



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



# **Regelung eines skalierbaren Lean Enterprise zum strategischen Management regelmäßiger Produktwechsel**

Philipp Paul Krenkel

# **Regelung eines skalierbaren Lean Enterprise zum strategischen Management regelmäßiger Produktwechsel**

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.-Ing. Philipp Paul Krenkel

aus (Geburtsort): Stuttgart

eingereicht am: 30.10.2019

mündliche Prüfung am: 19.02.2020

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 34

**Philipp Paul Krenkel**

**Regelung eines skalierbaren Lean Enterprise zum  
strategischen Management regelmäßiger  
Produktwechsel**

Shaker Verlag  
Düren 2020

**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., 2020

Copyright Shaker Verlag 2020

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-7288-4

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](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## **Vorwort**

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Akademischer Rat 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 sowie die stetige Förderung meiner Weiterentwicklung. 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 den Kollegen und Freunden, die mich auf dem Weg zur Dissertation begleitet haben. Allen danke ich für die hervorragende Zeit, die ich im Institut, im VDI-Fachausschuss 201, auf Konferenzen und Tagungen sowie gemeinsamen Ausflügen hatte. Die dabei fachlich aber auch außerfachlich geführten Diskussionen waren eine wesentliche Unterstützung bei der Erarbeitung meiner Dissertation. Besonders bedanke ich mich bei Tim Mielke, Yannick Dix, Jonas Wullbrandt, Kai Schmidtchen und David Ebentreich.

Ganz besonderer Dank gilt meiner Familie. Meinen Eltern Rita und Stephan danke ich für die kontinuierliche Unterstützung während meines schulischen und akademischen Werdegangs sowie den jederzeit zur Verfügung stehenden Rat. Mein größter Dank gilt meiner Frau Nicole und unseren Kindern Charlotte und Henry für die liebevolle Begleitung der intensiven Zeit des Schreibens.

Trippstadt, Februar 2020

Philipp Krenkel



## Inhaltsverzeichnis

	<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>IV</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
	<b>Formelverzeichnis</b> .....	<b>IX</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
	1.1 Problemstellung und Zielsetzung .....	1
	1.2 Aufbau und Vorgehensweise der Arbeit .....	5
<b>2</b>	<b>Erfolgsfaktor Produktwechselmanagement</b> .....	<b>9</b>
	2.1 Grundlagen des Produktwechselmanagements .....	9
	2.1.1 Definition des Produktwechselmanagements .....	10
	2.1.2 Einordnung des Produktwechselmanagements .....	15
	2.1.3 Ziele des Produktwechselmanagements .....	23
	2.2 Produktwechselstrategie als Ordnungsrahmen eines Produktwechsels .....	26
	2.2.1 Die Rolle der Produktionsstrategie .....	27
	2.2.2 Strategischer Ansatz zum Umgang mit Produktwechseln .....	29
	2.2.3 Inhalte der Produktwechselstrategie .....	38
	2.3 Zusammenfassung des Kapitels .....	41
<b>3</b>	<b>Grundlagen des Lean Enterprise</b> .....	<b>44</b>
	3.1 Aufbau und Definition eines Lean Enterprise .....	44
	3.1.1 Ganzheitliches Produktionssystem .....	48
	3.1.2 Ganzheitliches Produktentstehungssystem .....	51
	3.1.3 Ganzheitliches Vertriebs- und Servicesystem .....	53
	3.1.4 Ganzheitliches Administrationssystem .....	54
	3.1.5 Führung und Kultur/Lean Leadership .....	55
	3.2 Herausforderungen für ein Lean Enterprise unter Berücksichtigung des Produktwechselmanagements .....	57

