Digitale Fabrik, Planung, Produktionsmanagement

Zukunftsperspektiven der Digitalen Fabrik*

Verständnis, Umsetzungsstand und Entwicklungsmöglichkeiten der digitalen Produktionsplanung

J. Schallow, J. Ludevig, M. Schmidt, J. Deuse, G. Marczinski

Im Rahmen einer vom Institut für Produktionssysteme (IPS) der Technischen Universität (TU) Dortmund in Zusammenarbeit mit der CIM Aachen GmbH durchgeführten Studie konnte eine präzise Einschätzung des Umsetzungsstands sowie erwarteter Zukunftstrends der Digitalen Fabrik gewonnen werden. Die wesentlichen, durch die 83 Experten unterschiedlicher Branchen identifizierten Potentiale liegen in transparenten und standardisierten Planungsabläufen, der Verfügbarkeit und Verwendung von Datenstandards sowie verbesserter Informationsnutzung und Wissensgewinnung.

Future prospects for digital manufacturing
Understanding, realization status and development potential of digital production planning

Within an extensive survey carried out by the Institute of Production Systems (IPS) at TU Dortmund University and CIM Aachen GmbH, a precise evaluation of the realization status and expected trends in digital manufacturing has been won. Main potential for the future, identified by 83 experts from all branches, are transparent and standardized planning workflows, modular and open data standards and an improved utilization of existing digital information.

1 Einleitung

Das Umfeld, in dem produzierende Unternehmen heutzutage agieren, ist mehr denn je durch Komplexität, insbesondere bezüglich der Produkte und Prozesse gekennzeichnet. Um diese Komplexität zu beherrschen und infolge des stetig wachsenden Kosten- und Zeitdrucks hat die Digitale Fabrik in den vergangenen Jahren verstärkt Einzug in die Planung produzierender Unternehmen gehalten. Dies gilt insbesondere für technologiegetriebene, innovationsstarke Unternehmen der Serienfertigung. Für viele Anwender ist sie zu einem unverzichtbaren Bestandteil der Planungsstrategie und einem zwingenden Erfordernis bei der Bewältigung der angesprochenen Herausforderungen im Unternehmensalltag geworden. Eine Erhöhung der Planungsqualität, die Umsetzung von Zeitersparnissen, die Unterstützung des Simultaneous Engineering sowie die Erweiterung der Planungsfunktionalitäten werden durch die Integration aller an der Planung beteiligten Methoden, Werkzeuge und Modelle zu einem Gesamtplanungssystem angestrebt [1].

Bild 1 fasst in Anlehnung an [2–4] verschiedene in der Studie adressierte Aspekte der Digitalen Fabrik zusammen und verdeutlicht somit den thematischen Rahmen des vorliegenden Artikels. Als Bindeglied zwischen Produktentwicklung und Produktion umfasst die Digitale Fabrik mit ihren Funktionen und Prozessen sowie eingesetzten Methoden und Modellen unterschiedliche Dimensionen, die es zu strukturieren gilt. Neben der Strukturierung zielt die durchgeführte Studie zudem auf die Entwicklung, insbesondere auf bestehende Barrieren und Hemmnisse sowie Zukunftstrends und Potentiale der Digitalen Fabrik ab. Ergänzend werden auch die Integrationsaspekte, vor allem die charakteristischen Integrationslücken zwischen virtuellem Produkt, Digitaler Fabrik und physischer Produktion, detaillierter betrachtet. Methodisch gesehen dient die Durchführung von Studien hierbei schon seit längerem als probates Mittel zur Beurteilung der unterschiedlichen Betrachtungsaspekte im Themengebiet der Digitalen Fabrik.

2 Einordnung der Studie in bisherige Erhebungen

Bei detaillierter Analyse der bisher durchgeführten Studien im Bereich der Digitalen Fabrik lässt sich eine kontinuierliche Entwicklung feststellen. Den Grundstein legten drei in den Jahren 2002 und 2005 von CIMdata Inc., Roland Berger Strategy Consultants und der CIM Aachen GmbH durchgeführte Grundlagenstudien, welche schwerpunktmäßig die Bedeutung und Nutzenpotentiale der Digitalen Fabrik hervorhoben und anwenderseitig bestätigen konnten [5–7]. Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Studien folgten weitere auf unterschiedliche Aspekte der Digitalen Fabrik fokussierte Umfragen. Eine vom Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO im Jahr 2003 durchgeführte, auf dem Gebiet der eingesetzten Werkzeuge und Softwaretools sehr umfassende Studie beleuchtet den Umsetzungsstand sowie die Entwicklung des Einsatzes der Digitalen Fabrik sowie ihre Ziele im klassische Zieldreieck Kosten, Zeit, Qualität [8–9]. Die Breitenbefragung des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA im Jahr 2005 setzte den Fokus auf den bis dato wenig erforschten Umsetzungsstand sowie Nutzen und Potentiale der Digitalen Fabrik bei kleinen und mittleren Unternehmen (kmU). Trotz gegebener Relevanz konnte aufgezeigt werden, dass Defizite bei der Umsetzung der Digitalen Fabrik bei kmU vorliegen, welche vor allem auf fehlende kmU-taugliche Werkzeuge sowie hohe

