeitblock (zwischen 10:30 Uhr bis 14:30 Uhr) werden die neu zugeteilten Sonderaufträge und die ggf. noch ausstehenden Aufträge konzentriert ausgeführt. Zu den Sonderaufträgen zählen nicht nur die Tätigkeiten wie Umbau, Wartung oder Reparatur von Prüfständen, sondern auch Nebenaufgaben wie beispielsweise Lagerverwaltung und Öl-Dienst im indirekten Produktionsbereich. Um 14:30 Uhr haben die Mitarbeiter dem PPS Leiter das verbindliche





### 5.3.3 Subsystem III – Human-Resource-Management

Die im Unternehmen beschäftigten Mitarbeiter sind die Menschen, die aktiv die Veränderungen bzw. die Change-Management-fokussierte Einführung des GPS durchführen. Ohne entsprechende Veränderungen der Mitarbeiter hinsichtlich ihrer persönlichen Einstellungen und ihres Verhaltens sowie deren Motivation und Kompetenzen kann die Einführung des GPS nicht gelingen. Je geringer die Anzahl der am Veränderungsprozess beteiligten Mitarbeiter ist, desto mehr Gewichtung weist der Faktor Mensch bei der Einführung des GPS bzw. bei der Nachhaltigkeit der Erfolge auf. Aus diesem Grund spielt der Faktor Mensch insbesondere in KKU eine maßgebende Rolle. Im FWP wurden ebenfalls unterschiedliche Veränderungsmaßnahmen im Rahmen des Human-Resource-Managements durchgeführt, die hauptsächlich auf die Mitarbeiterführung und -entwicklung zielen (siehe Abbildung 66).



Abbildung 66: Veränderungsmaßnahmen in Bezug auf das Human-Resource-Management im FWP<sup>90</sup>

Vor allem wurden die Betroffenen von der Notwendigkeit und Wichtigkeit der Einführung des GPS überzeugt. Seitens des PPS-Leiters wurde gefordert, eine neue Unternehmenskultur im Zusammenhang mit dem GPS durch diverse Veränderungen zu gestalten. Die Tätigkeiten neben der operativen Produktion sind ebenfalls notwendig und wichtig. Es existieren ständig Optimierungspotentiale bei den verfestigten Strukturen und Prozessen in alten Mustern. Die persönlichen Einstellungen und das Verhalten von Mitarbeitern wurden im Laufe des Veränderungsprozesses berücksichtigt. Der PPS-Leiter nahm sich regelmäßig Zeit für Mitarbeitergespräche, um die Mitarbeiter beim Veränderungsprozess einzubeziehen und ihre Meinungen

<sup>90</sup> Mit freundlicher Genehmigung der beteiligten Personen.

dabei zu berücksichtigen. Von den Mitarbeitern wurde gefordert, mutig gegenüber Veränderungen zu sein und ihre eigenen Komfortzonen regelmäßig zu verlassen, um sich für neue Fähigkeiten zu qualifizieren und sich weiterzuentwickeln. Zum Beispiel wurden alle Mitarbeiter auf eine Schulung zur Bedienung des neu beschafften 5-Achs-Bearbeitungszentrums entsendet.

Die Mitarbeiter wurden je nach Situation unterschiedlich geführt<sup>91</sup>. Einerseits wurden die aktiven Gläubiger (Exzellente) als Pioniere für Veränderungsprozesse eingesetzt und mehr Freiraum für die Realisierung eigener Ideen bei der Ausführung von Aufträgen zugeteilt. Andererseits wurden die Unterkämpfer oder offenen Gegner (Wölfe) und manchmal die Opportunisten (Frösche) beobachtet und regelmäßig mit ZDF der Veränderungsergebnisse motiviert. Bei Bedarf wurden diese zur erhöhten Arbeitsleistung aufgefordert. Zum Beispiel wurden Mitarbeiter aufgefordert, die Bedienung anderer Maschinen zu erlernen und Aufträge in anderen Bereichen zu übernehmen.

Für den Zusammenhalt des Teams haben Workshops stattgefunden, durch welche die Philosophie und Notwendigkeit des Teamworks bestärkt werden soll. Dabei konnten die Mitarbeiter offen und ehrlich miteinander über bestehende Probleme diskutieren und diese gemeinschaftlich lösen. Darüber hinaus wurden die Mitarbeiter aufgefordert, sich gegenseitig beim Lernen von neuen Fähigkeiten zu unterstützen. Die Philosophie dabei lautet „einander lehren und voneinander lernen“. Um das Arbeitsklima des ganzen Teams harmonisch zu gestalten, wurden Mitarbeitergespräche bei unterschiedlichen Mitarbeitern in Bezug auf verschiedene Aspekte, wie z. B. die Notwendigkeit von Veränderungsprozessen, die Aufforderung der persönlichen Veränderung in Hinsicht auf Einstellung und Verhalten, durchgeführt. Bei der Umsetzung von Veränderungsprozessen im FWP hat sich die Mitarbeiteranzahl aus Personalgründen um eins reduziert und die Personalkapazität wurde somit um 10 % reduziert. Dennoch ist die Gesamtleistung des Teams dank der Einführung des GPS nicht gesunken, sondern sogar gestiegen. Dies schlägt sich in der steigenden bzw. effizienter gewordenen Produktivität nieder<sup>92</sup>.

---

<sup>91</sup> Vgl. Kapitel 2.5.3

<sup>92</sup> Vgl. Abbildung 58

## 6 Auswertung und Diskussion

Das in der vorliegenden Arbeit als Forschungsobjekt betrachtete Unternehmen FWP verfügt neben den Gemeinsamkeiten eines KKKU auch über andere Randbedingungen bzw. seine eigenen Besonderheiten. Als eine Organisationseinheit des öffentlichen Diensts bestehen dort nicht nur die Vorteile gegenüber einem industriellen Unternehmen, sondern auch Einschränkungen, insbesondere bei der Einführung des GPS bzw. bei Veränderungsprozessen.

Zur Absicherung des entwickelten Konzepts zur Einführung des GPS in KKKU wird nachfolgend zunächst eine Auswertung durchgeführt. Nachdem die Gemeinsamkeiten bzw. die Besonderheiten des FWP im Vergleich zu industriellen KKKU analysiert werden und über die Übertragbarkeit des Konzepts zur GPS-Einführung in weitere Unternehmen bzw. Organisationseinheiten diskutiert wird, werden anschließend in Kapitel 7 zusätzliche Empfehlungen für die individualisierte Anpassung dieses Konzepts in KKKU gegeben.

### 6.1 Auswertung der Anwendung des GPS-Konzepts im FWP

Dem in dieser Arbeit entwickelten Konzept zur GPS-Einführung in KKKU liegt das Change Management zugrunde. Die Einführung des GPS umfasst verschiedene Veränderungsprozesse parallel in hauptsächlich vier Aspekten, nämlich das Top-Management, das Produktionsmanagement, das Prozessmanagement und das Human-Resource-Management. Dabei spielen die Philosophie des Change Managements sowie der Faktor Mensch eine maßgebende Rolle, denn die Einführung des GPS selbst stellt einen Veränderungsprozess dar und erfordert die Change-Leistung der Mitarbeiter, Veränderungen zuzulassen und durchzuführen.

In Hinsicht auf das Top-Management wurde vor allem die Veränderung der Unternehmenskultur angestrebt. Die operative Produktion ist nicht die einzige wichtige Tätigkeit im Unternehmen. Sowohl die Mitarbeiter als auch die Führungskraft wurden aufgefordert, regelmäßig ihre Komfortzonen zu verlassen. Durch Lernprozesse ergab sich eine Weiterentwicklung bei gleichzeitiger Verkleinerung der individuellen Panikzone. Dadurch wurde eine wandlungsfähige Unternehmenskultur gestaltet. Dies hat eine große Auswirkung auf die Ergebnisse von Veränderungsprozessen und beeinflusst somit die Weiterentwicklung des Unternehmens. In der Folge zeigen die Mitarbeiter immer weniger Angst vor einer Veränderung, obwohl das Team regelmäßig mit Veränderungen von alten Mustern konfrontiert wird. Die Verneinungsphase beim Veränderungsprozess bzw. die Konfliktphase (Storming) bei der Teamentwicklung wurden immer kürzer, sodass die Implementierung eines Veränderungsprozesses immer schneller ausgeführt werden konnte. Andererseits konnte die gesamte Arbeitsleistung des Teams durch erhöhte Bereitschaft gegenüber einer Veränderung gesteigert werden. Darüber hinaus ermöglicht die relativ flache Hierarchie auch eine gute Plattform für das schnelle Treffen von Entscheidungen und für die Kommunikation bei der Ausführung bzw. beim Meinungskonflikt. Der Rückfall in alte Muster lässt sich durch die Kultur der kontinuierlichen Veränderung vermeiden. Durch die Einführung der PPS im direkten Produktionsbereich ist es gelungen, interne und externe Produktionsaufträge nach der Wichtigkeit und Dringlichkeit vernünftig und systematisch zu planen. Dadurch wird besser auf Störfaktoren reagiert und die laufende Produktion dabei angepasst, um die maschinellen und personellen Ressourcen effektiver und effizienter zu nutzen. Im Vergleich zum alten Produktionssystem ohne PPS, bei dem die Produktion durch Störgrößen wie andere Aufträge, Maschinenausfall oder Personalabwesenheit etc. oftmals verzögert bzw. unerwünscht unterbrochen wurde, werden seit der Einführung der PPS stets

über 90 % der Fertigungsaufträge planmäßig ausgeführt<sup>93</sup>. Darüber hinaus können die Fertigungsaufträge in gewissem Maße gleichmäßig an die Mitarbeiter aufgeteilt und die Produktionsnivellierung somit realisiert werden. Unter anderem lässt sich die durch Warten und/oder Überproduktion verursachte Verschwendung reduzieren. Hierbei ist auch zu erwähnen, dass aufgrund fehlender Dokumentationen leider keine vergleichbaren Zahlen bzw. Daten vor der Einführung des GPS erfasst werden können. Dazu wurden jedoch Bilder als Fakt in Bezug auf die alte Arbeitsumgebung in verschiedenen Bereichen aufgenommen<sup>94</sup>. Die alte Vorgehensweise der Produktionsabwicklung wurde ebenfalls als Fakt in Kapitel 5.1 als Problemstellung beschrieben. Diese können dem Vergleich mit der Situation vor und nach der GPS-Einführung dienen.

Durch die Einführung des Lagerverwaltungssystems im indirekten Produktionsbereich anhand unterschiedlicher Methoden wie 5S/5A, ABC- / XYZ-Analyse, Kanban etc. werden vor allem die eingeschränkten Räumlichkeiten effektiver und effizienter genutzt. Es wurde bei der mehrmaligen Ausführung von 5A-Aktionen zu unterschiedlichen Zeitpunkten herausgefunden, dass nur ca. 30 % der gesamten Artikel unterschiedlicher Kategorien aktiv zur Anwendung kommen. Gut 40 % der Produkte fanden hingegen nur unregelmäßig in der Vergangenheit Anwendung. Die restlichen knapp 30 % Produkte wurden kaum oder sogar überhaupt nicht in die Anwendung gebracht. Es wurden daher viele unnötige Gegenstände aussortiert, um die Lagerräume zu entlasten. Zum einen wurden die benötigten Gegenstände strukturierter sowie systematischer aufgeräumt bzw. gelagert. Zum anderen wurde der Bestand einzelner Artikel so reduziert und eingeschränkt, dass die Kapazität der einzelnen Lagerflächen besser ausgenutzt werden kann. Dadurch kann die aus hohen Lagerbeständen, unnötigen Bewegungen oder aus einer Überproduktion resultierende Verschwendung minimiert bzw. zum Teil eliminiert werden. Die Veränderungen hinsichtlich des Prozessmanagements haben vor allem einen Standard für die Unternehmensprozesse zur Effizienzsteigerung der Arbeit etabliert. Die selektive Arbeitsweise von Mitarbeitern sowie die Produktion ohne rationale Priorisierung von Aufträgen lassen sich dadurch vermeiden. Die Prozessoptimierung realisiert ein besseres Zeitmanagement für unterschiedliche Tätigkeiten mit verschiedenem Aufwand und steigert somit die Arbeitseffizienz. Unter anderem ermöglicht das 5-Achs-Bearbeitungszentrum einen komplett neuen und effizienteren Fertigungsprozess bei der Herstellung von komplexen Produkten. Die Verschwendung in Form von Transport, Wartezeiten, unnötigen Bearbeitungsschritten (Over-processing) sowie von Nacharbeit lässt sich dadurch vermeiden bzw. beseitigen.

Durch die Veränderungen im Rahmen des Human-Resource-Managements wurde hauptsächlich eine noch harmonischere Arbeitsatmosphäre gestaltet und der Zusammenhalt der Mitarbeitenden gestärkt. Somit haben sich die Mitarbeitenden gegenüber Kollegen noch hilfsbereiter sowie freundlicher verhalten und sich bei einem Konflikt gemeinsam damit auseinandergesetzt. Im Lernprozess haben die Mitarbeitenden effektiv einander gelehrt und voneinander gelernt. Diese fühlen sich bei Veränderungsprozessen miteinbezogen, sodass sie stärker für die Eigenentwicklung und Teamentwicklung motiviert sind. Dadurch haben sie regelmäßig ihre Komfortzonen verlassen und diese sogar erweitert. Die dadurch gesteigerte Motivation und Eigenentwicklung der Mitarbeiter haben des Weiteren zur Produkt- und Prozessentwicklung geführt. Somit lässt sich die Verschwendung in Form der ungenutzten Kreativitätspotentiale

---

<sup>93</sup> Vgl. Abbildung 58

<sup>94</sup> Vgl. Abbildung 60 als Beispiele

von Mitarbeitern vermeiden. Die Potentiale von Mitarbeitern wurden dadurch ausgeschöpft und die gesamte Arbeitsleistung des Teams daher deutlich erhöht.

Neben den positiven Ergebnissen bestehen jedoch weitere Optimierungspotentiale, die sich hauptsächlich auf die Besonderheiten des Forschungsinstituts bzw. öffentlichen Diensts zurückführen lassen. Zum Beispiel ist eine Regelung bzw. Dienstvereinbarung über die gleitende Arbeitszeit gültig und für Vollzeitbeschäftigte eine sogenannte Präsenzzeit (tägliche Mindestanwesenheitszeit) von mindestens vier Stunden ausschließlich der Pausen innerhalb der sehr breit festgelegten Rahmenzeit von morgens 6:00 Uhr bis abends 20:00 Uhr vorgeschrieben. Die Beschäftigten dürfen den Beginn und das Ende der täglichen Arbeitszeit sowie den Zeitpunkt der Mittagspause innerhalb der Rahmenzeit selbst bestimmen, soweit dringende dienstliche Gründe nicht entgegenstehen. Solche Gründe kommen jedoch bei einem Forschungsinstitut nur eingeschränkt vor. Durch diese Regelung als Rahmenbedingung haben die Mitarbeitenden hinsichtlich der Arbeitsgestaltung gewisse Freiheiten, was auf der anderen Seite jedoch eine große Herausforderung für die PPS darstellt.

Das offene Lagerungssystem ohne bestimmte Lageristen stellt eine weitere Herausforderung für die Lagerverwaltung dar. Einerseits müssen die Tätigkeiten der Lagerverwaltung aufgrund der knappen Personalressourcen in den Aufgabenbereich der Prüffeldmechaniker gelegt werden. Diese können nur als Nebenaufgaben zusätzlich zu den experimentellen Untersuchungen an den Prüfständen ausgeführt werden. Im FWP existiert bis dato kein Lagerist, der sich ausschließlich um die Lagerhaltung bemüht. Andererseits steht das Lagersystem inkl. Lagerräumen, Lagerautomaten oder Werkzeugkasten etc. offen zur Verfügung, d. h. eine Vielzahl an Personen außerhalb des FWP Zugang zu den Lagerbereichen hat. Darüber hinaus werden die für die Untersuchungen benötigten Produkte wie Versuchsteile oder Schmierstoffe häufig von Kunden selbst bereitgestellt bzw. ausgelagert, ohne rechtzeitig die für die Lagerverwaltung verantwortlichen Prüffeldmechaniker darüber zu informieren. Dies kann sich nachteilig auf die Effizienz der Lagerverwaltung auswirken. Zusätzlich besteht dadurch eine große Personalfluktuationsrate, da die quasi Kunden des FWP nur für eine begrenzte Zeit am Institut aktiv sind. Diese Besonderheit bzw. Randbedingung stellt eine besondere Herausforderung dar und muss bei der Einführung des GPS berücksichtigt werden. Denn die Einhaltung von definierten Standards kann aufgrund fehlender Selbstdisziplin von Menschen leicht in Schwierigkeiten geraten und die erzielten Zwischenerfolge können somit schnell in alte Muster zurückfallen.

## **6.2 Übertragbarkeit des GPS-Konzepts auf industrielle KKU**

Die Anwendung des in dieser Arbeit entwickelten Konzepts zur GPS-Einführung bei FWP hat vor allem die Möglichkeit bzw. die Realisierbarkeit und die Notwendigkeit der Einführung des GPS in KKU aufgezeigt. Im Folgenden werden die Gemeinsamkeiten des Forschungsobjekts FWP zu Industrieunternehmen analysiert, um die Übertragbarkeit dieses Konzepts auf die Industrie zu erörtern.

Das Forschungsobjekt FWP verfügt grundsätzlich über viele Gemeinsamkeiten mit Industrieunternehmen. Hinsichtlich der betriebswirtschaftlichen Charakteristika lässt sich so eine technische Abteilung als eine produzierende Organisationseinheit betrachten. Diese Organisationseinheit verfügt über Produktionsobjekte wie Fertigungsaufgaben, Betriebsmittel sowie Maschinen. Sie umfasst verschiedene Produktionsprozesse mit ihren entsprechenden Material- und Informationsflüssen. Es findet die Wertschöpfung durch Leistungserstellung von Gütern bzw. Dienstleistungen statt. Diese Organisationseinheit kann also als ein Produktionssystem

bezeichnet werden. Der Produktionstyp dieser Organisationseinheit lässt sich zu Einmalfertigung oder der Wiederholfertigung bzw. Kleinserienfertigung zuordnen.<sup>95</sup>

Unter dem Aspekt der Organisationsstruktur ähnelt das FWP einem Produktionsunternehmen. Es besteht aus materiellen, informellen sowie finanziellen Produktionsbeziehungen. Es setzt sich aus verschiedenen organisatorischen Hierarchieebenen von einer Führungskraft bis zu den operativen Mitarbeitern in der Aufbauorganisation sowie unterschiedlichen Transformationsprozessen in der Ablauforganisation zusammen. Im Rahmen der Definition von Unternehmenstypen anhand der quantitativen Merkmale kann das FWP mit zehn Beschäftigten als ein Kleinunternehmen angesehen werden. Wie die meisten KKU verfügt das FWP über begrenzte Ressourcen im Vergleich zu mittleren bzw. Großunternehmen. Vor allem erreichen die Mitarbeiter aufgrund der niedrigen Mitarbeiteranzahl und gleichzeitig der stetig steigenden Aufträge oft schnell ihre Kapazitätsgrenzen. Diese werden dadurch überlastet, insbesondere insofern, dass einige Mitarbeiter noch nicht mit ausreichenden Kompetenzen anderer Bereiche qualifiziert sind. Neben dem geringen Personalbestand besitzt das FWP begrenztes Finanzkapital. Die Fremdfinanzierung von FWP erfolgt bevorzugt in Form von Forschungsvorhaben und macht also nur einen Teil der gesamten Forschungskosten aus. Darüber hinaus verfügt FWP über eingeschränkte und teils dezentrale Räumlichkeiten, da die Räume von der Universität zugeteilt werden und diese bereits seit langer Zeit unverändert bestehen. Dies lässt sich als eine weitere Randbedingung berücksichtigen. Da die Veränderung der Räumlichkeiten an gewisse Vorgaben des Eigentümers gekoppelt ist, können nicht alle für die operative Produktion erforderlichen, idealen Umgestaltungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Fast jedes KKU kann regelmäßig mit ähnlichen Randbedingungen wie Kapazitätsengpässen, begrenzten Finanzmitteln bzw. eingeschränkten Räumlichkeiten konfrontiert werden. Darüber hinaus könnten die vorher erwähnten Problemstellungen bzw. Potentiale vom FWP im Kontext des Produktions-, Prozess- und Human-Resource-Managements ebenfalls in jedem KKU bzw. auch in mittleren und Großunternehmen in verschiedener Art und Weise vorzufinden sein. In Anbetracht der zahlreichen oben genannten Gemeinsamkeiten vom FWP im Vergleich zu Industrieunternehmen wird davon ausgegangen, dass das hier entwickelte und beim FWP erfolgreich verifizierte Konzept zur Einführung des GPS, welches den Fokus auf das Change Management legt, auf weitere ähnliche KKU übertragen werden kann.

In Hinblick auf die Organisation ähnelt das FWP eher einer untergeordneten produzierenden Abteilung eines mittleren Unternehmens anstatt eines selbständigen kleinen Unternehmens. Die betrachtete Abteilung, die als eine Organisationseinheit auf der niedrigen Hierarchieebene basiert, besitzt keine eigenen Funktionsbereiche für Finanz, Vertrieb und Marketing etc. Die Aufgaben des FWP bestehen hauptsächlich aus der operativen Produktion sowie der Lagerverwaltung und nicht aus sonstigen Tätigkeiten, die im Geschäftsbetrieb zusätzlich anfallen würden. Die sogenannten Kunden sind Mitarbeiter aus anderen Abteilungen. Mögliche Aufwendungen sollen bei der höheren Instanz beantragt bzw. genehmigt werden, während die Kalkulation des Kostenvoranschlags bzw. die Einteilung der gesamten Finanzmittel der oberen Hierarchie des Unternehmens obliegen. In Anbetracht dieser Gemeinsamkeiten kann dieses Konzept also nicht nur für ein industrielles Unternehmen, sondern auch für eine produzierende bzw. technische Abteilung oder Arbeitsgruppe eines Unternehmens gelten.

---

<sup>95</sup> Vgl. Kapitel 2.2.1

### 6.3 Diskussion

Neben der Vielzahl der Gemeinsamkeiten mit industriellen KKV weist das FWP einige Besonderheiten als eine Organisationseinheit eines Forschungsinstituts im öffentlichen Dienst auf. Diese bzw. die spezifische Situation eines Forschungsinstituts im öffentlichen Dienst verhalten sich anders als bei einem industriellen Unternehmen in der freien Wirtschaft. Im Folgenden werden die Besonderheiten des Forschungsobjekts FWP gegenüber Industrieunternehmen weiter analysiert, um die Übertragbarkeit des Konzepts auf die Industrie und eventuell erforderliche Anpassungen weiter zu diskutieren.

Vor allem fallen für eine Organisationseinheit des öffentlichen Diensts im hier betrachteten Beispiel keine direkten Kosten für Wasser, Strom bzw. Luft oder Heizung sowie keine Lagerkosten an. Auch der Kostenanteil von Mitarbeitern oder Maschinen bzw. Ausrüstungen wird teilweise direkt über die Forschungsvorhaben verrechnet und ist in den Fördermitteln enthalten. Es fallen in diesem Fall nur die Kosten von Betriebsmitteln und die Maschinenabnutzung an. Diese Besonderheiten kommen in der Regel bei einem gewöhnlichen KKV nicht vor. Ein KKV in der freien Wirtschaft muss jedoch bei der Kalkulation des Budgets für die Investition in die Veränderungen im Zusammenhang mit der Einführung des GPS die o. g. beim FWP nicht anfallenden Kosten mitberücksichtigen. Dies kann dazu führen, dass die Einführung des GPS in einem industriellen KKV hinsichtlich des verfügbaren Investitionsbudgets schwieriger durchzuführen ist und die gesamte Zeit der GPS-Einführung noch länger dauert.

Im Industriebereich existieren verschiedene Arbeitszeitmodelle. Meistens wird entweder von fester Arbeitszeitgestaltung gesprochen oder es herrscht dort das Arbeitszeitmodell der Schichtarbeit. Die Zeiten des Arbeitsbeginns und -endes sind häufig fest vorgegeben und die Mitarbeiter müssen sich an diese starren Vorgaben halten. Auch in vielen modernen Industrieunternehmen ist die Gleitzeitregelung zur flexiblen Arbeitszeitgestaltung verbreitet. Arbeitnehmer können Arbeitsbeginn und -ende zwar innerhalb bestimmter Grenzen frei wählen, dennoch ist oftmals eine Kernarbeitszeit und die Dauer der täglichen Arbeitszeit festgelegt. Während der Kernarbeitszeit müssen alle Beschäftigten anwesend sein. Im Vergleich dazu ist die Rahmenzeit gemäß der Regelung der gleitenden Arbeitszeit im Öffentlichen Dienst noch weiter und die Kernarbeitszeit noch flexibler definiert. Dies besteht in industriellen KKV normalerweise nicht. Die PPS kann dort prinzipiell besser implementiert werden.

Darüber hinaus sollte es die Besonderheit des offenen Lagersystems ohne bestimmten Lageristen bei großer Personalfuktuation im Industriebereich in der Regel nicht geben. Ein Industrieunternehmen beschäftigt zumeist einen oder mehrere Lageristen, die sich um die Tätigkeiten im Lagerbereich bzw. in der Logistik wie die ordnungsgemäße Warenannahme, die systematische Lagerverwaltung, die sachgerechte Auslagerung bzw. Entsorgung usw. kümmern. Zugleich übernehmen die Lageristen dann auch wichtige Aufgaben wie die Verantwortung über Sauberkeit und Ordnung. Einige KKV verfügen aufgrund des Personalengpasses, wie auch beim FWP, über keine Lageristen. Dennoch besitzen sie ein zentrales und geschlossenes Lagersystem, welches nur in definierten Bereichen zugänglich ist und/oder nur durch befugte und qualifizierte Mitarbeiter bedient werden kann. Das geschlossene System bietet einerseits einen besseren Schutz vor Diebstahl, Sabotage und anderen Einflüssen. Andererseits ermöglicht ein geschlossenes Lagersystem auch die Erleichterung bei der Lagerverwaltung in Bezug auf Sauberkeit und Ordnung. Ein zentrales Lager hat zudem gegenüber der dezentralen Variante die Vorteile, ein effizienteres Bestandsmanagement sowie eine hohe Standardisierung zu realisieren. Lagerkosten, Personalkosten bzw. Verwaltungsaufwand können dabei

reduziert werden. Das Bestandsmanagement bzw. die Lagerverwaltung in industriellen Unternehmen dürfte aus diesen Gründen gegenüber FWP besser bzw. einfacher durchgeführt werden.

