Smarte Fabrikplanung

Mobile Applikationen zur Unterstützung der Fabrikplanung

DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades der Ingenieurwissenschaften

vorgelegt von

Dipl.-Ing. Till Marius Sontag

aus Höxter

eingereicht bei der Fakultät für

Mathematik / Informatik und Maschinenbau

der Technischen Universität Clausthal

Vorsitzende/Vorsitzender der Promotionskommission:

Prof. Dr.-Ing. Alfons Esderts

Hauptberichterstatter:

Prof. Dr.-Ing. Uwe Bracht

Mitberichterstatterin/Mitberichterstatter:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Noche

Tag der mündlichen Prüfung: 18.12.2013

Das vorliegende Buch ist die inhaltliche unveränderte Wiedergabe der Dissertation, die der Fakultät für Mathematik / Informatik und Maschinenbau der TU Clausthal in der Sitzung vom 29. Oktober 2013 zur Erlangung des Grades eines Doktor-Ingenieurs von Dipl.-Ing. Till Marius Sontag vorgelegt wurde.

Innovationen der Fabrikplanung und -organisation

Band 31

Till Marius Sontag

Smarte Fabrikplanung

Mobile Applikationen zur Unterstützung der Fabrikplanung

D 104 (Diss. TU Clausthal)

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.: Clausthal, Techn. Univ., Diss., 2013

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 978-3-8440-2548-4
ISSN 1615-5211

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 Technik entwickelt sich immer mehr vom Primitiven über das Komplizierte zum Einfachen.“

Antoine de Saint-Exupéry (1900–1944)

Vorwort des Herausgerbers

Nur die erfolgreiche Gestaltung und Weiterentwicklung industrieller Wertschöpfung kann auf Dauer unseren Lebensstandard und die Errungenschaften der sozialen Marktwirtschaft absichern. Die Produktion bildet nach wie vor das Rückgrat einer modernen, im globalen Wettbewerb stehenden Industrie-, Dienstleistungs- und Informationsgesellschaft. Umfassendes Wissen und stetig neue Erkenntnisse auf den Gebieten der Fabrikplanung und Produktionsorganisation sind existentiell notwendig.

Die unternehmerische Bedeutung der Produktionsplanung ist im gleichen Maße gestiegen, wie sich die Innovationszyklen von Produkten, Fertigungs- und Logistiksystemen sowie der Arbeitsorganisation verkürzt haben. Um die vorhandene Marktposition zu festigen oder um Wettbewerbsvorteile zu erlangen, muss jede Unternehmensleitung neben dem Produkt und der Technologie auch die Produktionsstrukturen ständig analysieren, sie rechtzeitig an die zu erwartenden Marktentwicklungen anpassen und gegebenenfalls erneuern.

Die erhöhten Ansprüche an die Gestaltung und Wandlungsfähigkeit von Produktionsstrukturen im turbulenten Umfeld erfordern ein effizientes Projektmanagement und eine durchgehende rechnergestützte Planungsunterstützung. In der vorliegenden Reihe – Innovationen der Fabrikplanung und -organisation – sollen neue Methoden und Instrumente zur Planung und Optimierung von Produktionssystemen und -abläufen einer breiten Leserschaft in verständlicher Form vorgestellt werden. Es sind Forschungsergebnisse die häufig in enger Zusammenarbeit mit der Industrie am Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit der Technischen Universität Clausthal im Bereich Anlagenprojektierung und Materialflusslogistik entstanden sind.

Ein gemeinsamer systemtechnischer Ansatz kennzeichnet die Fachgebiete Anlagenplanung und Logistik, deren technische, informationstechnische, organisatorische und wirtschaftliche Fragestellungen ganzheitlich und zukunftsweisend zu beantworten sind. Die angestrebten Lösungsstrategien sind im Rahmen des gesamten Produkt- und Produktionsentstehungsprozesses zu sehen und beinhalten sowohl eine theoretische, planerische und simulierende Seite als auch die konkrete Ausgestaltung von Prozessketten, Organisationsformen und Abläufen.

In der Vergangenheit wurden Produktionsstrategien, Programme und Teilebedarfe nicht selten aufgrund persönlicher Einschätzung und Erfahrung festgelegt. Heute sind mit Hilfe mathematischer, wissensbasierter Modelle hinreichende Prognosen und Szenarien zu entwickeln und das Komplexitätsmanagement muss bereits bei der Entwicklung variantenreicher Serienprodukte einsetzen. So können z.B. Agentensysteme schon vorausschauend bei der Analyse von Verbindungen möglicher Module helfen.

Früher wurden die darauf aufbauenden Produktionsstrukturen in der Regel nur statisch geplant und für dynamische Betrachtungen allenfalls Mittelwerte herangezogen. Um in Zukunft falsche oder überhöhte Investitionen und unnötige Folgekosten zu vermeiden, sind bestehende und zu planende Anlagen umfassend dynamisch zu analysieren und optimieren. Mit dem inzwischen zur Realität gewordenen ganzheitlichen Ansatz der Digitalen Fabrik kann jetzt – auf Basis eines umfassenden integrierten Datenmanagements durch rechnergestützte Einzelmethoden bis hin zur Virtuellen Realität - der Planungsprozess entscheidend beschleunigt und verbessert sowie die Planungsqualität und -sicherheit erheblich erhöht werden.

