

Handlungsfelder der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik im Kontext der Digitalen Fabrik

Philip Hollstein
Jens Lachenmaier
Heiner Lasi
Hans-Georg Kemper

Veröffentlicht in:
Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012
Tagungsband der MKWI 2012
Hrsg.: Dirk Christian Mattfeld; Susanne Robra-Bissantz



Braunschweig: Institut für Wirtschaftsinformatik, 2012

Handlungsfelder der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik im Kontext der Digitalen Fabrik

Philip Hollstein

Universität Stuttgart, Graduate School of Excellence advanced Manufacturing Engineering (GSaME), 70569 Stuttgart-Vaihingen, E-Mail: philip.hollstein@gsame.uni-stuttgart.de

Jens Lachenmaier

Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik 1, 70174 Stuttgart,
E-Mail: lachenmaier@wi.uni-stuttgart.de

Heiner Lasi

Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik 1, 70174 Stuttgart,
E-Mail: lasi@wi.uni-stuttgart.de

Hans-Georg Kemper

Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik 1, 70174 Stuttgart,
E-Mail: kemper@wi.uni-stuttgart.de

Abstract

In Wissenschaft und Praxis beschäftigen sich unterschiedliche Disziplinen mit Methoden, Konzepten und Werkzeugen zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit industrieller Unternehmen. Hierfür hat sich der Begriff der Digitalen Fabrik interdisziplinär etabliert, wobei festzustellen ist, dass ein einheitliches und disziplinübergreifendes Verständnis bisher nicht existiert. In diesem Beitrag werden daher die verschiedenen Definitionen für die Digitale Fabrik aufgezeigt sowie deren Bestandteile strukturiert dargestellt. Darauf aufbauend erfolgt die forschungstheoretisch begründete Zuordnung derjenigen Teilgebiete, die zu den Handlungsfeldern der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik gehören. Basierend auf der Erkenntnis, dass die Digitale Fabrik bisher ingenieurwissenschaftlich getrieben ist, werden für die identifizierten Felder Handlungsempfehlungen für die Wirtschaftsinformatik abgeleitet.

1 Ausgangslage und Motivation

Der Produktentstehungsprozess (PEP), d.h. die Produktentwicklung und die Produktion, stellt in industriellen Unternehmen einen – wenn nicht den – Kernprozess dar, der den Unternehmenserfolg maßgeblich determiniert. Daher liegt dieser im Fokus unterschied-

lichster Disziplinen: Ingenieursdisziplinen gestalten Methoden und Verfahren, um technische Eigenschaften von Produkten zu verbessern. Ebenfalls im Fokus von Ingenieuren steht die Entwicklung und Anwendung von Fertigungsverfahren, welche die Realisierbarkeit sowie das Erreichen der erforderlichen Qualität garantieren. Naturwissenschaftliche Disziplinen steuern Technologien, neue Werkstoffe und numerische Methoden für Berechnungsaufgaben bei. Und nicht zuletzt sind betriebswirtschaftliche Disziplinen beteiligt, die wirksame Methoden und Konzepte für das Management des PEP beitragen [29]. Mit der zunehmenden Unterstützung der Aufgaben im PEP durch Informationstechnologie (IT) hat sich seit etwa 10 Jahren der Begriff der Digitalen Fabrik (DIFA) für eine ganzheitliche Unterstützung industrieller Unternehmen mittels IT etabliert [6].

Eine Analyse der Veröffentlichungen im Kontext der DIFA zeigt jedoch, dass - obwohl es sich um einen zentralen und interdisziplinären Themenbereich handelt - bisher nur sehr wenige Beiträge der Wirtschaftsinformatik (WI) diesem Bereich gewidmet sind. Engel u.a. [6] kommen nach einer breit angelegten Literaturrecherche in Publikationen der deutsch- und englischsprachigen Fachpresse sowie öffentlich zugänglichen Vorträgen im Zeitraum 1998 bis 2009 zu dem Ergebnis, dass sich 461 relevante Artikel mit Methoden, Modellen, Werkzeugen, dem Datenmanagement und der Integration im Kontext der DIFA beschäftigen. Im selben Zeitraum wurden in den Fachorganen der deutschsprachigen, gestaltungsorientierten WI (Wirtschaftsinformatik, HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik und InformatikSpektrum) insgesamt nur sechs Beiträge publiziert, die einen expliziten Bezug zur „Digitalen Fabrik“ beinhalten. Dies zeigt sehr deutlich, dass die DIFA bisher sehr stark von den Ingenieursdisziplinen vorangetrieben wird und der Beitrag aus der WI eher gering ist. Dies führt zur Frage, ob die DIFA nur Randbereiche der gestaltungsorientierten WI berührt oder ob - und ggf. in welchen Bereichen - die gestaltungsorientierte WI einen stärkeren Beitrag leisten könnte.