Die Forschung stellt eine weitere Besonderheit gegenüber einem Industrieunternehmen dar. Erstens sind alle Kundenaufträge, die sowohl in der Werkstatt zur Fertigung als auch im Prüffeld im Kontext der experimentellen Untersuchungen erteilt werden, mit einem bestimmten Forschungsvorhaben verbunden. Für das Abarbeiten der Aufträge steht jedoch nur ein begrenzter Zeitraum zur Verfügung. Der große Unterschied bei möglichen Terminkonflikten besteht darin, dass ein Industrieunternehmen in Absprache mit den Kunden Aufträge anders terminieren oder sogar bei der Kundenanfrage ablehnen kann. Hingegen wird ein Projekt in der Regel nach der Genehmigung des Vorhabens innerhalb der vorgegebenen Projektzeit am Forschungsinstitut durchgeführt. Eine Umterminierung bzw. eine Ablehnung kommt aus wirtschaftlichen, wissenschaftsbezogenen strategischen sowie politischen Gründen normalerweise nicht in Frage. Während sich einige Aufträge bei einem Terminkonflikt noch extern abwickeln lassen, muss eine große Anzahl der Aufträge aufgrund spezifischer Anforderungen durch die einzelnen Forschungstätigkeiten intern ausgeführt werden. Zum einen verfügt ein externer Dienstleister oftmals nicht über die erforderlichen, projektspezifischen wissenschaftlichen Erfahrungen und kann daher den Auftrag nicht entsprechend den Anforderungen ausführen. Zum anderen kann das Forschungsinstitut das Angebot der externen Firma aufgrund der eingeschränkten Fördermittel nicht immer finanzieren oder aufgrund des begrenzten Zeitrahmens des Forschungsprojekts zeitlich nicht akzeptieren. Dies führt dazu, dass mehrere Aufträge gleichzeitig hinsichtlich ihrer Wichtigkeit und Dringlichkeit gefertigt werden müssen. Dann herrscht eine sehr hohe Überlastung im Unternehmen aufgrund der mangelnden Maschinen- und Personalkapazität. Eine termingerechte Produktion ist in Ausnahmefällen nicht mehr möglich.

Darüber hinaus können viele Störgrößen aufgrund der Besonderheiten der wissenschaftlichen Forschung nicht vorab kalkuliert werden. Diese müssen aber beim Auftreten umgehend beseitigt werden. Dies sind zum Beispiel ein durch den Ausfall von Prüfteilen verursachter Schaden an einer Prüfstandskomponente oder die nicht vorhersehbare Überarbeitung bzw. spezifizierte Modifikation eines Prüfteils für eine laufende Untersuchung. Eine Auftragsunterbrechung ist in diesem Fall notwendig und lässt sich nicht vermeiden. Dies führt zu weiteren Schwierigkeiten bei der PPS. Solche Störgrößen treten im Industriebereich zumindest in diesem Umfang in der Regel nicht auf. Das bedeutet, dass die Einführung der PPS in industriellen KKV noch effektiver und effizienter implementiert werden kann.

Eine weitere Besonderheit schlägt sich im Einstellungs- sowie Entgeltsystem des öffentlichen Diensts nieder. Auf der einen Seite werden die Mitarbeiter des FWP nach den Tätigkeitsmerkmalen in einer bestimmten Entgeltgruppe eingruppiert, welche tariflich mit einem relativ starren Tabellenentgelt festgelegt ist. Im Vergleich zu industriellen Unternehmen ist das Leistungsentgelt relativ niedrig und die Möglichkeit einer erheblichen Lohnerhöhung bzw. einer Beförderung relativ gering. Daraus ergibt sich für die Mitarbeiter weniger Anreiz zur Erhöhung der Arbeitsmotivation und weiterhin zur Maximierung ihrer Arbeitsleistung. Darüber hinaus haben die Arbeitgeber im öffentlichen Dienst aus diesen Gründen auch mehr Schwierigkeiten, weiteres gut qualifiziertes Personal zu rekrutieren. Auf der anderen Seite ist es noch schwieriger als in industriellen Unternehmen, insbesondere bei den problematischen Mitarbeitern mit sogenannter Planstelle, diese in andere Abteilungen zu versetzen oder sogar zu entlassen. Diese Schwie-



rigkeit besteht in Industrieunternehmen normalerweise nicht. Das bedeutet, dass die Einführung des GPS in industriellen KKV hinsichtlich des Human-Resource-Managements noch effektiver und effizienter realisiert werden kann.



## 7 Empfehlungen

Die Auswertung des Konzepts „Change-Management-fokussierte Einführung des GPS“ bei FWP und die Ergebnisse der Diskussion haben aufgezeigt, dass zum einen die Möglichkeit der Einführung des GPS in KKU besteht. Ebenso hat sich gezeigt, dass das entwickelte Konzept beim Übertragen auf andere Bereiche/Unternehmen individuell angepasst werden muss. Damit die Erfolge vom FWP auf weitere industrielle Unternehmen maßgeschneidert übertragen und die Misserfolge möglichst frühzeitig vermieden werden können, werden im Folgenden einige Empfehlungen abgeleitet.

Zunächst ist aufgrund der meist eingeschränkten Räumlichkeiten in KKU zu empfehlen, die Methoden für das Bestandsmanagement im Rahmen des GPS effizienter zu nutzen. Vor allem ist es für KKU notwendig, deutlich verkleinerte Lagerbestände im Vergleich zu mittleren und Großunternehmen vorzuhalten. Die Lagerbestände von einzelnen Produkten sollen nur nach Bedarf bzw. so viel wie nötig vorrätig gehalten werden. Die Wiederbeschaffung sollte so spät wie möglich ausgelöst werden. Sowohl der Mindest- und Höchstbestand als auch ggf. die Aufbewahrungsfrist eines Produkts lassen sich möglichst reduzieren und standardisieren. Der Einsatz von 5A-Aktionen vermindert einerseits die Verschwendung durch Überproduktion und entlastet folglich das Lager. Andererseits sorgt diese dafür, die Ordnung und eine ausreichende Kapazität des Lagers zu gewährleisten. Die Methode Supermarkt mit Kanban gewährleistet das zielsichere und schnelle Wiederfinden der benötigten Lagergüter und unterstützt zusätzlich dabei, sämtliche für den Transport wichtige Informationen zu erfassen und die Lagerbestände am effizientesten hinsichtlich der Menge und Lieferzeit zu rationalisieren [Dai19]. Aus den Ergebnissen der kombinierten ABC- und XYZ-Analyse lassen sich Maßnahmen zur besseren Gestaltung des Bestandsmanagements ableiten [Gra17]. Unter anderem bedarf das Unternehmen dabei einer kooperativen Kunden-Lieferanten-Beziehung.

Darüber hinaus verfügen KKU nur über begrenzte Ressourcen an Finanzkapital und eingeschränktes technisches Know-how. Trotz der höheren Flexibilität gegenüber Veränderungen stoßen KKU bei der Konfrontation mit neuen Kompetenzanforderungen schnell an ihre eigenen Grenzen. KKU müssen vor allem alle Subsystemaspekte des Produktionssystems gleichzeitig betrachten, statt die Philosophie des GPS nur oberflächlich zu verstehen und die Art und Weise der Einführung bzw. Umsetzung von anderen Unternehmen ohne Anpassung zu kopieren oder sogar diese fehlzuinterpretieren. Ein Veränderungsprozess sollte erst nach der Analyse und Bewertung der Möglichkeit und Notwendigkeit ausgeführt werden. Dabei dürfen die einzelnen Methoden nicht isoliert angewendet werden. Übermäßige Investition in Veränderungen verursacht eine Verringerung der Liquidität und ggf. Unterbrechung der Kapitalkette. Dies führt des Weiteren zu einem erhöhten Risiko der Insolvenz des Unternehmens, bevor die Einführung des GPS erfolgreich durchgeführt wurde. Aufgrund mangelnden Know-hows ist GPS-Einführung für KKU ohne eine fachliche Beratung durch Experten nicht empfehlenswert.

Das GPS funktioniert als ein ganzheitlicher Geschäftsprozess. Als guter Prozess muss das GPS vor allem effektiv, effizient und ständig optimierbar sein. Aus diesem Grund müssen alle Veränderungsprozesse bei der Einführung des GPS darauf abzielen, die Effektivität und Effizienz des ganzen Systems zu steigern und die Gesamtleistung zu maximieren. Dabei müssen alle Einflussgrößen im Rahmen des GPS auf den Prüfstand gestellt und optimiert werden, damit Verschwendungen aller Arten zunächst minimiert und dann eliminiert werden können. Davon betroffen sind nicht nur die Tätigkeiten im direkten als auch im indirekten Produktionsbereich, sondern auch die die Aktivitäten ausführenden Mitarbeiter. Ebenso wie sich ein Prozess nicht völlig von anderen Prozessen loslösen lässt, hängen alle Subsysteme des GPS

sehr eng miteinander zusammen. Wird ein Veränderungsprozess in Bezug auf ein Subsystem durchgeführt, müssen mögliche Auswirkungen auf die anderen Subsysteme berücksichtigt werden. Mit anderen Worten dient ein Veränderungsprozess in einem Subsystem eigentlich einer Veränderung im ganzen Produktionssystem.

„*Our existence cannot just be about solving one miserable problem after another.*“<sup>96</sup> Viele Unternehmen verschwenden enorm Energie, indem sie sich auf die irrelevanten Probleme konzentrieren oder nach einer sogenannten perfekten Lösung suchen. Jedoch sind nicht alle Probleme gleich wichtig und eine Lösung muss gar nicht perfekt sein. Unternehmen müssen sich daher auf die richtigen und wichtigen Probleme fokussieren und dementsprechend angemessene Maßnahmen ergreifen. Anlässlich des SZ-Wirtschaftsgipfels ergab sich das prägnante Zitat von THORSTEN DIRKS<sup>97</sup> „*Wenn Sie einen Scheißprozess digitalisieren, dann haben Sie einen scheiß digitalen Prozess.*“. Viel schwieriger als Veränderungsmaßnahmen an sich, wie beispielsweise die Digitalisierung, sind die Umgestaltung von Strukturen und die ganzheitliche Anpassung bzw. Optimierung von Prozessen. Bevor ein Veränderungsprozess durchgeführt wird, müssen der Prozess sowie die mit ihm verbundenen Prozesse und deren Prozessschritte analysiert und verständlich gemacht werden. Bestehen grundlegende Probleme als unüberwindbare Barriere in einem ineffektiven Prozess, sodass jegliche augenscheinliche Optimierung dieses Prozesses zu einem scheinbar optimierten Teilprozess führt, aber ganzheitlich eine Verschlechterung hervorruft, ist hier eine revolutionäre Veränderung (Kaikaku) erforderlich. Die darin investierten Kosten und Zeiten lassen sich als „Sunk Cost“ betrachten. Auf diese sollte trotz der anfallenden Investition in der Vergangenheit verzichtet werden.

Bei der Einführung des GPS bzw. Durchführung von Veränderungsprozessen spielt der Faktor Mensch eine entscheidende Rolle. Die von der Veränderung betroffenen Menschen, sowohl Führungskräfte als auch Mitarbeiter, müssen dabei miteinbezogen werden. Insbesondere in KKV sind Menschen von maßgebender Bedeutung. Der Grund dafür liegt einerseits daran, dass sie die Veränderungsprozesse durchführen und zugleich auch mehrere Tätigkeiten aktiv übernehmen. Andererseits besitzt das einzelne Individuum einen größeren Anteil am Ganzen, je kleiner die Anzahl der Beschäftigten im Unternehmen ist. Daher haben die persönlichen Meinungen und Interessen des Individuums bei der Durchführung von Veränderungsprozessen umso mehr Einfluss auf die Entwicklung des Unternehmens. Ein Veränderungsprozess gelingt nur mit diesen Menschen.

STRAUB ET AL. [Str13] nehmen das Verhalten von Zugvögeln als Vorbild für die Grundvoraussetzung eines erfolgreichen Veränderungsprozesses und zeigen auf, dass Menschen das gleiche Prinzip wie Zugvögel bei Veränderungsprozessen verfolgen können. Die Zugvögel brechen zweimal pro Jahr zu einer großen Reise auf, im Spätherbst in den Süden und im Frühling wieder zurück in den Norden. Aus Individuen organisieren sich die Vögel in Schwärmen, um das ferne Ziel konsequent und erfolgreich erreichen zu können (Abbildung 67, links). Noch vor dem Ansteuern der Winterquartiere üben die Vögel gemeinsam den Formationsflug. Dabei orientiert sich jeder Vogel während der Übungsflüge an seinen Nachbarn. Wenn Neuankömmlinge dazu stoßen, steigt der Schwarm erneut auf und integriert die Neuen ins Team. Während der mehreren tausend Kilometer langen Flugreise fliegen sie über die gesamte Zeit in der

---

<sup>96</sup> Elon Musk

<sup>97</sup> Thorsten Dirks war von 2014 bis 2016 der Chief Executive Officer (CEO) und Vorstandsvorsitzender Telefónica Deutschland Holding AG.

gleichen Formation. Dabei entwickeln sie gemeinsam Verteidigungsstrategien gegen Raubvögel und entdecken gemeinsam Nahrungsquellen oder geeignete Rastplätze. Darüber hinaus bestimmen die Leittiere an der Spitze nicht nur die Richtung, sondern sie wechseln sich vielmehr ab und unterstützen einander bei Problemen wie Seitenwind oder bedecktem Himmel, um die Richtung einzuhalten. Dadurch steuern die Zugvögel des Schwarms unbeirrt ein klar beschlossenes Ziel an, unabhängig davon, ob Gegenwind sie verlangsamt oder Rückenwind sie unterstützt.



Abbildung 67: Change Management durch aktive Optimisten (rechts) anhand des Zugvogel-Prinzips (links)<sup>98</sup>

Unternehmen sollten die Analogie zu Zugvögeln nutzen, um die Einführung des GPS durch Veränderungsprozesse durchzuführen. Dabei bedürfen Unternehmen vor allem aktiver Optimisten als „Leittiere“ des Teams, die sowohl zu Veränderungsprozessen bereit sind als auch die richtige Richtung der Veränderung kennen und nicht zuletzt über die Fähigkeit zur Lösungsfindung bei Problemen während des Veränderungsprozesses verfügen. Während die anderen Teammitglieder noch in ihren Komfortzonen bleiben und die Optimierungspotentiale noch nicht erkennen, entwickeln sich die aktiven Optimisten bereits vorbildlich durch Lernprozesse auf ein höheres Niveau und beweisen dadurch die Möglichkeit der Veränderung (Abbildung 67, rechts). Die aktiven Optimisten sollten sich nicht nur aus der Unternehmensführung, sondern ebenfalls aus Mitarbeitern zusammensetzen. Auch Führungskräfte sprechen häufig den unbefriedigenden Ist-Zustand nicht an und verteidigen diese paradoxe Situation sogar, selbst wenn sie den Stillstand des Unternehmens bzw. die Notwendigkeit einer Veränderung schon früh gespürt haben. Statt der Unternehmensführung zu folgen, können die Mitarbeiter sich vielmehr als Treiber eines Veränderungsprozesses verhalten und die Führungskräfte unterstützen, gemeinsame Ziele und Bewertungsmaßstäbe zu entwickeln sowie sich daran zu halten. Darüber hinaus erfordern erfolgreiche Veränderungsprozesse zwingend eine Ausrichtung des Teams, d. h. alle Beteiligten müssen sich einig sein und das gemeinsame Ziel verfolgen. Nur in einer Unternehmenskultur, die Kreativität von Menschen fördert und auch Scheitern zulässt, können ungewöhnliche oder radikale Veränderungen erfolgreich umgesetzt werden. Sonst leisten die Beteiligten Widerstände und blockieren die Veränderungsprozesse aus

---

<sup>98</sup> Bildquelle URL: links: <https://www.juist.de/blog/mini-fortbildung-in-sachen-nationalpark-wattenmeer-auf-juist/>; rechts: <https://www.istockphoto.com/de/fotos/goldfisch-springt?phrase=goldfisch%20springt&sort=mostpopular>

Angst oder verzögern die Umsetzung aus Gewohnheit. Unter anderem brauchen Veränderungsprozesse ein transparentes und von allen Beteiligten akzeptierbares Ziel. Hierbei gelten die SMART-Grundsätze und es empfiehlt sich, Prozessziele statt Ergebnisziele zu definieren. Menschen spüren instinktiv schon früh, wenn Veränderungen notwendig sind. Dennoch werden nicht immer die Gedanken bzw. Optimierungspotentiale angesprochen. Jedoch sind Informationen und Kommunikation bei einem Veränderungsprozess maßgebend. Unwissenheit erzeugt Angst, Ärger und Ablehnung. Aus diesem Grund ist eine intensive und transparente Informationspolitik im Unternehmen zwingend erforderlich. Alle Beteiligten müssen während eines Veränderungsprozesses über den aktuellen Stand, den Verlauf der Umsetzung, den Fortschritt sowie die noch ausstehenden Aktivitäten informiert sein. Für einen wirksamen Informationsaustausch bei Veränderungsprozessen lassen sich die sechs Leitgedanken in Anlehnung an das Zitat von KONRAD LORENZ verwenden (siehe Abbildung 68), um alltägliche Fehlkommunikation zu vermeiden.

Kommunikationshürden	Informationssender	Informationsempfänger
<b>gedacht ≠ gesagt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ deutlich aussprechen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ im Falle von Unklarheiten fragen</li> </ul>
<b>gesagt ≠ gehört</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sich vergewissern, was die anderen gehört haben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ verpasste Informationen besorgen</li> </ul>
<b>gehört ≠ verstanden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sich vergewissern, dass die anderen verstanden haben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ angekommene Info. wiederholen</li> <li>▪ bei Missverständnissen fragen</li> </ul>
<b>verstanden ≠ einverstanden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zahlen/Daten/Fakten</li> <li>▪ Zustimmung überprüfen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ eigene Meinung aussprechen</li> <li>▪ neutrale Diskussion durchführen</li> </ul>
<b>einverstanden ≠ angewendet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ziele zur Umsetzung realisieren</li> <li>▪ bei Umsetzung helfen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hilfsmittel und Unterstützung bei der Umsetzung anfordern</li> </ul>
<b>angewendet ≠ beibehalten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kontrolle</li> <li>▪ Unterstützung anbieten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Selbstkontrolle durchführen</li> <li>▪ Unterstützung anfordern</li> </ul>

Abbildung 68: Leitgedanken in Veränderungsprozessen von LORENZ nach RÖHNER [Röh16]

Damit eine gute Möglichkeit der Veränderung nicht in der Wiege des Gedankens schon erdrosselt oder ein Veränderungsprozess auf halbem Weg zum Erliegen gebracht wird bzw. der erfolgreich erzielte Zustand wieder in alte Muster zurückfällt, wird empfohlen, den folgenden Leitfaden zu verfolgen:

- Ein Gedanke erfordert eine schnelle Aktion.
- Eine Aktion bedarf eines SMART-Ziels.
- Die Zielerreichung benötigt einen ausführlichen Plan.
- Ein Plan gehört konsequent umgesetzt und verwirklicht.
- Die Umsetzung eines Plans muss während der Ausführung regelmäßig überprüft werden.
- Als Konsequenz bei der Überprüfung ist eine Belohnungs- bzw. Sanktionsmaßnahme erforderlich<sup>99</sup>.

Während der Ausführung eines Veränderungsprozesses sollte sich die Führungskraft eher als ein Manager statt als ein „Anführer“ darstellen und den Mitarbeitern mehr Freiheiten für ihre

<sup>99</sup> Dies ist aufgrund der Randbedingungen bzw. Besonderheiten des FWP nicht realisiert.

eigene Kreativität geben. Dies kann damit begründet werden, dass zu viel dargestellte Fachkompetenz zu mehr Kritik bzw. Vorwürfen führen kann, was die Motivation der Mitarbeiter für Veränderungen beeinträchtigen kann. Nicht alle negativen Ergebnisse dürfen akzeptiert werden. Die Mitarbeiter müssen die Konsequenzen von großen Fehlern tragen. Ein Anreizmechanismus bzw. eine Sanktionsmaßnahme ist daher erforderlich.

Es wird oftmals von Sandwich-Kritik gesprochen, bei der negatives Feedback bzw. konstruktive Kritik wattweich in Anerkennung mit lobenden Worten verpackt werden soll, damit die Kritik besser aufgefasst wird. Es ist klar, dass Kritik keine Freude macht. Jedoch entwertet die mehrmalige Anwendung von Sandwich-Kritik einerseits trotz der oberflächlichen Höflichkeit die berechnete Anerkennung, da der Gegenüber dann durch selektive Wahrnehmung Lobweniger ernst nimmt und nur mehr die Kritik erwartet. Andererseits verwässern die lobenden Worte die Kritik. Dies kann zu Missverständnissen und Folgefehlern führen. In der Tat bietet ein Feedback dem Empfänger immer einen Mehrwert, gleich ob es positiv oder negativ ist. Bei Veränderungsprozessen handelt es sich darum, das Problem offen und transparent anzusprechen und gemeinsam nach einer Lösung zu suchen, um die Aufgabe besser auszuführen und gemeinsam das Ziel zu erreichen. Als eigenverantwortliche Menschen müssen die am Veränderungsprozess beteiligten Mitarbeiter aus Fehlern Konsequenzen ziehen, um sich persönlich weiterzuentwickeln. Aus diesem Grund wird in der vorliegenden Arbeit empfohlen, konstruktives Feedback eindeutig von Anerkennung zu trennen. Es darf entsprechend kritisiert werden, ohne dass gleichzeitig gelobt werden muss.

Schließlich ist aufzuzeigen, dass die nachhaltige Einführung des GPS in ein KKK eine lange Zeit, etwa zwischen fünf bis zehn Jahre, in Anspruch nehmen kann. KKK müssen daher ausreichend Zeit dafür vorsehen und entsprechend investieren. Langfristige Erfolge sind wichtiger als eine kurzfristige Kosteneinsparung. Dabei sollten Unternehmen danach streben, Veränderungen bei der Einführung des GPS als ein tägliches Management zu interpretieren, statt diese als etwas Separates anzusehen. Sowohl die Produktion als auch alle damit verbundenen Prozesse und nicht zuletzt die in Prozessen beteiligten Menschen müssen ständig durch Veränderungsprozesse verbessert und weiterentwickelt werden. Es geht hierbei um die kontinuierliche Verbesserung in allen Aspekten. Optimierungspotentiale, die weitere Durchführung von Veränderungsprozessen erfordern, bestehen immer. Das Erreichen eines Zielzustands darf nicht als die Erreichung des Endziels angesehen werden. Unternehmen ohne Probleme bzw. Verbesserungspotentiale stehen gewissermaßen still.





## 8 Zusammenfassung und Ausblick

### 8.1 Zusammenfassung

Produzierende Unternehmen sind ständig sich verändernden Rahmenbedingungen wie veränderten Gesetzeslagen, wirtschaftlichen Turbulenzen, globalisierten Märkten und der damit einhergehenden internationalen Konkurrenz, ausgesetzt [Sto13]. Neugründungen, Insolvenzen, Pleiten und Fusionen sind an der Tagesordnung. Überall wird umorganisiert. Auch die Arbeit in Unternehmen ist mit einem ständigen Wandel konfrontiert. Dabei handelt es sich um immer steigende Kundenanforderungen in Hinsicht auf Qualität, Schnelligkeit, Wirtschaftlichkeit und Flexibilität [Erl10]. Neben der Zuverlässigkeit und Wettbewerbsfähigkeit in Kernkompetenzen wird der Unternehmenserfolg zukünftig in starkem Maße von der Wandlungsfähigkeit aller Ebenen geprägt [Nyh08]. Nur wandlungsfähige Unternehmen sind nachhaltig zukunftsfähig. Seit Jahren wird das GPS in Industrieunternehmen implementiert [VDI12]. Obwohl es sich im Allgemeinen sowohl auf KMU als auch auf Großunternehmen bezieht, existiert das GPS überwiegend in mittleren und Großunternehmen. Hingegen wird es in KKK kaum realisiert oder die KKK sind an der langfristigen Einführung des GPS gescheitert [Bec08].

Die Ursachen des Scheiterns bei der Einführung des GPS in KKK lassen sich auf unterschiedliche Gründe zurückführen. Ein Grund dafür ist, dass viele KKK keine angemessene Aufmerksamkeit auf die Wichtigkeit und Notwendigkeit der Einführung eines GPS richteten [Bec18]. Diese Unternehmen waren dafür nicht genügend motiviert. Weiterhin wurden die Mitarbeiter bei der Einführung des GPS nicht ausreichend einbezogen bzw. nicht davon überzeugt, sodass Missverständnisse oder sogar Blockaden während der Implementierung auftraten [Ohn09]. Trotz der Motivation in der Unternehmensführung zeigten die Mitarbeiter keine entsprechende Bereitschaft für Veränderungen. Ein weiterer Grund besteht darin, dass die Philosophie des GPS nur oberflächlich verstanden und die bestehenden Ansätze daher nur teilweise unter beschränktem Aspekt eingesetzt wurden [Sta12]. Teilweise wurde versucht, die Umsetzung in anderen Unternehmen ohne Anpassung zu kopieren. Dies resultiert aus fehlenden Fähigkeiten durch mangelnde Kenntnisse. Darüber hinaus gerieten viele KKK aufgrund unzureichender Ressourcen an Personal, Finanzmitteln, Zeit bzw. Räumlichkeiten in ein Dilemma, in welchem Maße bzw. ob die Einführung des GPS noch konsequent und nachhaltig ausgeführt werden kann [Sta99]. Denn die Einführung eines Produktionssystems ist zeit- und kostenaufwendig und kann darüber hinaus in Konflikt mit den üblichen Tätigkeiten im Unternehmensalltag stehen [Kos13a]. Entsprechend handelt es sich diesbezüglich um die Frage der grundsätzlichen Möglichkeit bzw. Fähigkeit zur Umsetzung.

