ICS 03.100.50, 35.240.50

VDI-RICHTLINIEN

Mai 2011
May 2011

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Digitale Fabrik
Digitaler Fabrikbetrieb

Digital Factory
Digital Factory Operations

VDI 4499

Blatt 2 / Part 2

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Frühere Ausgabe: 12.09 Entwurf, deutsch
Former edition: 12/09 Draft, in German only

Zu beziehen durch / Available at Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2011

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

Inhalt Seite

Vorbemerkung 2
Einleitung 2
1 Anwendungsbereich 3
2 Abkürzungen 5
3 Begriffsbestimmung und Abgrenzung 5
4 Zielgruppen und Ziele 6
4.1 Zielgruppen 6
4.2 Ziele 6
5 Anwendung des Digitalen Fabrikbetriebs in den Lebenszyklusphasen der Fabrik 11
5.1 Überblick 11
5.2 Montage- und Fertigungsprozessplanung . . 11
5.3 Planung der Fertigungsanlagen 11
5.4 Reale Montage und Inbetriebnahme der Fertigungsanlagen 14
5.5 Anlaufmanagement 15
5.6 Serienproduktion 15
5.7 Rückführung von Informationen aus der Serienproduktion in die Planung 17
6 Beispiele für Anwendungsgebiete 19
6.1 Überblick 19
6.2 Digitaler Betrieb von Werkzeugmaschinen . 20
6.3 Digitaler Betrieb automatisierter Produktionsanlagen 32
6.4 Nutzung des Digitalen Fabrikbetriebs zur Auftragssteuerung 41

Contents Page

Preliminary note 2
Introduction 2
1 Scope 3
2 Abbreviations 5
3 Definition and delineation of terms 5
4 Target groups and objectives 6
4.1 Target groups 6
4.2 Objectives 6
5 Use of Digital Factory Operations in the factory's life cycle phases 11
5.1 Overview 11
5.2 Assembly and production process planning 11
5.3 Planning of production facilities 11
5.4 Real-world assembly and commissioning of production facilities . . . 14
5.5 Start-up management 15
5.6 Series production 15
5.7 Feedback of information from series production into planning 17
6 Examples for fields of application 19
6.1 Overview 19
6.2 Digital operations of machine tools 20
6.3 Digital operations of automated production facilities 32
6.4 Use of Digital Factory Operations for order control 41

VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL)

Fachbereich Fabrikplanung und -betrieb

VDI-Handbuch Fabrikplanung und -betrieb, Band 2: Modellierung und Simulation
VDI-Handbuch Produktionstechnik und Fertigungsverfahren, Band 1: Grundlagen und Planung
VDI-Handbuch Technische Logistik, Band 8: Materialfluss (Organisation/Steuerung)

 Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2011

Seite

7 Dateninfrastruktur für den Digitalen Fabrikbetrieb 44
7.1 Konzepte für Datenmodelle 44
7.2 Infrastruktur für einen durchgängigen Datenaustausch 45

Glossar 47

Schrifttum 51

Page

7 Data infrastructure for Digital Factory Operations 44
7.1 Concepts for data models 44
7.2 Infrastructure for a continuous data exchange 45

Glossary 47

Bibliography 51

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi-richtlinien.de), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/4499.

Einleitung

Seit einigen Jahren fordern die globalen Märkte vieler Branchen neue und individualisierte Produkte. Um die immer komplexer werdenden Produkt- und Produktionsentstehungsprozesse wirtschaftlich beherrschen zu können, sind neue Vorgehensweisen und Instrumente notwendig geworden, wie die Digitale Fabrik sie bietet.

Die Digitale Fabrik umfasst Modelle, Methoden und Werkzeuge zur Planung, Inbetriebnahme und Betrieb einer Fabrik (siehe Bild 1). Die Richtlinie VDI 4499 Blatt 2 soll die Anwendung, Vorteile und Möglichkeiten eines abgegrenzten Ausschnitts der Digitalen Fabrik, und zwar den hier definierten „Digitalen Fabrikbetrieb“ erläutern.

Die Grundlagen der Digitalen Fabrik und von ihr betroffene Prozesse der Produktionsplanung und Gestaltung der Fabrik sind in der Richtlinie VDI 4499 Blatt 1 beschrieben.

Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI Notices (www.vdi-richtlinien.de).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this guideline.

A catalogue of all available parts of this series of guidelines can be accessed on the internet at www.vdi.de/4499.

Introduction

For some years now, globalised markets in various sectors have been demanding new and individualised products at a fast pace. In order to cope commercially with the ever more complex product and production development processes, new approaches and instruments have become necessary, which the Digital Factory can provide.

The Digital Factory includes models, methods and tools for planning, commissioning and operation of a factory (see Figure 1). The guideline VDI 4499 Part 2 explains about the use, advantages and opportunities of a delimited part of the Digital Factory, namely the “Digital Factory Operations”, which will be defined here.

