

Ein Informationsmodell des Konstruktionsprozesses zur Abschätzung der Entwicklungskosten

Von der Fakultät für Maschinenwesen
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
zur Erlangung des akademischen Grades
einer Doktorin der Ingenieurwissenschaften genehmigte Dissertation

vorgelegt von
Judith Anna Katharina Pollmanns geb. Schmidt
aus Aachen

Berichter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Feldhusen
Univ.-Prof. Dr.-Ing. R. Schmitt

Tag der mündlichen Prüfung: 23. Juni 2014

Schriftenreihe Produktentwicklung und Konstruktionsmethodik

Band 19

Judith Pollmanns

**Ein Informationsmodell des Konstruktionsprozesses
zur Abschätzung der Entwicklungskosten**

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 978-3-8440-3055-6

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 Dissertationsschrift entstand während meiner Zeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl und Institut für Allgemeine Konstruktionstechnik des Maschinenbaus der RWTH Aachen (ikt).

Mein erster Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Professor Feldhusen. Ich danke ihm für die Möglichkeit zur Promotion und für die zahlreichen Diskussionen und Denkanstöße, die diese Arbeit beeinflusst haben. Ich danke ihm aber auch für ein Arbeitsumfeld am ikt, in dem es Spaß gemacht hat zu arbeiten.

Herrn Professor Schmitt danke ich für die Übernahme des Koreferats und Herrn Professor Gries für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission.

Mein Dank gilt auch meinen ehemaligen Kollegen am ikt. Es war eine wunderschöne Zeit, die diese Arbeit, aber auch mich, beeinflusst hat und an die ich immer gerne zurückdenken werde. Besonders möchte ich mich bei Thomas Hohnen, Sebastian Schubert und Malte Hinsch für unsere regelmäßigen Treffen und unser gemeinsames Diskutieren und Motivieren bedanken.

Mein größter Dank gilt meiner Familie,

meinen Eltern für ihre Unterstützung und dafür, dass sie mich immer darin bestärkt haben, dass ich alles sein und schaffen kann, was ich wirklich will, meinen Schwiegereltern dafür, dass sie immer sicher waren, dass alles funktionieren wird und viel Zeit darein investiert haben, dass dies auch so ist,

meinen Kindern Henri und Jana, dass sie die Tatsache, dass ich in der Freizeit arbeiten musste, mit Engelsgeduld ertragen haben, mir aber auch immer gezeigt haben, dass es noch so viel anderes im Leben gibt und vor allem meinem Mann Sebastian für alles, was er ist.

Danke.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Zielsetzung und Anforderungen	4
1.2	Aufbau der Arbeit	6
2	Abgrenzung und Definitionen	7
2.1	Abteilung und Tätigkeit der Entwicklung und Konstruktion	7
2.2	Entwicklungszeit	10
2.4	Entwicklungskosten und Entwicklungsaufwand	13
2.5	Kosten	13
2.6	Zusammenfassung der Definitionen	14
3	Ansätze zur Schätzung von Entwicklungskosten	17
3.1	Verwandte Ansätze in der Produktentwicklung	17
3.2	Verwandte Ansätze aus anderen Bereichen	23
3.3	Kritische Würdigung der Ansätze	27
4	Aufbau des Modells zur Abschätzung der Produktentwicklungskosten	31
4.1	Schätzung der Kosten durch Schätzung des Aufwands	31
4.2	Schätzung des Aufwandes auf Basis des Standard-Entwicklungsprozesses	32
4.3	Informationsmodell des Entwicklungsprozesses	34
4.3.1	Relevante Informationen	36
4.3.2	Verifikation am Beispiel	48
4.4	Handhabungsvarianten	54
4.5	Ansatz zur Ermittlung des Aufwands auf Basis der Informationen	56
5	Relevante Einflussgrößen	59
5.1	Herleitung der Faktoren	59
5.2	Innovation, Neuheit und Änderungsgrad	63
5.2.1	Ansätze	64
5.2.2	Zusammenfassung	67
5.2.3	Einfluss der Neuheit	68
5.2.4	Einfluss der Innovation	70
5.3	Komplexität	71
5.3.1	Ansätze	72
5.3.2	Zusammenfassung	75
5.3.3	Vernetztheit	75

5.3.4	Größe	76
5.3.5	Einfluss der Vernetztheit	77
5.3.6	Einfluss der Größe	77
5.4	Schwierigkeit	78
5.5	Kritikalität, Risiko	79
5.5.1	Ansätze	79
5.5.2	Zusammenfassung	80
5.5.3	Einfluss der Kritikalität	80
5.6	Erfahrung	81
5.6.1	Ansätze	81
5.6.2	Zusammenfassung	81
5.6.3	Einfluss der Erfahrung	82
5.7	Ausbildung	83
5.8	Teamaspekte	83
5.8.1	Ansätze	84
5.8.2	Zusammenfassung	84
5.8.3	Einfluss der Teamaspekte	85
5.9	Verteilte Standorte und ausgelagerte Entwicklung	85
5.9.1	Ansätze	86
5.9.2	Zusammenfassung	87
5.9.3	Einfluss der Verteilten Standorte	87
5.10	Prozessdefinition, Projektähnlichkeit	88
5.10.1	Ansätze	88
5.10.2	Zusammenfassung	88
5.10.3	Einfluss der Prozessdefinition	89
5.11	Sonstige Faktoren	89
5.12	Zwischenfazit – Zusammenfassung der Einflussfaktoren	93
5.13	Rangfolge der Einflüsse	95
6	Bewertung der Informationen zur Ermittlung des Aufwands	97
6.1	Szenariendefinition und Bewertung	97
6.2	Durchführung der Bewertung	99
6.2.1	Vorgabewerte zur Bewertung	103
6.2.2	Vorgehen	104
6.3	Bewertungsergebnisse	105
6.3.1	Diskussion der Bewertungsergebnisse	108
6.3.2	Anpassung der Bewertung unter Berücksichtigung der Neuheit	109