Vor diesem Hintergrund wird in dieser Arbeit unter Berücksichtigung der Besonderheiten von KKK gegenüber mittleren und Großunternehmen ein spezifisches Konzept entwickelt, um das GPS individualisiert einzuführen. Dieses Konzept fokussiert sich auf das Change Management und betrachtet alle Aspekte im Unternehmen gleichzeitig. Es zielt entsprechend darauf ab, durch Veränderungsprozesse sämtliche Optimierungspotentiale des Unternehmens auszuschöpfen, Verschwendung aller Arten zunächst zu reduzieren und dann schließlich zu eliminieren. Somit lässt sich das Produktionssystem ganzheitlich entwickeln.

Das entwickelte Konzept lässt sich durch ein mehrstufiges Getriebe verbildlichen, das auf eine bestimmte Anwendung bzw. auf ein bestimmtes Ziel ausgerichtet ist. Dieses Getriebe hat das Change Management als Antriebsstufe und das GPS als Abtriebsstufe. Sowohl die Antriebs- als auch die Abtriebsstufe werden durch Planetengetriebe realisiert. Die Antriebsstufe Change Management setzt sich aus dem Change-Bedarf bzw. der Notwendigkeit der Veränderung als

das Sonnenrad und den drei Determinanten der Leistungserstellung für eine Veränderung, nämlich der Motivation, der Möglichkeit und der Fähigkeit, die als Planetenräder des Getriebes betrachtet werden können, zusammen. Die von der Antriebsstufe erzeugte Leistung für Veränderungen wird auf das Produktionssystem übertragen und treibt unter anderem das Top-Management zu Veränderungen an. Dort werden alle bei der Einführung des GPS betroffenen Menschen einerseits zur Veränderung motiviert und andererseits für die Veränderung benötigten Fähigkeiten qualifiziert. Nicht zuletzt wird den Mitarbeitern die Möglichkeit zur Weiterentwicklung zur Verfügung gestellt. Die Philosophie des Change Managements und die damit einhergehende Unternehmenskultur der Veränderung im Top-Management treiben das Management der einzelnen Subsysteme des Unternehmens an und somit in Folge das GPS. Zudem lässt sich der Kernaspekt eines Subsystems, wie Produktion, Prozesse oder Menschen, mithilfe der Anwendung von Methoden im Rahmen des klassischen GPS nach VDI 2870 ([VDI12] und [VDI13]) o. ä. weiterentwickeln.

Neben der alleinigen Betrachtung des GPS in Draufsicht<sup>100</sup> wird dessen Einführung nach dem entwickelten Konzept auch unter dem dynamischen Aspekt in Form einer S-Kurve aufgezeichnet. Es wird aufgezeigt, dass die Einführung des GPS selbst einen Veränderungsprozess darstellt und eine lange Zeit in Anspruch nehmen kann. Bei der Implementierung lassen sich je nach der Situation evolutionäre (Kaizen) und/oder revolutionäre (Kaikaku) Veränderungen durchführen, unter der Voraussetzung, dass die Einführung des GPS als das Zielergebnis klar festgelegt werden muss. Sämtliche Veränderungsprozesse haben sich unbeirrt danach auszurichten. Dabei empfiehlt sich das Gestaltungsprinzip KVP nach VDI 2870 [VDI12] als eine geeignete Strategie für die Durchführung von Veränderungsprozessen. Das Konzept ermöglicht somit KKU oder Organisationseinheiten von Unternehmen, sich an eine dynamische und wandelnde Umwelt anzupassen. Dies zielt insbesondere auf die Erhöhung der organisatorischen Effektivität und Effizienz ab.

Anschließend wird die Tauglichkeit bzw. Realisierbarkeit des entwickelten Konzepts anhand eines Fallbeispiels verifiziert. Die Erfolge bei dem Fallbeispiel „Forschungswerkstatt und -prüf-feld (FWP)“ und die Ergebnisse von dessen Diskussion weisen auf, dass das in dieser Arbeit entwickelte Konzept, nämlich die Change-Management-fokussierte Einführung des GPS, auch auf den Industriebereich übertragbar ist. Das Konzept eignet sich sowohl für ein KKU als auch für eine technische Abteilung/Gruppe in einem mittleren bzw. Großunternehmen und nicht zuletzt für eine technische Abteilung/Gruppe im öffentlichen Dienst wie das Forschungsobjekt selbst. Jedes Unternehmen verfügt über seine eigenen Besonderheiten und Einschränkungen, weswegen der Fokus auf das Change Management gesetzt wird. Aufgrund des relativ kleinen Unternehmensumfangs an Produktionsaufträgen, Prozessen, Personal und Räumen verfügen KKU über eine größere Flexibilität im Hinblick auf Veränderungen als mittlere und Großunternehmen. Das hier entwickelte Konzept zeigt hauptsächlich die allgemeine Ausrichtung für die Einführung des GPS auf, während die konkrete Gestaltung des Konzepts an die Situation des jeweiligen Unternehmens bei der praktischen Umsetzung individuell angepasst werden muss.

## 8.2 Ausblick

Ein GPS ist nicht auf die Produktion begrenzt, sondern bildet ein unternehmensspezifisches, methodisches Regelwerk für die konsequente Ausrichtung sämtlicher Unternehmensprozesse

---

<sup>100</sup> Vergleichbar wie die Ansichten einer technischen Zeichnung

auf die Vermeidung von Verschwendung und auf die kontinuierliche Verbesserung zur Sicherung und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens [VDI12]. Die Lean Philosophie gilt für alle Prozesse bzw. alle Funktionsbereiche im Unternehmen. Im Rahmen des GPS sind grundsätzlich auch die Unternehmensbereiche, die dem Endprodukt keinen direkten Mehrwert verleihen, aber hingegen eine indirekte Wertschöpfung für das Unternehmen erbringen, ebenfalls von der Einführung des GPS betroffen. In das entwickelte Konzept können noch weitere Subsysteme in Bezug auf andere Unternehmensbereiche neben der Produktion integriert werden. Das Konzept lässt sich entsprechend auch dort einführen und umsetzen. Dabei könnte es sich um beispielsweise ein papierloses bzw. -armes Büro oder um ein standardisiertes Datenmanagementsystem handeln. Schließlich wird vom „Ganzheitlichen Unternehmen“ (Lean Enterprise) gesprochen.

Dem ständigen Wandel unterliegen auch nicht-produzierende Unternehmen. Ihre Organisationen müssen ebenfalls auf die sich verändernden Anforderungen des Marktes flexibel reagieren. Veränderungsprozesse unterscheiden sich nicht in Unternehmenstypen, sondern im Allgemeinen in der Aufbau- und Ablauforganisation sowie im individuellen Arbeitsverhalten. Das in der vorliegenden Arbeit für produzierende Unternehmen entwickelte Konzept kann somit angepasst auch in KKU anderer Typen angewendet werden. Des Weiteren ist zu erörtern, ob bzw. wie die Funktionsweise des Konzepts auch auf mittlere und Großunternehmen übertragen werden kann.

Abschließend ist zu betonen, dass die Produktion das ausschlaggebende Element des Produktionssystems bei produzierenden Unternehmen darstellt. Die damit einhergehende PPS von der strategischen bis zur operativen Ebene gewährleistet eine nachhaltige Gewinnrealisierung des Unternehmens. Zugleich ermöglicht die PPS eine bessere Ausnutzung von Zeit und Ressourcen, insbesondere bei Unternehmen in kleineren Größen, welche der Initiierung, Planung und Implementierung von Veränderungsprozessen zugute kommt. Wird das Produktionssystem wirklich ganzheitlich betrachtet und erforscht, ist es empfehlenswert, PPS als einen wesentlichen Bestandteil des GPS zu integrieren.



## 9 Literaturverzeichnis

### Normen und Richtlinien

- [BMB99] BMBF (BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG): Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“. Bonn (1999).
- [BMJ18] BMJV (BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ): Handelsgesetzbuch. Zuletzt geändert durch Art. 3 des Gesetzes vom 10.07.2018, URL: [https://www.gesetze-im-internet.de/hgb/\\_267.html](https://www.gesetze-im-internet.de/hgb/_267.html) (Abrufdatum 24.04.2018).
- [EU15] EUROPÄISCHE KOMMISSION: Benutzerleitfaden zur Definition von KMU. Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxemburg (2015).
- [EU06] EUROPÄISCHE KOMMISSION: Die neue KMU-Definition: Benutzerhandbuch und Mustererklärung. Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxemburg (2006).
- [EU03] EUROPÄISCHE UNION: Empfehlung der Kommission: Betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2003) 1422), 2003/361/EG. in: Amtsblatt der Europäischen Union, 20. Mai 2003, S. L 124/36 – 41 (2003).
- [VDI12] VDI (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V.): VDI-Richtlinie 2870-1 – Ganzheitliche Produktionssysteme: Grundlagen, Einführung und Bewertung. Beuth Verlag, Berlin (2012).
- [VDI13] VDI (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V.): VDI-Richtlinie 2870-2 – Ganzheitliche Produktionssysteme: Methodenkatalog. Beuth Verlag, Berlin (2013).
- [VDM14] VDMA (VERBAND DEUTSCHER MASCHINEN- UND ANLAGENBAU E.V.): Zukunftsperspektive deutscher Maschinenbau: Erfolgreich in einem dynamischen Umfeld agieren. Juli 2014, Eigenverlag VDMA, Frankfurt/Main (2014).
- [VDM17] VDMA (VERBAND DEUTSCHER MASCHINEN- UND ANLAGENBAU E.V.): Maschinenbau in Zahl und Bild 2017. Eigenverlag VDMA, Frankfurt/Main (2017).

### Bücher, Zeitschriftenaufsätze, Dissertationen

- [Abe13] ABEL, J.; ITTERMANN, P.; STEFFEN, M.: Wandel von Industriearbeit: Herausforderungen und Folgen neuer Produktionssysteme in der Industrie. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 32/2013. TU Dortmund, Dortmund (2013).
- [Abe11] ABELE, E.; REINHART, G.: Zukunft der Produktion: Herausforderungen, Forschungsfelder, Chancen. Carl Hanser Verlag, München (2011).
- [Alt16] ALTER, U.: Teamidentität, Teamentwicklung und Führung: Wir-Gefühl am Arbeitsplatz ermöglichen – das Potenzial des Teams nutzen. Springer Fachmedien, Wiesbaden (2016).
- [Bad12] BADKE-SCHAUB, P.; HOFINGER, G.; LAUCHE, K.: Human Factors und sicheres Handeln: Human Factors. In: BADKE-SCHAUB, P.; HOFINGER, G.; LAUCHE, K. (Hrsg.): Human Factors: Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2., überarbeitete Auflage, S. 3 – 20 (2012).
- [Bal15] BALSLIEMKE, F.: Kostenorientierte Wertstromplanung: Prozessoptimierung in Produktion und Logistik. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden (2015).

- [Bar10] BARGHORN, K.: Einstellungen und Verhalten von Mitarbeitern in betrieblichen Veränderungsprozessen. Dissertation, Universität Osnabrück (2010).
- [Bau03] BAUER, S.: Perspektiven in der Organisationsgestaltung. In: BULLINGER, H.-J.; WARNECKE, H. J.; WESTKÄMPER, E. (Hrsg.): Neue Organisationsformen im Unternehmen: Ein Handbuch für das moderne Management. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, S. 93 – 128 (2003).
- [Bec16] BECKER, F.: Teamarbeit, Teampsychologie, Teamentwicklung: So führen Sie Teams! Springer Verlag, Berlin Heidelberg (2016).
- [Bec08] BECKER, T.: Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2., neu überarbeitete und erweiterte Auflage (2008).
- [Bec18] BECKER, T.: Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren. Springer Vieweg, Berlin, 3., neu überarbeitete und erweiterte Auflage (2018).
- [Ber08] BERKHOLZ, D.: Einleitung: Wandlungsfähige Produktionssysteme – der Zukunft einen Schritt voraus. In: NYHUIS, P.; REINHART, G.; ABELE E. (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionssysteme: Heute die Industrie von morgen gestalten. PZH Verlag, Hannover, 1. Auflage, S. 13 – 18 (2008).
- [Bie96] BIELENBERG, K.: Der kontinuierliche Problemlösungsprozeß: Konzepte – Schwachstellenanalysen – Optimierungsansätze. Springer Fachmedien, Wiesbaden (1996).
- [Bil15] BILGE, P.; LENDZIAN, H.; STOCK, T.: Gestaltungsprinzipien Ganzheitlicher Produktionssysteme: Standardisierung. In: DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T. (Hrsg.): Ganzheitliche Produktionssysteme: Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 66 – 80 (2015).
- [Bod04] BODEK, N.: Kaikaku – The Power and Magic of Lean: A Study in Knowledge Transfer. PCS Press, Vancouver Washington (2004).
- [Bor12] BORNHÖFT, F.; CORNERS, A.: Prozessoptimierung mit Lean Six Sigma. In: BECKER, J.; KUGELER, M.; ROSEMANN, M. (Hrsg.): Prozessmanagement: Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung, Springer Gabler Verlag, Berlin Heidelberg, 7., korrigierte und erweiterte Auflage, S. 485 – 514 (2012).
- [Bra03] BRAUN, J.: Grundlagen der Organisationsgestaltung. In: BULLINGER, H.-J.; WARNECKE, H. J.; WESTKÄMPER, E. (Hrsg.): Neue Organisationsformen im Unternehmen: Ein Handbuch für das moderne Management. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, S. 1 – 67 (2003).
- [Bru11] BRUNNER, F. J.: Japanische Erfolgskonzepte: KAIZEN, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance, Shopfloor Management, Toyota Production System, GD<sup>3</sup> - Lean Development. Carl Hanser Verlag, München, 2., überarbeitete Auflage (2011).
- [Bul03] BULLINGER, H.-J.; WARNECKE, H. J.; WESTKÄMPER, E. (Hrsg.): Neue Organisationsformen im Unternehmen: Ein Handbuch für das moderne Management. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage (2003).
- [Bur18] BURKE, W.: Organization Change: Theory & Practice. 5th Edition, Los Angeles: SAGE Publications, Los Angeles, 5th Edition (2018).
- [Bus04] BUSCH, A.; DANGELMAIER, W.: Integriertes Supply Chain Management – ein koordinationsorientierter Überblick. In: BUSCH, A.; DANGELMAIER, W. (Hrsg.): Integrier-

- tes Supply Chain Management: Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2. Auflage, S. 1 – 45 (2004).
- [Cla15] CLAUS, T.; HERRMANN, F.; MANITZ, M.: Knappe Kapazitäten und Unsicherheit – Analytische Ansätze und Simulation in der Produktionsplanung und -steuerung. In: CLAUS, T.; HERRMANN, F.; MANITZ, M. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung: Forschungsansätze, Methoden und deren Anwendungen. Springer Gabler Verlag, Berlin Heidelberg, S. 3 – 6 (2015).
- [Cla17] CLAUSHUES, J.; HURTZ, A.: Lean Leadership: Agiles Lean gelingt nur mit den Menschen. BusinessVillage GmbH, Göttingen, 1.Auflage (2017).
- [Dah17] DAHM, M.; BRÜCKNER, A.: Lean Management in Unternehmensalltag: Praxisbeispiele zur Inspiration und Reflexion. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden, FOM-Edition (2017).
- [Dah65] DAHRENDORF, R.: Homo Sociologicus: Ein Versuch zur Geschichte, Bedeutung und Kritik der Kategorie der sozialen Rolle. Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen, 5. Auflage (1965).
- [Dai19] DAI, R.; TOBIE, T.; STAHL, K.: Das “rollierende” Lagerkonzept für Bestandsmanagement in KKU: Eingeschränkte Räumlichkeiten effizienter nutzen. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), Jahrgang 114, Heft 9, S. 559 – 563 (2019).
- [Dal16] DALLWITZ-WEGNER, D.: Unternehmen positiv gestalten: Einstellungs- und Verhaltensänderung als Schlüssel zum Unternehmenserfolg. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden (2016).
- [Dec15] DECKERT, F.; KRENKEL, P.; MIELKE, T.: Gestaltungsprinzipien Ganzheitlicher Produktionssysteme: Null-Fehler-Prinzip. In: DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T. (Hrsg.): Ganzheitliche Produktionssysteme: Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 80 – 95 (2015).
- [Dem00] DEMING, W. E.: Out of the Crisis. The MIT Press, Cambridge Massachusetts London, First MIT Press Edition (2000).
- [Dic07a] DICKMANN, E.; DICKMANN, P.: Intensiv-Lieferantenentwicklung. In: DICKMANN, P.(Hrsg.): Schlanker Materialfluss: Mit Lean Production, Kanban und Innovationen. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 303 – 311 (2007).
- [Dic07b] DICKMANN, E.; DICKMANN, P.: Kanban – Element des Toyota Produktionssystems. In: DICKMANN, P.(Hrsg.): Schlanker Materialfluss: Mit Lean Production, Kanban und Innovationen. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 10 – 13 (2007).
- [Dic07c] DICKMANN, P.: Lean Production – das Toyota Produktionssystem (TPS). in: DICKMANN, P.(Hrsg.): Schlanker Materialfluss: Mit Lean Production, Kanban und Innovationen. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 5 – 9 (2007).
- [Die15] DIESCH, R.; ULLMANN, G.: Gestaltungsprinzipien Ganzheitlicher Produktionssysteme: Visuelles Management. In: DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T. (Hrsg.): Ganzheitliche Produktionssysteme: Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 149 – 162 (2015).
- [Dom15a] DOMBROWSKI, U.; ADAMS, T.; EBENTREICH, D.; KLATTE, H.: Assessment Ganzheitlicher Produktionssysteme. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), Jahrgang 110, Heft 9, S. 518 – 521 (2015).
- [Dom06] DOMBROWSKI, U.; HENNERSDORF, S.; SCHMIDT, S.: Grundlagen Ganzheitlicher Produktionssysteme: Aus der Herkunft für die Zukunft lernen. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), Jahrgang 101, Heft 4, S. 172 – 177 (2006).

- [Dom15b] DOMBROWSKI, U.; JÄGER, F.; BELZ, T.: Einführung Ganzheitlicher Produktionssysteme: Initiale Methodenauswahl und Implementierungssequenzierung – Ein Praxisbericht. In: Zeitschrift für wissenschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), Jahrgang 110, Heft 4, S. 201 – 204 (2015).
- [Dom15c] DOMBROWSKI, U.; KRENKEL, P.; MIELKE, T.: Gestaltungsprinzipien Ganzheitlicher Produktionssysteme: Struktur Ganzheitlicher Produktionssysteme. In: DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T. (Hrsg.): Ganzheitliche Produktionssysteme: Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 26 – 31 (2015).
- [Dom13] DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T.: Lean Leadership – Neue Anforderungen an Führungskräfte in Ganzheitlichen Produktionssystemen. In: Zeitschrift für wissenschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), Jahrgang 108, Heft 10, S. 715 – 719 (2013).
- [Dom15d] DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T.: Einleitung und historische Entwicklung. In: DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T. (Hrsg.): Ganzheitliche Produktionssysteme: Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 1 – 24 (2015).
- [Dom15e] DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T. (Hrsg.): Ganzheitliche Produktionssysteme: Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen. Springer Verlag, Berlin Heidelberg (2015).
- [Dop14] DOPPLER, K.; LAUTERBURG, C.: Change Management: Den Unternehmenswandel gestalten. Campus Verlag, Frankfurt New York, 13., aktualisierte und erweiterte Auflage (2014).
- [Dro15] DROSTE, M.; HASSELMANN V.-R.; LENDZIAN, H.: Gestaltungsprinzipien Ganzheitlicher Produktionssysteme: Fließprinzip. In: DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T. (Hrsg.): Ganzheitliche Produktionssysteme: Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 96 – 109 (2015).
- [Dyc92] DYCKHOFF, H.: Betriebliche Produktion: Theoretische Grundlagen einer umweltorientierten Produktionswirtschaft. Springer Verlag, Berlin [u. a.] (1992).
- [Dyc10] DYCKHOFF, H.; SPENGLER, T.: Produktionswirtschaft: Eine Einführung. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 3., überarbeitete und erweiterte Auflage (2010).
- [Ebe15] EBENTREICH, D.; KORTMANN, C.; MARTEN, C.: Ganzheitliche Produktionssysteme in indirekten Bereichen: Lean Administration. In: DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T. (Hrsg.): Ganzheitliche Produktionssysteme: Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 225 – 240 (2015).
- [Ebe89] EBERWEIN, R.-D.: Organisation flexibel automatisierter Produktionssysteme: Anwendungsmöglichkeiten der Gruppentechnologie für die Gestaltung von Produktions- und Arbeitssystemen. Physica-Verlag, Heidelberg (1989).
- [Eck17] ECKRICH, K.: Kulturveränderung im Unternehmen: Die verborgene Führungsdisziplin. Verlag Franz Vahlen, München (2017).
- [Erl10] ERLACH, K.: Wertstromdesign: Der Weg zur schlanken Fabrik. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2., bearbeitete und erweiterte Auflage (2010).
- [Erp15] ERPENBECK, J.; SAUTER, W.: Wissen, Werte und Kompetenzen in der Mitarbeiterentwicklung: Ohne Gefühl geht in der Bildung gar nichts. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden (2015).
- [Eve02] EVERSHEIM, W.: Organisation in der Produktionstechnik: Band 3: Arbeitsvorbereitung. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 4., bearbeitete und korrigierte Auflage (2002).



- [Fie67] FIEDLER, F. E.: A Theory of Leadership Effectiveness. McGraw-Hill, New York (1967).
- [For23] FORD, H.; CROWTHER, S.: My Life and Work. Garden City, Doubleday, Page & Company, New York (1923).
- [Fou94] FOURIER, S.: Human Quality Management: Mit Führungsqualität die Zukunft meistern. Gabler Verlag, Wiesbaden (1994).
- [Fre10] FREHMANN, J.: Der überzeugende persönliche Auftritt: Leitfaden für professionelles und authentisches Verhalten. Gabler Verlag, Wiesbaden (2010).
- [Fre92] FRESE, E.: Organisationstheorie: Historische Entwicklung – Ansätze – Perspektiven. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2., überarbeitete und wesentlich erweiterte Auflage (1992).
- [Fre16] FREY, D.; HENNINGER, M.; LÜBKE, R.; KLUGE, A.: Einführung und konzeptionelle Klärung. In: FREY, D. (Hrsg.): Psychologie der Werte: Von Achtsamkeit bis Zivilcourage – Basiswissen aus Psychologie und Philosophie. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 1 – 12 (2016).
- [Füe13] FÜERMANN, T.; DAMMASCH, C.: Prozessmanagement. In: KAMISKE, G. (Hrsg.): Handbuch QM-Methoden: Die richtige Methode auswählen und erfolgreich umsetzen. Carl Hanser Verlag, München, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, S. 341 – 392 (2013).
- [Gei11] GEIGER, G.; HERING, E.; KUMMER, R.: Kanban: Optimale Steuerung von Prozessen. Carl Hanser Verlag, München, 3. Auflage (2011).
- [Gor13] GORECKI, P.; PAUTSCH, P.: Praxisbuch Lean Management: Der Weg zur operativen Excellence. Carl Hanser Verlag, München (2013).
- [Got16] GOTTMANN, J.: Produktionscontrolling: Wertströme und Kosten optimieren. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden (2016).
- [Gra17] GRABNER, T.: Operations Management: Auftragserfüllung bei Sach- und Dienstleistungen. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden, 3., aktualisierte Auflage (2017).
- [Gre04] GREIF, S.; RUNDE, B.; SEEBERG, I.: Erfolge und Misserfolge beim Change Management. Göttingen: Hogrefe Verlag, Göttingen (2004).
- [Grö07] GRÖBNER, M.: Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Just-in-time-, Just-in-sequence- und One-piece-flow-Fertigungskonzepten. In: DICKMANN, P. (Hrsg.): Schlanker Materialfluss: Mit Lean Production, Kanban und Innovationen. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 14 – 17 (2007).
- [Gün05] GÜNTHER, H.-O.; TEMPELMEIER, H.: Produktion und Logistik. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 6., verbesserte Auflage (2005).
- [Gut71] GUTENBERG, E.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre – Band I: die Produktion. In: ALBACH, H.; HELMSTÄDTER, E.; LERCHE, P.; NÖRR, D. (Hrsg.): Enzyklopädie der Rechts- und Staatswissenschaft., Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 24., unveränderte Auflage (1971).
- [Haa94] HAASIS, H.-D.: Planung und Steuerung emissionsarm zu betreibender industrieller Produktionssysteme. Umwelt und Ökonomie Band 8, Physica-Verlag, Heidelberg (1994).
- [Hac84] HACKSTEIN, R.: Produktionsplanung und -steuerung (PPS): Ein Handbuch für die Betriebspraxis. VDI-Verlag, Düsseldorf (1984).
- [Had14] HADDOCK, G.; MAIO, G. R.: Einstellungen. In: JONAS, K.; STROEBE, W.; HEWSTONE, M. (Hrsg.): Sozialpsychologie. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 6., vollständig überarbeitete Auflage, S. 197 – 229 (2014).

