



Institut für Fabrikbetriebslehre
und Unternehmensforschung
Technische Universität
Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig



Adaptive Wertstrommethodik zur durchgängigen Prozessgestaltung für das Lean Enterprise

David Ebentreich

Adaptive Wertstrommethodik zur durchgängigen Prozessgestaltung für das Lean Enterprise

Von der Fakultät für Maschinenbau
der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

zur Erlangung der Würde

eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

genehmigte Dissertation

von: Dipl.-Wirtsch.-Ing. David Ebentreich
aus: Wilhelmshaven

eingereicht am: 04.02.2019

mündliche Prüfung am: 24.07.2019

Gutachter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dombrowski

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. E.h. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult. E. Westkämper

Schriftenreihe des IFU

Band 31

David Ebentreich

**Adaptive Wertstrommethodik zur durchgängigen
Prozessgestaltung für das Lean Enterprise**

Shaker Verlag
Düren 2019

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 2019

Copyright Shaker Verlag 2019

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-6900-6

ISSN 1617-965X

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren

Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen meiner wissenschaftlichen Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU) der Technischen Universität Braunschweig.

Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Dombrowski danke ich für die Betreuung und Unterstützung meiner Arbeit. Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. E.h. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult. Engelbert Westkämper danke ich für seine Tätigkeit als Korreferent. Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainer Tutsch danke ich für die Übernahme des Vorsitzes bei der mündlichen Prüfung.

Mein herzlicher Dank gilt meinen Kollegen des IFU. Aus Kollegen sind viele Freunde geworden, mit denen mir die Zusammenarbeit in den fünf Jahren viel Freude bereitet hat. Der VDI Fachausschuss 201, der Lean Development Arbeitskreis, die Projekte in der Industrie und der Forschung und auch die nationalen und internationalen Konferenzen haben mich auf dem Weg zur Dissertation weitergebracht. Aber auch die vielen Kontakte und (meist) wissenschaftlichen Diskussionen haben mir Freude bereitet. Meinen ehemaligen Kollegen möchte ich allen für die Zeit und den Spaß den wir gemeinsam hatten danken. Stellvertretend möchte ich die Fachgruppe Ganzheitliche Produktionssysteme mit Kai Schmidtchen, Stefan Schmidt, Thomas Richter und Jonas Wullbrandt sowie Constantin Malorny und Philipp Krenkel nennen, die mir mit Anmerkungen sehr weitergeholfen haben. Während der Zeit am IFU habe ich auch mit vielen Studenten sehr gut zusammengearbeitet, insbesondere Philipp Steenwerth, Felix Engelken und Jochen Steiner haben mich hervorragend unterstützt.

Mein ganz besonderer Dank gilt meiner gesamten Familie, insbesondere meinen Eltern Jutta und Herbert sowie meinen Geschwistern Wiebke und Felix, die mich stets unterstützen und für mich da sind. Mein größter Dank gilt jedoch meiner Frau Elske, dafür dass sie mir den Rücken freigehalten hat, mich bestärkt, motiviert und mit mir diskutiert hat, um die Dissertation fertig zu stellen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage und Problemstellung	1
1.2	Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	3
2	Grundlagen prozessorientierter Organisationsgestaltung in produzierenden Unternehmen.....	8
2.1	Definition und Entwicklung der prozessorientierten Organisationsgestaltung	9
2.2	Ziele und Voraussetzungen der prozessorientierten Organisationsgestaltung	18
2.2.1	Ziele der prozessorientierten Organisationsgestaltung	18
2.2.2	Voraussetzungen für ein prozessorientiertes Unternehmen	21
2.3	Referenzmodell produzierender Unternehmen	25
2.4	Umsetzungsstand und Erfolgsfaktoren der Prozessorientierung	29
2.5	Anforderungen bei der prozessorientierten Organisationsgestaltung	33
2.6	Zusammenfassung des Kapitels	38
3	Ganzheitliche Produktionssysteme als Ursprung des Lean Enterprise	40
3.1	Entwicklung des Ganzheitlichen Produktionssystems zum Lean Enterprise	41
3.2	Definition und Struktur von Lean Enterprise	45
3.3	Umsetzungsgrad vom Lean Enterprise	55
3.4	Verschwendungsarten als Hindernisse für ein Lean Enterprise	58
3.5	Anforderungen an Unternehmen auf dem Weg zum Lean Enterprise	65
3.6	Zusammenfassung des Kapitels	68