The fundamentals of the Digital Factory and its related processes of production planning and factory design are described in the guideline VDI 4499 Part 1.

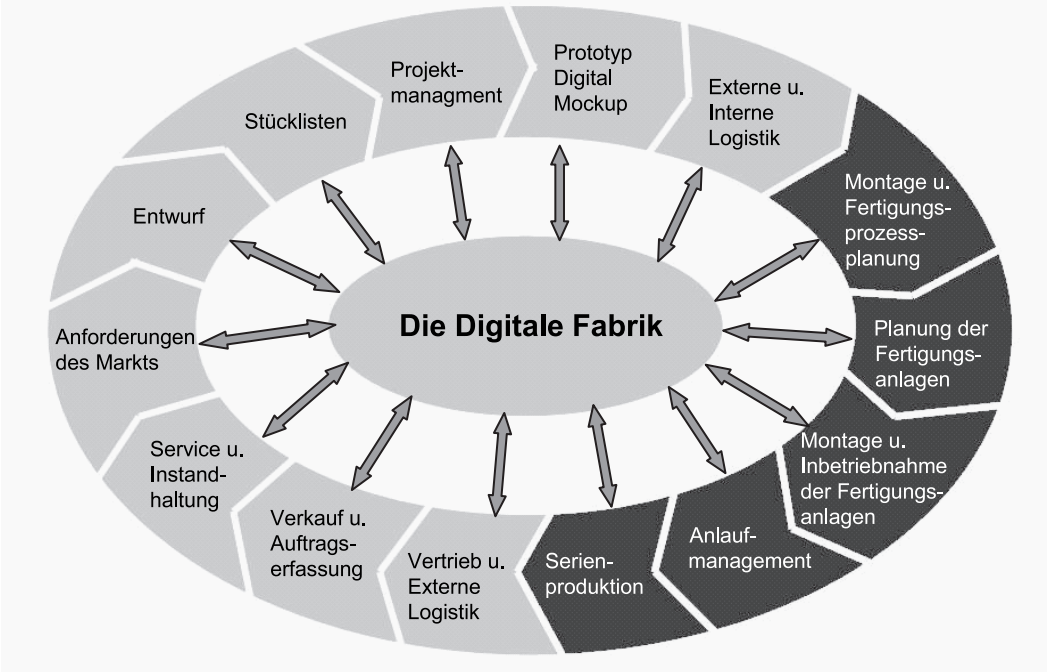


Bild 1. Digitaler Fabrikbetrieb als Teil der Digitalen Fabrik

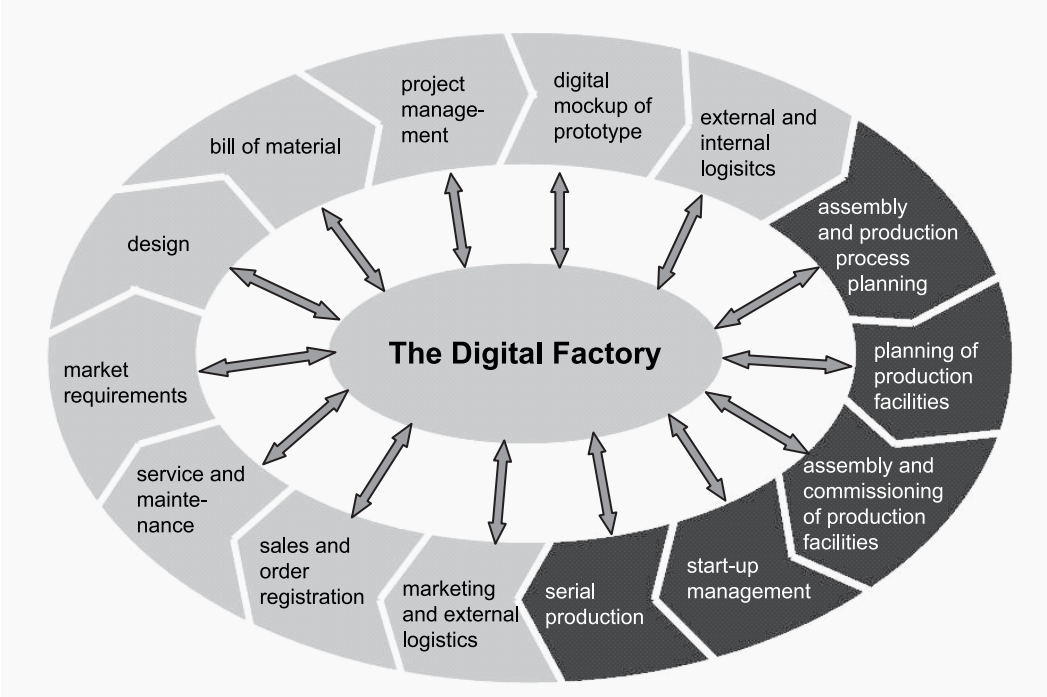


Figure 1. Digital Factory Operations as a part of the Digital Factory

1 Anwendungsbereich

In der vorliegenden Richtlinie werden die Phasen eines Produktsystems von der Montage- und Fertigungsprozessplanung bis zur laufenden Serienproduktion vertieft beschrieben. Dazu werden hier die wesentlichen Gesichtspunkte definiert, die für den Digitalen Fabrikbetrieb von Bedeutung sind. Mögliche Anwendungsgebiete werden benannt, die An-