3.2.1	Ganzheitliche Betrachtung von Produktwechselzielen .....	58
3.2.2	Dynamische Veränderungen innerhalb eines Lean Enterprise .....	61
3.3	Zusammenfassung des Kapitels .....	64
<b>4</b>	<b>Anforderungen und Handlungsbedarf zur Regelung eines skalierbaren Lean Enterprise .....</b>	<b>66</b>
4.1	Anforderungen an eine Vorgehensweise .....	66
4.1.1	Skalierbarkeit des Lean Enterprise .....	67
4.1.2	Produktwechselstrategie zum strategischen Management regelmäßiger Produktwechsel .....	70
4.1.3	Regelung der Produktwechselstrategie .....	72
4.2	Stand der Forschung .....	75
4.2.1	Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer: Individualisierte Produktion .....	75
4.2.2	Technologiemanagement: Modelle zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit .....	78
4.2.3	Produktwechsel als Problem im Konzept der Mass Customization .....	81
4.2.4	Strategietyp des „Analyzers“ .....	84
4.2.5	Strategie der Dynamischen Produktdifferenzierung .....	86
4.2.6	Strategische Erfolgsfaktoren zur Anpassungsfähigkeit .....	88
4.2.7	Strategische Positionierung der Produktion innerhalb der generischen Wettbewerbsstrategien .....	92
4.3	Ableitung des Handlungsbedarfs .....	94
4.4	Zusammenfassung des Kapitels .....	97
<b>5</b>	<b>Vorgehen zur Regelung eines skalierbaren Lean Enterprise .....</b>	<b>100</b>
5.1	Entwicklung des Vorgehens anhand des Regelkreismodells .....	100
5.2	Bausteine zur Regelung eines skalierbaren Lean Enterprise .....	104
5.2.1	Baustein 1: Sollwertsteller – Vorgehen zur Entwicklung einer Produktwechselstrategie .....	104

---

5.2.2 Baustein 2: Regler – Vorgehen zur Verarbeitung und Darstellung von Soll-/Ist-Differenzen .....	110
5.2.3 Baustein 3: Stellglied – Vorgehen zur Umsetzung der Produktwechselstrategie.....	129
5.2.4 Baustein 4: Messglied – Vorgehen zur Erfassung der Ist-Zustände .....	135
5.3 Zielorientierter Einsatz von Methoden und Werkzeugen.....	142
5.4 Softwaregestütztes Change Control Board .....	148
5.4.1 Grundsätzlicher Aufbau des Change Control Boards.....	148
5.4.2 Anforderungen an das softwaregestützte Change Control Board .....	150
5.4.3 Entwicklung der Software .....	152
5.4.4 Bewertung des softwaregestützten Change Control Boards	159
5.5 Zusammenfassung des Kapitels .....	160
<b>6 Fallbeispiele aus der betrieblichen Praxis zur Validierung .....</b>	<b>162</b>
6.1 Praktische Eignung des Vorgehens in Unternehmen 1 .....	162
6.1.1 Ausgangssituation und Zielstellung .....	163
6.1.2 Durchführung der Bausteine.....	164
6.1.3 Nutzen im Anwendungsfall .....	168
6.2 Praktische Eignung des Vorgehens in Unternehmen 2.....	169
6.2.1 Ausgangssituation und Zielstellung .....	170
6.2.2 Durchführung der Bausteine.....	172
6.2.3 Nutzen im Anwendungsfall .....	176
6.3 Zusammenfassung des Kapitels .....	177
<b>7 Schlussbetrachtung.....</b>	<b>180</b>
7.1 Zusammenfassung und Fazit .....	180
7.2 Ausblick .....	184
<b>Literatur.....</b>	<b>187</b>

## Abkürzungsverzeichnis

<b>CAD</b>	Computer Aided Design
<b>CAE</b>	Computer Aided Engineering
<b>CAM</b>	Computer Aided Manufacturing
<b>CAO</b>	Computer Aided Office
<b>CAP</b>	Computer Aided Planning
<b>CAQ</b>	Computer Aided Quality
<b>CRM</b>	Customer Relationship Management
<b>CTSB</b>	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
<b>EFQM</b>	European Foundation for Quality Management
<b>ERP</b>	Enterprise Resource Planning
<b>EUR</b>	EURO (€)
<b>GPS</b>	Ganzheitliches Produktionssystem
<b>OEM</b>	Original Equipment Manufacturer
<b>KAEP</b>	Kundenauftragsentkopplungspunkt
<b>KMU</b>	Kleine und mittlere Unternehmen
<b>ME</b>	Mengeneinheit
<b>PDCA</b>	Plan – Do – Check – Act
<b>PEP</b>	Produktentstehungsprozess
<b>ROI</b>	Return on Investment
<b>SMART</b>	spezifisch – messbar – akzeptiert – realistisch – terminiert
<b>SOP</b>	Start of Production
<b>VBA</b>	Visual Basic for Applications