4	Wertstrommethode im Lean Enterprise: Stand der Forschung	71
4.1	Grundlagen der Wertstrommethode	71
4.2	Bestehende Ansätze zur Nutzung der Wertstrommethode im Lean Enterprise	74
4.2.1	Ansätze im Produktentstehungsprozess	75
4.2.2	Ansätze in der Produktion.....	82
4.2.3	Ansätze im After Sales and Service	86
4.2.4	Ansätze in administrativen Bereichen	88
4.2.5	Ansätze für das gesamte Unternehmen	92
4.3	Ergebnis der Analyse und resultierender Handlungsbedarf	94
4.4	Zusammenfassung des Kapitels	97
5	Adaptive Wertstrommethodik zur durchgängigen Prozessgestaltung.....	99
5.1	Methodisches Vorgehen zur Entwicklung der adaptiven Wertstrommethodik	99
5.2	Anforderungen und Aufbau der adaptiven Wertstrommethodik	104
5.2.1	Anforderungen an die adaptive Wertstrommethodik	104
5.2.2	Aufbau der adaptiven Wertstrommethodik	108
5.3	Entwicklung eines Vorgehensmodells (Baustein 1).....	109
5.3.1	Phase 1: Situationsanalyse	113
5.3.2	Phase 2: Zielformulierung.....	120
5.3.3	Phase 3: Lösungsfindung durch abwechselnde Synthese und Analyse	122
5.3.4	Phase 4: Bewertung der Maßnahmen	129
5.3.5	Phase 5: Auswahl und Entscheidung	131
5.4	Entwicklung der Module der Methodik (Baustein 2)	133
5.4.1	Herleitung der Module	134
5.4.2	Basismodule für die Visualisierung eines Wertstroms.....	138

5.4.3 Variantenmodule für spezifische Anforderungen des Lean Enterprise	142
5.4.4 Zusatzmodule	147
5.4.5 Zusammenfassung der Module zu einem Baukasten	151
5.5 Entwicklung der Auswahlmethodik (Baustein 3).....	154
5.5.1 Entwicklung der Einsatzszenarien	155
5.5.2 Zuordnung von Modulen zu Einsatzszenarien	159
5.6 Umsetzung der Methodik in einer Software.....	162
5.6.1 Anforderungen an die Software	163
5.6.2 Erstellung der Software	165
5.6.3 Bewertung der Software	171
5.7 Zusammenfassung des Kapitels	172
6 Validierung.....	174
6.1 Praktische Eignung der Methodik in der Produktentstehung	175
6.1.1 Ausgangssituation und Zielstellung	175
6.1.2 Angewendete Module	176
6.1.3 Nutzen im Anwendungsfall	178
6.2 Praktische Eignung der Methodik in der Supply Chain	179
6.2.1 Ausgangssituation und Zielstellung	179
6.2.2 Angewendete Module	180
6.2.3 Nutzen im Anwendungsfall	180
6.3 Praktische Eignung der Methodik in administrativen Bereichen	181
6.3.1 Ausgangssituation und Zielstellung	181
6.3.2 Angewendete Module	182
6.3.3 Nutzen im Anwendungsfall	183
6.4 Überprüfung der Anforderungen an die Methodik	185

6.5 Einordnung der adaptiven Wertstrommethodik in die Entwicklung eines Lean Enterprises	192
6.6 Zusammenfassung des Kapitels	193
7 Schlussbetrachtung.....	195
7.1 Zusammenfassung und Fazit	195
7.2 Ausblick	198
8 Literaturverzeichnis	201
Anhang	A

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AF	Anforderung
AG	Aktiengesellschaft
BPM	Business Process Management
CAD	computer-aided design
2D/3D	2/3-Dimensional
DAX	Deutscher Aktienindex
DFx	Design for X-Ansätze
DIN	Deutsches Institut für Normung
DLZ	Durchlaufzeit
DSM	Design Structure Matrix
EAWS	Ergonomic Assessment Worksheet
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EN	Europäische Norm
EPEI	Every Part Every Intervall
ERP	Enterprise-Resource-Planning
FIFO	First In First Out
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
GFO	Gesellschaft für Organisation
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GPS	Ganzheitliche Produktionssysteme
IFU	Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
IPT	In Process time
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnologie
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
KW	Kalenderwoche

