

Kennzahlbasierte Optimierung der Produktmodularität zur Reduktion der Produktkosten

Von der Fakultät für Maschinenwesen der Rheinisch-Westfälisch Technischen
Hochschule Aachen zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der
Ingenieurwissenschaften genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Thomas Hohnen

Berichter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Feldhusen
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh

Tag der mündlichen Prüfung: 10. Januar 2014

Schriftenreihe Produktentwicklung und Konstruktionsmethodik

Band 18

Thomas Hohnen

**Kennzahlbasierte Optimierung der
Produktmodularität zur Reduktion der Produktkosten**

Shaker Verlag
Aachen 2014

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.: D 82 (Diss. RWTH Aachen University, 2014)

Copyright Shaker Verlag 2014

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-2695-5

ISSN 1438-4930

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

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

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl und Institut für Allgemeine Konstruktionstechnik des Maschinenbaus (ikt) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen.

Hier habe ich ein herausforderndes und anregendes Umfeld vorgefunden, ohne das diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre. Für die Schaffung dieses Umfeldes und die Möglichkeit zur Promotion möchte ich Herrn Professor Jörg Feldhusen herzlich danken. Mit seiner inspirierenden Themenentwicklung, seinem Vertrauen in meine Person und der mir übertragenen Verantwortung hat er die Grundlage dafür geschaffen, dass sowohl die Promotion als auch die Arbeit am Institut meine persönliche Entwicklung in den letzten Jahren maßgeblich prägte.

Für die Übernahme des Koreferates danke ich Herrn Professor Günther Schuh. Herrn Professor Hopmann danke ich für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission.

Wenngleich das Schreiben einer Dissertation immer auch mit vielen Stunden als „Einzelkämpfer“ am Schreibtisch verbunden ist, war es doch vor allem der kreative Diskurs mit meinen Kollegen und studentischen Arbeitern, der an vielen Stellen der Antrieb für meine Dissertation war. Insbesondere danke ich an dieser Stelle Judith Pollmanns, Sebastian Schubert und Arun Nagarajah.

Ganz besonders danke ich meiner Familie, allen voran meinen Eltern Gertrud und Anton Hohnen, die mir das Studium ermöglicht haben und mich bestärkten auch große Herausforderungen anzunehmen.

Zuletzt danke ich meiner Frau Sabrina und meiner Tochter Kira von ganzem Herzen für ihre große Geduld. Ihre Unterstützung und ihr Verständnis haben einen wesentlichen Anteil am erfolgreichen Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Viersen, im März 2014

Thomas Hohnen

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung und Notwendigkeit dieser Arbeit.....	2
1.2	Vorgehensweise und Struktur der Arbeit.....	4
2	Allgemeines Begriffsverständnis	5
2.1	Funktion.....	5
2.2	Funktionsstruktur.....	5
2.3	Komponente.....	6
2.4	Produktstruktur.....	6
2.5	Baustruktur.....	6
2.6	Module.....	7
2.7	Produktarchitektur.....	7
2.8	Modularität.....	8
2.8.1	Physische Modularität.....	9
2.8.2	Funktionale Modularität.....	9
2.9	Modularisierung.....	10
3	Bestehende und verwandte Ansätze	11
3.1	Quantitative Ansätze zur Bestimmung der Produktmodularität.....	11
3.1.1	Ericsson, Erixon (1999).....	12
3.1.2	Mikkola, Gassmann (2003).....	14
3.1.3	Newman (2004).....	14
3.1.4	Höittä-Otto, de Weck (2007).....	15
3.1.5	Sosa et al. (2007).....	16
3.1.6	Stryker (2010).....	19
3.2	Gegenüberstellung und Bewertung bestehender Ansätze.....	20
3.3	Ansätze zur Bestimmung der Modularitätskosten.....	22
3.3.1	Göpfert (1998).....	22
3.3.2	Kersten et al. (2009).....	24
4	Zielsetzung und allgemeine Abgrenzungen.....	25
4.1	Zielsetzung.....	25
4.2	Abgrenzung.....	27
5	Modularitätskosten.....	29
5.1	Ansatz zur Bestimmung der Modularitätskosten.....	29
5.2	Identifikation des Modularitätseinflusses auf die Produkteigenschaften.....	32
5.3	Identifikation der Kostenfunktionen der Produkteigenschaften.....	38
5.3.1	Entwicklung, Konstruktion.....	38
5.3.2	Fertigungsvorbereitung.....	42

5.3.3	Fertigung.....	43
5.3.4	Materialwirtschaft, Zulieferer.....	47
5.3.5	Vertrieb, Verwaltung.....	50
5.4	Ableitung der Modularitätskosten je Produkteigenschaft.....	51
5.4.1	Kosteneffekte der Modularität auf den Bereich Entwicklung, Konstruktion.....	52
5.4.2	Kosteneffekte der Modularität auf den Bereich Fertigungsvorbereitung.....	54
5.4.3	Kosteneffekte der Modularität auf den Bereich Fertigung.....	55
5.4.4	Kosteneffekte der Modularität auf den Bereich Materialwirtschaft, Zulieferer.....	57
5.4.5	Kosteneffekte der Modularität auf den Bereich Vertrieb, Verwaltung.....	59
5.4.6	Zwischenfazit.....	59
6	Entwicklung der Kennzahlen und des übergeordneten Prozesses	61
6.1	Entwicklung der Kennzahlen.....	61
6.1.1	Festlegung der Eingangs- und Ausgangsgrößen und Berechnungs- methode der Kennzahlen.....	61
6.1.2	Mathematische Grundlagen.....	63
6.1.3	Aufbau des mathematischen Modells.....	66
6.2	Prozess zur „Kennzahlgestützten Modularitätsanalyse“.....	70
6.3	Modularisierungsprozess auf Basis der Kennzahlgestützten Modularitätsanalyse.....	73
7	Validierung der Kennzahlen und der Kennzahlbasierten Modularitätsanalyse	77
7.1	Theoretische Validierung der Kennzahlen.....	77
7.1.1	Funktionale Modularität.....	77
7.1.2	Physische Modularität.....	84
7.2	Validierung der Kennzahlbasierten Modularitätsanalyse.....	89
7.2.1	Vorstellung der gewählten Beispielprodukte.....	89
7.2.2	Annahmen: Kennzahlveränderungen.....	94
7.2.3	Auswertung der Kennzahlen.....	95
7.3	Kritische Betrachtung der Validierung.....	96
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	99
9	Literaturverzeichnis.....	103
10	Anhang.....	111