2 Zielsetzung und Vorgehensweise

Die DIFA stellt ein heterogenes und interdisziplinäres Konstrukt dar. Vorarbeiten legen den Schluss nahe, dass es im Kontext der DIFA auch Handlungsfelder der WI geben kann. Eine strukturierte Ableitung dieser Handlungsfelder konnte jedoch nicht identifiziert werden. Das Ziel dieses Beitrags ist daher die Identifikation derjenigen Bestandteile der DIFA, zu denen die gestaltungsorientierte WI einen Beitrag leisten kann. Hierzu werden zunächst verschiedene Definitionen des Begriffes DIFA auf Basis einer interdisziplinär angelegten Literaturrecherche diskutiert. Darauf aufbauend erfolgt eine Ableitung und strukturierte Darstellung der Bestandteile der DIFA. Auf Basis einer Abgrenzung der Forschungsansätze der gestaltungsorientierten WI und der Ingenieurwissenschaften wird eine Tabelle erstellt, die eine Zuordnung der Bestandteile der DIFA zu den Forschungsdisziplinen ermöglicht. Abschließend werden für den Bereich der gestaltungsorientierten WI Handlungsfelder im Bereich der DIFA abgeleitet und kritisch diskutiert.

3 Definition der Digitalen Fabrik in wissenschaftlichen Disziplinen

Den Ablauf einer Produktion oder eine gesamte Fabrik zu planen und die anfallenden Anlaufschwächen zu vermeiden, ist eine der größten Herausforderungen der ingenieurwissenschaftlichen Forschung [2, 20]. Seit Ende der neunziger Jahre wurde an der Thematik

der digitalen Planung für die Fabrik und ihren Produktionsstraßen gearbeitet. Dabei wurde die Vision der Digitalisierung und Virtualisierung von Fabriken und deren beinhalteten Objekten stetig vorangetrieben. 1998 stellten Schuh, Millarg und Göransson [13] in einer der ersten Studien zum Thema virtuelle Fabriken fest, dass dieser Bereich noch sehr jung für eine abschließende Definition, aber sehr wohl reif für eine intensive Diskussion sei [13, 25]. In der Literatur wurden um die Jahrtausendwende erste Konzepte und Umriss für diese Thematik aus unterschiedlichen Perspektiven aufgezeigt und unter dem Begriff der DIFA, je nach Betrachtungsperspektive, unterschiedlich abgegrenzt. Aufgrund der Interdisziplinarität und vielseitigen IT-Durchdringung (Digitalisierung) in nahezu allen Bereichen eines Unternehmens hat sich bis heute keine feste und allgemein akzeptierte Definition für den Bereich der DIFA herauskristallisiert. Daher werden im Folgenden unterschiedliche Definitionsansätze kurz vorgestellt und diskutiert.

Die Durchdringung des PEP mit sogenannten „Computer Aided“-Anwendungssystemen (CAx), die sich in die Bereiche Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Manufacturing (CAM), Computer Aided Planning (CAP), Computer Aided Quality (CAQ) etc. einteilen lassen und dadurch informationstechnische Insellandschaften bilden [17, 35], ist eine wesentliche Voraussetzung für den Betrieb einer DIFA.

Hehenberger [8], Krause [24], Bracht und Masurat [20] sowie Franke [7] sehen in der DIFA eine computerbasierte Methodik zur Planung, Simulation und Visualisierung von Unternehmensprozessen, beispielsweise mit Hilfe von CAx-Applikationen.

Wenzel [31], Bley und Franke [18] beschreiben die DIFA als eine Methodik zur Verbindung und Netzwerkbildung verschiedener Leistungspartner inner- und außerhalb eines Unternehmens. Dabei wird ebenfalls ein Fokus auf die Simulation von Materialfluss, Logistik und Produktion gelegt. Einen besonderen Augenmerk legt Wenzel auf die Vermeidung von Medienbrüchen und beschreibt die DIFA als einen Hub für unterschiedlichste Anwendungen im Fabrik- und Produktionsplanungsprozess. Die DIFA wird hierbei als „[...] eine Sammlung von Modellen, Methoden und Werkzeugen für die nachhaltige Unterstützung des Fabrikplanungs- und Produktionsablaufprozesses basierend auf verbundenen digitalen Modellen“ verstanden [26, 31]. Eine sehr ähnliche Definition verwenden auch Dombrowski [23] und Wiendahl [32], welche die DIFA als die digitale Abbildung aller Gestaltungsmerkmale, Prozesse und Ressourcen charakterisieren.

Diese Definitionen liegen nahe an den Ergebnissen der Diskussion des Komitees „Digitale Fabrik“, bestehend aus der Gruppe Modellierung und Simulation des Vereins Deutscher Ingenieure Bereich Fördertechnik, Materialfluss und Logistik (VDI-FML) und der VDI-Gesellschaft Produktionstechnik (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure (ADB)). Aus diesem Grund ist auch die Definition des VDI, die Richtlinie VDI 4499 [30], daran angelehnt, welche besagt, dass das Ziel der DIFA „die ganzheitliche Planung, Evaluierung und laufende Verbesserung aller wesentlichen Strukturen, Prozesse und Ressourcen der realen Fabrik in Verbindung mit dem Produkt“ ist. Das Ziel der DIFA besteht darin, „Produkte, Fertigungsverfahren und Produktionsabläufe in einer frühen Entwicklungsphase abzusichern sowie die Produktentwicklung mit digitalen Modellen und Werkzeugen zu begleiten, zu beschleunigen und die reale Produktion mit Hilfe von virtuellen Instrumenten zu überprüfen und zu verbessern“ [30]. In der Wissenschaft wird diese Definition unter anderem wegen der hohen Abstraktionsebene häufig zitiert [1, 12, 19, 21, 22, 28, 34].