6.4	Zusammenführung zum Modell	111
6.5	Identifikation der quantitativen Einflüsse – Erfahrungsdatenbank.....	114
6.6	Bewertung der Ergebnisse	115
7	Zusammenfassung und Ausblick	117
7.1	Zusammenfassung	117
7.2	Fazit.....	119
7.3	Ausblick	119
8	Literaturverzeichnis.....	123
9	Anhang	129

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verfahren der Produktkostenkalkulation (Darstellung nach Dechêne 2011)	1
Abbildung 2: Checkliste zur Verringerung der Produktentwicklungskosten nach (Ehrlenspiel et al. 2005).....	3
Abbildung 3: Aachener Kostenmodell nach (ikt 2011)	4
Abbildung 4: Entwicklungszeiten nach (Griffin 1993).....	11
Abbildung 5: Arbeitsschritte zur Methode der Modellbildung nach (Heller et al. 2012).....	21
Abbildung 6: Beispielhafte Darstellung einer Parameterfunktion im Parameterwert-Diagramm nach (Heller et al. 2012)	22
Abbildung 7: Arbeitsschritte der Methode zur Bestimmung des Produktentwicklungsaufwands nach (Heller et al. 2012)	22
Abbildung 8: Ein- und Ausgänge des COCOMO-Modells in Anlehnung an (Boehm et al. 2000).....	24
Abbildung 9: Kostenschätzung durch Schätzung des Aufwands.....	31
Abbildung 10: Input-Blackbox-Output-Modell des Entwicklungsprozesses	32
Abbildung 11: Kostenschätzung anhand der Informationen	34
Abbildung 12: Eigenschaften technischer Produkte nach (Ehrlenspiel 2009)	35
Abbildung 13: Baugruppenzeichnung als ein Ergebnis der Beispielkonstruktion	50
Abbildung 14: Zeichnungsinformation "Gelenkwellenhalter: Toleranz Durchmesser Wellenbohrung" und Vorgängerinformationen.....	53
Abbildung 15: Unterschiede der Handhabungsvarianten	55
Abbildung 16:Teilaufwände der einzelnen Informationen ergeben den Gesamtaufwand.....	56

Abbildung 17: Bewertung des Aufwands relativ zu einem Minimalaufwand unter Berücksichtigung der Einflussfaktoren.....	57
Abbildung 18: generelle Vorgehen zur Ermittlung des Gesamt-Entwicklungsaufwands	58
Abbildung 19: Beispielhafte Bewertung der Neuheit eines Produkts nach (Ehrlenspiel 2009).....	68
Abbildung 20: Bestimmung der Gesamterfahrung	82
Abbildung 21: Bewertung des Faktors Teamaspekte	85
Abbildung 22: Einflussstärken der verschiedenen Einflussfaktoren	95
Abbildung 23: Vorgehen zur Ermittlung der rechnerischen Einflussfaktoren und des Gesamteinflusses	104
Abbildung 24: Ermittlung des Aufwands in Relation zum Minimalaufwand	111
Abbildung 25: Modell zur Abschätzung des Gesamtentwicklungsaufwands	114
Abbildung 26: Ermittlung des absoluten minimalen Entwicklungsaufwands mithilfe von Alt-Projekten.....	115
Abbildung 27: Aufgabenstellung und Instruktion, Blatt 1 (Dylla 1990).....	130
Abbildung 28: Aufgabenstellung und Instruktion, Blatt 2 (Skizzen zu Aufgabenstellung), (Dylla 1990)	131
Abbildung 29: Aufgabenstellung und Instruktion, Blatt 3 (Dylla 1990).....	132
Abbildung 30: Konstruktionsergebnisse der Beispielkonstruktion, Teil 1.....	133
Abbildung 31: Konstruktionsergebnisse der Beispielkonstruktion, Teil 2.....	134
Abbildung 32: Konstruktionsergebnisse der Beispielkonstruktion, Teil 3.....	135
Abbildung 33: Konstruktionsergebnisse der Beispielkonstruktion, Teil 4.....	136
Abbildung 34: Konstruktionsergebnisse der Beispielkonstruktion, Teil 5.....	137
Abbildung 35: Verknüpfungen der Informationen auf Klassenebene (Winterhoff 2013).....	138