Dipl. Wirt.-Ing. Julian Schallow; Jan Ludevig, B. Sc.;
Maurice Schmidt, B. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Jochen Deuse
Institut für Produktionssysteme (IPS) – Professur für Arbeits- und Produktionssysteme (APS) der TU Dortmund
Leonhard-Euler Str. 5, D-44227 Dortmund
Tel. +49 (0)231 / 9700-711, Fax +49 (0)231 / 755-2649
E-Mail: julian.schallow@tu-dortmund.de
Internet: www.ips.do

Dr.-Ing. Götz Marczinski
CIM Aachen GmbH
Kasernenstr. 22, D-52064 Aachen
Tel. +49 (0)241 / 8887-104, Fax +49 (0)241 / 8887-100
E-Mail: mc@cim-aachen.de
Internet: www.cim-aachen.de

* Bei den mit einem Stern gekennzeichneten Beiträgen handelt es sich um Fachaufsätze, die von Experten auf diesem Gebiet wissenschaftlich begutachtet und freigegeben wurden (peer-reviewed).

Copyright Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf

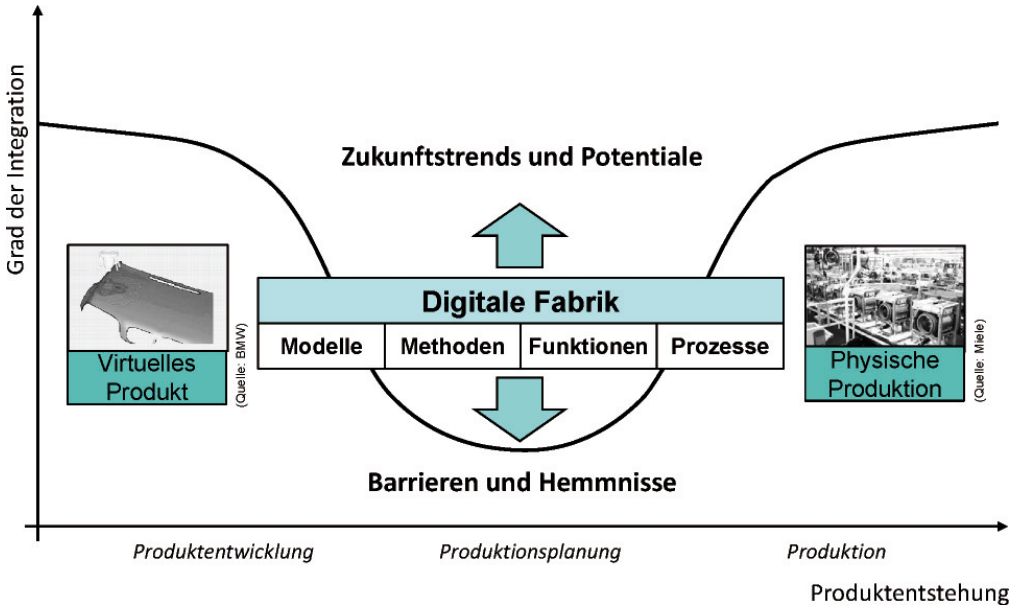

Bild 1. Die Digitale Fabrik als konzeptioneller Rahmen der Studie (in Anlehnung an [2–4])

Kosten zurückzuführen sind [10]. Der wesentliche Aspekt der Vernetzungs- und Kommunikationsstrukturen wurde erstmals intensiv 2006 in einer vom Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*) der TU München durchgeführten Studie beleuchtet. Basierend auf einer prozessgetriebenen Betrachtung der Digitalen Fabrik konnten hier die Handlungsbedarfe im Bereich der internen und externen Vernetzung sowie der Datenintegration und des Wissensmanagements aufgezeigt werden [11]. Die strukturierte Kooperation verschiedener Unternehmen im Bereich der Digitalen Fabrik ist auch heute noch eine Herausforderung, der aktuell durch die Erarbeitung von Konzepten zur Integration einer verteilten Produktionsplanung begegnet wird [4]. Stärker auf die Anwendergruppe der Automobilindustrie zielt die durch strukturierte Interviews und einen umfangreichen Fragebogen geprägte Arbeit des Instituts für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit (IMAB) der TU Clausthal aus dem Jahre 2008 ab [12]. Die Umsetzung der Digitalen Fabrik ist demzufolge im Bereich der 3D-Produktentwicklung am weitesten fortgeschritten, weist allerdings insgesamt Defizite in frühen Planungsphasen auf. Die größten Handlungsbedarfe stellen nach dem IMAB ein durchgängiges Datenmanagement sowie die Erarbeitung standardisierter Schnittstellen und Planungsstandards dar. Die ebenfalls 2008 durchgeführte Studie zu Hemmnissen eines erweiterten Einsatzes der Digitalen Fabrik durch das Werkzeugmaschinenlabor der RWTH Aachen (WZL) ist ein erster Richtungsweiser für die besondere Bedeutung durchgängiger Lösungsansätze [13]. Neben den hohen Gesamtkosten kritisiert die Studie vor allem die unzureichende Schnittstellenkompatibilität unterschiedlicher Anwendungen und die mangelnde Anpassungsfähigkeit an individuelle Unternehmensprozesse. Die Zusammenfassung einer Auswahl der bislang im Bereich der Digitalen Fabrik durchgeführten Studien und ihrer thematischen Profile ist in **Bild 2** dargestellt.