In Anlehnung an diese Richtlinie stellt Kühn [9] fest, dass aufgrund der integrierten Verbesserung des Produkts und der Produktion erhebliche Kosten eingespart werden können und ein Unternehmen dadurch einen wirtschaftlichen Vorteil erarbeiten kann. Auf Ebene der unternehmerischen Prozessplanung kommt der DIFA laut Kühn die Aufgabe zu, eine Schnittstelle zwischen rein technischen Daten einerseits und wirtschaftlichen Daten andererseits zu bilden, um damit allen an der Planung beteiligten Mitarbeitern einen gemeinsamen Datenpool zur Verfügung stellen zu können [9].

Nach Bullinger und Westkämper [2, 3, 15] beinhaltet die DIFA - auf den größten Teil der vorigen Ausprägungen aufbauend - die Aufgabe der Integration digitaler Planungswerkzeuge und -prozesse auf einer gemeinsamen (Daten-)Basis, um Ergebnisse transparent und intuitiv darstellen sowie erleben zu können [27].

In der Literatur wird hierbei teilweise die DIFA synonym mit dem Begriff der virtuellen Produktion verwendet. Nach diesem Verständnis beinhaltet die DIFA die durchgängige Planung, Evaluierung und Steuerung von Produktionsanlagen und Produktionsprozessen unter Verwendung digitaler Modelle [25]. Dabei ist die DIFA als ein Bindeglied zwischen virtueller und realer Produktion anzusehen [12, 33].

Auf ähnliche Weise findet auch der Begriff der virtuellen Fabrik Verwendung. Nach diesem Verständnis beinhaltet die DIFA Tools zur Prozessmodellierung, Simulation und Darstellung mittels Virtual und Augmented Reality [2, 3, 16].

Wie aus den verschiedenen Definitionsansätzen ersichtlich ist, sind vielfach Abgrenzungen zu finden, die einerseits dem Fachgebiet des jeweiligen Autors Rechnung tragen (z.B. Einschränkung auf Produktentwicklungsphase oder Fabrikplanungsphase) und andererseits zur Vermeidung einer zu hohen Komplexität die beteiligten Disziplinen einschränken.

Die von nahezu allen Autoren genannte Zielsetzung der DIFA (Verbesserung des Time-to-Market und der Ressourceneffizienz) bedingt jedoch ein weites Begriffsverständnis, das den gesamten Produktlebenszyklus sowie alle relevanten Disziplinen mit einschließt. Daher wird im weiteren Verlauf das breite Verständnis der DIFA in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 4499 [30] zugrunde gelegt, nach welchem die DIFA als „[...] ein Oberbegriff für ein umfassendes Netzwerk von digitalen Modellen, Methoden und Werkzeugen [...], die durch ein durchgängiges Datenmanagement integriert werden“ [30], verstanden wird. Nach diesem Verständnis ist die DIFA ein ganzheitlicher Ansatz zur „[...] Planung, Evaluierung und laufenden Verbesserung aller wesentlichen Strukturen, Prozesse und Ressourcen der realen Fabrik in Verbindung mit dem Produkt“ [30]. Wesentliche Objekte im Fokus der DIFA sind damit Modelle (Fabrikmodell und Produktmodell), Methoden und Werkzeuge. Einen zusammenfassenden Überblick über das Verständnis der DIFA gibt Bild 1.