- [Hal17] HALBE-HAENSCHKE, B.; RECK-HOG, U.: Die Erfolgsstrategie für Ihr BGM: Methoden und Umsetzung eines effektiven betrieblichen Gesundheitsmanagements. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden (2017).
- [Hau03] HAUSER S.: Die Bandbreite möglicher Lösungen: Die Konzepte der Unternehmensmodelle. In: SPATH, D. (Hrsg.): Ganzheitlich Produzieren: Innovative Organisation und Führung. LOG\_X Verlag, Stuttgart, S. 187 – 194 (2003).
- [Hem13] HEMMRICH, A.; HARRANT, H.: Projektmanagement. In: KAMISKE, G. (Hrsg.): Handbuch QM-Methoden: Die richtige Methode auswählen und erfolgreich umsetzen. Carl Hanser Verlag, München, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, S. 393 – 454 (2013).
- [Hei08] HEINEN, T.; RIMPAU, C.; WÖRN, A.: Wandlungsfähigkeit als Ziel der Produktionssystemgestaltung. In: NYHUIS, P.; REINHART, G.; ABELE E. (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionssysteme: Heute die Industrie von morgen gestalten. PZH Verlag, Hannover, 1. Auflage, S. 19 – 32 (2008).
- [Her12] HERLYN, W.: PPS im Automobilbau: Produktionsprogrammplanung und -steuerung von Fahrzeugen und Aggregaten. Carl Hanser Verlag, München (2012).
- [Her88] HERSEY, P.; BLANCHARD, K. H.: Management of Organizational Behavior: Utilizing Human Resources. Prentice-Hall, New Jersey, 5th Edition (1988).
- [Hir08] HIRZEL, M.; KÜHN, F.; GAIDA, I. (Hrsg.): Prozessmanagement in der Praxis: Wertschöpfungsketten planen, optimieren und erfolgreich steuern. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2., überarbeitete und erweiterte Auflage (2008).
- [Hub84] HUBKA, V.: Theorie Technischer Systeme: Grundlagen einer wissenschaftlichen Konstruktionslehre. Springer Verlag, Berlin [u. a.], 2., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage (1984).
- [Hub88] HUBKA, V.; EDER, W. E.: Theory of Technical Systems: A Total Concept Theory for Engineering Design. Springer Verlag, Berlin Heidelberg (1988).
- [Hul15] HULTZSCH, A.; INTRA, C.; MIELKE, T.; ZAHN, T.: Gestaltungsprinzipien Ganzheitlicher Produktionssysteme: Mitarbeiterorientierung und zielorientierte Führung. In: DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T. (Hrsg.): Ganzheitliche Produktionssysteme: Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen. Springer Verlag, 2015, Berlin Heidelberg, S. 128 – 148 (2015).
- [Ihl13] IHLAU, S.; DUSCHA, H.; GÖDECKE, S.: Besonderheiten bei der Bewertung von KMU: Planungsplausibilisierung, Steuern, Kapitalisierung. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden (2013).
- [Ima92] IMAI, M.: KAIZEN: Der Schlüssel zum Erfolg: Der Japaner im Wettbewerb. Wirtschaftsverlag Langen Müller Herbig, München, 4. durchgesehene Auflage (1992).
- [Joc17] JOCHMANN, W.; BÖCKENHOLT, I.; DIESTEL, S. (Hrsg.): HR-Exzellenz: Innovative Ansätze in Leadership und Transformation. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden (2017).
- [Jos00] JOST, P.-J.: Organisation und Koordination: Eine ökonomische Einführung. Gabler Verlag, Wiesbaden (2000).
- [Kei13] KEICHEL, M.; SCHWEDES, O. (Hrsg.): Das Elektroauto: Mobilität im Umbruch. Springer Vieweg, Berlin (2013).
- [Ker14] KERKMANN, C.: Der langsame Abschied von Nokia. in: HANDELSBLATT (am 25.04.2014), URL: <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/it-medien/microsoft-kauft-handysparte-der-langsame-abschied-von-nokia/9801562.html> (Abrufdatum 16.04.2018).

- [Kle14] KLEIN, B.: TRIZ/TIPS – Methodik des erfinderischen Problemlösens. Walter de Gruyter GmbH, Berlin München Boston, 3. Auflage (2014).
- [Kle97] KLEINGARN, H.: Change Management: Instrumentarium zur Gestaltung und Lenkung einer lernenden Organisation. Springer Fachmedien, Wiesbaden (1997).
- [Klu51] KLUCKHOHN, C.: Values and Value Orientations in the Theory of Action: An Exploration in Definition and Classification. In: Parsons, T.; Shils, E. A. (Eds.): Toward a General Theory of Action. Harvard University Press, Cambridge, pp. 388 – 433 (1951).
- [Kop17] KOPP, K.: Erfolgsgeheimnisse eines Visionärs: Das Innovations-Prinzip Musk. In: PRODUKTION (am 22.03.2017), URL: <https://www.produktion.de/trends-innovationen/das-innovations-prinzip-musk-121.html> (Abrufdatum 16.04.2018).
- [Kor03a] KORGE, A.: Beginnen Sie, ehe Sie es müssen: Ein Produktionssystem implementieren. In: SPATH, D. (Hrsg.): Ganzheitlich Produzieren: Innovative Organisation und Führung. LOG\_X Verlag, Stuttgart, S. 96 – 121 (2003).
- [Kor03b] KORGE, A.: Nichts ist so praktisch wie eine gute Theorie: Hintergrundwissen für den Manager. In: SPATH, D. (Hrsg.): Ganzheitlich Produzieren: Innovative Organisation und Führung. LOG\_X Verlag, Stuttgart, S. 170 – 186 (2003).
- [Kor93] KORNDÖRFER, W.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden (1993).
- [Kos13a] KOSTKA, C.: Change Management. In: KAMISKE, G. (Hrsg.): Handbuch QM-Methoden: Die richtige Methode auswählen und erfolgreich umsetzen. Carl Hanser Verlag, München, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, S. 455 – 474 (2013).
- [Kos16] KOSTKA, C.: Change Management: Das Praxisbuch für Führungskräfte. Carl Hanser Verlag, München (2016).
- [Kos13b] KOSTKA, C.; KOSTKA, S.: Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP). In: KAMISKE, G. (Hrsg.): Handbuch QM-Methoden: Die richtige Methode auswählen und erfolgreich umsetzen. Carl Hanser Verlag, München, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, S. 131 – 151 (2013).
- [Kos02] KOSTKA, C.; MÖNCH, A.: Change Management: 7 Methoden für die Gestaltung von Veränderungsprozessen. Carl Hanser Verlag, München (2002).
- [Kre62] KRECH, D.; CRUTCHFIELD, R. S.; BALLACHEY, E. L.: Individual in Society: A Textbook of Social Psychology. McGraw-Hill, New York, International Student Edition (1962).
- [Krö97] KRÖLL, M.; SCHNAUBER, H.: Lernen der Organisation durch Gruppen- und Teamarbeit – Herausforderung, Vision und Handlungsbedarf. In: KRÖLL, M.; SCHNAUBER, H. (Hrsg.): Lernen der Organisation durch Gruppen- und Teamarbeit: Wettbewerbsvorteile durch umfassende Unternehmensplanung. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 5 – 11 (1997).
- [Krü06] KRÜGER, W.: Excellence in Change: Wege zur strategischen Erneuerung. Gabler Verlag, Wiesbaden, 3., vollständig überarbeitete Auflage (2006).
- [Kug12] KUGELER, M.; VIETING, M.: Gestaltung einer prozessorientiert(er)en Aufbauorganisation. In: BECKER, J.; KUGELER, M.; ROSEMAN, M. (Hrsg.): Prozessmanagement: Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. Springer Gabler Verlag, Berlin Heidelberg, 7., korrigierte und erweiterte Auflage, S. 229 – 276 (2012).
- [Lau14] LAUER, T.: Change Management: Grundlagen und Erfolgsfaktoren. Springer Gabler Verlag, Berlin Heidelberg, 2. Auflage (2014).

- [Leo77] LEONTJEW, A. N.: Tätigkeit, Bewußtsein, Persönlichkeit. Klett Verlag, Stuttgart (1977).
- [Leo12] LEONTJEW, A. N.: Tätigkeit – Bewußtsein – Persönlichkeit. Lehmanns Media GmbH, Berlin, ICHS Edition (2012).
- [Lew47] LEWIN, K.: Group Decision and Social Change. In: NEWCOMB, T. M.; HARTLEY, E. L. (Eds.): Readings in Social Psychology. Holt, Rinehart & Winston, New York, pp. 340 – 344 (1947).
- [Lew63] LEWIN, K.: Feldtheorie in den Sozialwissenschaften: Ausgewählte theoretische Schriften. Hans Huber Verlag, Bern Stuttgart, Deutsche Edition (1963).
- [Lew39] LEWIN, K.; LIPPITT, R.; WHITE, R. K.: Patterns of Aggressive Behavior in Experimentally Created "Social Climates". In: Journal of Social Psychology. 10 (2), pp. 271 – 299 (1939).
- [Ley18] LEYENDECKER, B.; PÖTTERS, P.: Shopfloor Management: Führung am Ort des Geschehens. Carl Hanser Verlag, München (2018).
- [Lik04] LIKER, J.: The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, New York Chicago San Francisco (2004).
- [Lik08] LIKER, J.: Der Toyota Weg: 14 Managementprinzipien des weltweit erfolgreichsten Automobilkonzerns. FinanzBuch Verlag, München, 5., unveränderte Auflage (2008).
- [Lin13] LINDNER, A.; BECKER, P.: Wertstromdesign. In: KAMISKE, G. (Hrsg.): Handbuch QM-Methoden: Die richtige Methode auswählen und erfolgreich umsetzen. Carl Hanser Verlag, München, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, S. 293 – 340 (2013).
- [Luc97] LUCKNER, J. L.; NADLER, R. S.: Processing the Experience: Strategies to Enhance and Generalize Learning. Kendall/Hunt, Dubuque Iowa, 2nd Edition (1997).
- [Luc99] LUCZAK, H.; EVERSHEIM, W. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung: Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2., korrigierte Auflage (1999, Nachdruck 2001).
- [Lut11] LUTHANS, F.: Organizational Behavior: An Evidence-Based Approach. McGraw-Hill, New York, 12th Edition (2011).
- [Mäh93] MÄHLCK, H.; PANSKUS, G.: Herausforderung Lean Production: Möglichkeiten zur wettbewerbsgerechten Erneuerung von Unternehmen. VDI-Verlag, Düsseldorf (1993).
- [Mah11] MAHLMANN, R.: Führungsstile gezielt einsetzen: Mitarbeiterorientiert, situativ und authentisch führen. Beltz Verlag, Weinheim Basel (2011).
- [Mas54] MASLOW, A. H.: Motivation and Personality. Harper & Row Publishers, New York (1954).
- [Mas71] MASLOW, A. H.: The Farther Reaches of Human Nature. The Viking Press, New York (1971).
- [May15] MAYR, A.: Controlling in Klein- und Kleinstunternehmen durch Steuerberater. In: Zeitschrift für KMU und Entrepreneurship (ZfKE), 63. Jahrgang, Heft 3/4, S. 325 – 334 (2015).
- [Mei04] MEIER, H.; HANENKAMP, N.: Komplexitätsmanagement in der Supply Chain. In: BUSCH, A.; DANGELMAIER, W. (Hrsg.): Integriertes Supply Chain Management: Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2. Auflage, S. 111 – 130 (2004).
- [Mer16] MERL, T.: Konfiguration Ganzheitlicher Produktionssysteme in kleinen und mittleren Unternehmen: Entwicklung eines innovativen Modells anhand einer Fallstudie

- in der Lohn- und Auftragsfertigung. Dissertation, Leuphana Universität Lüneburg (2016).
- [Min93] MINNSEN, H.: Lean production – Herausforderung für die Industriegesellschaft. In: Arbeit (Zeitschrift für Arbeitsforschung, Arbeitsgestaltung und Arbeitspolitik), Jahrgang 2, Heft 1, S. 36 – 52 (1993).
- [Moh98] MOHR, N.; WOEHE, J.; DIEBOLD: Widerstand erfolgreich managen: Professionelle Kommunikation in Veränderungsprojekten. Campus Verlag, Frankfurt/Main (1998).
- [Möl16] MÖLLER, S.: Einfach ein gutes Team: Teambildung und -führung in Gesundheitsberufen. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2. Auflage (2016).
- [Muc99] MUCH, D.: Gestaltung der Auftragsabwicklung und PPS bei Unternehmenszusammenschlüssen. In: LUCZAK, H.; EVERSHEIM, W. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung: Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2., korrigierte Auflage, S. 546 – 595 (1999, Nachdruck 2001).
- [Mum88] MUMMENDEY, H. D. (Hrsg.): Verhalten und Einstellung: Untersuchung der Einstellungs- und Selbstkonzeptänderung nach Änderung des alltäglichen Verhaltens. Springer Verlag, Berlin Heidelberg (1988).
- [Nad95] NADLER, D.; TUSHMAN, M.: Types of Organization Change: From Incremental Improvements to Discontinuous Transformation. In: WALTON, E.; NADLER, D.; SHAW, R. (Eds.): Discontinuous Change: Leading Organizational Transformation. Jossey-Bass, San Francisco, pp. 14 – 33 (1995).
- [Ner14] NERDINGER, F. W.; BLICKLE, G.; SCHAPER, N.: Arbeits- und Organisationspsychologie. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 3., vollständig überarbeitete Auflage (2014).
- [Nie03] NIEMANN, G.; WINTER, H.: Maschinenelemente Band II: Getriebe allgemein, Zahnradgetriebe – Grundlagen, Stirnradgetriebe. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2., berichtigter Nachdruck, korrigierter Nachdruck (2003).
- [Nij14] NIJSTAD, B.; KNIPPENBERG D.: Gruppendynamik. In: JONAS, K.; STROEBE, W.; HEWSTONE, M. (Hrsg.): Sozialpsychologie. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 6., vollständig überarbeitete Auflage, S. 439 – 467 (2014).
- [Noé05] NOÉ, S. V.: Einstellungs- und Verhaltensänderungen in und durch Kleingruppen: Rezeption eines sozialpsychologischen Komplexes für den kirchlichen Kontext. Frank & Timme Verlag, Berlin (2005).
- [Nyh08] NYHUIS, P.; REINHART, G.; ABELE E. (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionssysteme: Heute die Industrie von morgen gestalten. PZH Verlag, Hannover, 1. Auflage (2008).
- [Ohn09] OHNO, T.: Das Toyota-Produktionssystem. Campus Verlag, Frankfurt New York, 2., überarbeitete Auflage (2009).
- [Orl75] ORLICKY, J.: Material Requirements Planning: The New Way of Life in Production and Inventory Management. McGraw-Hill, New York (1975).
- [Pes10] PESCHER, J.: Change Management: Taxonomie und Erfolgsauswirkungen. Gabler Verlag, Wiesbaden (2010).
- [Pta11] PTAK, C.; CFPIM, CIRM, SMITH, C.: Orlicky's Material Requirements Planning. McGraw-Hill, New York, Third Edition (2011).
- [Röh16] Röhner, J.; Schütz, A.: Psychologie der Kommunikation. Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2. Auflage (2016).

- [Röh03] RÖHRLE, J.: Von starren Strukturen zum JIT-Produktionssystem. In: SPATH, D. (Hrsg.): Ganzheitlich Produzieren: Innovative Organisation und Führung. LOG\_X Verlag, Stuttgart, S. 150 – 154 (2003).
- [Rok60] ROKEACH, M.: The Open and Closed Mind: Investigations into the Nature of Belief Systems and Personality Systems. Basic Books, New York (1960).
- [Rot13] ROTHER, M.: Die Kata des Weltmarktführers: Toyotas Erfolgsmethoden. Campus Verlag, Frankfurt/Main, 2., erweiterte Auflage (2013).
- [Rot04] ROTHER, M.; SHOOK, J.: Sehen lernen: Mit Wertstromdesign die Wertschöpfung erhöhen und Verschwendung beseitigen. Lean Management Institut, Mülheim an der Ruhr (2004).
- [Sch93] SCHARFENBERG, H.: Von Taylor zum Team. In: SCHARFENBERG, H. (Hrsg.): Strukturwandel in Management und Organisation. Neue Konzepte sichern die Zukunft, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 9 – 28 (1993).
- [Sch03a] SCHERER, E.; SCHÖNSLEBEN, P.: Produktionssteuerung in dezentralisierten Leistungsprozessen. In: BULLINGER, H.-J.; WARNECKE, H. J.; WESTKÄMPER, E. (Hrsg.): Neue Organisationsformen im Unternehmen: Ein Handbuch für das moderne Management. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, S. 553 – 571 (2003).
- [Sch02] SCHIMMELPFENG, K.: Lebenszyklusorientiertes Produktionssystemcontrolling: Konzeption zur Verfügbarkeitssicherung hochautomatisierter Produktionssysteme. neue betriebswirtschaftliche forschung (nbf) 295, Springer Fachmedien, Wiesbaden (2002).
- [Sch03b] SCHMELCHER, J.: Erfolg kommt nicht von ungefähr: In 7 Schritten zur Life Excellence. Gabler Verlag, Wiesbaden (2003).
- [Sch00] SCHMIDT, G.: Einführung in die Organisation: Modelle – Verfahren – Techniken. Gabler Verlag, Wiesbaden (2000).
- [Sch15b] SCHMIDTCHEN, K.; THEIL, F.: Gestaltungsprinzipien Ganzheitlicher Produktionssysteme: Vermeidung von Verschwendung. In: DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T. (Hrsg.): Ganzheitliche Produktionssysteme: Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 32 – 49 (2015).
- [Sch17a] SCHMIEDEL, M.: Trust-based Leadership – Führen durch Vertrauen: Erfolgreiche und leidenschaftliche Mitarbeiter durch Integrität und Wertschätzung. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden (2017).
- [Sch99a] SCHMITZ, R.: Gestaltung der Produktionsplanung und -steuerung: Einführung von PPS-Systemen. In: LUCZAK, H.; EVERSHEIM, W. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung: Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2., korrigierte Auflage, S. 327 – 375 (1999, Nachdruck 2001).
- [Sch03c] SCHNABEL, U.; DOLD, C.: Unterstützung moderner Organisationsformen durch Multimedia. In: BULLINGER, H.-J.; WARNECKE, H. J.; WESTKÄMPER, E. (Hrsg.): Neue Organisationsformen im Unternehmen: Ein Handbuch für das moderne Management. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, S. 705 – 724 (2003).
- [Sch17b] SCHOLZ, H.: Die aktuelle Trendentwicklung & wie dein Unternehmen richtig auf Trends reagiert. In: UNTERNEHMER (am 11.04.2017), URL: <https://www.undernehmer.de/management-people-skills/193735-unternehmen-auf-trends-reagieren> (Abrufdatum 22.04.2018).

- [Sch03d] SCHOLZ, O.: Das Glossar der Problemlösungshilfen: Konzepte und Methoden. In: SPATH, D. (Hrsg.): Ganzheitlich Produzieren: Innovative Organisation und Führung. LOG\_X Verlag, Stuttgart, S. 200 – 224 (2003).
- [Sch03e] SCHOLZ, O.; KORGE, A.; SCHLAUB, S.: Was ein Produktionssystem ausmacht: Erfolgreiche Lösungsbausteine. In: SPATH, D. (Hrsg.): Ganzheitlich Produzieren: Innovative Organisation und Führung. LOG\_X Verlag, Stuttgart, S. 53 – 84 (2003).
- [Sch99b] SCHOTTEN, M.: Grundlage der Produktionsplanung und -steuerung: Aachener PPS-Modell. In: LUCZAK, H.; EVERSHEIM, W. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung: Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2., korrigierte Auflage, S. 9 – 28 (1999, Nachdruck 2001).
- [Sch06a] SCHUH, G. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung: Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 3., völlig neu bearbeitete Auflage (2006).
- [Sch06b] SCHUH, G.; GIERTH, A.: Einführung. In: SCHUH, G. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung: Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 3., völlig neu bearbeitete Auflage, S. 3 – 7 (2006).
- [Sch06c] SCHUH, G.; GIERTH, A.: Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung: Aachener PPS-Modell. In: SCHUH, G. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung: Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 3., völlig neu bearbeitete Auflage, S. 11 – 27 (2006).
- [Sch06d] SCHUH, G.; LASSEN, S.: Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung: Funktionen. In: SCHUH, G. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung: Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 3., völlig neu bearbeitete Auflage, S. 195 – 292 (2006).
- [Sch06e] SCHUH, G.; ROESGEN, R.: Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung: Aufgaben. In: SCHUH, G. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung: Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 3., völlig neu bearbeitete Auflage, S. 28 – 80 (2006).
- [Sch14] SCHUH, G.; SCHMIDT, C.: Grundlagen des Produktionsmanagements. In: SCHUH, G.; SCHMIDT, C. (Hrsg.): Produktionsmanagement: Handbuch Produktion und Management 5, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2., vollständig neu bearbeitete und erweiterte Auflage, S. 1 – 62 (2014).
- [Sch12] SCHUH, G.; STICH, V. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung 1: Grundlagen der PPS. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 4., überarbeitete Auflage (2012).
- [Sch08] SCHUH, G.; STICH, V.; SCHMIDT, C.: Produktionsplanung und -steuerung in Logistiknetzwerken. In: NYHUIS, P. (Hrsg.): Beiträge zu einer Theorie der Logistik. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 250 – 273 (2008).
- [Sch07] SCHÜRLE, P.: Kanban – der Weg ist das Ziel. In: DICKMANN, P. (Hrsg.): Schlanker Materialfluss: Mit Lean Production, Kanban und Innovationen. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 181 – 184 (2007).
- [Sch16] SCHWARZ-KOCHER, M.; PFÄFFLIN, H.; SALM, R.; SEIBOLD, B.: Arbeitspolitische Balance in GPS durch umfassende Beteiligung der Beschäftigten. In: KÖTTER, W.; SCHWARZ-KOCHER, M.; ZANKER, C. (Hrsg.): Balanced GPS: Ganzheitliche Produktionssysteme mit stabil-flexiblen Standards und konsequenter Mitarbeiterorientierung. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden, S. 63 – 82 (2016).

- [Sei16] SEIBOLD, B.; SCHWARZ-KOCHER, M.; SALM, R.: Ganzheitliche Produktionssysteme: Reihe Praxiswissen Betriebsvereinbarungen. Study der Hans-Böckler-Stiftung Nr. 340. Online-Publikation, Düsseldorf (2016).
- [Sel87] SELIGER, G.; VIEHWEGER, B.; WIENEKE, B.: Decision Support in Design and Optimization of Flexible Automated Manufacturing and Assembly. In: Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. Volume 3, Issue 2, pp. 221 – 227 (1987).
- [Shi92] SHINGO, S.: Das Erfolgsgeheimnis der Toyota-Produktion: eine Studie über das Toyota-Produktionssystem – genannt die „Schlanke Produktion“. Verlag Moderne Industrie, Landsberg/Lech (1992).
- [Son13] SONDERMANN, J.: Poka Yoke. In: KAMISKE, G. (Hrsg.): Handbuch QM-Methoden: Die richtige Methode auswählen und erfolgreich umsetzen. München: Carl Hanser Verlag, München, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, S. 725 – 737 (2013).
- [Sta91] STAEHLE, W. H.: Einführung in die Managementforschung und in das Konzept des Handbuches. In: STAEHLE, W. H. (Hrsg.): Handbuch Management: Die 24 Rollen der exzellenten Führungskraft. Gabler Verlag, Wiesbaden, S. 11 – 23 (1991).
- [Sta14a] STAEHLE, W. H.; SYDOW, J.; CONRAD, P.: Management: Eine verhaltenswissenschaftliche Perspektive. Franz Vahlen Verlag, München, 8., überarbeitete Auflage (2014).
- [Sta14b] STAHL, J.: Organisationaler Wandel durch Koalitionsbildung: Eine anreiz-beitrags-theoretische Erklärung mitarbeiterinduzierter Veränderungsprozesse. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden (2014).
- [Sta12] STAMM, G.: Toyota Produktionssystem – eine Philosophie, die man erst verstehen sollte... In: Wissensmanagement, Heft 1, S. 16 – 17 (2012).
- [Sta99] STAUDT, E.: Den Innovationsprozeß durch Kooperation beschleunigen. In: FRANKFURTER ALLGEMEINE ZEITUNG (am 25. Mai 1999), Nr. 118, S. 35 (1999).
- [Ste14] STEVEN, M.: Produktionsmanagement. W. Kohlhammer Verlag, Stuttgart, 1. Auflage (2014).
- [Ste04] STEVEN, M.; KRÜGER, R.: Advanced Planning Systems – Grundlagen, Funktionalitäten, Anwendung. In: BUSCH, A.; DANGELMAIER, W. (Hrsg.): Integriertes Supply Chain Management: Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2. Auflage, S. 171 – 188 (2004).
- [Sto13] STOLZENBERG, K.; HEBERLE, K.: Change Management: Veränderungsprozesse erfolgreich gestalten – Mitarbeiter mobilisieren. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 3., überarbeitete Auflage (2013).
- [Str13] STRAUB, D.; KUHNECKE, F.; KIRCHMANN, T.: Change Management: Das Zugvogel-Prinzip – Notwendige Veränderungen erkennen und gemeinsam umsetzen. Carl Hanser Verlag, München (2013).
- [Str16] STREICH, R. K.: Fit for Leadership: Führungserfolg durch Führungspersönlichkeit. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden, 2., überarbeitete und erweiterte Auflage (2016).
- [Suz93] SUZAKI, K.: The New Shop Floor Management: Empowering People for Continuous Improvement. The Free Press, New York (1993).
- [Sys06] SYSKA, A.: Produktionsmanagement: Das A – Z wichtiger Methoden und Konzepte für die Produktion von heute. Gabler Verlag, Wiesbaden, 1. Auflage (2006).
- [Tuc65] TUCKMAN, B. W.: Developmental Sequence in Small Groups. In: Psychological Bulletin, Volume 63, No. 6, pp. 384 – 399 (1965).