Die vom Institut für Produktionssysteme (IPS) der Technischen Universität Dortmund in Zusammenarbeit mit der CIM Aachen GmbH durchgeführte Arbeit strebt durch die gezielte Erfassung bereits zuvor adressierter Umfrageinhalte zum einen die Erarbeitung einer Aktualisierung und Weiterentwicklung vorhandener Studienergebnisse an. Zum anderen werden vertiefende Inhalte, insbesondere des bislang weniger detailliert betrachteten Entwicklungsaspektes wie konkrete Barrieren und Hemmnisse, sowie Entwicklungsziele und -trends analysiert. In ihrem Rahmen wurden 193 Unternehmensvertreter verschiedener Branchen sowie Vertreter der Wissenschaft und Verbände gezielt angeschrieben. Der onlinebasierte Fragebogen wurde von 83 Teilnehmern vollständig beantwortet. Durch die Bildung von Teilgruppen wie Wirtschaft und Wissenschaft, Softwareanwender und -anbieter sowie kmU und Großunternehmen, wurde eine differenzierte Auswertung ermöglicht.

3 Studienergebnisse und -interpretationen

Die Analyse des Begriffsverständnisses zeigt, dass sich ein weitgehend einheitliches Verständnis (> 80 %) der Digitalen Fabrik als Netzwerk beziehungsweise Sammlung von Modellen, Methoden und Werkzeugen zur digitalen Produktionsplanung fast analog der Definition in der VDI Richtlinie 4499 unter den Teilnehmern etabliert hat, welches gerade bei kmU und innerhalb der Wissenschaft besonders ausgeprägt ist [14]. Wesentlich weniger Teilnehmer der Studie (< 10 %) teilen die Wahrnehmung der Digitalen Fabrik als integriertes Werkzeug innerhalb der Produktentstehung. Nur vereinzelt (< 5 %) wird unter dem Begriff lediglich ein Modell der realen Fabrik oder eine Ansammlung von Simulationsmethoden verstanden. Der Umsetzungsstand der Digitalen Fabrik bei kmU und Großunternehmen wird unterschiedlich bewertet. Eine Mehrheit der Teilnehmer (> 60 %) geht davon aus, dass die Digitale Fabrik in kmU vornehmlich als Modewort ohne Umsetzung verbreitet ist oder keine einheitliche Definition der Inhalte in verschiedenen Abteilungen vorzufinden ist. Von Großunternehmen wird hingegen angenommen, dass sich hier

Copyright Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf

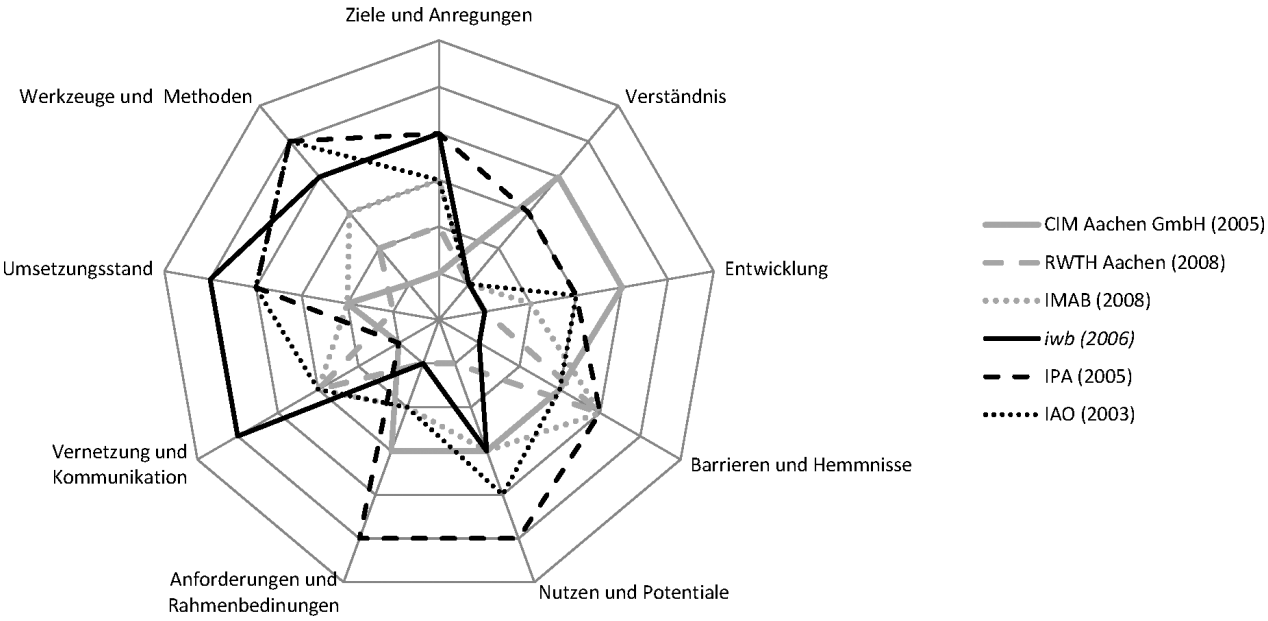

Bild 2. Studienübersicht und -profile im Themenfeld Digitale Fabrik (Auswahl)

Personen primär mit den Fragestellungen der Digitalen Fabrik befassen oder diese bereits fest in der Aufbauorganisation verankert ist (~ 50 %). Dennoch ist nach Einschätzung von etwa einem Viertel der Studienteilnehmer auch bei Großunternehmen die Definition der Digitalen Fabrik über Abteilungsgrenzen hinweg nicht einheitlich. Vertreter der kmU beurteilen hierbei ihren Rückstand in der Umsetzung der Digitalen Fabrik gegenüber Großunternehmen geringer, wobei sie das einheitliche Begriffsverständnis und die schwerpunktmäßige Befassung von Personen mit dem Themenfeld auf Seiten der Großunternehmen in Relation zu deren Selbsteinschätzung deutlich unterschätzen. Die Ergebnisse der Befragung zum Umsetzungsstand in der Gegenüberstellung von kmU und Großunternehmen fasst **Bild 3** zusammen.