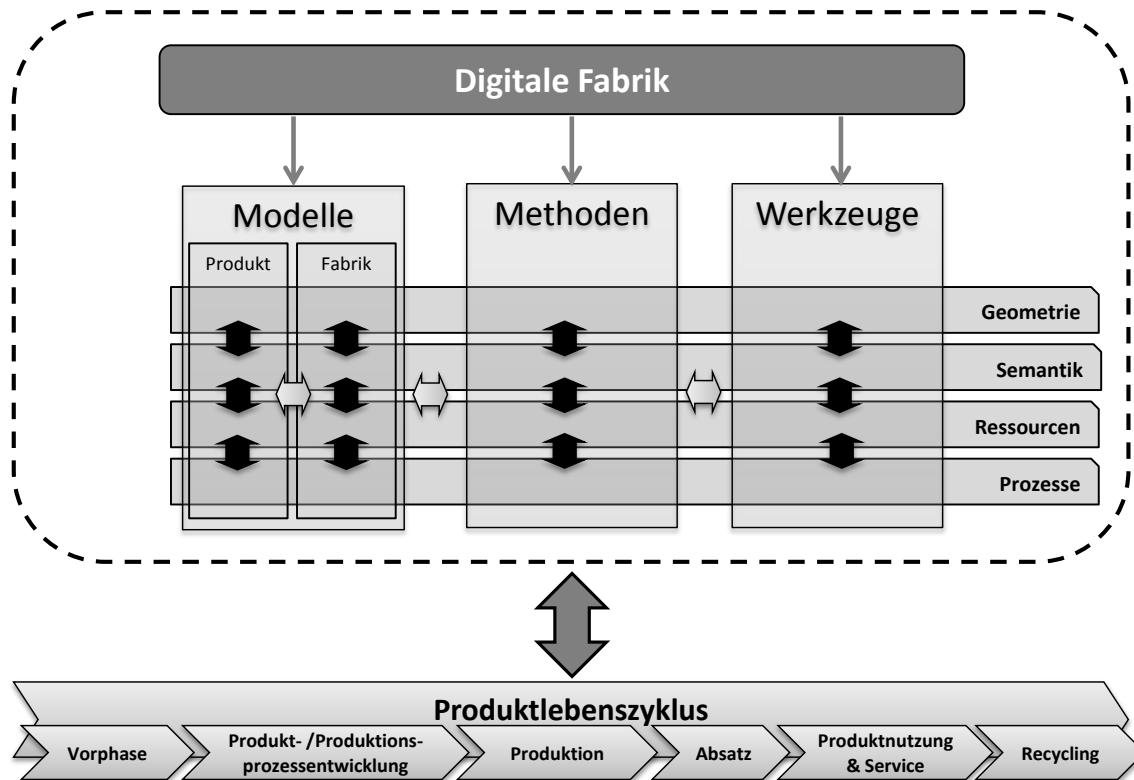


Bild 1: Überblick Digitale Fabrik (eigene Darstellung)

Zur Beantwortung der Frage, welche Bestandteile der DIFA Handlungsfelder der gestaltungsorientierten WI darstellen, wird zunächst ein forschungstheoretischer Rahmen entwickelt, der im Allgemeinen die Handlungsfelder der gestaltungsorientierten WI von denen der ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen abgrenzt. Darauf aufbauend werden in Kapitel 5 die Methoden und Werkzeuge der DIFA erläutert und den Forschungsdisziplinen zugeordnet. Auf die Modelle innerhalb der DIFA wird nicht weiter eingegangen, da diese Artefakte von Methoden und Werkzeugen darstellen. Zum Beispiel ist das (digitale) Produktmodell das Artefakt von Konstruktions-Methoden der Produktentwicklung, welches mittels IT-basierter Werkzeuge erstellt wurde.

4 Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik und konstruktionsorientierten Ingenieurwissenschaften

Um die Methoden und Werkzeuge der DIFA dem Forschungsbereich der WI oder den Ingenieurwissenschaften zuordnen zu können, müssen zunächst die Grundsätze dieser Forschungsdisziplinen betrachtet werden.

Der Zuordnung zur WI liegt das Memorandum der gestaltungsorientierten WI zu Grunde [11]. Dieses beschreibt Kriterien, die sich in einer Forschungsarbeit widerspiegeln sollen und mit denen ein Forscher seine Arbeit in den Kontext der WI einordnen kann. Die Kriterien sind in der folgenden Tabelle auf der linken Seite abgebildet und werden in der mittleren Spalte beschrieben. Für den Bereich der Ingenieurwissenschaften wurde nach intensiver Recherche kein Werk gefunden, welches die Forschungsvorgehensweise und die

dazugehörigen Methoden beschreibt¹. Aus diesem Grund wurden in dieser Arbeit die Gegenstände und Vorgehensweisen der ingenieurwissenschaftlichen Forschung anhand des Positionspapiers des DFG-Fachkollegiums 401 - Produktionstechnik [36] untersucht und mit den Paradigmen der gestaltungsorientierten WI [11] verglichen (siehe Tabelle 1).

	Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik	Konstruktionsorientierte Ingenieurwissenschaften
Erkenntnisgegenstand	Informationssysteme in Wirtschaft und Gesellschaft; Bestehen aus Mensch, IKT und Organisation	Werkstoffe, Produkte und dazugehörige Prozesse
Erkenntnisziel	Handlungsanleitungen zur Konstruktion und zum Betrieb von Informationssystemen	Entwicklung neuer Technologien; neue Produkte, neue Prozesse; Gestaltungs- und Konstruktionsaspekte
Ergebnistyp	Konzepte, Terminologien, Sprachen, Modelle, Methoden und Prototypen	Konzepte, Regeln, Modelle
	In Form von Grundsätzen, Leitfäden, Normen, Patenten, Software, Geschäftsmodellen und Unternehmensgründungen	In Form von Leitfäden, Herangehensweisen und Patenten
Erkenntnisprozess	Analyse: Formulierung von Thesen und Forschungszielen, Identifikation und Motivation einer Forschungslücke	Systematisches Vorgehen, Theorienbildung, Beschreibung von Phänomenen, Formulierung von Thesen
	Entwurf nach Grundsätzen der Richtigkeit, Relevanz, Wirtschaftlichkeit, Klarheit und Vergleichbarkeit	Bau eines Prototypen, Berechnung und Konstruktion von Bauteilen
	Evaluation: Begutachtungsverfahren durch Experten oder anhand eines lauffähigen Prototyps	Experimentelles Nachweisen, Reproduzierbarkeit, Testen, Erklären und Prognostizieren, „Anstrengung des Geistes“
	Diffusion durch wissenschaftliche Aufsätze und Publikationen sowie Vorlesung, Veröffentlichung und Unternehmensgründungen	Dokumentation in Form von technischen Zeichnungen, Veröffentlichungen und Patenten
Erkenntnismethoden	Umfragen, Fallstudien und Interviews	Beobachtung und Messung
	Konstruktion von Demonstratoren, Prototypen, Modellierung und Method Engineering	Prototypen und Experimente
	Laborexperiment, Pilotierung, Simulationen oder Prüfung durch Experten	Laborexperimente und Simulationen

Tabelle 1: Vergleich der Wirtschaftsinformatik mit den Ingenieurwissenschaften

¹ Recherche in den Publikationslisten folgender Forschungseinrichtungen: RWTH Aachen, TU Berlin, TU Clausthal, TU Darmstadt, LU Hannover, KIT Karlsruhe, TU München und U Stuttgart.

Wie in Tabelle 1 dargestellt, haben die gestaltungsorientierte WI und die Ingenieurwissenschaften sehr unterschiedliche Erkenntnisziele sowie sich daraus ergebende Erkenntnisgegenstände.

Das Erkenntnisziel der WI liegt in der Gestaltung, Konstruktion und dem Betrieb von Informationssystemen mit dem Ziel, betriebswirtschaftliche Aufgaben mit IT zu unterstützen. Dies stellt ein wesentliches Kriterium bei der später folgenden Zuordnung der Modelle und Methoden dar.

Ein interessanterer Bereich sind die Ergebnistypen, denn hier finden sich neben den Grundsätzen, Software und Unternehmensmodellen/-gründungen auch Gemeinsamkeiten wie Modelle, Konzepte, Leitfäden und Patente. Auf Grund der sprachlichen Gemeinsamkeiten wird daher geprüft, welchem Erkenntnisgegenstandsbereich die Ergebnistypen zugeordnet werden können. Beispielsweise werden Konzepte zur Konstruktion eines Produkts den Ingenieurwissenschaften zugeordnet; Konzepte zur wirksamen Unterstützung der Datenintegration hingegen der gestaltungsorientierten WI.

In Bezug auf die Erkenntnismethoden und den Erkenntnisprozess ist festzustellen, dass sich diese Disziplinen teilweise gleichen und daher nicht als Zuordnungskriterium geeignet sind.

Zur Ableitung der Handlungsfelder der gestaltungsorientierten WI im Kontext der DIFA werden als Ergebnis aus diesem Vergleich die Kriterien Erkenntnisziel, Erkenntnisgegenstand sowie Ergebnistyp übernommen.

5 Methoden und Werkzeuge der Digitalen Fabrik und deren Einordnung in die gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik

Aufbauend auf der Abgrenzung der gestaltungsorientierten WI und der Ingenieurwissenschaften werden im Folgenden die Methoden und Werkzeuge, die in der Literatur der DIFA zugeordnet werden, anhand der beschriebenen Kriterien Erkenntnisziel, Erkenntnisgegenstand sowie Ergebnistyp analysiert und klassifiziert.

Unter einer Methode wird im Allgemeinen eine systematische zielgerichtete Vorgehensweise bzw. ein durchdachtes Verfahren verstanden [1, 4]. Als Methoden der DIFA werden daher alle etablierten Vorgehensweisen bzw. Verfahren bezeichnet, die im oben dargestellten Lebenszyklus zum Einsatz kommen. Werkzeuge stellen dabei IT-gestützte Anwendungen dar, welche die Durchführung von Aufgaben innerhalb einer Methode unterstützen [1, 4]. Im Folgenden ist das Ergebnis einer interdisziplinär durchgeführten Literaturrecherche dargestellt, die der Ermittlung von Methoden und Werkzeugen der DIFA diene. Aufgrund der Vielzahl an (Teil-)Aufgaben, wurden einzelne Aufgaben zu Aufgabenbündeln verdichtet. Da dies nicht durchgängig möglich ist bzw. in der Literatur manche (Teil-)Aufgaben als besonders wichtig dargestellt werden, sind unterschiedliche Abstraktionsstufen dargestellt. Aufgrund unterschiedlicher Sichtweisen und Verständnisse der unterschiedlichen Disziplinen ist die Abgrenzung der Aufgaben zudem nicht an jeder Stelle überschneidungsfrei.