- [Tuc77] TUCKMAN, B. W.; JENSEN, M. A.: Stage of Small-Group Development Revisited. In: *Group & Organization Studies*, Volume 2 (4), pp. 419 – 427 (1977).
- [Uyg15] UYGUN Y.; RINGELN, M.; STRAUB, N.: Gestaltungsprinzipien Ganzheitlicher Produktionssysteme: Pull-Prinzip. In: DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T. (Hrsg.): *Ganzheitliche Produktionssysteme: Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 110 – 128 (2015).
- [Vah15] VAHS, D.: *Organisation: Ein Lehr- und Managementbuch*. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 9., überarbeitete und erweiterte Auflage (2015).
- [Van15] VANCE, A.: *Elon Musk. Tesla, PayPal, SpaceX: wie Elon Musk die Welt verändert – Die Biografie*. FinanzBuch Verlag, München, 1. Auflage (2015).
- [Wag15] WAGNER, K. W.; PATZAK, G.: *Performance Excellence: Der Praxisleitfaden zum effektiven Prozessmanagement*. Carl Hanser Verlag, München, 2., vollständig überarbeitete Auflage (2015).
- [Wan07] WANNENWETSCH, R.: Materialstamm-, Materialfluss- und Wertstromanalysen. In: DICKMANN, P. (Hrsg.): *Schlanker Materialfluss: Mit Lean Production, Kanban und Innovationen*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 228 – 236 (2007).
- [Web17] WEBER, F.; BERENDT, J.: *Robuste Unternehmen: Krisenfest in Zeiten des Umbruchs*. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden (2017).
- [Web11] WEBER, R.: *Kanban-Einführung: Das effiziente, kundenorientierte Logistik- und Steuerungskonzept für Produktionsbetriebe*. Expert Verlag, Renningen, 7., neu bearbeitete Auflage (2011).
- [Web91] WEBER, W.: *Einführung in die Betriebswirtschaftslehre*. Gabler Verlag, Wiesbaden (1991).
- [Wei16] WEIAND, A.: *Das Produktionssystem der ZF Friedrichshafen AG*. HNU Working Paper Nr. 36, Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm, Neu-Ulm (2016).
- [Wei17] WEIß, Y. M.-Y.; WAGNER, D. J.: Die Zukunft der Arbeitswelt: Arbeiten 4.0. In: JOCHMANN, W.; BÖCKENHOLT, I.; DIESTEL, S. (Hrsg.): *HR-Exzellenz: Innovative Ansätze in Leadership und Transformation*. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden, S. 203 – 217 (2017).
- [Wes08] WESTERWALD, M.; NIEBLING, M.: *Lean Production für KMU des Maschinenbaus*. Steinbeis-Edition, Stuttgart (2008).
- [Wes03] WESTKÄMPER, E.: Einführung – Wandlungsfähige Organisation und Fertigung in dynamischen Umfeldern. In: BULLINGER, H.-J.; WARNECKE, H. J.; WESTKÄMPER, E. (Hrsg.): *Neue Organisationsformen im Unternehmen: Ein Handbuch für das moderne Management*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, S. E-1 – E-15 (2003).
- [Wes09a] WESTKÄMPER, E.: Turbulentes Umfeld von Unternehmen. In: WESTKÄMPER, E.; ZAHN, E. (Hrsg.): *Wandlungsfähige Produktionsunternehmen: Das Stuttgarter Unternehmensmodell*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 7 – 23 (2009).
- [Wes09b] WESTKÄMPER, E.; HUMMEL, V.; RÖNNECKE, T.: Ganzheitliche Produktionssysteme. In: WESTKÄMPER, E.; ZAHN, E. (Hrsg.): *Wandlungsfähige Produktionsunternehmen: Das Stuttgarter Unternehmensmodell*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 25 – 46 (2009).
- [Wes09c] WESTKÄMPER, E.; ZAHN, E. (Hrsg.): *Wandlungsfähige Produktionsunternehmen: Das Stuttgarter Unternehmensmodell*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg (2009).
- [Wie12] WIENDAHL, H.-H.: *Auftragsmanagement der industriellen Produktion: Grundlagen, Konfiguration, Einführung*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg (2012).

- [Wie05] WIENDAHL, H.-H.; WIENDAHL, H.-P.; VON CIEMINSKI, G.: Stolpersteine der PPS – Symptome Ursachen Lösungsansätze. In: wt Werkstattstechnik online, Ausgabe 09-2005, S. 717 – 725 (2005).
- [Wie10] WIENDAHL, H.-P.: Betriebsorganisation für Ingenieure. Carl Hanser Verlag, München, 7., aktualisierte Auflage (2010).
- [Wie14] WIESER, D.: Mittlere Manager in Veränderungsprozessen: Aufgaben, Belastungsfaktoren, Unterstützungsansätze. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden (2014).
- [Wil92] WILDEMAN, H.: Das Just-in-Time-Konzept: Produktion und Zulieferung auf Abruf. GfMT – Gesellschaft für Management und Technologie AG, St. Gallen, 3., unveränderte Auflage (1992).
- [Wom96] WOMACK, J.; JONES, D.: Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Simon & Schuster, New York (1996).
- [Wom04] WOMACK, J.; JONES, D.: Lean Thinking: Ballast abwerfen, Unternehmensgewinne steigern. Campus Verlag, Frankfurt New York (2004).
- [Wom90] WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D.: The Machine that Changed the World: Based on the Massachusetts Institute of Technology 5-Million-Dollar 5-Year Study on the Future of the Automobile. Rawson Associates Macmillan Publishing Company, New York (1990).
- [Wom92] WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D.: Die zweite Revolution in der Autoindustrie: Konsequenzen aus der weltweiten Studie aus dem Massachusetts Institute of Technology. Campus Verlag, Frankfurt New York (1992).
- [Yam13] YAMAMOTO, Y.: Kaikaku in Production toward Creating Unique Production Systems. Dissertation, Mälardalen University, Västerås Sweden (2013).
- [Yam17] YAMAMOTO, Y.: Kaikaku in Production in Japan: An Analysis of Kaikaku in Terms of Ambidexterity. In: BACKSTRÖM, J.; FUNDIN, A.; JOHANSSON, P. E. (Eds.): Innovative Quality Improvements in Operations: Introducing Emergent Quality Management. Springer International Publishing, Cham, pp. 67 – 89 (2017).
- [Zan88] ZANNA, M. P.; REMPEL, J. K.: Attitudes: A New Look at an Old Concept. In: BARTAL, D.; KRUGLANSKI, A. W. (Eds.): The Social Psychology of Knowledge. Cambridge University Press, Cambridge, S. 315 – 334 (1988).
- [Zäp94] ZÄPFEL, G.: MRP II – Manufacturing Resource Planning. In: ZINK, K. J. (Hrsg.): Wettbewerbsfähigkeit durch innovative Strukturen und Konzepte. Hanser Verlag, München, S. 233 – 257 (1994).
- [Zäp00] ZÄPFEL, G.: Taktisches Produktionsmanagement: Internationale Standardlehrbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Oldenbourg Verlag, München, 2., unwesentlich veränderte Auflage (2000).
- [Zie08] ZIEGER, M.; SCHÜTTE-BIASTOCH, S.: Gelöste und ungelöste Fragen bei der Bewertung von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). in: FINANZ BETRIEB (FB0295342 vom 08. September 2008), Heft 09, S. 590–601 (2008).

### Internetseiten und Vortragspräsentationen

- [BBC12] BBC NEWS: Samsung overtakes Nokia in mobile phone shipments. am 27.04.2012, URL: <http://www.bbc.com/news/business-17865117> (Abrufdatum 16.04.2018).
- [Fis14] FISCHER, M.: Formel ZF - Das Produktionssystem für N-FN. Vortragspräsentation für die 12. Sitzung der AWF AG „Die Arbeitsvorbereitung im prozessorientierten

- Unternehmen“, URL: <https://www.awf.de/wp-content/uploads/2014/12/Produktionssystem-Formel-ZF.pdf> (Abrufdatum 25.05.2018).
- [Hag12] HAGENI, K.-H.: Arbeitsgestaltung und Weiterbildung in Ganzheitlichen Produktionssystemen und Qualifizierung. Vortragspräsentation zum Projekt „GPS-Förderung der Weiterbildungsbeteiligung für komplexe Veränderungsprozesse am Beispiel Ganzheitlicher Produktionssysteme“ am 31.05.2012, Fulda, URL: [https://wap.ig-metall.de/wap\\_img/img/2012\\_05\\_31\\_Forum\\_8\\_Hageni.pdf](https://wap.ig-metall.de/wap_img/img/2012_05_31_Forum_8_Hageni.pdf) (Abrufdatum 25.05.2018).
- [Hil18] HILSENBECK, T.: Handbuch Situatives Führen und Führungsstile. URL: <http://www.thomas-hilsenbeck.de/literatur/> (Abrufdatum 04.10.2018).
- [Hum09] HUMPERT, M.: Mercedes-Benz Vans. Vortragspräsentation zum ACOD Kongress am 28.04.2009, Ludwigsfelde, URL: <http://docplayer.org/30469735-Acod-kongress-mercedes-benz-vans.html> (Abrufdatum 25.05.2018).
- [IfM18a] IFM (INSTITUT FÜR MITTELSTANDSFORSCHUNG): KMU-Definition des IfM Bonn. URL: <https://www.ifm-bonn.org/definitionen/kmu-definition-des-ifm-bonn/> (Abrufdatum 24.04.2018).
- [IfM18b] IFM (INSTITUT FÜR MITTELSTANDSFORSCHUNG): Mittelstand im Überblick. URL: <https://www.ifm-bonn.org/statistiken/mittelstand-im-ueberblick/#accordion=0&tab=1> (Abrufdatum 24.04.2018).
- [Kab06] KABEL, D.: Trends der Prozessoptimierung in der Automobilproduktion. Vortragspräsentation zur ADZ-Fachtagung am 28.09.2006, URL: [https://iaw-aachen.de/files/iaw/events/adz2006/fachtagung\\_ao\\_kabel.pdf](https://iaw-aachen.de/files/iaw/events/adz2006/fachtagung_ao_kabel.pdf) (Abrufdatum 25.05.2018).
- [KfW19] KfW (KREDITANSTALT FÜR WIEDERAUFBAU): Merkblatt KfW-Unternehmerkredit 037/047, Stand 08/2019, URL: [https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-\(Inlandsf%C3%B6rderung\)/Arbeitshilfen-Pr%C3%A4sentationen/Pr%C3%A4sentationen/KfW-Unternehmerkredit-Fremdkapital-3\\_2013.pdf](https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/Arbeitshilfen-Pr%C3%A4sentationen/Pr%C3%A4sentationen/KfW-Unternehmerkredit-Fremdkapital-3_2013.pdf) (Abrufdatum 04.10.2019).
- [Lam07] LAMMERT, N.: Warum die Zukunft keine Verlängerung der Vergangenheit ist. am 16.03.2007, URL: <http://www.norbert-lammert.de/01-lammert/texte2.php?id=43> (Abrufdatum 17.04.2018).
- [Lea18] LEAN PRODUCTION EXPERT: Lean Production, URL: <http://www.lean-production-expert.de/nc/lean-production.html> (Abrufdatum 01.06.2018).
- [Man17] MANAGEMENT CIRCLE AG: Production Systems 2017. 18. Management Circle Jahrestagung am 16.-17.05.2017, Stuttgart, URL: <http://www.management-circle.de/productionsystems> (Abrufdatum 17.05.2017).
- [Mos10] MOSER, B.: Erfahrungen aus dem Produktionssystem „Formel ZF“ - Schwerpunkte zum Thema Qualitätsbewusstsein. Vortragspräsentation in Juli 2010, Friedrichshafen, URL: [https://www.dgq.de/regional/dateien/FC\\_1001\\_de\\_FormelZF-Qualitaet.pdf](https://www.dgq.de/regional/dateien/FC_1001_de_FormelZF-Qualitaet.pdf) (Abrufdatum 25.05.2018).
- [REF18a] REFA CONSULTING AG: Produktionssystem. URL: <https://refa-consulting.de/produktionssystem> (Abrufdatum 29.04.2018).
- [REF18b] REFA GROUP: Produktionsmanagement. URL: <http://www.refa.de/lexikon/produktionsmanagement> (Abrufdatum 14.06.2018).
- [REF18c] REFA GROUP: Shopfloor Management. URL: <http://www.refa.de/lexikon/shopfloor-management> (Abrufdatum 01.07.2018).

- [Röd18] RÖDEL PERSONALBERATUNG: Klein- und Kleinstunternehmen. URL: <http://www.roedel-beratung.de/abc-der-personalberatung/Klein-und-Kleinstunternehmen.php> (Abrufdatum 27.04.2018).
- [RWT18] RWTH AACHEN UNIVERSITY: LEAN Manufacturing.de, URL: <http://leanmanufacturing.de/de/default.html> (Abrufdatum 08.06.2018).
- [Sch15a] SCHILLING, B.: Was ist ein KMU? Kleinere und mittlere Unternehmen in Deutschland. am 12.06.2015, URL: <https://kanzlei-nickert.de/blogs/tax-law-blog/item/2134-was-ist-ein-kmu-kleinere-und-mittlere-unternehmen-in-deutschland> (Abrufdatum 17.04.2018).
- [Sch10] SCHNABEL, U.: Wettreiver des intellektuellen Kapitals: Leistung=Können x Wollen x Dürfen. am 29.04.2010, URL: <https://blog.iao.fraunhofer.de/werttreiber-des-intellektuellen-kapital-leistung-können-x-wollen-x-dürfen/> (Abrufdatum 04.10.2018).
- [Sch18] SCHWARZ, T.: Erfolgsfaktor Mensch: Ziele erreichen und täglich besser werden mit der Toyota Kata. Vortragspräsentation zur 19. Management Circle Jahrestagung am 19.06.2018, Stuttgart, URL: <http://www.management-circle.de/productionsystems> (Abrufdatum 21.06.2018).
- [Sta20] STATISTISCHES BUNDESAMT: Anteile kleiner und mittlerer Unternehmen an ausgewählten Merkmalen 2018 nach Größenklassen in %. URL: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Unternehmen/Kleine-Unternehmen-Mittlere-Unternehmen/Tabellen/wirtschaftsabschnitte-insgesamt.html?nn=208440> (Abrufdatum 01.08.2020).
- [Toy18] TOYOTA MATERIAL HANDLING: Das Toyota Produktionssystem und seine Bedeutung für das Geschäft. URL: [http://www.pdf.toyota-forklifts-info.de/Broschuere\\_TPS.pdf](http://www.pdf.toyota-forklifts-info.de/Broschuere_TPS.pdf) (Abrufdatum 04.05.2018).
- [VRI12] DE VRIES, R.: Innovative Kommissionier- und Bereitstellungssystematik - Best Practice Beispiele aus dem Werk Wolfsburg. Vortragspräsentation zum AutoUni Vortragsabend 2012, am 06.03.2012, Wolfsburg, URL: [https://www.autouni.de/content/master/de/home/Veranstaltungen/institute/institut-fuer-produktion/veranstaltungen-produktion-archiv2012/Trends in der Produktionsforschung/jcr%3Acontent/container/eventdownload\\_7/file.res/autouni\\_download\\_trends\\_de\\_vries\\_23-02-12.pdf](https://www.autouni.de/content/master/de/home/Veranstaltungen/institute/institut-fuer-produktion/veranstaltungen-produktion-archiv2012/Trends%20in%20der%20Produktionsforschung/jcr%3Acontent/container/eventdownload_7/file.res/autouni_download_trends_de_vries_23-02-12.pdf) (Abrufdatum 25.05.2018).
- [Zuk16] ZUKUNFTSINSTITUT: Megatrends Übersicht. 2016, URL: <https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrends/> (Abrufdatum 17.04.2018).

**Sonstige unveröffentlichte Dokumente**

- [WEN16] WENDT, A.: Ein Integrierter Weg zur Unternehmensexzellenz. Vortragspräsentation für den Besuch Prof. Stahl, TU München am 30.06.2016, unveröffentlichtes Dokument, BMW Werk Regensburg (2016).

**Betreute und für diese Arbeit relevante Studienarbeiten**

Folgende Studienarbeiten, deren Bearbeitung, Auswertung, Interpretation und Darstellung von Ergebnissen unter wesentlicher wissenschaftlicher Anleitung des Betreuers Rui Dai entstanden sind, wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit am Lehrstuhl für Maschinenelemente, Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG) angefertigt. Ergebnisse flossen zum Teil in die Arbeit ein.

- NORWIG, B.: Erzielung einer effizienteren Materialverwaltung durch Optimierung des Lagerungs- und Lagerhaltungssystems bei einem technischen Forschungsinstitut. Bachelorarbeit. Lehrstuhl für Maschinenelemente, TU München (2014).
- TAO, C.: Untersuchung und Analyse der Anwendung von Lean Management Methoden bei der Prozessoptimierung im Supply Chain Management eines technischen KMU bzw. eines internationalen Konzerns in der Automobilindustrie. Masterarbeit. Lehrstuhl für Maschinenelemente, TU München (2017).

**Weitere Dokumente und Veröffentlichungen**

Zudem sind folgende Arbeiten, die in den Jahren 2013 bis 2019 vom Autor selbst unter Beteiligung von Mitarbeitern des Lehrstuhls für Maschinenelemente, Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG) erstellt wurden, zum Teil mit in diese Arbeit eingeflossen.

- DAI, R.; STAHL, K.: Kontinuierliche Prozessverbesserung zur Effizienzsteigerung: Alle Prozessschritte und -aktivitäten auf den Prüfstand stellen. Cluster ScienceDay, am 11.11.2019, Kempten (2019).



## 10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau der Arbeit.....	7
Abbildung 2: Überblick über einige gängige Definitionen von KMU/KKU anhand quantitativer Merkmale ([BMJ18], [EU03], [IfM18a] und [KfW19]) .....	10
Abbildung 3: Das Produktionssystem in seiner Umwelt (nach [Dyc10], [Gün05] und [Sch14]) .....	15
Abbildung 4: Aspekte zur Systembeschreibung nach SELIGER ET AL. [Sel87] .....	16
Abbildung 5: Typologie industrieller Produktionssysteme nach DYCKHOFF UND SPENGLER [Dyc10] .....	17
Abbildung 6: Historische Entwicklung der Produktionssysteme nach DOMBROWSKI ET AL. [Dom06].....	19
Abbildung 7: Das Taylorsche Prinzip des Scientific Management nach BULLINGER ET AL. [Bul03] .....	20
Abbildung 8: Das "4P-Modell" nach LIKER [Lik04] .....	22
Abbildung 9: Das Toyota-Produktionssystem (nach [Her12] und [Lik04]) .....	23
Abbildung 10: Der Toyota-Way nach TOYOTA [Toy18] .....	24
Abbildung 11: Diverse Ganzheitliche Produktionssysteme von Unternehmen .....	26
Abbildung 12: Aufbau und Struktur eines GPS nach VDI 2870-1 [VDI12] .....	26
Abbildung 13: Gestaltungsprinzipien und Methoden nach VDI 2870 ([VDI12] und [VDI13]) ..	27
Abbildung 14: Zusammenhang Wertschöpfung und Verschwendung (nach [Ohn09] und [Sch15b]) .....	29
Abbildung 15: 7 Arten der Verschwendung und Lean Methoden zur Vermeidung (nach [Lea18], [Ohn09], [RWT18], [Sys06] und [VDI12]) .....	30
Abbildung 16: Kennzeichnung und Regelkreise des Produktionsmanagements (nach [Gün05] und [Zäp00]) .....	33
Abbildung 17: Aufbau- und Ablauforganisation (nach [Bec18] und [Sch00]) .....	36
Abbildung 18: Entwicklung der Produktionsplanung (nach [Cla15], [Gut71], [Her12], [Pta11] und [Ste04]) .....	36
Abbildung 19: Referenzsichten des Aachener PPS-Modells nach SCHUH und GIERTH [Sch06c] .....	39
Abbildung 20: Struktur der Aufgabenreferenzsicht des Aachener PPS-Modells [Sch06c].....	40
Abbildung 21: Das Zielquadrat der Produktion mit den Konflikten nach ERLACH [Erl10].....	41
Abbildung 22: Methoden der GPS und ihre Wirkung auf die Zieldimensionen nach VDI 2870-2 [VDI13] .....	44
Abbildung 23: Elemente des Shop Floor Managements nach LEYENDECKER und PÖTTERS [Ley18] .....	46
Abbildung 24: Die 5S Methode mit ihren Begriffen .....	49
Abbildung 25: Push- und Pull-Prinzip nach GORECKI und PAUTSCH [Gor13] .....	50
Abbildung 26: Aufbau und Funktionsweise eines Kanban-Systems nach VDI 2870-2 [VDI13] .....	54

Abbildung 27: Die 6W-Hinterfragetechnik nach IMAI [Ima92] .....	58
Abbildung 28: Das Ishikawa- / Ursache-Wirkungs-Diagramm nach BRUNNER [Bru11] .....	59
Abbildung 29: Beispiele für Poka Yoke .....	61
Abbildung 30: Losfertigung vs. One Piece Flow nach DROSTE ET AL. [Dro15].....	62
Abbildung 31: Vorgehensweise der Modellierung des Wertstroms (nach [Erl10], [Rot04] und [VDI13]) .....	65
Abbildung 32: Bedürfnispyramide nach MASLOW ([Mas54] und [Mas71]) und ihre dynamische Darstellung nach KRECH ET AL. [Kre62].....	68
Abbildung 33: Das Modell der Einstellungs-Verhaltens-Beziehung (nach FISHBEIN und AJZEN) .....	70
Abbildung 34: Beispiel für die formelle und informelle Struktur eines Teams nach BECKER [Bec16] .....	71
Abbildung 35: Phasen der Teamentwicklung nach TUCKMAN und JENSEN ([Tuc65] und [Tuc77]) .....	73
Abbildung 36: Führungssituationen nach FIEDLER [Fie67] und Führungsstile (nach [Her88] und [Lew39]).....	75
Abbildung 37: Das Leistungsdreieck (nach [Alt16] und [Hal17]).....	77
Abbildung 38: Das Lernzonenmodell nach LUCKNER und NADLER [Luc97] und passende Führungsstile (nach [Her88] und [Lew39]) .....	78
Abbildung 39: Kaizen und Kaikaku (nach [Bec08], [Bru11] und [Kle14]) .....	82
Abbildung 40: Ansätze zur Prozessoptimierung (nach [Bec18], [Bor12], [Gra17] und[Wag15]) .....	85
Abbildung 41: Widerstände (nach [Dop14] und [Sch18]) und Personentypen (nach VAHS [Vah15]) in Veränderungsprozessen.....	87
Abbildung 42: Phasen in Veränderungsprozessen nach LEWIN [Lew47] und STREICH [Str16] .....	89
Abbildung 43: Hierarchiebezogene Veränderungsstrategien nach KLEINGARN [Kle97] .....	90
Abbildung 44: Transmissionsmechanismen der Unternehmenskultur nach ECKRICH [Eck17] .....	91
Abbildung 45: PDCA-Zyklus nach DEMING [Dem00] in KVP .....	93
Abbildung 46: Modelldarstellung der Idee für den Lösungsansatz .....	102
Abbildung 47: Change Management steht im Fokus und treibt das Top-Management .....	105
Abbildung 48: Das Planetengetriebe-Modell des GPS.....	108
Abbildung 49: Subsysteme eines Ganzheitlichen Produktionssystems.....	108
Abbildung 50: Konzept der Produktionsprogrammplanung und Eisenhower-Matrix (nach [Hem13] und [Kos16]).....	111
Abbildung 51: Portfolio-Matrix für Personalauswahl.....	118
Abbildung 52: Baum-Modell der Einführung von GPS .....	122
Abbildung 53: Konzept der Change-Management-fokussierten Einführung von GPS.....	125
Abbildung 54: Das Organigramm des FWP .....	130
Abbildung 55: ausgewählte Veränderungen im FWP.....	138



---

Abbildung 56: Produktionsplanung und -steuerung via wayRTS.....	140
Abbildung 57: Produktionsplanung und -steuerung via Excel .....	141
Abbildung 58: Statistischer Überblick über Fertigungsaufträge in der Werkstatt des FWP..	142
Abbildung 59: PPS via Planungstafel, Checkliste und Auftragszettel (exemplarisch).....	144
Abbildung 60: Veränderungsbeispiele im direkten und indirekten Produktionsbereich.....	147
Abbildung 61: Kanban-Karten in verschiedenen Farben bei FWP .....	149
Abbildung 62: Beispiele der Flussdiagramme bzw. VSM diverser Prozesse des FWP .....	150
Abbildung 63: Supply-Chain-Prozess des Fertigungsauftrags in der Werkstatt .....	151
Abbildung 64: Ablaufprozess der täglichen Arbeit im Prüffeld.....	153
Abbildung 65: Das „rollierende“ Lagerkonzept nach DAI [Dai19].....	154
Abbildung 66: Veränderungsmaßnahmen in Bezug auf das Human-Resource-Management im FWP .....	155
Abbildung 67: Change Management durch aktive Optimisten (rechts) anhand des Zugvogel- Prinzips (links) .....	167
Abbildung 68: Leitgedanken in Veränderungsprozessen von LORENZ nach RÖHNER [Röh16] .....	168