Insgesamt besteht Einigkeit darüber, dass die Digitale Fabrik auch in Zukunft gerade zur Reduzierung von Entwick-

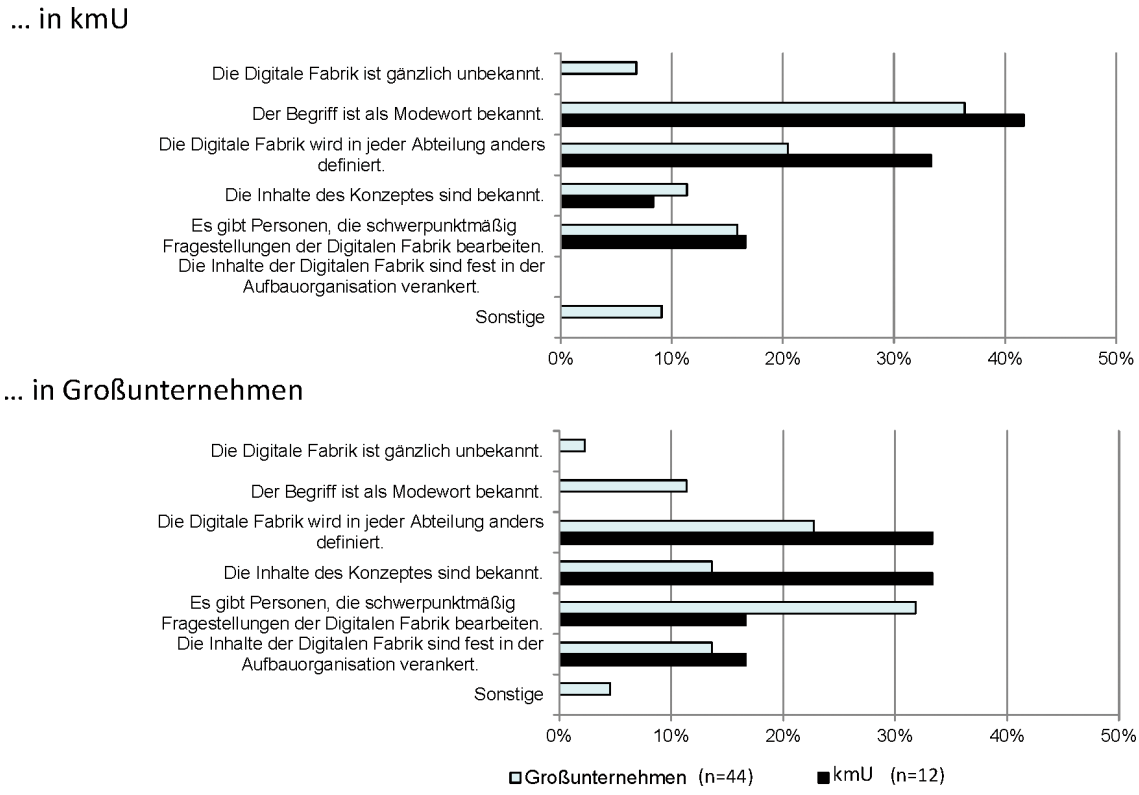

Bild 3. Umsetzungsstand der Digitalen Fabrik: Einschätzung von kmU sowie Großunternehmen