LIFO	Last In First Out
LDS	Lean Development System
LKW	Lastkraftwagen
MA	Mitarbeiter
M-Dax	Mid-Cap-DAX
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MS	Microsoft Office
MTM	Methods-Time-Measurement
PDVSM	Product Development Value Stream Mapping
PEP	Produktentstehungsprozess
PUS	Prozessorientierten Unternehmenssystem
REFA	Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung
RFID	Radio-frequency identification
SMART	nach Horatzek: Synoptic Method Assessment and Ranking Tool
SMART	nach Litke für Ziele: Spezifisch, Messbar, Akzeptiert, Realistisch, Terminiert
Std	Stunde
Stk	Stück
TPS	Toyota Production System
TU	Technische Universität
VBA	Visual Basic
VDI	Verband Deutscher Ingenieure
VMEA	Verbesserungs-Möglichkeiten-Einfluss-Analyse
VPZ	Verbesserungsprioritätszahl

Verzeichnis mathematischer Symbole

<i>AZ</i>	Tägliche Arbeitszeit [Zeiteinheit/d]
<i>BM_i</i>	Bestandsmenge pro Stk. [Zeiteinheit]
<i>BZ</i>	Bearbeitungszeit pro Stk. [Zeiteinheit]
<i>DLZ</i>	Produktions-Durchlaufzeit [d]
<i>EPEI</i>	Every-Part-Every-Intervall-Wert [Stk.]
<i>i</i>	Index
<i>LG</i>	Losgröße (Durchschnitt) [Stk.]
<i>n, m</i>	Indix
<i>PM</i>	Prozessmenge bei Chargen oder im Durchlauf [Stk.]
<i>PZ</i>	Prozesszeit [Zeiteinheit]
<i>RW_i</i>	Reichweite der Lagerbestände
<i>RZ</i>	Rüstzeit [Zeiteinheit]
<i>TB</i>	Tagesbedarf [Stk./d]
<i>WIP_i</i>	Umlaufbestand [Stk.]
<i>ZZ</i>	Zykluszeit [Zeiteinheit]
<i>#Res</i>	Anzahl gleicher Ressourcen [Stk.]
<i>#T</i>	Anzahl Gleichteile pro Produkt [Stk.]
<i>#Var</i>	Anzahl der Varianten [Stk.]
<i>↑</i>	Gutausbeute [%]

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Unternehmensziele und daraus abgeleitete Ziele der Arbeit	4
Abbildung 1-2: Gliederung der Arbeit	5
Abbildung 2-1: Aufbau und Inhalt von Kapitel 2	8
Abbildung 2-2: Aufbau- & Ablauforganisation [Wien 14] S. 16	9
Abbildung 2-3: Funktions- versus Prozessorientierung [Schm 10] S. 74	11
Abbildung 2-4: Historische Übersicht [Domb 15r] S.2	12
Abbildung 2-5: Geschäftsprozesse in Industrieunternehmen [Schm 10] S.68	17
Abbildung 2-6: Einfluss auf Performancekriterien (n=102) [Domb 15r] S. 10/11	19
Abbildung 2-7: Unternehmensfähigkeiten und Prozessbefähiger nach [Hamm 07] S. 5/9	22
Abbildung 2-8: Prozesslandkarte [Schm 10] S. 82	26
Abbildung 2-9: Das IFU-Referenzmodell: „Der Fabrikbetrieb“ [Domb 15t] S. 3	27
Abbildung 2-10: Umsetzung der Prozessorganisation nach Unternehmensbereich (n=121) [Domb 15r] S. 20	30
Abbildung 2-11: Ausprägung der Prozessmerkmale (n=120) [Domb 15r] S. 26	31
Abbildung 2-12: Erfolgsfaktoren der Einführung (n=102) [Domb 15r] S. 40....	32
Abbildung 2-13: Clusterung der Anforderungen zur Umsetzung der Prozessorganisation	34
Abbildung 2-14: Anforderungen zur Gestaltung einer prozessorientierten Organisation	37
Abbildung 3-1: Aufbau und Inhalt von Kapitel 3	40
Abbildung 3-2: Handlungsfelder, Gestaltungsprinzipien und Befähiger der Führung in GPS [VDI 2871-1] S. 5	43