1 Scope

The present guideline details the phases of a production system from assembly and production process planning up to the running series production. This includes a definition of the main points that are important for Digital Factory Operations. This guideline will define possible applications, explain their use in the different life cycle phases of a production system

 Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2011

wendung in den verschiedenen Lebenszyklusphasen eines Produktionssystems erläutert und Möglichkeiten für ein durchgängiges Datenmanagement (Bild 2) genannt, auf dessen Basis der Digitale Fabrikbetrieb die Ergebnisse der Produktionsplanung in der Digitalen Fabrik nutzt und seinerseits Daten für operative IT-Systeme bereitstellt. Gleichzeitig sollen die Modelle der Digitalen Fabrik mit der Realität gekoppelt und so auch während der Serienproduktion weiterverwendet und verbessert werden.

Am Übergang aus der Planung in die Inbetriebnahme und die Serienproduktion wirken virtuelle und/oder reale Maschinen und deren dynamisches Verhalten mit virtuellen und/oder realen Anlagensteuerungen als Abbild der Logik der Anlagen zusammen. Mit der Verbindung zu überlagerten Fertigungsmanagementsystemen (siehe VDI 5600 Blatt 1) erlaubt der Digitale Fabrikbetrieb Aussagen über das Gesamtverhalten von Maschinen und Anlagen vor deren realem Anlauf (siehe Bild 3).

and the opportunities for a continuous data management (see Figure 2), which is the basis for the Digital Factory Operations to use the Digital Factory's production planning results and, in its turn, provide data for operative IT systems. This also constitutes a chance to link up Digital Factory models with reality and go on using them in series production, improving them while doing so.

At the transition point between planning and commissioning/series production, virtual and/or real machines and their dynamic behaviour interact with virtual and/or real system controllers and form logical system images. With its link to the superordinate manufacturing execution systems (see VDI 5600 Part 1), Digital Factory Operations allows statements to be made on the overall behaviour on machines and systems before these have really been started up (see Figure 3).

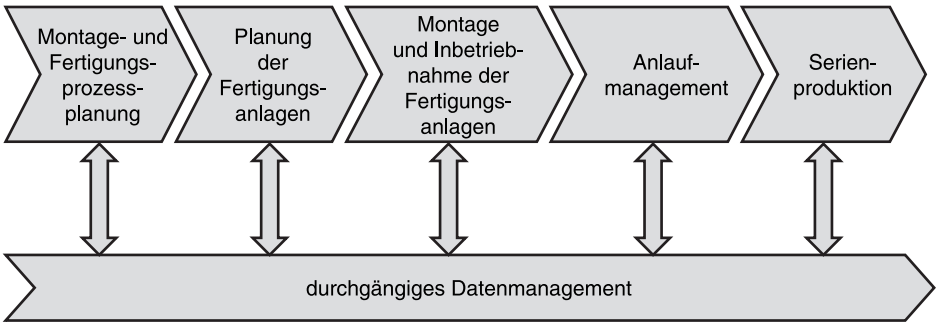


Bild 2. Digitaler Fabrikbetrieb in den Lebenszyklusphasen eines Produktionssystems

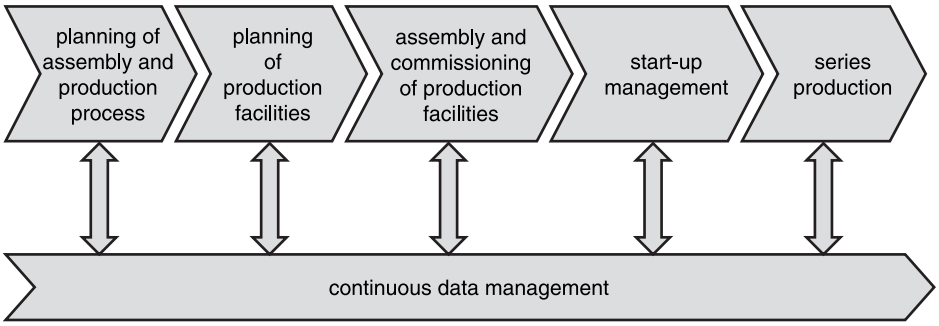


Figure 2. Digital Factory Operations in the life cycle phases of a production system