# A Anhang

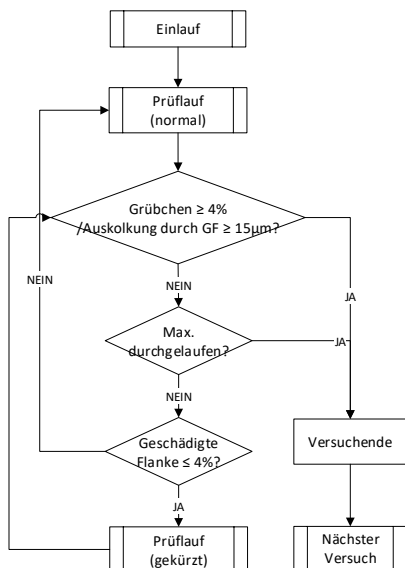
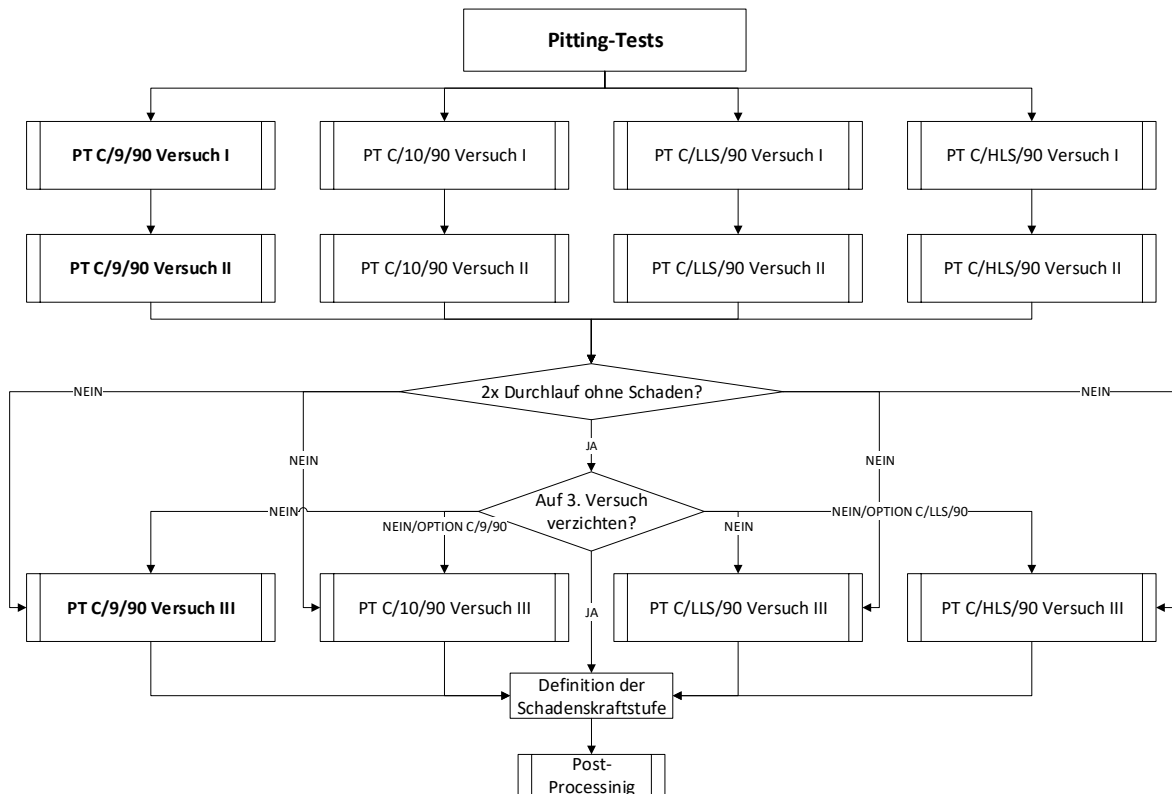
## A.1. VSM-Beispiele von Unternehmensprozessen des FWP

### A.1.1 Flussdiagramm: Prüfprozess für Pitting-Test (nach FVA 2/3)

- Aktionsablauf/Materialfluss
- - - - - Informationsfluss
- · · · · Datenfluss

Vorbereitung:

1. Prüfkasten 2x mit Waschbenzin ausspülen und mit wasserfreier Pressluft trocknen. (Schmierstoff des vorhergehenden Prüflaufs aus den Lagern entfernen)
2. Zahnräder mit Waschbenzin reinigen und mit wasserfreier Pressluft trocknen.
3. Räder mit bloßen Augen auf Korrosionsstellen und andere Beschädigungen überprüfen. (Beschädigte Räder dürfen nicht verwendet werden!)
4. Für jeden Versuch wird eine neue Flanke und neues Prüföl verwendet. Die unbelastete Flanke wird mit Tragbildlack (Dykem Red) abgedeckt.



	16/24	C/9/90	C/10/90	C/LLS/90	C/HLS/90
Einlauf	60°C 135Nm 2250 1/min 2,6E5 (2h)	60°C 135Nm 2250 1/min 2,6E5 (2h)	60°C 240Nm 90 1/min 2250 (25min)	60°C 240Nm 90 1/min 2250 (25min)	
Prüflauf	90°C 302Nm 2250 1/min Kontrolle 1,8E6 (14h) max. 40E6	90°C 372Nm 2250 1/min Kontrolle 1,8E6 (14h) max. 40E6	90°C T <sub>1</sub> (s. Tabelle) n <sub>1</sub> (s. Tabelle) Kontrolle 14h. max. 72E6	90°C T <sub>1</sub> (s. Tabelle) n <sub>1</sub> (s. Tabelle) Kontrolle 14h. max. 72E6	

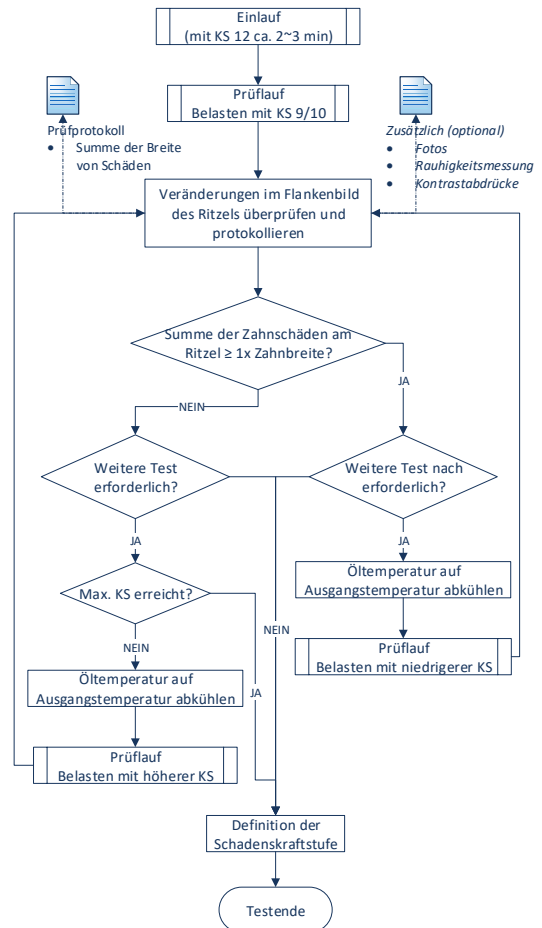
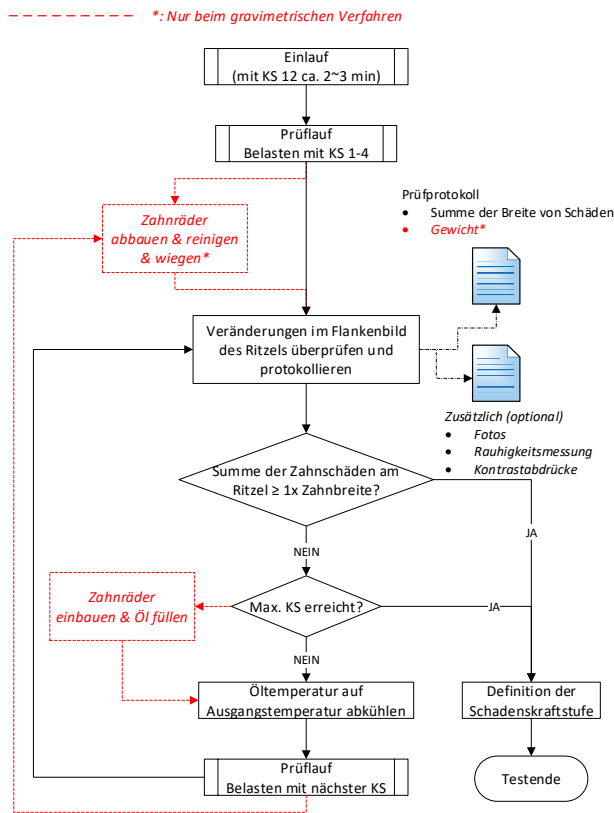
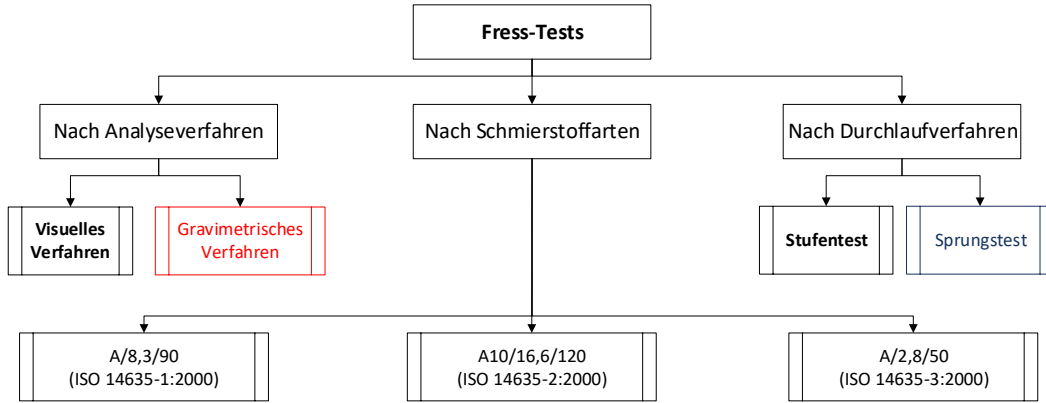
ABLAUF DES STANDARDTESTS

17/18	Ölsump-temperatur $\vartheta_E$	Drehmoment am Ritzel T <sub>1</sub>	Drehzahl am Ritzel n <sub>1</sub>	Lastwechsel
Einlauf Stufe I	40°C	s. Literatur	3000 1/min	20.000 (7min)
Einlauf Stufe II	90°C	s. Literatur	1500 1/min	180.000 (2h)
Prüflauf	60°C	s. Literatur	3000 1/min	3.000.000 (17h) (max. 50E6)

ABLAUF DES DAUERFESTIGKEITSTESTS  
Nach Pitting-Test-Regel und mit Radpaar Ri/Ra=17/18

### A.1.2 Flussdiagramm: Prüfprozess für Fress-Test (nach DIN ISO 14635-1:3)

Vorbereitung:  
 1. Das Prüfgetriebe einschließlich Lager mit Siedegrenzenbenzin spülen und mit wasserfreier Pressluft trocknen.  
 2. Prüfzahnräder mit Siedegrenzenbenzin reinigen und im Luftstrom trocknen unter Benutzung von Fingerlingen oder Handschuhen.  
 3. Sichtkontrolle der Zahnräder auf Korrosion oder andere Schäden. (Beschädigte Räder dürfen nicht verwendet werden!)



16/24	A/8,3/90	A10/16,6/120	A/2,8/50
$\vartheta_E$	90°C	120°C	50°C
$T_1$	s. Tabelle	s. Tabelle	s. Tabelle
$n_1$	1450 1/min	2910 1/min	500 1/min
Kontrolle	21.700 (15min)	21.700 (7,5min)	21.700 (45min)
max.	KS 12	KS 10	KS 12

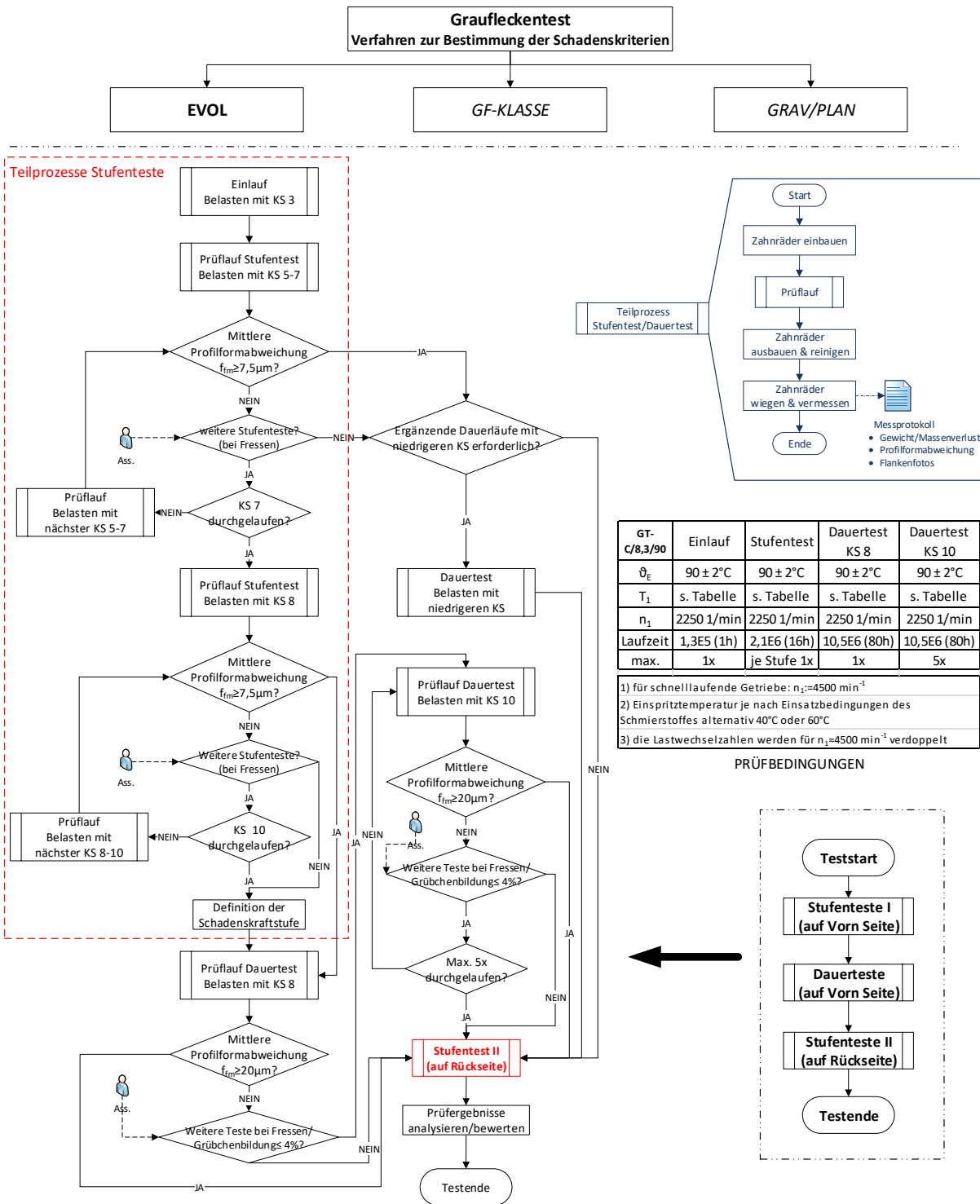
PRÜFBEDINGUNGEN

### A.1.3 Flussdiagramm: Prüfprozess für Graufleckentest (nach FVA 54/7)

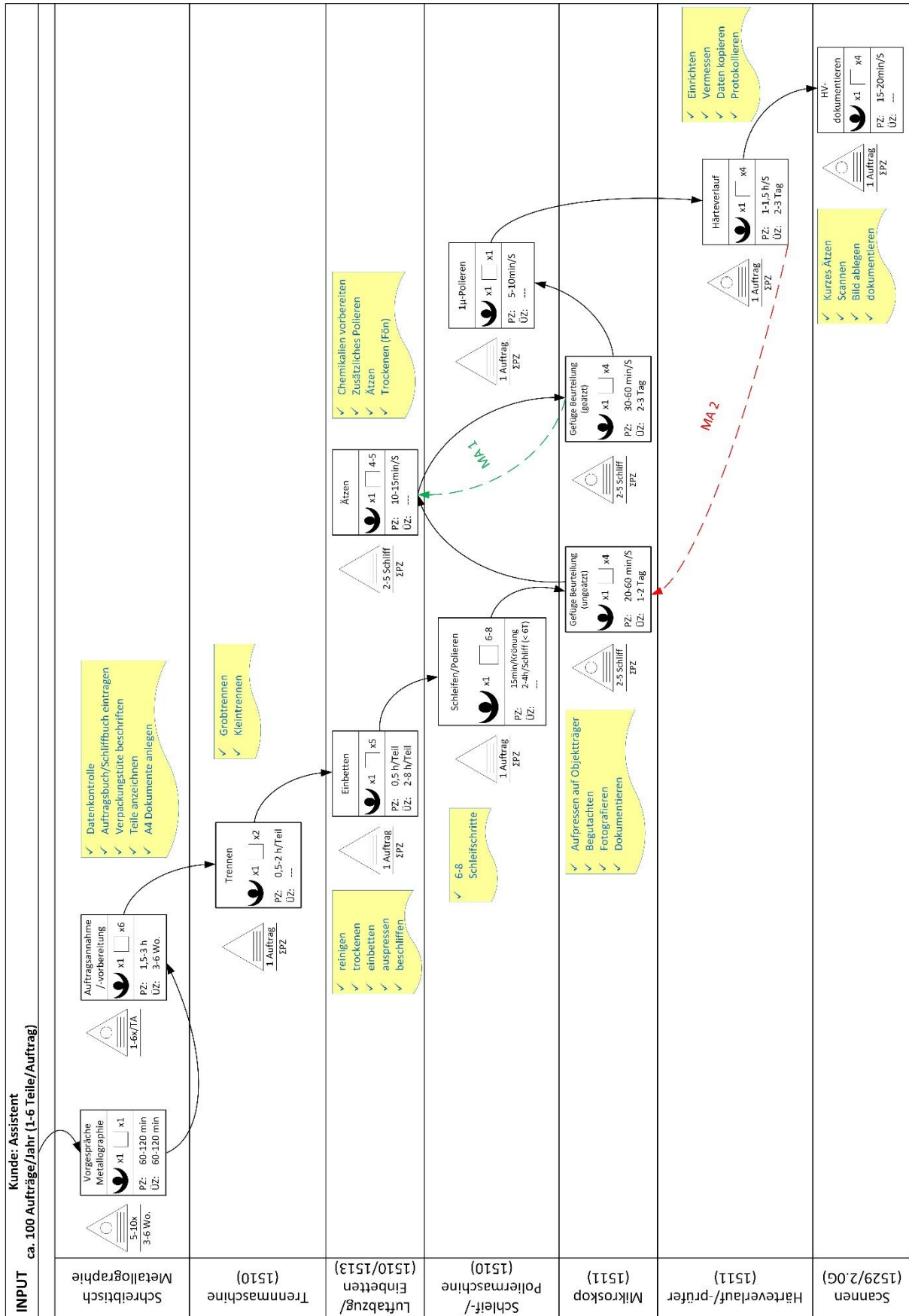
- Aktionsablauf/Materialfluss
- - - - - Informationsfluss
- · · · · Datenfluss

Vorbereitung:

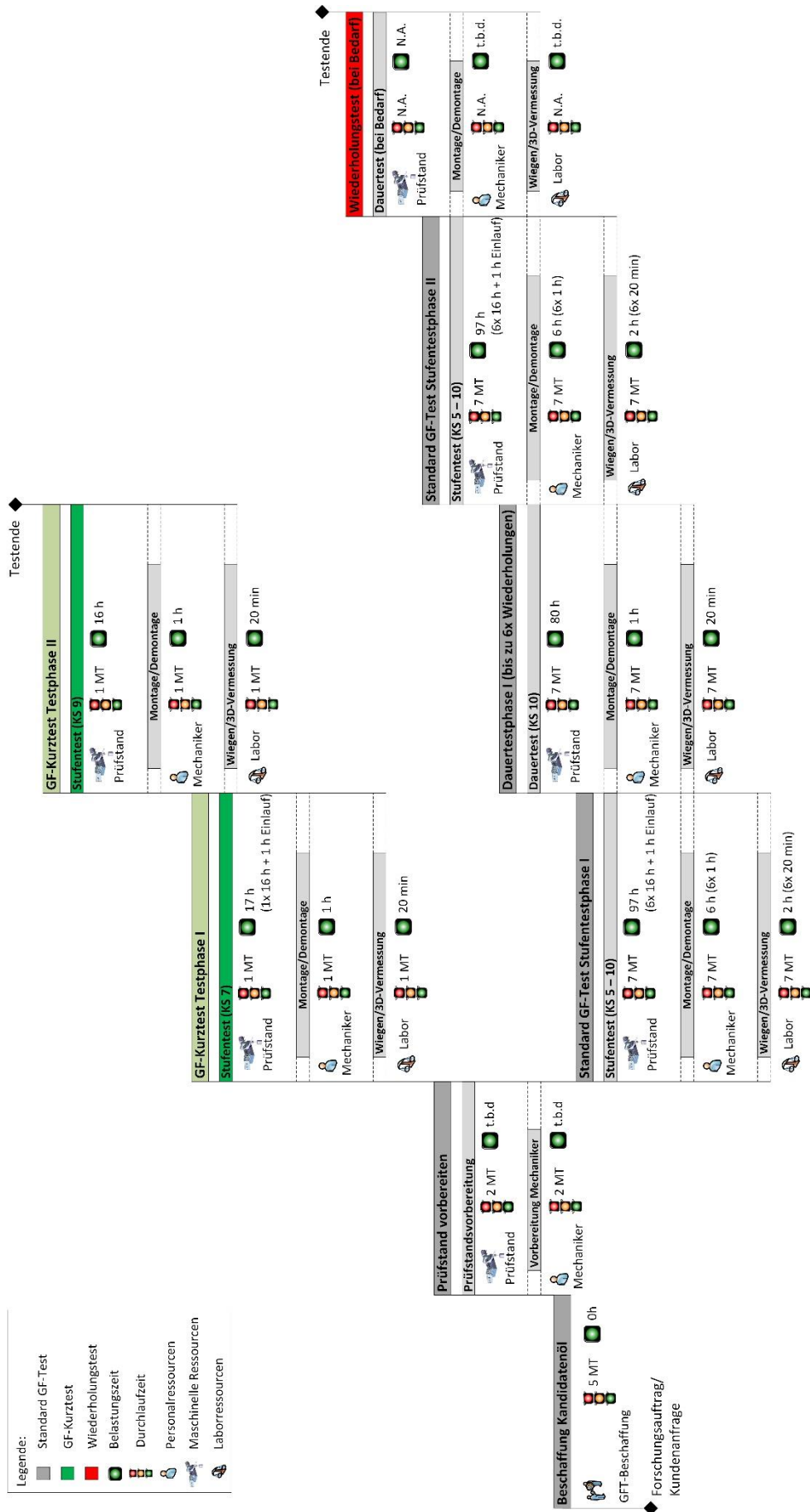
1. Das Prüfgetriebe einschließlich Lager mit Siedegrenzenbenzin spülen und mit wasserfreier Pressluft trocknen.
2. Das Ölaggregat und Filtergehäuse mit Waschbenzin reinigen und trocknen. Anschließend mit Prüfschmierstoff befüllen und Filter neu einsetzen.
3. Prüfzahnräder mit Siedegrenzenbenzin reinigen und im Luftstrom trocknen unter Benutzung von Fingerlingen oder Handschuhen.
4. Sichtkontrolle der Zahnräder auf Korrosion oder andere Schäden. (Beschädigte Räder dürfen nicht verwendet werden!)
5. Der gesamte Test wird mit einem Radsatz durchgeführt und mit den selben Zahnflanken belastet (z.B. Ri. 1/3/6/8; Ra. 1/9/17)



A.1.4 Swimlane-Diagramm für Metallographie (Werkstoffuntersuchung)



A.1.5 Supply Chain für PPS Graufleckentest in wayRTS









Schritt 4: Standardisieren

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18		20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37		39	40
41	42	43	44	45		47	48	49	50

Schritt 5: Selbstdisziplin

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

**A.2.2 Vorlage: Red-Tag für 5A-Aktionen**

<b>5A-Karte</b>	Nr.								
	Gegenstand / Material:								
	Menge:								
	Fundort (Standort):								
	Karte angebracht von: (Name/Abteilung)								
	am: (Datum)								
	<b>Benutzung (Wofür, Wo/Wer,Wann)</b> (bitte Rückseite dafür benutzen)								
	<b>Durchzuführende Maßnahme:</b>								
		<input type="radio"/> Gegenstand / Material beseitigen							
		<input type="radio"/> Neuen Standort festlegen							
		<input type="radio"/> Menge regulieren							
	<b>Verantwortlicher: (Name/Abteilung)</b>								
	bis: (Datum)								
	Bemerkungen:								

**A.2.3 Vorlage: Kanban-Karte**

Vorderseite	Rückseite
<p><b>KANBAN-Karte</b></p> <p style="color: red;">Wenn mindestbestand im Vorrat unterschritten bitte diese Karte ins KANBAN-Postfach ablegen!</p> <p>Mindestbestand: 5 Stk.      max. Menge: 25 Stk.</p> <p>Material-Bez.: Wellendichtring (DIN 3760)                      Variante: 30x47x7                      Lieferant: C-TEILE-INDUSTRIELIEFERANT      <b>Bestellmenge:</b>                      Artikel-Nr.: WDR 30x47x7      <b>20 Stk.</b>                      Barcode:                       Lagerort: LA 03 Tablar 03                      Besteller: Werkstattleitung</p> 	<p><b>KANBAN-Karte</b></p> <p style="color: red; font-size: 1.2em;">Bitte bei der Entnahme bei Bedarf nachfüllen!!!</p> <p><a href="\\nas.ads.mwn.de\tumw\fgz\331_Werkstattleitung\02_Inventar\00_KANBAN\KANBAN-Karte_Vorlage.xlsx">\\nas.ads.mwn.de\tumw\fgz\331_Werkstattleitung\02_Inventar\00_KANBAN\KANBAN-Karte_Vorlage.xlsx</a></p> <p>Erstelldatum: 06.06.2020                      Karten-Version: V 4.0</p> <p>Bei Auffinden der Karte am falschen Ort                      bitte im Büro Werkstattleitung (MW0562a) abgeben!!!</p>