Nicht zuletzt gilt es, die in den Produktions- und Logistiksystemen arbeitenden Menschen wieder stärker in den Mittelpunkt zu stellen, ihre Bedürfnisse zu respektieren und ihnen genügend Raum für Engagement und Verantwortung mit effizienten Formen der Arbeitsorganisation zu geben, die Verschwendung vermeiden und eine stetige Steigerung des Produktionsflusses ermöglichen.

Clausthal, im Januar 2014 Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Bracht

Vorwort des Verfassers

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeiten als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter am Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit der Technischen Universität Clausthal. Für die wissenschaftliche Betreuung und stetige Unterstützung meiner Dissertation danke ich Herrn Professor Uwe Bracht. Herrn Professor Bernd Noche von der Universität Duisburg-Essen gilt mein Dank für die Bereitschaft zur Übernahme des Koreferats.

Meinen ehemaligen Kollegen Dr. Dennis Arnhold, Patrick Brosch, Dr. Andrea Spillner, Wilko Hinrichs-Stark sowie Markus Kramer danke ich für die erfolgreiche Zusammenarbeit in den zahlreichen Industrieprojekten. Hervorheben möchte ich die Unterstützung und Hilfsbereitschaft durch Herrn Christian Krage.

Außerdem danke ich den Studierenden, die mir durch ihre Studien- und Abschlussarbeiten wichtige Anregungen und Beiträge zu meinen Vorarbeiten geliefert haben.

Weiter möchte ich mich bei meinen Projektpartnern aus der Industrie für die vertrauensvolle Zusammenarbeit bedanken.

Ein besonderer Dank gilt meinen Eltern und meiner gesamten Familie, ohne deren Unterstützung mein Studium und diese Doktorarbeit nicht möglich gewesen wären.

Ich bedanke mich ganz besonders bei meiner Frau Lucie Sontag, für die unerschöpfliche Unterstützung, Geduld und laufende Motivation in den vergangenen Jahren.

Wolfsburg, im Januar 2014 Till Marius Sontag

Abstract

Unternehmen werden durch die Globalisierung und den härter werdenden Wettbewerb ständig zur Optimierung ihrer Strukturen und Prozesse gezwungen. Gerade auch die zunehmende Marktdynamik und der erhöhte Kostendruck drängen Industrieunternehmen zur laufenden, innovativen Anpassung ihrer Fabrikstrukturen an neue Anforderungen. Die Mitarbeiter müssen in der Lage sein, schnell und z. B. unabhängig vom stationären Büroarbeitsplatz auf die neuen Anforderungen zu reagieren. Das ist nur möglich, wenn Sie einen ständigen und ortsunabhängigen Zugriff auf alle wichtigen Informationen für eine effiziente Entscheidungsfindung haben.

In diesem Kontext bietet der Einsatz moderner mobiler IT Geräte und Applikationen große Nutzenpotentiale. Diese wurden in der Geschäftswelt allerdings noch nicht umfassend erkannt und erschlossen. Dabei können smarte mobile Endgeräte und Applikationen gerade auch den Fabrikplanungsprozess beschleunigen und verbessern, indem Informationen situations- und nutzerspezifisch für z. B. die Entscheidungsunterstützung bereitgestellt werden.

Die vorliegende Arbeit soll erste Ansätze für eine Smarte Fabrikplanung aufzeigen. Dazu wird im ersten Teil dieser Arbeit der „smarte Ansatz“ definiert und die Grundlagen zu Fabrikplanungsprozess, mobilen Endgeräten sowie Applikationen und Methoden der Informations- und Datenerhebung aufgezeigt. Zur Identifikation von Anwendungsfeldern wird im nächsten Schritt eine Analyse der Funktionen moderner mobiler Endgeräte und Applikationen durchgeführt. Durch die Kombination der Hardware- und Software Funktionen ergeben sich völlig neue Anwendungsmöglichkeiten für die Unterstützung der Fabrikplanung. Danach erfolgt eine Zuordnung der Funktionen und Applikationen zu den Phasen des Fabrikplanungsprozesses, in denen das mobile Endgerät einen Nutzen bringen kann. Im Anschluss werden die identifizierten Anwendungsfelder mit Hilfe von Szenarien weiterentwickelt, um das Unterstützungspotential und den Nutzen für den Planer zu bewerten. Zwei der identifizierten Anwendungsfelder werden abschließend im Rahmen von Planungsprojekten weiter untersucht, um die Vorteile des Ansatzes der Smarten Fabrikplanung aufzuzeigen. Die Beispiele haben bestätigt, dass der Planer durch den Einsatz von mobilen Applikationen seine Tätigkeiten schneller durchführen kann. Zum Beispiel konnte die Zeit zur Datenerhebung um bis zu 30% gesenkt und Entscheidungen aufgrund der ständigen Informationsverfügbarkeit kurzfristig getroffen werden. Insgesamt kann festgehalten werden, dass eine Smarte Fabrikplanung die Motivation und Produktivität der Mitarbeiter steigert.