Die Ergebnisse der Analyse sind in Tabelle 2 dargestellt.

Phase	Aufgaben / Aufgabenbündel	Methoden; IT-Werkzeuge	Handlungsfeld der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik
Alle	Entwicklung von Informationssystemen innerhalb der Digitalen Fabrik	Vorgehensmodelle zur Softwareentwicklung (z.B. V-Modell, Wasserfallmodell) Requirements Engineering	Ja
	Betrieb von Informationssystemen innerhalb der Digitalen Fabrik	Betriebskonzepte für Informationssysteme (z.B. ITIL, Cobit, TOGAF)	Ja
	Entwicklung und Betrieb einer Datenbank bzw. Etablierung eines Datenmanagementsystems	Datenmodellierung (z.B. ERM oder UML-Klassendiagramme); Datenbankmanagementsysteme (DBMS)	Teilweise (Datenbanken sind Teile von Informationssystemen, aber Entwicklung und Betrieb kann auch durch Informatik erfolgen)
	Integration von Aufgaben, Methoden und Werkzeugen	Standards zum Datenaustausch (z.B. XML, STEP, JT)	Teilweise (Bei der Integration kann die gestaltungsorientierte WI sicherlich einen Beitrag leisten, aber nicht ohne andere Disziplinen)
Zielplanung	Bestimmung der Ziele, die durch die Digitale Fabrik erreicht werden sollen	Strategischer Managementprozess (Technologie, Umfeld)	Teilweise (Die gestaltungsorientierte WI versucht auch, betriebswirtschaftliche Ziele des Unternehmens zu erreichen, aber kann dies nicht alleine leisten)
Produktentwicklung	Entwicklung eines 3D-Produktmodells	CAD-Systeme, Digital Mock Up (DMU)	Nein
	Festlegen der Struktur eines Produktes über Stücklisten	CAD-, PLM-/ PDM-, ERP-Systeme	Teilweise (Stückliste wird durch die Konstruktion determiniert; aber die Stückliste wird auch in betriebswirtschaftlichen Systemen abgelegt)
	Festlegen der Funktionen eines Produktes	Requirement Traceability Systeme	Nein
	Festlegen des Produktionsprogramms bestehend aus Arbeitsplänen, Mengen und Terminen	PPS-, ERP-Systeme	Ja
Produktionsplanung	Planung von Produktions-, Montage- und Fertigungsprozessen	Prozessmodelle (z.B. EPK, BPMN) Fabrikmodelle (z.B. Virtual und Augmented Reality); PPS-, APS-, CAP-, CAM-Systeme	Teilweise (Der Ablauf der Produktion ist bestimmt durch die Ingenieurwissenschaften, aber die sich daraus ergebenden Konsequenzen und Anforderungen an die Ressourcen werden durch die WI unterstützt)
	Planung von Produktionssystemen	PPS-, APS-, CAP-, CAM-Systeme	Nein
	Planung individueller Produktionsstätten und Fertigungsanlagen	Fabrikmodell (z.B. Virtual und Augmented Reality); PPS-, ERP-, CAP-, CAM-Systeme	Teilweise (Auswahl der Standorte ja; Gestaltung bzw. technische Ausstattung der einzelnen Standorte nein)

	Überwachung der Realisierung	Business Intelligence (BI), ERP-, BI-Systeme	Teilweise (Überwachung muss an Hand von Kennzahlen und einem Soll-Ist-Vergleich durchgeführt werden)
Produktion/Produktionsanlauf	Planung der benötigten Ressourcen	ERP-, PPS-, APS-Systeme	Ja
	Beschaffung der benötigten Ressourcen	ERP-, APS-, HR-, E-Procurement-Systeme	Ja
	Zeitliche Koordination der benötigten Ressourcen	ERP-, APS-, MES-Systeme	Ja
	Durchführung von Simulationen der Produktion	Fabrikmodelle (z.B. Virtual und Augmented Reality); Simulations-Werkzeuge	Teilweise (WI kann helfen, Modelle zu erstellen und relevante Faktoren zu identifizieren; die Erstellung der Modelle ist jedoch Aufgabe der Ingenieurwissenschaften)
	Montage und Inbetriebnahme der Fertigungsanlagen		Nein
		Kontinuierliche Verbesserung der Produktion	Methoden des Qualitätsmanagements (z.B. TQM, Kaizen, SixSigma), Business Intelligence; MES-, ERP-, BI-, CAQ-Systeme
Produktion/Produktionsbetrieb	Erstellung von NC-Programmen	CAD/CAM-Integration; CAM-, CAE-Systeme	Nein
	Auftragsmanagement	ERP-, PPS-, APS-, CRM-, MES-Systeme	Ja
		Steuerung der Produktion	MES-, ERP-, PPS-, APS-SCM-, CAM-Systeme
Produktion/Auftragsabwicklung	Überwachung der Produktion	MES-, PPS-, SCM-, ERP-Systeme	Teilweise (Überwachung muss an Hand von Kennzahlen und einem Soll-Ist-Vergleich durchgeführt werden)
	Verkauf und Auftragserfassung	ERP-, CRM-Systeme	Ja

Tabelle 2: Zusammenhänge zwischen Methoden der DIFA und der gestaltungsorientierten WI [5, 10, 14, 15, 30, 35]

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich ist, können eine Vielzahl an Methoden und Werkzeugen innerhalb der DIFA identifiziert werden, die eindeutig Handlungsfelder der gestaltungsorientierten WI darstellen. Auf Basis der eingangs erwähnten Publikationsanalyse kann festgestellt werden, dass die meisten dieser Methoden und Werkzeuge unabhängig vom

Kontext der DIFA als Handlungsfelder der gestaltungsorientierten WI erforscht, jedoch nicht in diesen Kontext portiert werden. Deren Adaption und Integration stellt jedoch zur Erreichung der Ziele der DIFA einen wesentlichen Beitrag dar (vgl. Handlungsempfehlung 1 und 2).

Des Weiteren wurden Methoden und Werkzeuge identifiziert, die an der direkten Schnittstelle von WI und Ingenieursdisziplinen liegen und nur durch eine enge interdisziplinäre Forschung vorangebracht werden können (vgl. Handlungsempfehlung 3).

Eine weitere Kategorie von Methoden und Werkzeugen zeichnet sich dadurch aus, dass sie primär von Ingenieurwissenschaften vorangetrieben wird und eine Adaption in die WI aktuell nicht stattfindet, obwohl ein starker Bezug zur dieser vorliegt (vgl. Handlungsempfehlung 4).

Ausgehend von der Erkenntnis, dass im Kontext der DIFA Beiträge der WI bisher stark unterrepräsentiert sind, lässt sich zusammenfassend folgender Handlungsbedarf ableiten:

1. Mehr Publikation und Transfer etablierter WI-Methoden (z.B. ITIL, SOA, UML, XML) in den Kontext der DIFA
2. Stärkeres Forschungsengagement zur Portierung/Adaption von WI-Methoden in den Kontext der DIFA (z.B. Integration heterogener Daten aus CAD-, CAM-, MES- und ERP-Systemen)
3. Engere Verzahnung und interdisziplinäre Forschungsaktivitäten (z.B. Modellierung von Produktmodellen und Fabrikmodellen, Entwicklung und Betrieb technischer Anwendungssysteme)
4. Adaption von ingenieurwissenschaftlichen Methoden in den Kontext der WI (z.B. Simulation, Augmented Reality)

6 Zusammenfassung und Ausblick

Unter der DIFA kann ein ganzheitlicher interdisziplinärer Ansatz verstanden werden, der zu einer Verbesserung aller wesentlicher Strukturen, Prozesse und Ressourcen in der industriellen Produktentstehung führen soll. Eine Analyse wissenschaftlicher Beiträge der vergangenen Jahre zeigt, dass dieser Ansatz primär von Vertretern der Ingenieurwissenschaften vorangetrieben wird. Unter forschungstheoretischen Gesichtspunkten sind jedoch etliche der in der DIFA enthaltenen Methoden und Werkzeugen der gestaltungsorientierten WI zuzuordnen. Der vorliegende Beitrag hat diese Handlungsfelder identifiziert und hieraus einen vier-fachen Handlungsbedarf für die gestaltungsorientierte WI abgeleitet.

Werden die Handlungsempfehlungen berücksichtigt, so ergeben sich auf Grund der zunehmenden Interdisziplinarität zum einen neue Herausforderungen und Forschungsfelder für die WI, zum anderen ist dies aber auch die Grundlage dafür, dass ganzheitliche Konzepte wie die DIFA erfolgreich vorangetrieben werden können. Dies wiederum führt zu einer stärkeren Wahrnehmung und Positionierung der WI innerhalb industrieller Unternehmen, was letzten Endes auch dazu führen kann, dass die WI vom Kostenverursacher zum Enabler avanciert.

7 Literatur

- [1] Bracht, U; Geckler, D; Wenzel S (2011): Digitale Fabrik - Methoden und Praxisbeispiele, Berlin.
- [2] Bullinger, H-J; Warnecke, H; Westkämper, E (2009): Neue Organisationsformen im Unternehmen - Ein Handbuch für das Moderne Management, Heidelberg.
- [3] Bullinger, H-J; Spath, D; Warnecke, H; Westkämper, E (2009): Handbuch Unternehmensorganisation - Strategien, Planung, Umsetzung, Berlin.
- [4] Claus, V; Schwill, A (2006): Duden Informatik A-Z - Fachlexikon für Studium, Ausbildung und Beruf, Mannheim.
- [5] Eigner, M; Stelzer, R (2009): Product Lifecycle Management - Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management, Heidelberg.
- [6] Engel, M; Riegmann, T; Schäfer, A; und Günther, U (2010): Zehn Jahre Digitale Fabrik in der Automobilindustrie - Vergangenheit und Zukunft der Digitalen Fabrik - DIFA-Status Quo, ZWF 105.
- [7] Franke, C (2003): Feature-basierte Prozesskettenplanung in der Montage als Basis für die Integration von Simulationswerkzeugen in der Digitalen Fabrik, Univ. Diss. (Band 28) Saarbrücken.
- [8] Hehenberger, P (2011): Computergestützte Fertigung - eine Kompakte Einführung, Berlin.
- [9] Kühn, W (2006): Digitale Fabrik - Fabriksimulation für Produktionsplaner, München.
- [10] Krause, F-L; Franke, H.-J; Gausemeier, J (Hrsg., 2007): Innovationspotentiale in der Produktentwicklung, München.
- [11] Österle, H; Winter, R; Brenner, W (2010): Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz, St. Gallen.
- [12] Schack, R-J (2007): Methodik zur bewertungsorientierten Skalierung der Digitalen Fabrik, Univ. Diss. München.
- [13] Schuh, G; Millarg, K; Göransson, A (1998): Virtuelle Fabrik - neue Marktchancen durch dynamische Netzwerke, München.
- [14] Vajna, S; Weber, C; Bley, H; Zenan, K (2009): CAx für Ingenieure - Eine praxisbezogene Einführung, Berlin.
- [15] Westkämper, E; Zahn, E (2009): Wandlungsfähige Produktionsunternehmen - Das Stuttgarter Unternehmensmodell, Berlin.
- [16] Aldinger, L; Rönnecke, T; Hummel, V; Westkämper, E (2006): Advanced Industrial Engineering. Industrie Management 22(1):59-62.
- [17] Andresen, K; Gronau, N (2004): Der Faktor Wandlungsfähigkeit bei der Planung neuer Fabriken - Ein Marktüberblick von Unternehmensberatungen im Bereich Fabrikplanung. Industrie Management 4:60-68.
- [18] Bley, H; Franke, C (2001): Integration von Produkt- und Prozessmodell mit Hilfe der Digitalen Fabrik. wt Werkstattstechnik online 91(4):214-220.

- [19] Bley, H; Fritz, J; Zenner, C (2006): Die zwei Seiten der Digitalen Fabrik. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZwF) 101(1-2):19-23.
- [20] Bracht, U; Masurat T (2005): The Digital Factory between vision and reality. Computers in Industry 56:325-333.
- [21] Bracht, U; Eckert, C; Masurat, T (2005): Ein umfassender Ansatz für Planung und Betrieb - Ursprünge und Visionen der Digitalen Fabrik. Intelligenter produzieren o.Jg.(1):8-10.
- [22] Deuse, J; Petzelt, D; Sackermann, R (2006): Modellbildung im Industrial Engineering. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZwF) 101(1-2):66-69.
- [23] Dombrowski, U; Tiedemann, H; Bothe, T (2001): Visionen für die Digitale Fabrik. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZwF) 96(3):112-115.
- [24] Krause, F-L (2001): Digitale Fabrik. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZwF) 3:84.
- [25] Reinhart, G; Grunwald, S; Rick, F (1999): Virtuelle Produktion - Technologie für die Zukunft. VDI-Z Special C-Techniken 141(5):26-29.
- [26] Reinhart, G; Zäh, M-F (2006): Reaktionsschnelle Montage variantenreicher Produkte - ein Wettbewerbsvorteil. wt Werkstattstechnik 96(9):568.
- [27] Schraft, R-D (2003): Von der Vision zur Realität durch die Digitale Fabrik, Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZwF) 98(6):269.
- [28] Schraft, R-D; Bierschenk, S (2005): Digitale Fabrik und ihre Vernetzung mit der realen Fabrik. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZwF) 100(1-2):14-18.
- [29] Steffens, D; Reiß, M (2010): Die Digitale Fabrik als Hybridkonstruktion. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZwF) 105(3):184-188.
- [30] VDI-Richtlinie 4499 (2008): Blatt 1: Digitale Fabrik - Grundlagen (Entwurf). VDI-Verlag, Düsseldorf.
- [31] Wenzel, S; Jessen, U; Bernhard, J (2005): Classifications and conventions structure the handling of models within the Digital Factory. Computers in Industry 56:334-346.
- [32] Wiendahl, H-P (2002): Auf dem Weg zur „Digitalen Fabrik“. wt Werkstattstechnik 93(4):226.
- [33] Zäh, M-F; Müller, S (2004): Referenzmodelle für die Virtuelle Produktion. Industrie Management 20(1):52-55.
- [34] Fredowitz, C-H (2004): Digitale Fabrik: Virtuelle Inbetriebnahme - heute und morgen. In: Internationaler Fachkongress Digitale Fabrik in der Automobilindustrie. Ludwigsburg.
- [35] Lasi, H; Hollstein, P; Kemper, H-G (2010): Heterogeneous IT-System Landscapes in Innovation Processes - An empirical analysis of integration approaches. In: IADIS 2010, 388-393.
- [36] Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG (2011): Positionspapier des DFG-Fachkollegiums 401 - Produktionstechnik.