Copyright Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf

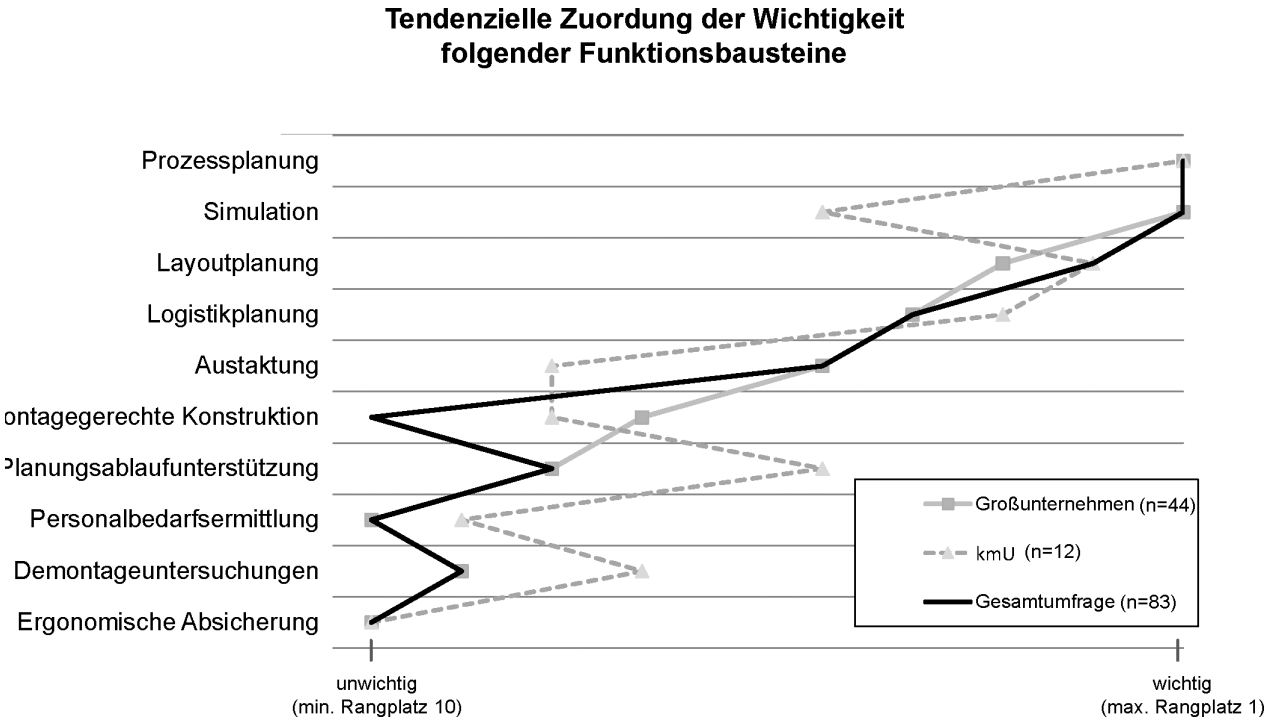

Bild 4. Experteneinschätzung der Relevanz von Funktionsbausteinen der Digitalen Fabrik

lungsdurchlaufzeit und -aufwand sowie zur Verbesserung der Produktionsleistung eine zentrale Rolle spielen wird. Es wird mit einem flächendeckenden Einsatz mit großem Funktionsumfang in einigen Branchen gerechnet. Darüber hinaus werden auch die Etablierung von Spezialdienstleistern, welche Entwicklungsdienstleistungen im Bereich der Digitalen Fabrik erbringen, die Schaffung unternehmensinterner Stabsstellen und Abteilungen der Digitalen Fabrik sowie ein gezielter punktueller Einsatz als realistische Zukunftsszenarien angesehen. Im Vergleich von Wissenschaft und Wirtschaft prognostiziert letztere den zukünftigen punktuellen Einsatz der Digitalen Fabrik stärker als umfassende Maßnahmen wie die Schaffung von Stabsstellen oder Abteilungen, welche von Vertretern der Wissenschaft häufiger vorausgesagt werden.

3.1 Digitale Unterstützung der Planungsabläufe

Für eine effiziente Nutzung der Digitalen Fabrik erfordert diese eine durchgängige Anwendung von digitalen Planungswerkzeugen. Die Studie zeigt, dass der aktuelle Anwenderfokus im Rahmen der Digitalen Fabrik auf der Prozessplanung für Fertigung und Montage (70 %) sowie der Layout- (59 %) und Logistikgestaltung (31 %) liegt. Zu beachten ist, dass an mehreren Stellen der Studie Mehrfachnennungen (jeweils maximal drei) möglich waren. Die Mehrheit der Befragten bekräftigt diese Einordnung durch die Bewertung der Prozessplanung als Planungsfunktion der Digitalen Fabrik mit eindeutig höchster praktischer Relevanz. Die Simulation ist danach der zweitwichtigste Funktionsbaustein, dicht gefolgt von der Layout- und Logistikplanung, die auch in Bezug auf den praktischen Einsatz von hoher Bedeutung sind (**Bild 4**). Die Erwartungshaltung einer ganzheitlichen Integration einer Vielzahl gleichgewichteter Funktionen in der Digitalen Fabrik erfüllt sich jedoch nur teilweise. Besonders in den Planungsfunktionen der ergonomischen Absicherung, der Anlaufplanung sowie der Planungsablaufunterstützung zeigt die Studie eine bisher geringe Unterstützung durch digitale Werkzeuge. Den Befragten zufolge wird aber gerade die digitale Planungsunterstützung für die Anlaufplanung in Form der virtuellen Inbetriebnahme sowie des Workflow Managements zukünftig von größerer Relevanz sein. Die ergonomische Absicherung, beispielsweise durch digitale Menschmodelle, bleibt aus Sicht der Befragten auch in Zukunft von geringer Bedeutung, wenngleich sie von wissenschaftlicher Seite als wesentliches Forschungsfeld adressiert wird. In Summe erwarten die Teilnehmer der Umfrage sowohl aktuell als auch in Zukunft eine fokussierte digitale Planungsunterstützung und weniger die Umsetzung des Grundgedankens einer lückenlosen, rechnerunterstützten Planung in allen Funktionalitäten der Digitalen Fabrik.