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Die drei Problemstellungen der Arbeit.....	4
Abbildung 1-2: Allgemeiner Aufbau und Vorgehensweise der Arbeit.....	6
Abbildung 2-1: Prozesse im Anlaufmanagement [Hank 15] S. 39 .....	13
Abbildung 2-2: Definition Produktwechsel und Produktwechselmanagement nach [Slam 11] S. 39/40, 250 .....	14
Abbildung 2-3: Das Referenzmodell eines idealtypischen Fabrikbetriebs [Domb 15d] S. 3 .....	15
Abbildung 2-4: Wandlungstreiber der Produktion [West 16] S. 54 .....	23
Abbildung 2-5: Generische Wettbewerbsstrategien nach [Port 98a] S. 12 .....	31
Abbildung 2-6: Zusammenhang zwischen Marktanteil und Wettbewerbsfähigkeit in Anlehnung an [Port 98b] S. 43.....	32
Abbildung 2-7: Die Wirkung von Ressourcen und Fähigkeiten .....	36
Abbildung 2-8: Individuelle Ausrichtung der Wettbewerbsstrategie .....	40
Abbildung 2-9: Inhalte der Produktwechselstrategie .....	41
Abbildung 3-1: Aufbau und Struktur eines Lean Enterprise [Domb 16d] S. 604 .....	46
Abbildung 3-2: Elemente des Modells des Lean Enterprise nach [Domb 15g] S. 312.....	47
Abbildung 3-3: Zusammensetzung des Ganzheitlichen Produktionssystems in Anlehnung an [Spat 03] S. 33, [VDI 2870-1] S. 13, [Domb 15e] S. 29, [Domb 18d] S. 9/19 .....	50
Abbildung 3-4: Gestaltungsprinzipien des Ganzheitlichen Produktentstehungssystems nach [Domb 15a] S. 13.....	52
Abbildung 3-5: Administrative Prozesse im Umfeld interner und externer Kundenanforderungen .....	55
Abbildung 3-6: Handlungsfelder, Gestaltungsprinzipien und Befähiger der Führung und Kultur [VDI 2871-1] S. 5 .....	57

Abbildung 4-1: Beispielhafte Skalenmodelle innerhalb eines Lean Enterprise ...	68
Abbildung 4-2: Blockschaltbild eines Regelkreises nach [Unbe 08] S. 11/12.	73
Abbildung 4-3: Dimensionen zur Verbindung der Kostenführer- und Differenzierungsstrategie [Schu 11b] S. 96	77
Abbildung 4-4: Bewertung des Ansatzes nach SCHUH ([Schu 11b])	78
Abbildung 4-5: Gestaltungsfelder und Dimensionen für den Wandel zu einem flexiblen Unternehmen [Frie 06] S. 205	80
Abbildung 4-6: Bewertung des Ansatzes nach FRIEDLI ([Frie 06])	81
Abbildung 4-7: Strategieoptionen für den Anlauf neuer Produktgenerationen im Konzept der Mass Customization [Slam 11] S. 432	83
Abbildung 4-8: Bewertung des Ansatzes nach SLAMANIG ([Slam 11])	84
Abbildung 4-9: Bewertung des Ansatzes nach MILES et al. ([Mile 03])	85
Abbildung 4-10: Strategie der Dynamischen Produktdifferenzierung [Kalu 96] S. 13	86
Abbildung 4-11: Bewertung des Ansatzes nach KALUZA ([Kalu 96])	87
Abbildung 4-12: Anpassungsfähigkeit durch Handlungsspielraum und Handlungsgeschwindigkeit nach [Aber 78] S. 40/47 und [Domb 13] S. 861	89
Abbildung 4-13: Bewertung des Ansatzes nach DOMBROWSKI et al. ([Domb 14b])	91
Abbildung 4-14: Bewertung des Ansatzes nach DOMBROWSKI et al. ([Domb 18a])	94
Abbildung 4-15: Zusammenfassende Übersicht des Erfüllungsgrades der Anforderungen	95
Abbildung 5-1: Bausteine zur Regelung eines skalierbaren Lean Enterprise nach [Unbe 08] S. 11/12	102
Abbildung 5-2: Phasen zur Entwicklung einer Produktwechselstrategie in Anlehnung an [Domb 16b] S. 12	105
Abbildung 5-3: Unternehmensexterne Einflussgrößen [Zäpf 00] S. 41	105
Abbildung 5-4: Acht Kennzahlen einer Produktwechselstrategie	111