**A.2.4 Beispiel: Lagerplatz-ID-Karte**

Lagerplatz-ID-Karte	Lagerplatz-ID-Karte
<p>Platz-Nr.: 7D-M Hinten/Ganz      Einlagerung: 06/2014                      Projekt-Nr.: CVT                      Bezeichnung: Idler: CVT-Adaptionen, Variatoren</p> <p>Verantw.: Id/Pf (Pf)      Entsorgung: 01/2020                      Bild:       QR-Code: </p> <p><a href="\\...\\227...\\01_Inventar\01_Materiallager.xlsx">\\...\\227...\\01_Inventar\01_Materiallager.xlsx</a></p>	<p>Platz-Nr.: 3A Hinten/Ganz      Einlagerung: 11/2016                      Projekt-Nr.: Aggregat                      Bezeichnung: &gt; Ölaggregate Neuart für VA-PS</p> <p>Verantw.: Pr (To)      Entsorgung: --                      Bild:       QR-Code: </p> <p><a href="\\...\\227...\\01_Inventar\01_Materiallager.xlsx">\\...\\227...\\01_Inventar\01_Materiallager.xlsx</a></p>

### A.2.5 Beispiel: Etiketten für die Lagerverwaltung von Schmierstoffen

Öl-ID:   
So-20201006-01

Weber rot

FVA3 rein

Öllager (MW 1362m) 112-A-2

  
112-A-2

Prüfstand: VAL5

MW 1563

  
VAL5

Schmierstoff

**ID ERZEUGEN**

  
ID ERZEUGEN

Lagerplatz

**AUSLAGERN**

  
AUSLAGERN

Prüfstand

**ENTSORGEN**

  
ENTSORGEN

Diverse Aktivitäten

### A.2.6 Handkarte To-Do-Liste für Auftragsplanung im Prüffeld

Prüfstand	wiss. MA	Typ	PS-Zustand (bis 10:30)	n.i.Betrieb (am Vortag)	Besonder. (D/R/U/20h)	Test-Status (Lauf/Ende)	Routine To Do	Extra To Do (Doku./Öl)	Einteilung Entscheid.
VA 1 / A	Sn	GF	AUS / EIN						
VA 4 / J	Sn	GF	AUS / EIN						
VA 5 / E	--	--	AUS / EIN						
VA 6 / I	Kd	FH	AUS / EIN						
VA 7 / F	Sn	GF	AUS / EIN						
VA 8 / L	Ge	GF	AUS / EIN						
VA 9 / M	Ge	GF	AUS / EIN						
VA 10 / Y	To	PT	AUS / EIN						
VA 11 / K	--	--	AUS / EIN						
VA 12 / G	Cw	FH	AUS / EIN						
VA 13 / C	Wk	FH	AUS / EIN						
VA 14 / D1	Kd	FH	AUS / EIN						
VA 15 / R	Kd	GA	AUS / EIN						
VA 16 / S	Cw	FH	AUS / EIN						
VA 17 / O	Ge	GF	AUS / EIN						
VA 18 / Z	--	--	AUS / EIN						
VA 19 / D2	Kd	FH	AUS / EIN						
VAL 2 / U	To	PT	AUS / EIN						
VB 1/Z 60	--	--	AUS / EIN						
VB 2/ Z 61	--	--	AUS / EIN						
VA 22	Sb	VST	AUS / EIN		20 H (Hiwi)				
VA 23	To	PT	AUS / EIN						
VA 24	Ge	GF	AUS / EIN						
VA 25	Sb	VST	AUS / EIN		20 H (Hiwi)				
VA 26	To	PT	AUS / EIN						
VA 27	Fu	Sonder	AUS / EIN						
VA 29	Sn	GF	AUS / EIN						
VA 30	Kd	FH	AUS / EIN						
VA 31	As	FH	AUS / EIN						
VA 32	Fu	FH	AUS / EIN						
VAL 4	Cw	FH	AUS / EIN						
VAL 5	Sn	GF	AUS / EIN						

Datum:

Nebenaufgabe	PS/MA
FRT	Mh/Hp
KRH	Pe/Dl/Ho
SNK	No/We
VD-PS	Fu/Km
VDL-PS	Km/
FE8-Lager-PS	Le/Km/Hp
IV-PS	Ge/Km
Sonstige-PS	

Dokumentation	
Entsorgung	
Lagerverdienst	
Öldienst/-liste	
Sonstiges	

## A.2.7 Vorlage: Grünzettel für die Produktionsplanung im Prüffeld

<h1>To-Do-Liste Prüffeld</h1>	
Stand: 31.05.18	
Prüfstand: _____	Datum: _____
Wiss. MA: _____	(in Vertretung für): _____
To Do (bitte ankreuzen bzw. eintragen):	
<p><b><u>Prüfstand:</u></b></p> <input type="checkbox"/> Reinigen ( <input type="checkbox"/> mit Afton Reinigungsprozedur)	
<input type="checkbox"/> Neuen Test starten (GT/GFKT/PAE-GT/PT/VST/Sonstiges)	
<input type="checkbox"/> mit vorher Ölwechsel (s.u.) <input type="checkbox"/> mit vorher Radwechsel (s.u.)	
<input type="checkbox"/> Nachspannen auf: _____	
<input type="checkbox"/> Versuch weiter nach Protokoll fortsetzen	
<input type="checkbox"/> Versuch <b>NICHT</b> fortsetzen!!! Bitte Rücksprache mit Ass. halten!!!	
<input type="checkbox"/> <b>Reparatur / Umbau (Details s.u.)</b>	
<p><b><u>Schmierstoff:</u></b></p> <input type="checkbox"/> Ölprobe ziehen mit Beschriftung: _____	
<input type="checkbox"/> Restlichen Schmierstoff (frisch / gebraucht) entsorgen	
<input type="checkbox"/> Restlichen Schmierstoff (frisch / gebraucht) aufheben: bis voraussichtlich: _____ Menge regulieren auf: _____ (L)	
<input type="checkbox"/> Frischer Schmierstoff: _____	
<p><b><u>Zahnräder:</u></b></p> <p><u>Gelaufene Radsätze:</u>      <input type="checkbox"/> <b>Ausbauen</b>      <input type="checkbox"/> Rauheit</p> <input type="checkbox"/> eingeeölt lassen <input type="checkbox"/> Waschen <input type="checkbox"/> Wiegen <input type="checkbox"/> Vermessen (3D) <p>-----</p> <input type="checkbox"/> Dokumentieren <input type="checkbox"/> Fotografieren <p>-----</p> <input type="checkbox"/> <u>Neuer Radsatz</u> Ritzel: _____ Rad: _____	
<p>Sonstiges:</p>	
<p>Bemerkung:</p>	

**A.2.8 Vorlage: Tabelle für Interne Audit**

Bereich:		5A-Auditbogen		Datum: Auditor:	
Zu beurteilende Objekte		Beurteilungskriterien		überprüfen Sie den IST-Zustand und vergeben Sie Ihre Punkte!	
				trifft	
				überhaupt	
				nicht zu	
				0	
				1	
				2	
				3	
				4	
				5	
<b>Aussortieren</b>					
1	Gegenstände (Teile oder Materialien)	Keine unnötigen Gegenstände in der Arbeitsumgebung			
2	Maschinen und Gerätschaften	Benötigte Maschinen und Gerätschaften werden regelmäßig benutzt.			
3	Werkzeuge, Vorrichtungen, Prüfmittel, Hilfsr	Benötigte Werkzeuge, Vorrichtungen, Prüfmittel und Hilfsmittel werden regelmäßig benutzt.			
4	Sichtkontrolle	Alle unnötigen Gegenstände werden auf einen Blick erkannt.			
5	Übermengen	Es gibt klare Regeln für das Beseitigen von Übermengen.			
<b>Aufräumen</b>					
6	Bereichskennzeichnungen	Es gibt Beschriftungen, die unterschiedliche Bereiche und Unterbereiche anzeigen.			
7	Beschriftung der Lagerorte und Artikel	Alles ist klar gekennzeichnet und selbsterklärend visualisiert.			
8	Vorratsanzeiger	Es gibt Signalanzeiger, die Mindest- und Höchstmenge anzeigen.			
9	Markierungs- bzw. Trennlinien	Alle Linien sind nach Unternehmensstandard deutlich erkennbar.			
10	Werkzeuge, Vorrichtungen, Prüfmittel, Hilfsr	Die Lagerung der Werkzeuge, Vorrichtungen, Prüf- und Hilfsmittel ist so organisiert, dass diese mühelos zu finden und zurückzubringen			
<b>Arbeitsplatz säubern</b>					
11	Boden	Der Boden ist immer sauber und gefahrenfrei.			
12	Arbeitsplätze, -mittel und -umgebung	Alles wird sauber gehalten, d.h. es ist frei von Staub und Schmutz.			
13	Säubern und Überprüfen	Das Reinigen des Equipments ist gleichzeitig mit Überprüfung verbunden.			
14	Reinigungsroutine	Das Reinigen wird als Routinetätigkeit der täglichen Arbeit betrachtet.			
15	Regelung der Reinigung	Es gibt eine Rotations- oder eine Schichtvereinbarung für die Reinigung.			
<b>Anordnung standardisieren</b>					
16	Belüftung	Die Luft ist sauber und geruchlos.			
17	Lichtverhältnisse	Lichtwinkel und Intensität der Beleuchtung sind angemessen.			
18	Vermeidung von Schmutz	An der Vermeidung von Schmutzenstehung wird mit Nachdruck gearbeitet.			
19	Arbeitskleidung	Es gibt Standards für die Arbeitskleidung.			
20	Die ersten 3A	Es gibt Standards für systematisches Aufräumen, Ordnung und Sauberkeit durch selbsterklärende Visualisierung.			
<b>Alle Punkte halten und verbessern</b>					
21	Training der 5A-Methodik	Die Mitarbeiter kennen Tools und Techniken der 5A-Methodik.			
22	Verankerung der 5A-Anwendung	Die Mitarbeiter identifizieren sich mit den Regeln und Standards der 5A-Methodik und halten sie selbstständig ein.			
23	Arbeitsschutz/Arbeitsicherheit/Umwelt	Die Vorschriften werden geschult und befolgt.			
24	Sitzungs- und Pausenregelung	Jeder strebt danach, pünktlich zu sein.			
25	Beziehungen zwischen den Mitarbeitern	Es existiert eine angenehme Atmosphäre, die Mitarbeiter zeigen zueinander Wertschätzung.			
		<b>Gesamtpunktzahl:</b>		<b>0</b>	

## A.2.9 Vorlage: Checkliste Forschungsprojekt für Ausstand eines Assistenten

<h2 style="margin: 0;">Checkliste Forschungsprojekt</h2>	
Stand: 17.05.19	
Datum: _____	Abt.-Leiter: _____
Wiss. MA: _____	_____
<b>Allgemeine Info.</b> (pro Projekt ein Zettel)	
Forschungsnummer: _____	Nachfolgende Forschung geplant: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Abschlussdatum: _____	Nachfolger(in): _____
<b><u>Allgemeine Hinweise zu FZG-Standard:</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Für Aufbewahrung gilt generell: so wenig wie möglich, so viel wie nötig. → Entsorgung so früh wie möglich!</li> <li>* Teile von Forschungsvorhaben werden nach Abschluss des Projekts i.d.R. für <u>5 Jahre</u> aufgehoben und von GA <u>max. 2 Jahre</u>.</li> <li>* Schmierstoffe für Forschungsvorhaben werden in Form einer 500ml-Ölprobe für 5 Jahre aufbewahrt und für GA 250ml-Ölprobe.</li> <li>* Ungetestete Teile und Schmierstoffe werden erst in Absprache mit Abteilungsleiter entsorgt.</li> <li>* Zugewiesene Fächer in Lagerautomaten werden nach dem Ausstand des MA ausgeräumt. (Ausnahme: Übergabe an Nachfolger!)</li> <li>* Aktionen (Ölproben, Ein-/Auslagerung, Entsorgung...) werden vor allem durch Hiwi/Ass. ausgeführt. (Nicht-Wiss.-MA nur als Alter)</li> <li>* Ist z.z. noch kein Nachfolger bekannt, ist der Abteilungsleiter der erste Ansprechpartner.</li> </ul>	
<b>Maßnahme zu Forschungsteilen</b>	
<b><u>Art und Anzahl der Forschungsteile:</u></b>	
<b><u>getestete Teile:</u></b>	<b><u>ungetestete Teile:</u></b>
<input type="checkbox"/> entsorgen	<input type="checkbox"/> entsorgen <input type="checkbox"/> Übergabe an Nachfolger
<input type="checkbox"/> aufbewahren bis (MM/JJ): _____	<input type="checkbox"/> aufbewahren bis (MM/JJ): _____
<b><u>Bemerkung:</u></b>	
<b>Maßnahme zu Schmierstoffen</b>	
<b><u>Schmierstoffbezeichnung:</u></b>	
<b><u>restlicher Schmierstoff (gebraucht):</u></b>	<b><u>restlicher Schmierstoff (frisch):</u></b>
<input type="checkbox"/> Ölprobe ( <input type="checkbox"/> 250ml <input type="checkbox"/> 500ml <input type="checkbox"/> Rest entsorgen)	<input type="checkbox"/> Ölprobe ( <input type="checkbox"/> 250ml <input type="checkbox"/> 500ml) <input type="checkbox"/> Rest entsorgen
<input type="checkbox"/> aufbewahren bis (MM/JJ): _____	<input type="checkbox"/> aufbewahren bis (MM/JJ): _____
<input type="checkbox"/> * siehe Anhang	max. Menge: _____
	<input type="checkbox"/> Übergabe an: _____
<b><u>Bemerkung:</u></b>	
<b>Aktionen wird ausgeführt durch:</b> <input type="checkbox"/> Ass./Hiwi <input type="checkbox"/> MA Werkstatt/Prüffeld	
<b>Sonstige Bemerkung</b>	





**B      Dissertationen der FZG**

- 1      PERRET, H.              Übertragung konstanter Leistung durch stufenlos mechanische Regeltriebe. TH Braunschweig (1935).
- 2      BELLMANN, H.            Beiträge zur Prüfung von Bremsbelägen. TH Braunschweig (1939).
- 3      HIERSIG, H.M.            Der Zusammenhang von Gestaltung und Beanspruchung bei Schneckengetrieben mit Evolventenverzahnung. TH Braunschweig (1943).
- 4      HELBIG, F.                Walzenfestigkeit und Grübchenbildung von Zahnrad- und Wälzlagerwerkstoffen. TH Braunschweig (1943).
- 5      ARF, D.                    Pendelrollenlager mit symmetrischen und unsymmetrischen Rollen. TH Braunschweig (1944).
- 6      OESMANN, W.            Entwicklung einer Stahlsand-Schalt- und Regelkupplung. TH Braunschweig (1945).
- 7      RUOBO, E.                Ermittlung der Achsfehler-Empfindlichkeit verschiedener Zylinder-Schneckengetriebe mit Hilfe des Einlauf-Abschliff-volumens. TH Braunschweig (1948).
- 8      GLAUBITZ, H.            Drehmomentmessungen zum Wendevorgang bei Raupenfahrwerken. TH Braunschweig (1948).
- 9      TALKE, H.                Beiträge zur hydrodynamischen Schmiertheorie des ebenen Gleitschuhes auf ebener Fläche. TH Braunschweig (1948).
- 10     CRAMER, H.              Über die Reibung und Schmierung feinmechanischer Geräte. TH Braunschweig (1949).
- 11     THOMAS, W.              Reibscheiben-Regelgetriebe mit Linienberührung. TH Braunschweig (1949).
- 12     MAUSHAKE, W.            Theoretische Untersuchung von Schneckengetrieben mit Globoidschnecke und Stirnrad. TH Braunschweig (1950).
- 13     KRAUPNER, K.W.        Das plastische Verhalten umlaufender Stahlrollen bei Punktberührung. TH Braunschweig (1951).
- 14     BANASCHEK, K.         Die Gleitreibung geschmierter Flächen kleiner Schmiegun g. Einfluß von Werkstoffpaarung, Krümmung, Oberfläche und Schmierstoff. TH Braunschweig (1951).
- 15     HEYER, E.                Versuche mit Zylinderschneckenrieben. Einfluß von Zahnform, Modul, Durchmesser und Schmierstoff auf Verlustleistung und Tragfähigkeit. TH München (1952).
- 16     HENTSCHEL, G.         Der Hochleistungswälztrieb. Entwicklungsstand und Entwicklungsmöglichkeiten. TH München (1952).

- 17 WINTER, H. Tragfähigste Evolventengeradverzahnung. TH München (1954).
- 18 ROY, A.K. Spannungsoptische Untersuchung eines schrägverzahn-ten Stirnrades. TH München (1957).
- 19 RETTIG, H. Dynamische Zahnkraft. TH München (1957).
- 20 OHLENDORF, H. Verlustleistung und Erwärmung von Stirnrädern. TH München (1958).
- 21 UNTERBERGER, M. Geräuschuntersuchungen an geradverzahn-ten Zahn-  
rädern. TH München (1958).
- 22 LOOMAN, J. Das Abrichten von profilierten Schleifscheiben zum  
Schleifen von schrägverzahn-ten Stirnrädern.  
TH München (1959).
- 23 JARCHOW, F. Versuche an Stirnrad-Globoidschnecken-  
trieben. TH München (1960).
- 24 POPOVIC, L. Einfluß von Zahnform und Bearbeitung auf die Zahnfuß-  
festigkeit. TH München (1960).
- 25 EHRENSPIEL, K. Die Festkörperreibung von geschmierten und unge-  
schmierten Metallpaarungen mit Linienberührung.  
TH München (1962).
- 26 PITTROFF, H. Riffelbildung infolge Stillstandserschütterungen bei Wälz-  
lagern. TH München (1962).
- 27 SCHREIBER, H. Zur Auswertung von Lebensdauerversuchen an Wälzla-  
gern. TH München (1962).
- 28 ROTH, K. Untersuchungen über die Eignung der Evolventenzahn-  
form für eine allgemein verwendbare feinwerktechnische  
Normverzahnung. TH München (1963).
- 29 NARUSE, CH. Verschleiß, Tragfähigkeit und Verlustleistung bei Schrau-  
benradgetrieben. TH München (1964).
- 30 GARTNER, F. Die Mischreibung bei Linienberührung. TH München  
(1964).
- 31 ASSMANN, H. Vergleichende Untersuchung von Getriebeölen im FZG-  
Stirnrad- und Esso-Hypoidprüfstand. TH München (1965).
- 32 REISTER, D. Einseitiges Breitentragen bei Stirnrädern.  
TH München (1965).
- 33 KORRENN, H. Gleitreibung in den Kontaktstellen zwischen den Wälzkör-  
pern und den Laufbahnen der Ringe von Wälzlagern.  
TH München (1965).
- 34 HÖSEL, TH. Geräuschuntersuchungen an schrägverzahn-ten Stirnrä-  
dern mit Evolventenverzahnung. TH München (1965).

- 35 LANGENBECK, K. Die Verschleiß- und Freißgrenzlast der Hypoidgetriebe. TH München (1966).
- 36 MEMMEL, M. Untersuchungen über die Tragfähigkeit und Gebrauchsdauer von Gelenklagern. TH München (1966).
- 37 BÖTSCH, H. Der Einfluß der Oberflächenbearbeitung und -behandlung auf die Flankenfestigkeit von Stirnrädern aus Vergütungsstahl. TH München (1966).
- 38 LECHNER, G. Die Freißlastgrenze bei Stirnrädern aus Stahl. TH München (1966).
- 39 LANGE, S. Untersuchungen von Helicon- und Spiroidgetrieben mit abwickelbaren Schneckenflanken nach der hydrodynamischen und nach der Hertzschen Theorie. TH München (1967).
- 40 SCHWÄGERL, D. Untersuchung von Helicon- und Spiroidgetrieben mit trapezförmigem Schneckenprofil nach der Hertzschen und nach der hydrodynamischen Theorie. TH München (1967).
- 41 MICHELS, K. Schneckengetriebe mit Werkstoffpaarung Stahl/Grauguß. TH München (1968).
- 42 GACKSTETTER, G. Verlustarme Verzahnung. TH München (1968).
- 43 GEUPEL, H. Flüssigkeitsreibung bei Punktberührung. TH München (1969).
- 44 GREKOUSSIS, R. Vergleichende Untersuchungen zur Freißtragfähigkeit von Hypoid- und Stirnrädern. TH München (1969).
- 45 BAETHGE, J. Zahnfederhärte, Drehwegfehler und Geräusch bei Stirnrädern. TH München (1969).
- 46 SCHULZ, H.D. Untersuchung über Tragfähigkeiten und Verlustleistung von Schneckengetrieben mit trapezförmigem Schneckenprofil und kegeliger Schnecke. TH München (1969).
- 47 STÖLZLE, K. Leistungsübertragung in Planetengetrieben bei statischem und dynamischem Betrieb. Berechnung, Optimierung und Versuchsergebnisse. TH München (1970).
- 48 SEITZINGER, K. Die Erwärmung einsatzgehärteter Zahnräder als Kennwert für ihre Freißtragfähigkeit. TU München (1971).
- 49 STÖSSEL, K. Reibungszahlen unter elasto-hydrodynamischen Bedingungen. TU München (1971).
- 50 SCHMIDT, G. Berechnung der Wälzpressung schrägverzahnter Stirnräder unter Berücksichtigung der Lastverteilung. TU München (1972).

- 51 HIRT, M. Einfluß der Zahnfußausrundung auf Spannung und Festigkeit von Geradstirnrädern. TU München (1974).
- 52 WILKESMANN, H. Berechnung von Schneckengetrieben mit unterschiedlichen Zahnprofilformen (Tragfähigkeits- und Verlustleistung für Hohlkreis-, Evolventen- und Geradlinienprofil). TU München (1974).
- 53 RICHTER, M. Der Verzahnungswirkungsgrad und die Freßtragfähigkeit von Hypoid- und Schraubenradgetrieben - Versuchsergebnisse und Berechnungsmethoden. TU München (1976).
- 54 RÖSCH, H. Untersuchungen zur Wälzfestigkeit von Rollen - Einfluß von Werkstoff, Wärmebehandlung und Schlupf. TU München (1976).
- 55 GAGGERMEIER, H. Untersuchungen zur Reibkraftübertragung in Regel-Reibradgetrieben im Bereich elasto-hydrodynamischer Schmierung. TU München (1977).
- 56 KÄSER, W. Beitrag zur Grübchenbildung an gehärteten Zahnrädern. Einfluß von Härtetiefe und Schmierstoff auf die Flankentragfähigkeit. TU München (1977).
- 57 KNABEL, W. Geräusche und Schwingungen an Stirnradgetrieben. Untersuchungen geometrischer Einflüsse bei hohen Drehzahlen und Belastungen. TU München (1977).
- 58 WIRTH, X. Über den Einfluß von Schleifkerben auf die Zahnfußtragfähigkeit und das Schädigungsverhalten oberflächengehärteter Zahnräder. TU München (1977).
- 59 HUBER, G. Zylinderschneckengetriebe, ein Beitrag zur Berechnung von Grübchen- und Gleitverschleiß und Angaben zum Wirkungsgradverhalten aus Versuchen. TU München (1978).
- 60 BROSSMANN, U. Über den Einfluß der Zahnfußausrundung und des Schrägungswinkels auf Beanspruchung und Festigkeit schrägverzahnter Stirnräder. TU München (1979).
- 61 PLEWE, H.-J. Untersuchungen über den Abriebverschleiß von geschmierten, langsam laufenden Zahnrädern. TU München (1980).
- 62 FRESEN, G. Untersuchungen über die Tragfähigkeit von Hypoid- und Kegelradgetrieben (Grübchen, Ridging, Rippling, Graufleckigkeit und Zahnbruch). TU München (1981).
- 63 OSTER, P. Beanspruchung der Zahnflanken unter Bedingungen der Elastohydrodynamik. TU München (1982).

- 64 HORNUNG, K. Zahnräder aus Bainitischem Gusseisen mit Kugelgraphit. TU München (1983).
- 65 WEISS, T. Zum Festigkeits- und Verzugsverhalten von randschichtgehärteten Zahnrädern. TU München (1983).
- 66 VOJACEK, H. Das Reibungsverhalten von Fluiden unter elastohydrodynamischen Bedingungen. Einfluß der chem. Struktur des Fluides, der Werkstoffe und der Makro- und Mikrogeometrie der Gleit/Wälzkörper. TU München (1984).
- 67 SCHÖNNENBECK, G. Einfluß der Schmierstoffe auf die Zahnflankenermüdung (Graufleckigkeit und Grübchenbildung) hauptsächlich im Umfangsgeschwindigkeitsbereich 1...9 m/s. TU München (1984).
- 68 WIENER, H. Untersuchung der Rollenkinematik im Axial-Pendelrollenlager. TU München (1984).
- 69 MATHIAK, D. Untersuchungen über Flankentragfähigkeit, Zahnfußtragfähigkeit und Wirkungsgrad von Zylinderschneckengetrieben. TU München (1984).
- 70 STRASSER, H. Einflüsse von Verzahnungsgeometrie, Werkstoff und Wärmebehandlung auf die Zahnfußtragfähigkeit. TU München (1984).
- 71 JOACHIM, F.-J. Untersuchungen zur Grübchenbildung an vergüteten und normalisierten Zahnrädern (Einfluß von Werkstoffpaarung, Oberflächen- und Eigenspannungszustand). TU München 1984.
- 72 GERBER, H. Innere dynamische Zusatzkräfte bei Stirnradgetrieben - Modellbildung, innere Anregung und Dämpfung. TU München (1984).
- 73 SIMON, M. Messung von elasto-hydrodynamischen Parametern und ihre Auswirkung auf die Grübchentragfähigkeit vergüteter Scheiben und Zahnräder. TU München (1984).
- 74 SCHMIDT, W. Untersuchungen zur Grübchen- und zur Zahnfußtragfähigkeit geradverzahnter evolventischer Innenstirnräder. TU München (1984).
- 75 FUNCK, G. Wärmeabführung bei Getrieben unter quasistationären Betriebsbedingungen. TU München (1985).
- 76 PAUL, M. Einfluß von Balligkeit und Lageabweichungen auf die Zahnfußbeanspruchung spiralverzahnter Kegelräder. TU München (1986).
- 77 HOPPE, F. Das Abschalt- und Betriebsverhalten von mechanischen Sicherheitskupplungen. TU München (1986).