3.2 Datenstandards und -austausch

Die sehr auf Teilbereiche fokussierte Umsetzung der Idee einer durchgängigen Integration hat in der Folge ebenfalls Auswirkungen auf den Informationsaustausch. So existieren zahlreiche isolierte IT-Systeme, die für die Verbreitung der Digitalen Fabrik von der Mehrheit der Befragten als starkes Hemmnis gesehen werden (94 %). Die aufgabenspezifische Auswahl hochspezialisierter Softwarelösungen resultiert somit in einer Vielzahl bidirektionaler Schnittstellen im Planungsumfeld. Fehlende Standards für Schnittstellen und Daten werden ebenfalls als stark hemmende Faktoren bei der Verbreitung der Digitalen Fabrik eingeschätzt (88 %) und verstärken datenseitig die unzureichende Vernetzung der Planungsbereiche. Aufgrund der fehlenden Möglichkeiten zur

Copyright Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf

Gestaltung individueller Lösungen gilt dies insbesondere für kmU (> 90 %). Die Studie zeigt ebenfalls, dass gerade bei Anwendern und Anbietern unterschiedliche Ursachen für die mangelhafte Vernetzung in der Digitalen Fabrik gesehen werden. Während die Anwender den Schwerpunkt in der technischen Vernetzung und den verwendeten Softwarelösungen identifizieren, führen die Anbieter hauptsächlich die organisatorischen Probleme und fehlendes Know-how der Mitarbeiter an. Des Weiteren hat nach Meinung der Softwareanbieter vor allem die mangelhafte Kommunikation zwischen den Planungsbereichen und den IT-Abteilungen negative Auswirkungen auf den Informationsaustausch in der Digitalen Fabrik; ein Umstand, der von den Anwendern nur bedingt bestätigt wird. Ebenso signifikante Unterschiede bringt ein Vergleich der Umfrageergebnisse zwischen kmU und Großunternehmen zum Vorschein. Insbesondere kmU betonen die mangelnde Kommunikation, zusätzlich unterstützt durch intransparente und wenig standardisierte Planungsabläufe. Großunternehmen hingegen gewichten die Auswirkungen technischer Defizite wie etwa uneinheitliche Abbildung und Speicherung von Daten und fehlende Schnittstellen- und Datenstandards auf den Informationsaustausch stärker.

Auf Basis dieser Barrieren und Hemmnisse zeigt die Studie, dass ein Großteil der Befragten (70 %) für die zukünftige Entwicklung der Softwarelandschaft eine Konzentration auf Kernplanungsfunktionalitäten erwartet, die die Integration von Planungsfunktionalitäten in einer standardisierten Software-Gesamtlösung positiv unterstützt. Dabei spielt nach Meinung der Befragten die Verfügbarkeit von umfassenden Schnittstellen für eine standardisierte Anbindung zusätzlicher Softwarewerkzeuge eine fundamentale Rolle (87 %). Mithilfe von standardisierten Schnittstellen kann somit eine verbesserte Strukturierung, Nachvollziehbarkeit und Verständlichkeit der Modellierung sichergestellt werden. Der Fokus zukünftiger Entwicklungen liegt nach Meinung der meisten Befragten (84 %) auf der Gestaltung und Standardisierung spezialisierter Datenmodelle und Datenaustauschformate, die flexibel, beispielsweise service-orientiert, im Planungsprozess verwendet werden können. So besteht das Bestreben spezialisierte, standardisierte Datenmodelle zu entwickeln, die jeweils anwendungsspezifische Sichten auf die Daten ermöglichen.

3.3 Konsistenz und Vernetzung der Informationen

Eine weitere wesentliche Voraussetzung zur Nutzung der Potentiale der Digitalen Fabrik ist die Integration der Daten und Werkzeuge über den Planungsprozess. Hier existieren derzeit keine einheitlichen Standards zur unternehmensinternen und -übergreifenden Zusammenarbeit sowie zur Vernetzung der IT-Systeme. Eine einheitliche Bereitstellung der Daten über den Planungsprozess hinweg ist nicht gewährleistet. Diese Aussage wird durch über 70 % der Studienteilnehmer bestätigt, welche eben diese Vernetzung der Daten als komplex und aufwendig einstufen. Zudem werden die uneinheitliche Abbildung und Speicherung von Daten und damit einhergehende Redundanzen und Inkonsistenzen als ausgeprägte Barrieren des Informationsaustauschs innerhalb der Digitalen Fabrik identifiziert. Vertreter der Wissenschaft betonen in diesem Kontext auch den Einfluss einer unzureichenden Verknüpfung von Planungsabläufen und -daten (> 80 % sehr hohe und hohe Auswirkungen). Aufbauend auf bestehenden Konzepten zum standardisierten Austausch von Planungsdaten innerhalb der Digitalen Fabrik sollten aus Sicht der Befragten daher die Integration von Teilsystemen und die Schaffung einer durchgängigen Datenbereitstellung sowie die Erarbeitung standardisierter (Daten-)Modelle übergeordnete Entwicklungsziele sein. Die wesentlichste Rahmenbedingung (~ 80 % höchst relevant) zur Einführung der Digitalen Fabrik ist somit ein funktionierendes Datenmanagement. Aufgrund des größeren Datenvolumens und der Komplexität der Datenstruktur ist es dabei nicht verwunderlich, dass Großunternehmen diese Rahmenbedingung stärker gewichten als kmU. Diese konzentrieren sich neben dem funktionierenden Datenmanagement vermehrt auf die System- und Fachkenntnisse sowie die ausgeprägte Motivation der Mitarbeiter (fast 60 %).

