

Variantenmanagement in der Refabrikation

Von der Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften
der Universität Bayreuth
zur Erlangung der Würde eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)
genehmigte Dissertation

vorgelegt von
Dipl.-Ing. Michael Haumann

aus
Hof

Erstgutachter:	Prof. Dr.-Ing. Rolf Steinhilper
Zweitgutachter:	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
Tag der mündlichen Prüfung:	20.09.2011

Lehrstuhl Umweltgerechte Produktionstechnik
Universität Bayreuth
2011

Fortschritte in Konstruktion und Produktion

herausgegeben von
Prof. Dr.-Ing. Frank Rieg und
Prof. Dr.-Ing. Rolf Steinhilper

Band 19

Michael Haumann

Variantenmanagement in der Refabrikation

Shaker Verlag
Aachen 2011

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.: Bayreuth, Univ., Diss., 2011

Copyright Shaker Verlag 2011

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-0534-9

ISSN 1612-2364

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

Geleitwort der Herausgeber

Das erfolgreiche Industrieunternehmen von heute ist ein aktives Element der global zunehmend vernetzten Welt.

Mit hohem Innovationstempo steigern neue Märkte und Technologien die Arbeitsanforderungen, vergrößern neue Werkstoffe und Verfahren, die Informationstechnik und ein Wertewandel der Kundenwünsche aber auch die Gestaltungs- und Entfaltungsmöglichkeiten des Ingenieurs.

Die Konstruktion ist die Königsdisziplin des Ingenieurs. Die Produktion ist die technische Dienstleistung am König Kunde. Beide Aufgabenfelder zusammengekommen bilden der Kern des industriellen Wertschöpfungsprozesses.

Mit der hier vorgelegten Reihe „Fortschritte in Konstruktion und Produktion“ ist es den Herausgebern ein Anliegen, Beiträge von wissenschaftlicher Seite zu fördern, die durch Entwicklung neuer Denkansätze, methodischer Vorgehensweisen und zugehöriger Instrumente die Leistungsfähigkeit der industriellen Wertschöpfung verbessern und erweitern. Nicht nur technische Lösungen, sondern auch ökonomische, ökologische und soziale Fortschritte stehen hierbei im Blickpunkt oder zumindest am Horizont.

Hierfür bietet die Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften mit ihrer interdisziplinären Ausrichtung und Einbindung in die Universität Bayreuth ein glückliches Umfeld.

Das Engagement der beiden Herausgeber ist dort vertreten als

- Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD
- Lehrstuhl für Umweltgerechte Produktionstechnik.

Mögen also die von uns betreuten Dissertationen, die in dieser Buchreihe erscheinen, zu den wünschenswerten Fortschritten in Konstruktion und Produktion beitragen.

Den Autoren der einzelnen Bände dieser Reihe sei für Ihre wissenschaftliche und redaktionelle Arbeit gedankt, den Lesern wünschen wir eine interessante Lektüre und hoffentlich manch wertvolle Anregung für eine erfolgreiche Anwendung der Forschungsergebnisse in ihrer beruflichen Praxis.

Prof. Dr.-Ing. Frank Rieg

Prof. Dr.-Ing. Rolf Steinhilper

Vorwort

Diese Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation sowie als Akademischer Rat auf Zeit am Lehrstuhl Umweltgerechte Produktionstechnik der Universität Bayreuth. Die Funktion des Teamleiters für Refabrikation und Fertigungstechnologie ermöglichte mir eine intensive Zusammenarbeit mit europäischen Refabrikationsunternehmen. In zahlreichen Gesprächen mit Führungskräften über die Herausforderungen ihrer Branche erwuchs die Grundidee für diese Arbeit, die Thematik Variantenmanagement in der Refabrikation von wissenschaftlicher Seite zu analysieren und Lösungen den Refabrikationsunternehmen zugänglich zu machen.

Mein Dank gilt Herrn Professor Dr.-Ing. Rolf Steinhilper, Doktorvater dieser Arbeit und Ordinarius des Lehrstuhls Umweltgerechte Produktionstechnik sowie Leiter der Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, für die Gewährung einer umfassenden wissenschaftlichen Freiheit und die konstruktive Wegweisung bei meiner wissenschaftlichen Ausbildung. Herrn Professor Dr.-Ing. Jörg Franke, Ordinarius des Lehrstuhls für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, danke ich für die Übernahme des Koreferats.

Weiterhin danke ich den beiden Industriepartnern, die mir die Möglichkeit eröffneten, neu entwickelte Lösungskonzepte anhand von realen Daten zu testen. Auf dieser Basis konnten somit individuell zugeschnittene, funktionsfähige Lösungen auch direkt in den Unternehmen umgesetzt werden.

Meinen Teamkollegen danke ich für die erfolgreiche und kollegiale Zusammenarbeit in zahlreichen Industrie- und Forschungsprojekten und die vielen Erfahrungen, die wir miteinander sammeln durften. Ebenso danke ich den Teamleiterkollegen sowie allen weiteren Mitarbeitern des Lehrstuhls Umweltgerechte Produktionstechnik für die gemeinsame Projektarbeit und angeregte Diskussionen über zukunftsfähige Forschungs- und Optimierungsthemen.

Abschließend gilt mein herzlichster Dank meiner ganzen Familie, die mir bei allen Hochs und Tiefs motivierend zur Seite stand und mir bei der Erstellung dieser Arbeit stets den Rücken freihielt.

Inhalt

1. Aufgabenstellung	1
2. Zielsetzung und Lösungsweg	3
2.1 Zielsetzung	3
2.2 Lösungsweg.....	3
3. Stand der Erkenntnisse	5
3.1 Thematische Grundlagen	5
3.1.1 Historische Entwicklung	5
3.1.2 Begriffe im Variantenmanagement	6
3.2 Wissenschaftliche Ansätze des Variantenmanagements	11
3.2.1 Variantenvermeidung	12
3.2.2 Variantenreduzierung.....	13
3.2.3 Variantenbeherrschung.....	14
3.3 Refabrikation	16
3.3.1 Refabrikation als globale Industrie	16
3.3.2 Produktionsplanung und -steuerung in Refabrikationsunternehmen.....	19
4. Analyse und Bewertung der Refabrikationsunternehmen im Hinblick auf das Variantenmanagement	22
4.1 Variantentreiber in der Refabrikation	22
4.1.1 Produktvariantentreiber.....	23
4.1.2 Prozessvariantentreiber	26
4.2 Variantenstruktur in der Refabrikation.....	29
4.2.1 Teilenummernanalyse.....	31
4.2.2 Dichtekennzahlen	32
4.3 Produktionsgestaltung.....	36
4.4 Produktionsplanung und -steuerung	39
4.5 Zwischenfazit	44
5. Variantenreduzierung in Refabrikationsunternehmen	46
5.1 Gestaltung der Unternehmensstrategie	46
5.2 Straffung des Produktionsprogramms	49
5.3 Verwendung universeller Gleichteile.....	50
5.4 Umarbeitung von Produkten.....	50

5.5 Einsatz von Rapid Technologien	52
6. Variantenreduzierung und -beherrschung durch refabrikationsorientierte PPS	54
6.1 Beitrag der PPS zur Variantenbeherrschung in der Refabrikation	54
6.2 Vorgehensweise bei der Verfahrensentwicklung	57
6.3 Festlegung der Referenzrefabrikation.....	58
6.4 Anforderungen an das PPS-Verfahren	61
6.5 Entwicklung des PPS-Verfahrens.....	62
6.5.1 Produktionsplanung	62
6.5.2 Produktionssteuerung	64
6.6 Analytischer Hierarchieprozess zur Bewertung von Verfahrensoptionen.....	65
6.6.1 Bildung der Hierarchie	68
6.6.2 Ermittlung der Prioritäten	69
6.6.3 Berechnung lokaler Prioritätenvektoren	70
6.6.4 Überprüfung der Konsistenz der Prioritätenbeurteilungen	72
6.6.5 Bestimmung von Ziel- und Maßnahmenprioritäten	72
6.7 Entwicklung des Steuerungsverfahrens.....	74
6.8 Bewertung des Steuerungsverfahrens.....	80
6.9 Zwischenfazit	82
7. Variantenbeherrschung durch Assemble-to-order.....	85
7.1 Beitrag des ATO zur Variantenbeherrschung in der Refabrikation	85
7.2 Vorgehensweise bei der ATO Entwicklung	87
7.3 Entwicklung des ATO	88
7.3.1 Entkopplungspunkt	88
7.3.2 Bestandssteuerung	89
7.3.3 Behälterbedarf	94
7.3.4 Flächenbedarf	94
7.4 Gestaltung des ATO für das herstellerungebundene Refabrikationsunternehmen	95
7.4.1 Beschreibung der Fertigung.....	95
7.4.2 Auswahl der Referenzteilenummern	97
7.4.3 Entkopplungspunkt	101
7.4.4 Bestandssteuerung	101
7.4.5 Behälterbedarf	104
7.4.6 Flächenbedarf	104
7.4.7 Wirtschaftlichkeitsanalyse.....	105

7.4.8 Darstellung der Ergebnisse für das herstellungebundene Refabrikationsunternehmen	107
7.5 Gestaltung des ATO für das herstellungebundene Refabrikationsunternehmen	109
7.5.1 Beschreibung der Fertigung.....	109
7.5.2 Auswahl der Referenzteilenummern	110
7.5.3 Entkopplungspunkt	113
7.5.4 Bestandssteuerung	114
7.5.5 Behälterbedarf	115
7.5.6 Flächenbedarf	115
7.5.7 Wirtschaftlichkeitsanalyse.....	117
7.5.8 Optimierung mittels Simulationsstudie	120
7.5.9 Darstellung der Ergebnisse für das herstellungebundene Refabrikationsunternehmen...	129
7.6 Bewertung des ATO	131
8. Ganzheitliches Konzept zum Variantenmanagement in der Refabrikation	133
9. Zusammenfassung und Ausblick	135
10. Conclusion and Outlook	138
11. Abkürzungsverzeichnis	141
12. Abbildungsverzeichnis	142
13. Literaturverzeichnis	145
14. Anhang	151
14.1 Übersicht beteiligter Unternehmen.....	151
14.2 Paarvergleichsmatrizen und zugehörige Kennzahlen	152
14.2.1 Bewertung der Lösungsoptionen (4. Ebene) bezüglich der Zielkriterien (3. Ebene).....	152
14.2.2 Bewertung der Zielkriterien (3. Ebene) bezüglich der Kategorien (2. Ebene)	153
14.2.3 Bewertung der Kategorien (2. Ebene) bezüglich des Oberziels (1. Ebene)	153
14.3 Durchschnittswerte der Konsistenzindizes nach Saaty	154
14.4 Kalkulation der globalen Zielprioritäten und Prioritäten der Lösungsoptionen	155
14.5 Berechnungen zur Dimensionierung des ATO-Zwischenlagers im herstellungebundenen Refabrikationsunternehmen	156
14.5.1 Gewichtsanteile der Hauptkomponenten	156
14.5.2 Bestellbestandsverfahren	156
14.5.3 Berechnungsdetails zu den benötigten Behältertypen.....	157
14.6 Berechnungen zur Dimensionierung des ATO-Zwischenlagers im herstellungebundenen Refabrikationsunternehmen	158

14.6.1 Bestellbestandsverfahren (Ausschnitt).....	158
14.6.2 Berechnungsdetails zu den benötigten Behältertypen.....	159