Abbildung 3-3: Aufbau und Struktur eines Ganzheitlichen Produktionssystems und eines Lean Enterprise[VDI 2870-1] S. 10, [Domb 16g] S. 604.....	48
Abbildung 3-4: Lean Enterprise [Domb 16g] S. 602	51
Abbildung 3-5: Umsetzungsgrad einzelner Lean Systeme 1) [Hopp 09], [Hopp 11], Domb 12a] S.699/700, [Stau 16] S. 50, 2) [Stau 16] S. 44, 3) [Domb 15t] S. 22, [Stau 16] S. 44, 4) [Domb 12c] S. 27, [Stau 16] S. 44, 5) [Schu 12] S. 399, [Stau 16] S. 45	58
Abbildung 3-6: Anforderungen an Unternehmen auf dem Weg zum Lean Enterprise	68
Abbildung 4-1: Aufbau und Inhalt von Kapitel 4	71
Abbildung 4-2: Schematische Anordnung der Grundbausteine des Wertstromdiagramms, eigene Darstellung nach [Erla 10] S. 33	73
Abbildung 5-1: Aufbau und Inhalt von Kapitel 5	99
Abbildung 5-2: Vorgehen bei der Entwicklung von Modulen	103
Abbildung 5-3: Gesamtanforderungen an die Methodik	107
Abbildung 5-4: Bausteine der adaptiven Wertstrommethodik	108
Abbildung 5-5: Vorgehensmodell der adaptiven Wertstrommethodik nach [Daen 02] S. 48	112
Abbildung 5-6: Organisationsebenenmodell.....	115
Abbildung 5-7: Schematische Wertstromlandkarte auf Unternehmensebene	117
Abbildung 5-8: Ablauf einer Zielbildung [Böhm 05b] S. 171	122
Abbildung 5-9: Beispiel einer Verbesserungs-Möglichkeiten-Einfluss-Analyse (VMEA)	131
Abbildung 5-10: Beispielhafte Wertstromtafel für die Umsetzungsbesprechung	132
Abbildung 5-11:Prinzipiskizze des Quality Gate nach [Zürn 10] S. 45.....	147
Abbildung 5-12: Darstellung von Swimlanes in der Wertstromdarstellung nach [Domb 14j] S. 967, [Eben 15c] S. 110	151

Abbildung 5-13: Module der adaptiven Wertstrommethodik.....	152
Abbildung 5-14: Prozesslandkarte [Schm 10] S. 82	156
Abbildung 5-15: Ablaufschritte der Software zur unterstützten Modulauswahl in Anlehnung an [Zahn 13] S. 143	166
Abbildung 5-16: Eingabe der Einsatzszenarien.....	168
Abbildung 5-17: Ergebnis der Modulauswahl	169
Abbildung 5-18: Beispiel der Swimlane Beschreibung	171
Abbildung 6-1: Aufbau und Inhalt von Kapitel 6	174
Abbildung 6-2: Erfüllungsgrad der Anforderungen durch die adaptive Wertstrommethodik	191
Abbildung 6-3: Entwicklungsschritte zum Lean Enterprise.....	192

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Verschwendungsarten im Lean Enterprise.....	65
Tabelle 4-1: Erfüllung der Anforderungen durch den Ansatz von [Loch 08]....	78
Tabelle 4-2: Erfüllung der Anforderungen durch die Ansätze von [McMa 05], [Mill 01]	80
Tabelle 4-3: Erfüllung der Anforderungen durch den Ansatz von [Oppe 04]...	82
Tabelle 4-4: Erfüllung der Anforderungen durch den Ansatz von [Roth 98]....	85
Tabelle 4-5: Erfüllung der Anforderungen durch den Ansatz von [Erla 10]	86
Tabelle 4-6: Erfüllung der Anforderungen durch den Ansatz von [Meie 13]....	88
Tabelle 4-7: Erfüllung der Anforderungen durch den Ansatz von [Wieg 08], [Wieg 07].....	91
Tabelle 4-8: Erfüllung der Anforderungen durch den Ansatz von [Wagn 17] ..	92
Tabelle 4-9: Erfüllung der Anforderungen durch den Ansatz von [Keyt 04]	94
Tabelle 4-10: Zusammenfassung der Ergebnisse	95
Tabelle 5-1: Überblick über den Einsatz der Module in den Szenarien	162
Tabelle 6-1: Übersicht des Zielbeitrags der Anwendungsfälle	185