3.4 Informationsnutzung und Wissensgenerierung

Weitere wesentliche zukünftige Handlungsfelder der Digitalen Fabrik sind den Ergebnissen der Umfrage (~ 90 % sehr hohe oder hohe Auswirkungen) zufolge die Bereiche Wissensmanagement und Generierung von Wissen. Hauptgrund für diesen Entwicklungstrend ist neben der Notwendigkeit der Steigerung der Planungseffizienz und der Verkürzung der Planungszeit die stark wachsende Datenmenge der virtuellen Produktentstehung. Obwohl produzierende Unternehmen schon heute enorme Datenmengen in digitalen Systemen vorhalten, werden diese existierenden Datenbestände für zukünftige Projekte nur unzureichend genutzt, wie die Ergebnisse der Studie (54 % Zustimmung zu der These) widerspiegeln. Darüber hinaus rechnen fast alle Teilnehmer der Studie (~ 95 % Zustimmung zu der These) auch für die Zukunft mit keiner signifikanten Beschränkung des Umfangs digitaler Daten. Gleichzeitig wird jedoch angenommen, dass sich der Anteil der Informationsbeschaffung an der Gesamttätigkeit der Mitarbeiter im Bereich der Digitalen Fabrik zu Gunsten der Bearbeitung von Planungsaufgaben im engeren Sinne verringern wird. Diese kombinierte Entwicklung wird nur durch innovative Konzepte im Bereich der Wissensgewinnung und -nutzung möglich sein. **Bild 5** verdeutlicht diese Erwartungshaltung, welche sich in noch stärkerer Ausprägung bereits in der 2005 von der CIM Aachen GmbH durchgeführten Studie abgezeichnet hat, in der Summe aber nicht erfüllt wurde. Großes Potential zur Analyse und Nutzung existierender Datenbestände innerhalb der Digitalen Fabrik weisen hierbei etwa maschinelle Lernverfahren auf [15, 16].

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die adressierten Handlungsfelder und Entwicklungstrends für die Digitale Fabrik sind zusammenfassend in drei Wirkungsebenen zu untergliedern. Auf der Prozessebene konvergieren sie im Handlungsfeld „Transparente und integrierte Planungsabläufe“. Konkrete Handlungsempfehlungen sind hier die Betonung der Kernplanungsfunktionen Prozessplanung, Logistikplanung und Layoutplanung, erhöhte Relevanz von Workflow Management und virtueller Inbetriebnahme sowie eine Verbesserung der Transparenz und Interaktion der Planungsabläufe speziell für die genannten Kernplanungs-

Copyright Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf

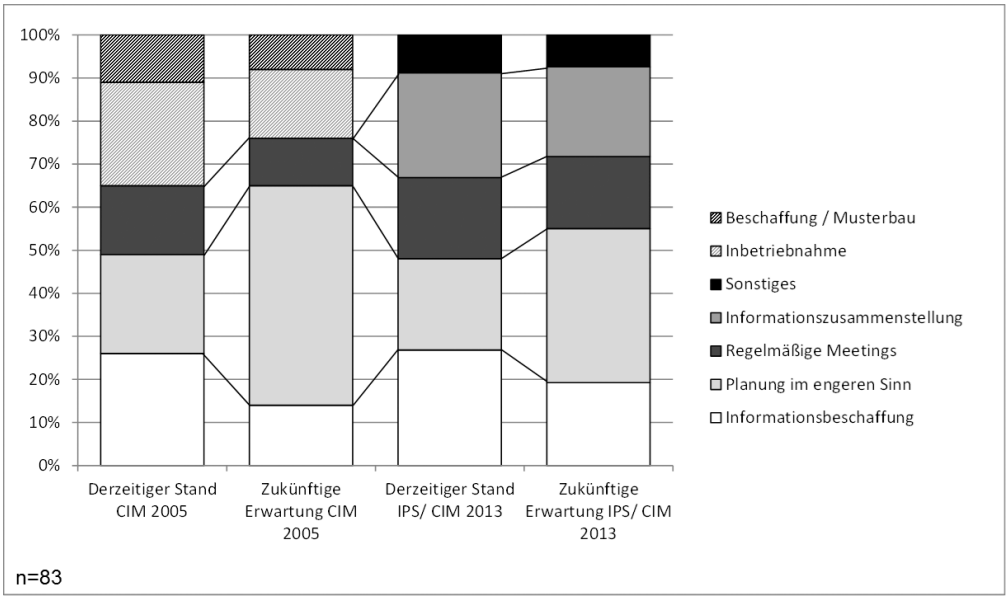

Bild 5. Tätigkeitsstrukturentwicklung im Planungsbereich: Gegenüberstellung des Stands und der Erwartungen in 2005 und 2013

funktionen. Auf Datenebene lassen sich die Entwicklungen im Handlungsfeld „Standardisierte und konsistente Datenabbildung" aggregieren. Neben der prognostizierten stärkeren Verwendung von vereinheitlichten Komplettlösungen steigt die Bedeutung von Standardschnittstellen zur vereinfachten Anbindung weiterhin existierender Speziallösungen. Zudem wird im Bereich des prozessorientierten Datenaustauschs mit einer Zunahme standardisierter Ansätze beispielsweise auf Basis von service-orientierten Architekturen gerechnet. Abschließend werden auf der Wissensebene unter dem Handlungsfeld „Systematische und effiziente Informationsnutzung" insbesondere die Entwicklungsaspekte der Digitalen Fabrik adressiert, die aus der zunehmend komplexen Vernetzung digitaler Daten entstehen. Hier gilt es die bestehende Informationsbeschaffung durch intelligentere und technisch verbesserte Suchverfahren zu unterstützen, die stärkere Vernetzung digitaler Datenbestände zu forcieren und diese etwa durch neue Analysemethoden gleichsam effizient zu nutzen.