- 78 MICHAELIS, K. Die Integraltemperatur zur Beurteilung der Freßtragfähigkeit von Stirnradgetrieben. TU München (1987).
- 79 WECH, L. Untersuchungen zum Wirkungsgrad von Kegelrad- und Hypoidgetrieben. TU München (1987).
- 80 KNAUER, G. Zur Grübchentragfähigkeit einsatzgehärteter Zahnräder - Einfluß von Werkstoff, Schmierstoff und Betriebstemperatur. TU München (1988).
- 81 PLACZEK, T. Lastverteilung und Flankenkorrektur in gerad- und schrägverzahnten Stirnradstufen. TU München (1988).
- 82 PFLAUM, H. Das Reibungsverhalten ölgeschmierter Kegelreibkupplungen in Synchronisationseinrichtungen von Kraftfahrzeug-Schaltgetrieben. TU München (1988).
- 83 BRINCK, P. Zahnfußtragfähigkeit oberflächengehärteter Stirnräder bei Lastrichtungsumkehr. TU München (1989).
- 84 - entfallen
- 85 NEUPERT, K. Verschleißtragfähigkeit und Wirkungsgrad von Zylinder-Schneckengetrieben. TU München (1990).
- 86 PREXLER, F. Einfluß der Wälzflächenrauheit auf die Grübchenbildung vergüteter Scheiben im EHD-Kontakt. TU München (1990).
- 87 SCHALLER, K.-V. Betriebsfestigkeitsuntersuchungen zur Grübchenbildung an einsatzgehärteten Stirnradflanken. TU München (1990).
- 88 COLLENBERG, H.-F. Untersuchungen zur Freßtragfähigkeit schnelllaufender Stirnradgetriebe. TU München (1991).
- 89 MÜLLER, R. Schwingungs- und Geräuschanregung bei Stirnradgetrieben. TU München (1991).
- 90 ANZINGER, M. Werkstoff- und Fertigungseinflüsse auf die Zahnfußtragfähigkeit, insbesondere im hohen Zeitfestigkeitsgebiet. TU München (1991).
- 91 KAGERER, E. Messung von elastohydrodynamischen Parametern im hochbelasteten Scheiben- und Zahnkontakt. TU München (1991).
- 92 HASLINGER, K. Untersuchungen zur Grübchentragfähigkeit profilkorrigierter Zahnräder. TU München (1991).
- 93 VOLLHÜTER, F. Einfluß der Achsversetzung auf die Grübchen- und Zahnfußtragfähigkeit von spiralverzahnten Kegelrädern. TU München (1992).
- 94 PINNEKAMP, B. Das Schaltverhalten von PKW-Getriebesynchronisierungen. TU München (1992).

- 95 SCHUBERT, M. Einfluß der Befestigungsart und Radkranzdicke auf die Zahntragfähigkeit von Innenstirnrädern. TU München (1993).
- 96 STEINGRÖVER, K. Untersuchung zu Verschleiß, Verlustgrad und Fressen bei Zylinder-Schneckengetrieben. TU München (1993).
- 97 ELSTORPFF, M.-G. Einflüsse auf die Grübchentragfähigkeit einsatzgehärteter Zahnräder bis in das höchste Zeitfestigkeitsgebiet. TU München (1993).
- 98 EMMERT, S. Untersuchungen zur Zahnflankenermüdung (Graufleckigkeit, Grübchenbildung) schnelllaufender Stirnradgetriebe. TU München (1994).
- 99 SUCHANDT, TH. Betriebsfestigkeitsuntersuchungen zur Zahnfußtragfähigkeit einsatzgehärteter Zahnräder und zur Bruchfestigkeit vergüteter Laschenketten. TU München (1994).
- 100 HÄMMERL, B. Lebensdauer- und Temperaturverhalten ölgekühlter Lammellenkupplungen bei Lastkollektivbeanspruchung. TU München (1994).
- 101 WEISS, R. Einfluß der Ölalterung auf die Zahnflankentragfähigkeit. TU München (1994).
- 102 SCHLENK, L. Untersuchungen zur Freßtragfähigkeit von Großzahnradern. TU München (1995).
- 103 MANN, U. Schmierfilmbildung in elastohydrodynamischen Kontakten, Einfluß verschiedener Grundöle und Viskositäts-Index-Verbesserer. TU München (1995).
- 104 RUDZEWSKI, S. Systemtechnische Verknüpfung eingeführter Getriebeberechnungsprogramme. TU München (1995).
- 105 RANK, R. Untersuchungen zur Lebensdauerprüfung von Synchronisierungen. TU München (1995).
- 106 EBERSPÄCHER, C. Reihenfolgeeffekte bei der Grübchen-Betriebsfestigkeit einsatzgehärteter Zahnräder. TU München (1995).
- 107 RANK, B. Untersuchungen zur Grübchenbildung bei Zylinder-Schneckengetrieben. TU München (1996).
- 108 SATTELBERGER, K. Schwingungs- und Geräuschanregung bei ein- und mehrstufigen Stirnradgetrieben. TU München (1997).
- 109 HIRSCHMANN, V. Tragfähigkeitsuntersuchungen an stufenlosen Umschlingungsgetrieben. TU München (1997).
- 110 THOMAS, J. Flankentragfähigkeit und Laufverhalten von hartfeinbearbeiteten Kegelrädern. TU München (1998).

- 111 WIKIDAL, F. Berechnung der Flankenpressung gerad- und schrägverzahnter Stirnräder für last- und fertigungsbedingte Abweichungen. TU München (1998).
- 112 PERPONCHER, V., CH. Einflüsse von Reibflächentopographie und Beanspruchungen auf das Reibungs- und Verschleißverhalten von Synchronisierungen. TU München (1998).
- 113 SCHEDL, U. Einfluß des Schmierstoffs auf die Grübchenlebensdauer einsatzgehärteter Zahnräder. TU München (1998).
- 114 VOLLMER, T. Methodik zur Entwicklung einer Fahrstrategie für Fahrzeuge, ausgeführt am Beispiel des Autarken Hybrids. TU München (1998).
- 115 HEITMANN, A. Entwicklung des i<sup>2</sup>-Getriebes für den Autarken Hybrid-Antriebsstrang. TU München (1998).
- 116 PFLEGER, F. Schalt- und Lebensdauerverhalten von Lamellenkupplungen. TU München (1998).
- 117 KERSCHL, S. Der Autarke Hybrid - Optimierung des Antriebsstrangs hinsichtlich Energieverbrauch und Bestimmung des Einsparpotentials. TU München (1998).
- 118 DÖBEREINER, R. Tragfähigkeit von Hochverzahnungen geringer Schwingungsanregung. TU München (1998).
- 119 WEIGAND, U. Werkstoff- und Wärmebehandlungseinflüsse auf die Zahnfußtragfähigkeit. TU München (1999).
- 120 SCHRADE, U. Einfluß von Verzahnungsgeometrie und Betriebsbedingungen auf die Graufleckentragfähigkeit von Zahnradgetrieben. TU München (2000).
- 121 KÖLL, J. Konstruktion des Getriebes für ein Pkw-Hybridantriebssystem. TU München (2000).
- 122 FÖRSTER, W. Der Lastschaltvorgang beim stufenlosen i<sup>2</sup>-Getriebe des Autarken Hybrid-Antriebsstrangs. TU München (1999).
- 123 LANGE, N. Hoch fresstragfähige Schneckengetriebe mit Rädern aus Sphaeroguß. TU München (2000).
- 124 LUTZ, M. Methoden zur rechnerischen Ermittlung und Optimierung von Tragbildern an Schneckengetrieben. TU München (2000).
- 125 KOPATSCH, F. Wirksamkeit von Viskositätsindex-Verbesserern im EHD-Zahnradkontakt. TU München (2000).
- 126 BAYERDÖRFER, I. Einfluß von betriebsbedingten Schmierstoffveränderungen auf die Flankentragfähigkeit einsatzgehärteter Stirnräder. TU München (2000).



- 126e DOMIAN, H.-J. Systematische Synthese von Getriebestrukturen der Vor-gelegebauart. TU München 2001.
- 127 TOBIE, T. Zur Grübchen- und Zahnfußtragfähigkeit einsatzgehärteter Zahnräder. TU München (2001).
- 128 STAHL, K. Grübchentragfähigkeit einsatzgehärteter Gerad- und Schrägverzahnungen unter besonderer Berücksichtigung der Pressungsverteilung. TU München (2001).
- 129 NEUMÜLLER, M. Einfluß der Ölalterung auf Reibungs- und Verschleißverhalten von Synchronisierungen. TU München (2001).
- 130 MOSBACH, C. Das Reibungs- und Reibschwing-Verhalten nasslaufender Lamellenkupplungen. TU München (2002).
- 131 DYLA, A. Modell einer durchgängig rechnerbasierten Produktentwicklung. TU München (2002).
- 132 GRASWALD, C. Reibung im elastohydrodynamischen Kontakt von Reibradgetrieben. TU München (2002).
- 133 GEISER, H. Grundlagen zur Beurteilung des Schwingungsverhaltens von Stirnrädern. TU München (2002).
- 134 SCHINAGL, S. Zahnfußtragfähigkeit schrägverzahnter Stirnräder unter Berücksichtigung der Lastverteilung. TU München (2002).
- 135 DOLESCHEL, A. Wirkungsgradberechnung von Zahnradgetrieben in Abhängigkeit vom Schmierstoff. TU München (2003).
- 136 ANNAST, R. Kegellrad-Flankenbruch. TU München (2003)
- 137 SÜSSMUTH, J.-F. Eignungsbeurteilung von Schmierstoffen für stufenlose Umschlingungsgetriebe. TU München (2003).
- 138 MATTEN, D. Methode zur Entwicklung ingenieurwissenschaftlicher Berechnungsprogramme. TU München (2003).
- 139 GEIER, N. Untersuchung des Reibungs- und Verschleißverhaltens nasslaufender Kupplungen in Abhängigkeit ihrer Reibflächen-topographie. TU München (2003).
- 140 HERTTER, T. Rechnerischer Festigkeitsnachweis der Ermüdungstragfähigkeit vergüteter und einsatzgehärteter Stirnräder. TU München (2003).
- 141 KRIEGER, H. Alterung von Schmierstoffen im Zahnradprüfstand und in Praxisgetrieben. TU München (2004).
- 142 STEUTZGER, M. Einfluß der Baugröße auf die Zahnfußtragfähigkeit einsatzgehärteter Stirnräder. TU München (2004).
- 143 SCHMIDBAUER, T. Aufbau und Erprobung des Autarken Hybrid-Antriebsstrangs im Versuchsfahrzeug. TU München (2004).

- 144 LIU, W. Einfluss verschiedener Fertigungsverfahren auf die Graufleckentragfähigkeit von Zahnradgetrieben. TU München (2004).
- 145 FEHLING, R. Höhere Tragfähigkeit bei Zahnradflanken durch eine nichtevolventische Profilmodifikation. TU München (2004).
- 146 GUTTENBERG, P. Der autarke Hybrid am Prüfstand - Funktion, Kraftstoffverbrauch und energetische Analyse. TU München (2004).
- 147 WIMMER, T. Einflüsse auf das Lastübernahmeverhalten von nasslaufenden Lamellenkupplungen. TU München (2004).
- 148 RADEV, T. Einfluss des Schmierstoffes auf die Grübchentragfähigkeit einsatzgehärteter Zahnräder - Entwicklung des Praxisnahen Pittingtests. TU München (2005).
- 149 KRASTEV, I. Optimierung des Lastschaltvorgangs im i<sup>2</sup>-Getriebe. TU München (2005).
- 150 HEILEMANN, J. Tragfähigkeit und Wirkungsgrad bei unterschiedlichen Schnecken-Zahnflankenformen unter Berücksichtigung der Oberflächenhärte und Härtetiefe. TU München (2005).
- 151 HEIZENRÖTHER, M. Das Stirnradifferential mit Innenverzahnung im Vergleich zum Kegelradifferential inklusive einer Sperrwertanalyse. TU München (2005).
- 152 WIMMER, A. Lastverluste von Stirnradverzahnungen - Konstruktive Einflüsse, Wirkungsgradmaximierung, Tribologie. TU München (2006).
- 153 BRUCKMEIER, S. Flankenbruch bei Stirnradgetrieben. TU München (2006).
- 154 HAUSER, C. Einfluss der Ölalterung auf Reibcharakteristik und Reibschwingverhalten von Lamellenkupplungen. TU München (2007).
- 155 GROSSL, A. Einfluss von PVD-Beschichtungen auf die Flanken- und Fußtragfähigkeit einsatzgehärteter Stirnräder. TU München (2007).
- 156 STEINBERGER, G. Optimale Grübchentragfähigkeit von Schrägverzahnungen. TU München (2007).
- 157 JAROS, M. Integration des STEP-Produktmodells in den Getriebeentwicklungsprozess. TU München (2007).
- 158 RADEV, S. Einfluss von Flankenkorrekturen auf das Anregungsverhalten gerad- und schrägverzahnter Stirnradpaarungen. TU München (2007).
- 159 BRAYKOFF, C. Tragfähigkeit kleinmoduliger Zahnräder. TU München (2007).

- 160 STANGL, M. Methodik zur kinematischen und kinetischen Berechnung mehrwelliger Planeten-Koppelgetriebe. TU München (2007).
- 161 STENICO, A. Werkstoffmechanische Untersuchungen zur Zahnfußtragfähigkeit einsatzgehärteter Zahnräder. TU München (2007).
- 162 SCHWIENBACHER, S. Einfluss von Schleifbrand auf die Flankentragfähigkeit einsatzgehärteter Zahnräder. TU München (2008).
- 163 WINKLER, J. Tribologischer Schichtaufbau bei Synchronisierungen und sein Einfluss auf Reibung und Verschleiß. TU München (2008).
- 164 WIRTH, C. Zur Tragfähigkeit von Kegelrad- und Hypoidgetrieben. TU München (2008).
- 165 KREIL, O. Einfluss der Oberflächenstruktur auf Druckverteilung und Schmierfilmdicke im EHD-Kontakt. TU München (2009).
- 166 OTTO, H.-P. Flank load carrying capacity and power loss reduction by minimised lubrication. TU München (2009).
- 167 OTTO, M. Lastverteilung und Zahnradtragfähigkeit von schrägverzahnten Stirnrädern. TU München (2009).
- 168 TOMIC, D. Zum Verschleiß von Kegelreibkupplungen - Einflüsse von Belastung und Schmierstoff auf Reibschichteigenschaften. TU München (2009).
- 169 WEISEL, C. Schneckengetriebe mit lokal begrenztem Tragbild. TU München (2009).
- 170 WEITL, R. Zur Tragfähigkeitsberechnung von Wälzlagern und Stirnrädern. TU München (2010).
- 171 MULZER, F. Systematik hochübersetzender koaxialer Getriebe. TU München (2010).
- 172 SCHUDY, J. Untersuchungen zur Flankentragfähigkeit von Außen- und Innenverzahnungen. TU München (2010).
- 173 BRETL, N. Einflüsse auf die Zahnfußtragfähigkeit einsatzgehärteter Zahnräder im Bereich hoher Lastspielzahlen. TU München (2010).
- 174 GRIGGEL, T. Einfluss der Fertigungsqualität auf die Schwingungsanregung von Stirnrädern. TU München (2010).
- 175 LAYHER, M. Einfluss der Schmierstoffadditivierung auf das Reibungsverhalten nasslaufender Reibschaltelemente. TU München (2011).
- 176 HOCHMANN, M. Zahnradtragfähigkeit bei Schmierung mit Getriebefließfetten. TU München (2011).

- 177 DETZEL, J. Tribologische Untersuchungen an Achsgetrieben zur Verbesserung des Wirkungsgrads. TU München (2011).
- 178 ZIEGLER, A. Zur verkürzten Systemlebensdauerprüfung von Zahnradgetrieben. TU München (2011).
- 179 THOMA, F. Lastübertragung im verformten System Lager-Welle-Zahnrad. TU München (2012).
- 180 FRÜHE, T. Berechnung und Minimierung der Zahnfußspannung von Standard- und LowLos-Verzahnungen. TU München (2012).
- 181 WITZIG, J. Flankenbruch - Eine Grenze der Zahnradtragfähigkeit in der Werkstofftiefe. TU München (2012).
- 182 KLEIN, M. Zur Fresstragfähigkeit von Kegelrad- und Hypoidgetrieben. TU München (2012).
- 183 KURTH, F. Efficiency Determination and Synthesis of Complex-Compound Planetary Gear Transmissions. TU München (2012).
- 184 WOHLLEBER, F. Thermischer Haushalt nasslaufender Lamellenkupplungen. TU München (2012).
- 185 HEIDER, M. Schwingungsverhalten von Zahnradgetrieben. TU München (2012).
- 186 MONZ, A. Tragfähigkeit und Wirkungsgrad von Schneckengetrieben bei Schmierung mit konsistenten Getriebefetten. TU München (2012).
- 187 WIRTH, M. Schleppmomente in Synchronisierungen von Fahrzeuggetrieben. TU München (2012).
- 188 BANSEMIR, G. Konstruktionsleitsystem für den durchgängig rechnerbasierten Zahnradgetriebeentwurf. TU München (2012).
- 189 HERGESELL, M. Grauflecken- und Grübchenbildung an einsatzgehärteten Zahnradern mittlerer und kleiner Baugröße. TU München (2013).
- 190 KOLLER, P. Steigerung der Zahnflankentragfähigkeit durch Optimierung von Eigenspannungs- und Oberflächenzustand. TU München (2013).
- 191 SCHLEICH, T. Temperatur- und Verlustleistungsverhalten von Wälzlager in Getrieben. TU München (2013).
- 192 STEPLINGER, J.-P. Tragfähigkeit und Wirkungsgrad von Stirnradgetrieben bei Schmierung mit hochviskosen Fluiden und Fetten NLGI 0,1 und 2. TU München (2013).
- 193 FÜRSTENBERGER, M. Betriebsverhalten verlustoptimierter Kunststoffzahnrad. TU München (2013).

- 194 HOMBAUER, M. Grauflecken an Kegelrad- und Hypoidverzahnungen und deren Einfluss auf die Grübchentragsfähigkeit. TU München (2013).
- 195 MAYER, J. Einfluss der Oberfläche und des Schmierstoffs auf das Reibungsverhalten im EHD-Kontakt. TU München (2013).
- 196 BAUHOFFER, H. Kontakt- und Laufverhalten von Kronenrädern unter Montageabweichungen. TU München (2014).
- 197 LECHNER, C. Energiebilanzierung des CVT-Hybrid. TU München (2014).
- 198 HINTERSTOISSER, M. Zur Optimierung des Wirkungsgrades von Stirnradgetrieben TU München (2014).
- 199 LOMBARDO, S. Einfluss von verschiedenen Carbonitrierverfahren auf die Zahnfuß- sowie Zahnflankentragsfähigkeit von Stirnrädern. TU München (2014).
- 200 IDLER, S. Die Fresstragsfähigkeit stufenloser Umschlingungsgetriebe. TU München (2014).
- 201 LANGHEINRICH, A. Geometrie, Beanspruchung und Verformung asymmetrischer Stirnradverzahnungen. TU München (2014).
- 202 MATT, P. Einfluss der Stirnkanten auf die Tragsfähigkeit von Verzahnungen. TU München (2014).
- 203 HENSEL, M. Thermische Beanspruchbarkeit und Lebensdauerverhalten von nasslaufenden Lamellenkupplungen. TU München (2014).
- 204 GEIGER, J. Wirkungsgrad und Wärmehaushalt von Zahnradgetrieben bei instationären Betriebszuständen. TU München (2015).
- 205 SIGMUND, W. Untersuchung und Simulation des Verschleißverhaltens von Schneckengetrieben mit unvollständigem Tragbild. TU München (2015).
- 206 PARLOW, J. Erweiterter Verzahnungsentwurf im Anforderungs- und Gesamtsystemkontext. TU München (2016).
- 207 NEUBAUER, B. Lastverteilung und Anregungsverhalten in Planetengetriebesystemen. TU München (2016).
- 208 NITSCH, C. Dynamisches Betriebsverhalten von Werkstoffverbundzahnradern. TU München (2016).
- 209 BIHR, J. Untersuchung des Schwingungsverhaltens von mehrstufigen Stirnradgetrieben unter besonderer Berücksichtigung des Welle-Lager-Systems. TU München (2016).
- 210 SCHURER, S. Einfluss nichtmetallischer Einschlüsse in hochreinen Werkstoffen auf die Zahnfußtragsfähigkeit. TU München (2016).

- 211 KADACH, D. Stillstandsmarkierungen an Zahnrädern und deren Auswirkungen auf die Flankentragfähigkeit. TU München (2016).
- 212 FELBERMAIER, M. Untersuchungen zur Graufleckenbildung und deren Einfluss auf die Grübchentragfähigkeit einsatzgehärteter Stirnräder. TU München (2016).
- 213 ACUNER, R. Synchronisierungen mit Carbon-Reibwerkstoffen unter hohen und extremen Beanspruchungen. TU München (2016).
- 214 LOHNER, T. Berechnung von TEHD Kontakten und Einlaufverhalten von Verzahnungen. TU München (2016).
- 215 ZIMMER, M. Berechnung und Optimierung von Geometrie und Eingriffsverhalten von Verzahnungen beliebiger Achslage. TU München (2017).
- 216 GWINNER, PH. Auslegung schwingungsarmer Stirnradverzahnungen für den automobilen Einsatz in hochdrehenden, elektrisch angetriebenen Achsgetrieben. TU München (2017).
- 217 SCHULTHEIß, H. Zum Verschleißverhalten einsatzgehärteter Zahnradpaarungen in Abhängigkeit des Schmierungsmechanismus bei Fettschmierung. TU München (2017).
- 218 MOSER, K. Methode zur Untersuchung des Betriebsverhaltens stufenloser Umschlingungsgetriebe. TU München (2017).
- 219 STREBEL, M. Spontanschäden an nasslaufenden Lamellenkupplungen. TU München (2017).
- 220 BAAR, M. Kennwerte zur Tragfähigkeit kleinmoduliger Kronenradverzahnungen unterschiedlicher Werkstoffpaarung. TU München (2017).
- 221 WICKBORN, C. Erweiterung der Flankentragfähigkeitsberechnung von Stirnrädern in der Werkstofftiefe. TU München (2017).
- 222 MEINGASSNER, G. Methodik zur Untersuchung des Reibungsverhaltens nasslaufender Lamellenkupplungen bei Langsamlauf- und Mikroschlupf. TU München (2017).
- 223 ZORNEK, B. Untersuchungen zur Flankentragfähigkeit vergüteter und nitrierter Innen- und Außenverzahnungen. TU München (2018).
- 224 DOBLER, F. Einflüsse auf die Tragfähigkeit induktiv umlaufgehärteter Stirnräder. TU München (2018).
- 225 DAFFNER, M. Validierung von Verformungsberechnungen im System Zahnrad-Welle-Lager-Gehäuse. TU München (2018).

- 226 HEIN, M. Zur ganzheitlichen betriebsfesten Auslegung und Prüfung von Getriebezahnrädern. TU München (2018).
- 227 HASL, C. Zur Zahnfußtragfähigkeit von Kunststoffstirnrädern. TU München (2018).
- 228 KOHN, B. Topologische Flankenkorrektur zur Anregungsoptimierung von Stirnradgetrieben. TU München (2019).
- 229 BOIADJIEV, I. Schadensentwicklung und Tragfähigkeit carbonitrierter Kegelradverzahnungen. TU München (2019).
- 230 MAUTNER, E.-M. Grübchentragfähigkeit von Schneckengetrieben großer Baugröße mit unvollständigem Tragbild. TU München (2019).
- 231 ENGELHARDT, C. Einfluss von Wasser in Getriebeölen auf die Zahnflanken-tragfähigkeit einsatzgehärteter Stirnräder. TU München (2019).
- 232 VÖLKEL, K. Charakterisierung des Einlaufverhaltens nasslaufender Lamellenkupplungen. TU München (2020).
- 233 BANSEMIR, S. Bewertung von Berechnungstiefe und Aussagegüte bei der Stirnradgetriebeberechnung. TU München (2020).
- 234 UTAKAPAN, T. Schwingungsverhalten mehrstufiger Getriebe. TU München (2020).
- 235 KÖNIG, J. Steigerung der Zahnflankentragfähigkeit durch optimierte Fertigung und Schmierung. TU München (2020).
- 236 JURKSCHAT, T. Erweiterte Bestimmung lastabhängiger Verluste von Stirnradgetrieben. TU München (2020).
- 237 EBNER, M. Selbstschmierung hochbelasteter Zahnradkontakte mit Schmierstoffgetränkten porösen Eisenwerkstoffen. TU München (2021).
- 238 REIMANN, T. Einfluss der Treibrichtung auf die Flankentragfähigkeit von Stirnrad-, Kegelrad- und Hypoidgetrieben. TU München (2021).
- 239 DOBLER, A. Verschleiß als Lebensdauergrenze für Zahnräder. TU München (2021).