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung ... 1

1.1 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit ... 3

1.2 Definition Smarte Fabrikplanung ... 5

1.3 Grundlagen zur Fabrikplanung ... 6

1.3.1 Fabrikplanungsprozess ... 7

1.3.2 Tätigkeiten des Planers ... 11

1.3.3 Vorgehensweise bei der Fabrikplanung am IMAB ... 12

1.3.4 Digitale Fabrik ... 16

1.4 Industrie 4.0 ... 21

1.5 Methoden der Informations- und Datenerhebung ... 25

1.5.1 Primärerhebung – Befragung ... 26

1.5.2 Primärerhebung – Manuelle Beobachtung ... 26

1.5.3 Primärerhebung – Automatische Beobachtung ... 27

1.5.4 Sekundärerhebung – Dokumentenanalyse ... 32

2 Mobile Endgeräte und Applikationen ... 34

2.1 Klassifizierung mobiler Endgeräte ... 37

2.2 Betriebssysteme mobiler Endgeräte ... 42

2.3 Technische Funktionen moderner mobiler Endgeräte ... 47

2.4 Mobile Applikationen ... 52

2.5 Cloud Computing ... 58

2.5.1 Cloud Computing Servicemodelle ... 60

2.5.2 Sicherheit in der Cloud ... 62

2.6 Aspekte zur Datensicherheit bei der Verwendung von mobilen Endgeräten ... 65

3 Identifikation von Anwendungsfeldern für den Einsatz mobiler Applikationen ... 66

3.1 Analyse der Standardsoftware- und Hardwarefunktionen mobiler Endgeräte 67

3.2 Analyse von am Markt verfügbaren Applikationen.....71

3.2.1 PLM- und CAD-Anwendungen 72

3.2.2 Anwendungen zum Aufnehmen von Daten und Informationen.....74

3.2.3 Anwendungen für das Projektmanagement.....77

3.2.4 Anwendungen für die Logistik 79

3.2.5 Anwendungen für Augmented Reality.....82

3.2.6 Anwendungsbeispiele für Cloud Lösungen.....83

3.3 Zuordnung der Anwendungsfelder zum Planungsprozess 89

4 Konzepte für die Unterstützung der Planungsprozesse 92

4.1 Anwendungsfeld Projektmanagement.....92

4.1.1 Anwendungsfall: mobile Projektkoordination 94

4.1.2 Anwendungsfall: mobile Dokumentenfreigabe.....95

4.2 Anwendungsfeld Unterstützung bei der Datenaufnahme 96

4.2.1 Anwendungsfall: Aufnahme von Materialflüssen und Transportwegen 96

4.2.2 Anwendungsfall: Aufnahme von Maschinen- und Layoutdaten 98

4.3 Anwendungsfeld Planungsunterstützung 101

4.3.1 Anwendungsfall: Grobplanungsphase 101

4.3.2 Anwendungsfall: Feinplanungsphase..... 102

4.4 Anwendungsfeld Realisierung und Inbetriebnahme 105

4.4.1 Anwendungsfall: Soll- / Ist-Vergleich in der Realisierungsphase 106

4.4.2 Anwendungsfall: Inbetriebnahme 107

4.5 Anwendungsfeld Cloud für Zusammenarbeit und Datenmanagement..... 108

4.6 Resümee der Einsatzpotentiale aus den betrachteten Anwendungsfeldern..... 110

5 Entwicklung der smarten Datenaufnahmeapplikation SmartDATAS 112

5.1 IT-Landschaft des IMAB..... 112

5.1.1 Layout- und Prozessplanungssoftware 113

5.1.2 Projekt-Informations-System 113

5.1.3 TeamPlan 114

5.1.4 Konvention zur Benennung von Fabrikplanungsobjekten 115

5.2 Anforderungen an die Entwicklung des SmartDATAS 116

5.3 Aufbau der Oberfläche des SmartDATAS 117

5.4 Funktionen des SmartDATAS 118

6 Nutzenbewertung der Smarten Fabrikplanung anhand von zwei Planungsprojekten 120

6.1 Fallbeispiel zur Datenaufnahme mit SmartDATAS 120

6.1.1 Aufnahme von 3D-Modellen mit Tablet-PCs 125

6.2 Fallbeispiel zur smarten Zusammenarbeit in der Cloud 128

6.3 Auswertung der Fallbeispiele 131

7 Zusammenfassung und Ausblick 134

Abbildungsverzeichnis 137

Tabellenverzeichnis 141

Literaturverzeichnis 142

Anhang A 150