Abbildung 5-5: Beispiele unterschiedlicher Prozesskommunalitäten [Schu 11b] S. 111 .....	112
Abbildung 5-6: Einordnung der Lieferzeit nach [Eide 95] S. 48, [Wien 14b] S. 270 .....	116
Abbildung 5-7: Grad der Produktindividualisierung .....	118
Abbildung 5-8: Varietät der Produktarchitektur [Domb 14a] S. 131 .....	120
Abbildung 5-9: Einfluss eines Produktwechsels auf die Prozessbereitschaft [Domb 14a] S. 130 .....	125
Abbildung 5-10: Zielsystem zum Management von Produktwechseln innerhalb eines skalierbaren Lean Enterprise nach [Schu 11 b] S. 88, [Frie 06] S. 205 .....	128
Abbildung 5-11: Koordinationsmechanismen in einem Lean Enterprise nach [Hult 15] S. 135 .....	130
Abbildung 5-12: X-Matrix zur Koordination von Produktwechselzielen in Anlehnung an [Hein 02] S. 180, [Kude 13] S. 51 .....	132
Abbildung 5-13: Darstellung von Prozessebenen [Domb 17c] S. 2151 .....	133
Abbildung 5-14: Vorgehen zur Umsetzung der Produktwechselstrategie für mehrere Prozessebenen in Anlehnung an [Hein 02] S. 180, [Kude 13] S. 53 .....	134
Abbildung 5-15: Typische IT-Systeme in produzierenden Unternehmen nach [Schu 12b] S. 357 .....	136
Abbildung 5-16: Zuordnung typischer IT-Systeme zur Bestimmung der Produktwechselziele .....	140
Abbildung 5-17: Der Lean Ramp-up Ordnungsrahmen nach [Hank 15] S. 95 .....	144
Abbildung 5-18: Zuordnung von Fertigungsarten und Organisationstypen [Wien 14a] S. 51 .....	147
Abbildung 5-19: Funktionsprofil des Change Control Boards nach [Bade 07] S. 156 .....	149
Abbildung 5-20: Zusammenfassende Darstellung der Produktwechselziele	150
Abbildung 5-21: Übersichtsfenster des Change Control Boards .....	153
Abbildung 5-22: Eingabeprogramm zur Eingabe der Produktwechselziele ..	154

Abbildung 5-23: Beispielhafte Bestimmung der Prozessvarietät.....	154
Abbildung 5-24: Anpassen von vorhandenen Produktwechselziele.....	155
Abbildung 5-25: Eingabe der Werte zur Bestimmung des Erreichungsgrades .....	156
Abbildung 5-26: Beispielhafte Bestimmung der Produktvarietät .....	157
Abbildung 5-27: Anpassung der Werte des Erreichungsgrades .....	158
Abbildung 5-28: Löschen von Produktwechselzielen bzw. eines Produktwechsels.....	158
Abbildung 6-1: Zielsystem bzw. Produktwechselziele in Unternehmen 1 .....	165
Abbildung 6-2: Zielsystem bzw. Produktwechselziele in Unternehmen 2 .....	174

## Formelverzeichnis

Formel 1: Berechnung des Grades der Prozesskommunalität [Schu 11b] S. 110.....	112
Formel 2: Berechnung des Grades der Prozessauslastung [Domb 18a] S. 1198.....	114
Formel 3: Berechnung der durchschnittlichen Versandzeit [Domb 18a] S. 1200.....	116
Formel 4: Berechnung des Grades der Lieferzeit [Domb 18a] S. 1200.....	117
Formel 5: Berechnung des Grades der Produktindividualisierung [Domb 18a] S. 1199.....	119
Formel 6: Berechnung des Grades der Produktvarietät [Domb 14a] S. 131, [Domb 14b] S.127/128 .....	121
Formel 7: Berechnung des Grades der Produktkommunalität [Domb 14a] S. 130, [Domb 14b] S.127.....	122
Formel 8: Berechnung des Grades der Prozessvarietät [Domb 14a] S. 131/132, [Domb 14b] S.128/129 .....	124
Formel 9: Berechnung des Grades der Prozessbereitschaft [Domb 14a] S. 130, [Domb 14b] S.128.....	126