Neben diesen auf die einzelnen Wirkungsebenen bezogenen Trends und Empfehlungen lassen sich auch allgemeine Entwicklungen ausmachen, die auf eine stärkere Verwendung ebenenübergreifender Modelle abzielen. Erhöhte Transparenz durch visuelle Modellierung, eine stärkere Verwendung domänenübergreifender Modelle und auch die geforderte Intensivierung des Anwender-Anbieterdialogs im Umfeld der Digitalen Fabrik sind prognostizierte Entwicklungstrends. In der abschließenden Bewertung bleibt festzuhalten, dass einige der Handlungsempfehlungen in verschiedenen Branchen oder Technologiebereichen bereits erkannt und adressiert wurden. Unternehmens- oder bereichsspezifisch sind effiziente Lösungen zur integrierten Verwaltung und Vernetzung von Informationen (zum Beispiel für Werkzeugdaten) oder zur Unterstützung firmenspezifischer Planungsabläufe etabliert. Auf der einen Seite gilt es nun, diese Lösungen durch einen verbesserten Anwender-Anbieter-Dialog weiter zu verbessern, während auf der anderen Seite weiterhin an der bereichsübergreifenden Integration und deren Anforderungen gearbeitet werden muss. Nur die Balance zwischen beiden Entwicklungen kann helfen, die Potentiale der Digitalen Fabrik in Zukunft umfassender auszuschöpfen. →

Literatur

[1] Petzelt, D.; Schallow, J.; Deuse, J.: Ziele und Nutzen der Digitalen Fabrik – Untersuchung der Ziele und des Nutzens aus Sicht von Wissenschaft und Industrie. wt Werkstattstechnik online 100 (2010) Nr. 3, S. 131–135. Internet: www.werkstattstechnik.de. Düsseldorf: Springer-VDI-Verlag

[2] Klauke, S.: Methoden und Datenmodell der „Offenen Virtuellen Fabrik" zur Optimierung simultaner Produktionsprozesse. Düsseldorf: VDI-Verlag 2002

[3] Deuse, J.; Rother, M.; Hempen, S.: Managing continuous innovation in a manufacturing environment. Proceedings of the 10th International Continuous Innovation Network (CINet) Conference "Enhancing the Innovation Environment", Brisbane, Australia, 04.09.–08.09.2009

[4] Benesch, N.; Hartung, J.; Schallow, J.; Deuse, J.; Ferstl, H.: Unternehmenskooperationen in der Digitalen Fabrik – Anforderungen und Integrationskonzepte für die verteilte Produktionsplanung. ZWF 108 (2013) H. 5, S. 295–299

[5] N. N.: CIMdata Inc.: The benefits of digital manufacturing - A CIMdata White Paper. CIMdata Inc., AnArbor, USA, 2002

[6] N. N.: Roland Berger Strategy Consultants: Studie Digitalen Fabrik – Zentrales Innovationsthema in der Automobilindustrie. Pressegespräch, Leinfelden, 2002

[7] Marczinski, G.: Ergebnisse der Umfrage zum Thema „Digitale Fabik". CIM GmbH Informations- und Produktionsmanagement, Aachen, 2005

Copyright Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf

[8] Potinecke, T.; Edelmann, C.; Slama, A.: Digitale Produktentstehung – Eine Studie über den Einsatz digitaler Systeme und deren Auswirkung. ZWF 98 (2003) H. 6, S. 274–275

[9] Warschat, J.; Potinecke, T.; Slama, A.: Digitale Produktentstehung – Einsatz digitaler Systeme und deren Auswirkungen. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Stuttgart, 2003

[10] Bierschenk, S.; Kuhlmann, T; Ritter, A.: Stand der Digitalen Fabrik bei kleinen und mittelständischen Unternehmen – Auswertung einer Breitenbefragung. Stuttgart: Fraunhofer-IRB-Verlag 2004

[11] Keijzer, W.; Kreimeyer, M.; Schack, R.; Lindemann, U.; Zäh, M.: Vernetzungsstrukturen in der Digitalen Fabrik – Status Trend und Empfehlungen. München: Verlag Dr. Hut 2006

[12] Spillner, A.: Entwicklung, Stand und Perspektiven der Digitalen Fabrik. Aachen: Shaker-Verlag 2012

[13] Schuh, G.; Burggräf, P.; Wesch-Potente, C.; Nöcker, J.: Die Digitale Fabrik im Fokus der Forschung – Studie und Experteninterviews liefern erste Ergebnisse. VDI-Z Integrierte Produktion 151 (2009) H. 3, S. 10

[14] Bracht, U.: VDI 4499 Blatt 1 – Digitale Fabrik: Der grundsätzliche Leitfaden und ein Anwendungsbeispiel. VDI-Berichte Nr. 1989 –Modellbildung und Simulation in der Praxis. Düsseldorf: VDI-Verlag 2007

[15] Deuse, J.; Eigner, M.; Erohin, O.; Krebs, M.; Schallow, J.; Schäfer, P.: Intelligente Nutzung von implizitem Planungswissen der Digitalen Fabrik. ZWF 106 (2011) H. 6, S. 433–437

[16] Marczinski, G.; Steinmann, N.-P.: Von Data Mining und semantischer Suche – Neue Wege zum Aufbau von Feature-Bibliotheken und Technologiedatenbanken. ZWF 113 (2012) H. 1, S. 82–86

Copyright Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf