



Tobias Riegmann

Eine Methode zur Implementierung der Digitalen Fabrik in einem Produktionsplanungsnetzwerk

Dr. Tobias Riegmann studierte nach Abschluss seiner Lehre als Industriemechaniker Wirtschaftsingenieurwesen. Nach verschiedenen Stationen in der Automobilindustrie sowie in der Unternehmensberatung ist er inzwischen als Studiengangsleiter an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen tätig. Die Promotion erfolgte im Jahr 2012 an der Steinbeis-Hochschule.

Tobias Riegmann

Eine Methode zur Implementierung der Digitalen Fabrik in einem Produktionsplanungsnetzwerk



Steinbeis-Edition

Impressum

© 2012, 2021 Steinbeis-Edition

Alle Rechte der Verbreitung, auch durch Film, Funk und Fernsehen, fotomechanische Wiedergabe, Tonträger jeder Art, auszugsweisen Nachdruck oder Einspeicherung und Rückgewinnung in Datenverarbeitungsanlagen aller Art, sind vorbehalten.

Tobias Riegmann

Eine Methode zur Implementierung der Digitalen Fabrik in einem Produktionsplanungsnetzwerk

2. Auflage, 2021 | Steinbeis-Edition, Stuttgart

ISBN 978-3-95663-263-1

Zugl. Steinbeis-Hochschule, Dissertation 2012

Satz: Steinbeis-Edition

Steinbeis ist mit seiner Plattform ein verlässlicher Partner für Unternehmensgründungen und Projekte. Wir unterstützen Menschen und Organisationen aus dem akademischen und wirtschaftlichen Umfeld, die ihr Know-how durch konkrete Projekte in Forschung, Entwicklung, Beratung und Qualifizierung unternehmerisch und praxisnah zur Anwendung bringen wollen. Über unsere Plattform wurden bereits über 2.000 Unternehmen gegründet. Entstanden ist ein Verbund aus mehr als 6.000 Experten in rund 1.100 Unternehmen, die jährlich mit mehr als 10.000 Kunden Projekte durchführen. So werden Unternehmen und Mitarbeiter professionell in der Kompetenzbildung und damit für den Erfolg im Wettbewerb unterstützt. Die Steinbeis-Edition verlegt ausgewählte Themen aus dem Steinbeis-Verbund.

217287-2021-05 | www.steinbeis-edition.de

Geleitwort

Die Globalisierung mit den Folgen höherer Vernetzung von Fabriken, zunehmender Komplexität sowie steigender Qualitäts-, Produktivitäts- und Kostenanforderungen zwingen zur Entwicklung und Erschließung von Rationalisierungspotentialen.

In vorliegender Dissertation wird das Instrumentarium der Digitalen Fabrik, und damit rechnergestützter Methoden und Softwaresysteme, genutzt, um einen durchgängig digital unterstützten Produktionsplanungsprozess zu unterstützen.

Dazu ist eine Methode zur Implementierung des (technischen) Vorplanungsprozesses (IDiFa – **I**mplementierung **D**igitale **F**abrik) im Rahmen der Digitalen Fabrik für Unternehmen mit mehreren Standorten entwickelt worden, was ohne Zweifel als ein transferorientiertes Projekt mit hochanspruchsvoller und zukunftsgerichteter Themenstellung eingeordnet werden kann.

Herr Riegmann bringt durch seine Tätigkeit im Bereich Technologiemanagement / Digitale Planungsmethoden bei der Daimler AG, aber auch unterstützt durch die Aktivitäten an der Steinbeis-Hochschule Berlin, Institut Production and Engineering, beste Voraussetzungen zur Bearbeitung dieser Dissertation mit. Die Digitale Fabrik ist ein sehr umfassendes Themengebiet.

Der Verfasser konzentriert sich auf die Produktionsplanungsprozesse, da diese bisher in der Praxis der Digitalen Fabrik erste singuläre Anwendungen / Lösungen aufweisen. Wesentlich ist, dass hier besonderer Wert auf die Entwicklung eines geschlossenen, komplexen Einsatzes im Planungsprozess gelegt wird.

Damit verfolgt der Kandidat ein gesamtwirtschaftlich relevantes Thema, baut auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft auf und leistet mit Inspirationskraft den eigenen Beitrag zur Wissenserweiterung im Fachgebiet.

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Günther

Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand im Rahmen meiner Tätigkeit als Doktorand im Bereich *Technologiemanagement / Digitale Planungsmethoden* bei der Daimler AG in Verbindung mit der Steinbeis-Hochschule Berlin.

Mein erster Dank gilt Herrn Prof. Dr.-Ing. Ulrich Günther für die Möglichkeit zur Promotion sowie für seine Betreuung und die vertrauensvolle Zusammenarbeit an seinem Institut *Production and Engineering* an der Steinbeis-Hochschule Berlin. Herrn Prof. Dr.-Ing. Edward Chlebus, Leiter des Instituts *Production Engineering and Automation* an der Technischen Universität Breslau, möchte ich für die Übernahme des Korreferats danken.

Herrn Dr. Stephan Bürkner, dem früheren Leiter des Teams *Digitale Planungsmethoden* bei *Daimler Trucks Powertrain*, danke ich für die fachlichen Diskussionen, welche einen großen Anteil zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben – und besonders für seine Bereitschaft, mich bis zur Abgabe der Dissertation in jeglicher Hinsicht zu unterstützen.

Den Mitarbeitern des Teams bin ich für die super Zusammenarbeit dankbar, hier seien insbesondere mein Doktorandenkollege Mathias Engel und Herr Ulf Eberhardt erwähnt.

Der größte Dank gilt meinen Eltern Angela und Klaus Riegmann, meiner Schwester Ariane und ihren Töchtern Nele sowie Jule Riegmann sowie natürlich meiner Freundin Barbara Schäfer: Für die Unterstützung und die Aufmunterung, aber vor allem für den bedingungslosen Rückhalt. Ihnen widme ich diese Arbeit.

Bad Wildbad im Dezember 2011
Tobias Riegmann

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Abbildungsverzeichnis | 8 |
| Tabellenverzeichnis | 11 |
| Abkürzungsverzeichnis..... | 15 |
| Kurzfassung | 16 |
| Abstract | 17 |
| | |
| 1 Einleitung..... | 18 |
| 1.1 Zielsetzung..... | 19 |
| 1.2 Forschungskonzeption | 21 |
| 1.3 Aufbau der Arbeit | 22 |
| 2 Grundlagen zur Implementierung der Digitalen Fabrik im Produktions- | |
| planungsnetzwerk..... | 25 |
| 2.1 Die Digitale Fabrik im Produktionsplanungsnetzwerk | 25 |
| 2.1.1 Die Digitale Fabrik | 28 |
| 2.1.2 Das Produktionsplanungsnetzwerk..... | 36 |
| 2.2 Implementierung..... | 38 |
| 2.2.1 Qualifizierung des Begriffsinhalts für die Digitale Fabrik | 38 |
| 2.2.2 Ziele der Implementierung..... | 41 |
| 2.2.3 Rollen im Implementierungsprozess..... | 42 |
| 2.2.4 Management des Implementierungsablaufs | 44 |
| 2.2.5 Strategien zur Implementierung..... | 47 |
| 2.3 Erkenntnisstand zu den Einführungskonzepten | 55 |
| 2.3.1 Einführungskonzepte für die Digitale Fabrik | 55 |
| 2.3.2 Einführungskonzepte im Umfeld der technischen | |
| Produktionsplanung..... | 58 |
| 2.4 Anforderungen an die Implementierungsmethode | 61 |
| 3 Identifikation von Barrieren bei der Implementierung der Digitalen | |
| Fabrik im Produktionsplanungsnetzwerk..... | 64 |
| 3.1 Ableitung der Implementierungssichten | 64 |
| 3.2 Datenerhebung und Datenanalyse..... | 67 |
| 3.2.1 Datenerhebung..... | 67 |
| 3.2.2 Datenanalyse | 69 |
| 3.3 Barrieren bei der Implementierung der Digitalen Fabrik | 70 |
| 3.3.1 Technologische Barrieren | 71 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 3.3.2 | Personelle Barrieren..... | 77 |
| 3.3.3 | Prozessuale Barrieren..... | 82 |
| 3.3.4 | Strukturelle Barrieren..... | 85 |
| 3.3.5 | Barrieren im Bereich des Implementierungsmanagements..... | 88 |
| 3.4 | Fazit..... | 93 |
| 4 | Modellierung eines Wirknetzes zur Implementierung der Digitalen Fabrik im Produktionsplanungsnetzwerk..... | 95 |
| 4.1 | Klassifizierung der identifizierten Barrieren..... | 95 |
| 4.2 | Definition von Handlungsfeldern..... | 98 |
| 4.3 | Bestimmung der Wechselwirkungen..... | 100 |
| 4.4 | Ableitung von Partialwirknetzen..... | 102 |
| 4.5 | Fazit..... | 104 |
| 5 | Entwicklung einer Methode zur Implementierung der Digitalen Fabrik im Produktionsplanungsnetzwerk..... | 105 |
| 5.1 | Gestaltungsgrundlagen..... | 106 |
| 5.2 | Stufenmodell..... | 107 |
| 5.2.1 | Betriebsstufe Teildigitale Planung..... | 108 |
| 5.2.2 | Betriebsstufe lokal durchgängige Digitale Planung..... | 110 |
| 5.2.3 | Betriebsstufe Digitale Planung im Horizontalen Produktionsplanungsnetzwerk..... | 112 |
| 5.2.4 | Betriebsstufe Digitale Planung im Vertikalen Produktionsplanungsnetzwerk..... | 113 |
| 5.3 | Referenzprozesse..... | 115 |
| 5.3.1 | Pilotprojekt..... | 115 |
| 5.3.2 | Standortinitialisierung..... | 118 |
| 5.3.3 | Methodenintegration..... | 119 |
| 5.3.4 | Datenmigration..... | 124 |
| 5.4 | Instrumente..... | 126 |
| 5.4.1 | Instrumente nach Handlungsfeldern..... | 126 |
| 5.4.2 | Instrumente zur Qualitätssicherung..... | 130 |
| 5.5 | Partialwirknetze..... | 131 |
| 5.5.1 | Erweitertes Partialwirknetz – Technologie..... | 132 |
| 5.5.2 | Erweitertes Partialwirknetz – Mensch..... | 135 |
| 5.5.3 | Erweiterte Partialwirknetze – Prozess und Struktur..... | 137 |
| 5.5.4 | Erweitertes Partialwirknetz – Implementierungsmanagement..... | 139 |
| 5.6 | Fazit..... | 142 |

| | |
|--|------------|
| 6 Validierung der Methode | 143 |
| 6.1 Beschreibung der Anwendungsfälle | 144 |
| 6.1.1 Aggregatehersteller | 144 |
| 6.1.2 Nutzfahrzeughersteller..... | 145 |
| 6.2 Anwendung und Bewertung..... | 146 |
| 6.2.1 Bewertung der Qualitätsanforderungen..... | 149 |
| 6.2.2 Bewertung der Produktivitätsanforderungen..... | 151 |
| 6.2.3 Bewertung der Kostenanforderungen..... | 154 |
| 6.3 Bewertung von Kosten und Nutzen..... | 157 |
| 6.4 Fazit..... | 161 |
| 7 Zusammenfassung und Ausblick | 162 |
| | |
| Anhang A Forschungsdesign | 165 |
| Anhang B Referenzprozesse..... | 176 |
| Anhang C Instrumente zur Implementierung | 188 |
| Anhang D Technische Umsetzung | 200 |
| Anhang E Bewertung..... | 202 |
| Anhang F Einführungskonzepte | 205 |
| Anhang G Paraphrasen aus der Sicht „Technologie“ | 214 |
| Anhang H Paraphrasen aus der Sicht „Mensch“ | 220 |
| Anhang I Paraphrasen aus den Sichten | |
| „Prozess“ & „Struktur“ | 224 |
| Anhang J Paraphrasen aus der Sicht „Implementierungsmanagement“ | 226 |
| | |
| Literaturverzeichnis | 229 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Abbildung 1.1: Aufbau der Arbeit in Anlehnung an Ulrich | 23 |
| Abbildung 2.1: Durchgängig digital unterstützte Planungsprozesse im Planungsnetzwerk | 28 |
| Abbildung 2.2: Evolutionsstufen der Planungsproduktivität in der Automobilindustrie nach Engel et al. | 29 |
| Abbildung 2.3: Kerninhalte der Digitalen Fabrik in einem Produktionsplanungsnetzwerk..... | 34 |
| Abbildung 2.4: Einordnung der Implementierungsziele in Anlehnung an Krause | 42 |
| Abbildung 2.5: Relation zwischen Qualität, Produktivität und Kosten | 45 |
| Abbildung 2.6: Strategienhierarchie zur Implementierung | 48 |
| Abbildung 2.7: Partizipationsstrategien..... | 53 |
| Abbildung 2.8: Bewertung der Einführungskonzepte zur Digitalen Fabrik Einführung, | 56 |
| Abbildung 2.9: Bewertung vergleichbarer Einführungskonzepte | 59 |
| Abbildung 3.1: Ablaufmodell zur Datenaufbereitung, -validierung und -auswertung... | 70 |
| Abbildung 3.2: Technologische Barrieren | 76 |
| Abbildung 3.3: Personelle Barrieren | 82 |
| Abbildung 3.4: Prozessuale und strukturelle Barrieren..... | 87 |
| Abbildung 3.5: Barrieren im Implementierungsmanagement..... | 92 |
| Abbildung 3.6: Kategoriensystem der Implementierungsbarrieren | 94 |
| Abbildung 4.1: Einfluss- und Portfoliomatrix | 97 |
| Abbildung 4.2: Handlungsfelder der Implementierung | 100 |
| Abbildung 4.3: Ergebnisbeispiel aus der quantitativen Befragung..... | 101 |
| Abbildung 4.4: Partialwirknetz Technologie | 103 |
| Abbildung 5.1: Die vier Bausteine der IDiFa-Methode | 106 |
| Abbildung 5.2: Stufenmodell zur Implementierung | 108 |
| Abbildung 5.3: Referenzprozess Pilotprojekt | 116 |
| Abbildung 5.4: Referenzprozess Standortinitialisierung..... | 119 |
| Abbildung 5.5: Referenzprozess Methodenintegration..... | 120 |
| Abbildung 5.6: Referenzprozess Datenmigration..... | 125 |
| Abbildung 5.7: Erweitertes Partialwirknetz Technologie..... | 134 |
| Abbildung 5.8: Erweitertes Partialwirknetz Mensch | 137 |
| Abbildung 5.9: Erweitertes Partialwirknetz Prozess und Struktur | 139 |
| Abbildung 5.10: Erweitertes Partialwirknetz Implementierungsmanagement | 141 |
| Abbildung 6.1: Validierung der Implementierungsmethode..... | 143 |

| | |
|---|-----|
| Abbildung A.1: Verteilung der Unternehmen und befragten Personen | 166 |
| Abbildung A.2: Qualitativer Auswertungsablauf | 168 |
| Abbildung A.3: Bewertungsmatrix in Anlehnung an Vester | 169 |
| Abbildung A.4: Vier-Feld-Portfoliomatrix in Anlehnung an Gomez | 170 |
| Abbildung A.5: Partialwirknetz Technologie | 172 |
| Abbildung A.6: Partialwirknetz Mensch | 173 |
| Abbildung A.7: Partialwirknetz Prozess und Struktur | 173 |
| Abbildung A.8: Partialwirknetz Implementierungsmanagement | 174 |
| Abbildung A.9: Forschungsprojekt AdiFa | 174 |
| Abbildung A.10: Expertenkreis XING Digitale-Fabrik-Anwendertreffen | 175 |
| Abbildung A.11: Verbundprojekt Digital Manufacturing | 175 |
| Abbildung B.1: Modellierungselemente bei eEPK | 176 |
| Abbildung B.2: Referenzprozess Pilotprojekt: Initialisierung | 178 |
| Abbildung B.3: Referenzprozess Pilotprojekt: Analyse | 179 |
| Abbildung B.4: Referenzprozess Pilotprojekt: Prototypische Durchführung | 180 |
| Abbildung B.5: Referenzprozess Pilotprojekt: Abschluss | 181 |
| Abbildung B.6: Referenzprozess: Standortinitialisierung | 182 |
| Abbildung B.7: Referenzprozess Methodenintegration: Technische Integration | 183 |
| Abbildung B.8: Referenzprozess Methodenintegration: Personale Integration | 184 |
| Abbildung B.9: Referenzprozess Methodenintegration: Strukturelle Integration | 185 |
| Abbildung B.10: Referenzprozess Datenmigration: Anforderungsdefinition und Analyse. | 186 |
| Abbildung B.11: Referenzprozess Datenmigration: Entwicklung und Rollout | 187 |
| Abbildung C.1: Instrument Ablagekonzept | 188 |
| Abbildung C.2: Instrument Anwendungsunterstützung | 188 |
| Abbildung C.3: Instrument Anwenderinformation | 189 |
| Abbildung C.4: Instrument Anwenderspezifische Schulung | 189 |
| Abbildung C.5: Instrument Ausfallkonzept | 189 |
| Abbildung C.6: Instrument Datenscheibe | 190 |
| Abbildung C.7: Instrument Digitale-Fabrik-Grundtraining | 190 |
| Abbildung C.8: Instrument Digitale Planungstage | 190 |
| Abbildung C.9: Instrument Entscheidungsbaum | 191 |
| Abbildung C.10: Instrument Ein-Punkt-Schulung | 191 |
| Abbildung C.11: Instrument Fehlermanagement | 191 |
| Abbildung C.12: Instrument Funktionendiagramm | 192 |
| Abbildung C.13: Instrument Informationsveranstaltung | 192 |
| Abbildung C.14: Instrument Kennzahlensystem | 192 |

| | |
|---|-----|
| Abbildung C.15: Instrument Key-User-Meeting..... | 193 |
| Abbildung C.16: Instrument Lastenheft | 193 |
| Abbildung C.17: Instrument Nomenklatur..... | 193 |
| Abbildung C.18: Instrument Officefloormanagement..... | 194 |
| Abbildung C.19: Instrument Performancetest..... | 194 |
| Abbildung C.20: Instrument Planungsmaske..... | 194 |
| Abbildung C.21: Instrument Projektauftrag..... | 195 |
| Abbildung C.22: Instrument Prozesslandkarte..... | 195 |
| Abbildung C.23: Instrument Projekttafel | 195 |
| Abbildung C.24: Instrument Qualifizierungsmatrix | 196 |
| Abbildung C.25: Instrument Regelkommunikation..... | 196 |
| Abbildung C.26: Instrument Reifegradbestimmung..... | 196 |
| Abbildung C.27: Instrument Releasemanagement | 197 |
| Abbildung C.28: Instrument Rotation | 197 |
| Abbildung C.29: Instrument Standarddatenmodell..... | 198 |
| Abbildung C.30: Instrument Systemlandkarte | 198 |
| Abbildung C.31: Instrument Tandemteam..... | 199 |
| Abbildung C.32: Instrument Zielvereinbarung | 199 |
| Abbildung D.1: Technische Umsetzung ausgewählter Instrumente (1 von 2)..... | 200 |
| Abbildung D.2: Technische Umsetzung ausgewählter Instrumente (2 von 2)..... | 201 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Tabelle 2.1: Anforderungen durch die Steuerungsgröße Qualität | 61 |
| Tabelle 2.2: Anforderungen durch die Steuerungsgröße Produktivität | 62 |
| Tabelle 2.3: Anforderungen durch die Steuerungsgröße Kosten..... | 63 |
| Tabelle 5.1: Verwendung der Referenzprozesse im Stufenmodell..... | 115 |
| Tabelle 5.2: Rollenmodell zur Digitale Fabrik-Integration..... | 124 |
| Tabelle 5.3: Qualifikationsinstrumente..... | 127 |
| Tabelle 5.4: Informationsinstrumente | 127 |
| Tabelle 5.5: Kommunikationsinstrumente..... | 128 |
| Tabelle 5.6: Funktionalitäts- und Performanceinstrumente | 128 |
| Tabelle 5.7: Dokumentations- und Standardisierungsinstrumente | 129 |
| Tabelle 5.8: Transparenzinstrumente..... | 130 |
| Tabelle 5.9: Führungsinstrumente | 130 |
| Tabelle 5.10: Qualitätsinstrumente..... | 131 |
| Tabelle 6.1: Erreichte Betriebsstufen und eingesetzte Referenzprozesse in den Anwendungsfällen..... | 145 |
| Tabelle 6.2: Eingesetzte Instrumente in den Anwendungsfällen | 147 |
| Tabelle 6.3: Bewertung der Anforderungen aus Qualitätssicht | 151 |
| Tabelle 6.4: Bewertung der Anforderungen aus Produktivitätssicht | 154 |
| Tabelle 6.5: Bewertung der Anforderungen aus Kostensicht | 156 |
| Tabelle 6.6: Auszug aus der Kostenmatrix | 158 |
| Tabelle 6.7: Auszug aus der Nutzenmatrix..... | 160 |
| Tabelle A.1: Übersicht der verwendeten qualitativen und quantitativen Forschungsmethoden..... | 165 |
| Tabelle A.2: Auszug Qualitativer Fragebogen in Anlehnung an Wings et al. | 167 |
| Tabelle A.3: Auswertungsergebnisse quantitativer Fragebogen in Prozent..... | 171 |
| Tabelle E.1: Vollständige Nutzenmatrix | 203 |
| Tabelle E.2: Vollständige Kostenmatrix | 204 |
| Tabelle G.1: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „keine Funktionserfüllung“ | 214 |
| Tabelle G.2: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „Ergonomiefehler“ | 215 |
| Tabelle G.3: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „schlechte Verfügbarkeit & Performance“ | 215 |
| Tabelle G.4: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „fehlende Integration“ | 216 |
| Tabelle G.5: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „Customizing“ | 216 |
| Tabelle G.6: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „inkonsistente Datenstruktur“ ... | 216 |
| Tabelle G.7: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „schlechte Datenqualität“ | 217 |

| | |
|---|-----|
| Tabelle G.8: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „geringe Datenverfügbarkeit“ | 217 |
| Tabelle G.9: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „Datensicherheit“ | 217 |
| Tabelle G.10: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „fehlende Dokumentation“ | 218 |
| Tabelle G.11: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „zu geringe Leistung“ | 218 |
| Tabelle G.12: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „mangelnde Verfügbarkeit“ | 218 |
| Tabelle G.13: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „Notwendigkeit und Umfang unbekannt“ | 219 |
| Tabelle G.14: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „Inbetriebnahmeaufwand“ | 219 |
| Tabelle G.15: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „mangelnde Funktionserfüllung“ | 219 |
| Tabelle H.1: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „fehlendes Methodenwissen“ | 220 |
| Tabelle H.2: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „fehlendes Prozesswissen“ | 220 |
| Tabelle H.3: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „mangelnde Kommunikationserfahrung“ | 221 |
| Tabelle H.4: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „Sprachbarriere“ | 221 |
| Tabelle H.5: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „Interessenskollision“ | 221 |
| Tabelle H.6: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „Gewohnheit“ | 222 |
| Tabelle H.7: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „Bedrohung“ | 222 |
| Tabelle H.8: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „Nutzenszweifel“ | 222 |
| Tabelle H.9: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „Mehraufwand“ | 223 |
| Tabelle H.10: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „Fehlerkultur“ | 223 |
| Tabelle I.1: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „heterogene Prozesse“ | 224 |
| Tabelle I.2: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „fehlende Vernetzung“ | 224 |
| Tabelle I.3: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „keine Prozessdokumentation“ | 224 |
| Tabelle I.4: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „fehlende Prozessorientierung“ | 225 |
| Tabelle I.5: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „fehlende Weisungsbefugnis“ | 225 |
| Tabelle I.6: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „heterogene Struktur“ | 225 |
| Tabelle J.1: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „kein zentraler Projektauftrag“ | 226 |
| Tabelle J.2: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „fehlende Projektzielsetzung“ | 226 |
| Tabelle J.3: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „unklare Verantwortlichkeiten“ | 226 |
| Tabelle J.4: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „fehlende Analyse- & Gestaltungsphase“ | 227 |
| Tabelle J.5: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „fehlender Implementierungsprozess“ | 227 |
| Tabelle J.6: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „fehlendes Betreuungskonzept“ | 227 |
| Tabelle J.7: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „kein Projektcontrolling“ | 228 |
| Tabelle J.8: Paraphrasen zur Bildung der Barriere „keine objektive Softwareentscheidung“ | 228 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|--------------|---|
| 3D | Dreidimensional |
| AKV | Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortungen |
| ARIS | Architektur integrierter Informationssysteme |
| AutomationML | Automation Markup Language |
| CAD | Computer-Automated Design |
| CAM | Computer-Automated Manufacturing |
| CSV | Character-Separated Value |
| DiFa | Digitale Fabrik |
| DiFOR | Digital Factory Operating Reference |
| DMU | Digital Mock-Up |
| DV | Datenverarbeitung |
| eEPK | Erweiterte Ereignisgesteuerte Prozesskette |
| ERP | Enterprise Ressource Planing |
| GPO | Geschäftsprozessoptimierung |
| i. e. S. | Im engeren Sinne |
| i. w. S. | Im weiteren Sinne |
| IDiFa | Implementierung Digitale Fabrik |
| KMU | Kleine und mittelständische Unternehmen |
| KVP | Kontinuierlicher Verbesserungsprozess |
| LKW | Lastkraftwagen |
| OrgaEinheit | Organisationseinheit |
| PDM | Produktdatenmanagement |
| PEP | Produktentstehungsprozess |
| PLM | Product Lifecycle Management |
| PLM XML | Product Lifecycle Management Extensible Markup Language |
| PPS | Produktionsplanung und -steuerung |
| ROI | Return on Investment |
| VDI | Verein Deutscher Ingenieure |
| VIB | Virtuelle Inbetriebnahme |
| XML | Extensible Markup Language |

Kurzfassung

Der globale Wettbewerb stellt produzierende Unternehmen vor neue Herausforderungen. Um erfolgreich am Markt bestehen zu können, müssen die Unternehmen ihre Prozesse entlang der Wertschöpfungskette bei zunehmender Komplexität permanent verbessern. Die Qualität ist zu sichern, die Produktivität zu erhöhen und die Kosten sind zu senken.

Insbesondere der technische Produktionsplanungsprozess muss so gestaltet sein, dass eine steigende Anzahl von Planungsprojekten mit der geforderten Qualität im vorgegebenen Zeitraum zu minimalen Kosten durchgeführt werden kann. Dies gelingt zunehmend durch den Einsatz von rechnergestützten Methoden und Softwaresystemen, welche unter dem Begriff „Digitale Fabrik“ zusammengefasst sind. Bisher finden diese entlang des Produktionsplanungsprozesses lediglich singuläre Anwendung. Um die Vorteile der Digitalen Fabrik umfassend nutzen zu können, ist dagegen ein geschlossener Einsatz im Planungsprozess notwendig.

Mit dieser Arbeit wird daher eine Methode zur Implementierung eines durchgängig digital unterstützen technischen Vorplanungsprozesses entwickelt. Fokus der Arbeit liegt auf der Integration rechnergestützter Methoden und Softwaresysteme entlang des technischen Vorproduktionsplanungsprozesses in einem Unternehmen mit mehreren Standorten.

Ziel der Arbeit ist es folglich, eine ganzheitliche digitale Planung zu ermöglichen. Die dafür entwickelte Methode IDiFa (**I**mplementierung **D**igitale **F**abrik) besteht aus vier Bausteinen (Stufenmodell, Referenzprozesse, Instrumente und Partialwirknetze) und wird referenziert durch die Ergebnisse einer qualitativen Expertenbefragung. Ihr Einsatz wird anhand von zwei Anwendungsfällen, der Implementierung bei einem Aggregathersteller sowie einem Nutzfahrzeughersteller, bewertet.

Durch die stufenweise Vorgehensweise unter Verwendung der Referenzprozesse, Instrumente und Partialwirknetze ist eine zielorientierte Implementierungsunterstützung gegeben. Die Methode trägt so wesentlich zur Realisierung eines durchgängig digital unterstützten Planungsprozesses und seiner Anwendung im Produktionsplanungsnetzwerk bei.

Keywords: Methode, Implementierung, Digitale Fabrik, technischer Vorplanungsprozess, Durchgängigkeit, Planungsnetzwerk.

Abstract

Manufacturing companies are facing new challenges due to the global competition. In order to successfully compete in the market, companies must improve their complex processes along the value chain continuously. Maintaining quality, increasing productivity and reducing costs are the main targets.

In particular, the technical production planning process must be designed to accommodate an increasing number of planning projects with the desired quality and within the time limit at minimal cost. This could be achieved by increasing the use of computer supported methods and software systems, which are summarized under the term „Digital Factory“. Until now, only single applications in the production planning process are found. However, to take fully advantage of the Digital Factory, the implementation and usage of the whole concept is essential.

The objective of this dissertation is the development of an implementation methodology to provide full usage of the Digital Factory in a company with multiple locations.

To design the methodology, the results of a qualitative survey with experts were used. Certain barriers which occurred during the implementation phase were identified in the process, described and classified. Subsequently, operational areas were elaborated and their linkages with the barriers were determined in a quantitative survey.

Based on this, the developed methodology consists of four blocks (stage model, reference processes, tools and networks of interaction): A stage model shows four steps towards a full usage of digital methods in a planning network. To reach these stages, reference processes were developed. Tools assist in surmounting the barriers. The so-called networks of interaction help to determine suitable tools. Finally, the implementation of the method described was used in two case studies.

The method contributes significantly to the realization of a fully digitally assisted planning process in a production planning network, by means of the stepwise procedure using the reference processes, tools and networks of interaction.

Keywords: Methodology, implementation, Digital Factory, technical pre-planning process, continuity, network planning.

In der Produktionsplanung kommen zunehmend rechnergestützte Methoden und Softwaresysteme zum Einsatz, welche unter dem Begriff „Digitale Fabrik“ zusammengefasst sind. Diese finden bisher entlang des Produktionsplanungsprozesses lediglich singuläre Anwendung. Um die Vorteile der Digitalen Fabrik umfassend nutzen zu können, ist folglich ein geschlossener Einsatz im Planungsprozess notwendig.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich daher mit der Entwicklung einer Implementierungsmethode (IDiFa) für einen durchgängig digital unterstützen technischen Vorplanungsprozess. Fokus liegt auf der Integration rechnergestützter Methoden und Softwaresystemen entlang des technischen Vorproduktionsplanungsprozesses in einem Unternehmen mit mehreren Standorten. Ziel ist es, eine ganzheitliche digitale Planung zu ermöglichen.