



Xpert.press

Ulrich Sendler (Hrsg.)

Gerhard Baum · Holger Borchering · Manfred Broy
Martin Eigner · Anton S. Huber · Herbert K. Kohler
Siegfried Russwurm · Matthias Stümpfle

Industrie 4.0

Beherrschung der
industriellen Komplexität
mit SysLM

 Springer Vieweg

Xpert.press

Die Reihe Xpert.press vermittelt Professionals
in den Bereichen Softwareentwicklung,
Internettechnologie und IT-Management aktuell
und kompetent relevantes Fachwissen über
Technologien und Produkte zur Entwicklung
und Anwendung moderner Informationstechnologien.

Ulrich Sendler
(Hrsg.)

Industrie 4.0

Beherrschung der industriellen
Komplexität mit SysLM

Gerhard Baum • Holger Borcharding • Manfred Broy •
Martin Eigner • Anton S. Huber • Herbert K. Kohler •
Siegfried Russwurm • Matthias Stümpfle

Herausgeber
Ulrich Sendler
München, Deutschland

ISBN 978-3-642-36916-2
DOI 10.1007/978-3-642-36917-9
Springer Heidelberg Dordrecht London New York

ISBN 978-3-642-36917-9 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer-Vieweg

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE.

Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.
www.springer-vieweg.de

Vorwort

Dieses Buch ist das Begleitbuch zum Industriegipfel Feldafing – System Leadership 2030, der Denkanstöße geben soll: In intensiven Gesprächen tauschen sich Wirtschaft und Wissenschaft darüber aus, was nötig ist, damit Zentraleuropa auch im Jahre 2030 noch ein weltweit erfolgreicher Produktionsstandort ist.

Im Jahre 2030 werden intelligente, über das Internet und andere Dienste vernetzte Systeme alle Industrien erfasst und die herkömmlichen, mechanischen und mechatronischen Produkte abgelöst haben. Wir müssen uns darüber klar werden, in welchen Branchen, mit welchen Produkten, mit welchen Dienstleistungen und Diensten wir dann erfolgreich sein wollen und wie wir das erreichen können.

Das vorliegende Buch versucht erste Antworten auf diese Fragen zu geben. Außer dem in das Thema einführenden Kapitel des Herausgebers finden Sie hier Beiträge der Persönlichkeiten, die als Impulsredner oder Podiumsteilnehmer eine herausragende Rolle beim Industriegipfel spielen. Nach dem Beitrag des ersten Impulsredners Prof. Siegfried Russwurm zum Thema „Software: Die Zukunft der Industrie“, folgen die Beiträge der Podiumsteilnehmer in alphabetischer Reihenfolge ihrer Namen. Sie vertreten die Fakultäten von virtueller Produktentwicklung und Informatik, sie vertreten die Industriebranchen der Automatisierung, der Elektronik, des mittelständischen Maschinenbaus, der Automobilindustrie und der Software. Jedes Kapitel steht für sich und für eine ganz spezifische Sicht auf Industrie 4.0. Alles zusammen ergibt ein rundes Bild, das die Weggabelung beschreibt, an der wir uns derzeit befinden.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | Industrie 4.0– Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM (Systems Lifecycle Management) | 1 |
| | Ulrich Sandler | |
| 2 | Software: Die Zukunft der Industrie | 21 |
| | Siegfried Russwurm | |
| 3 | Innovationen als Basis der nächsten Industrierevolution | 37 |
| | Gerhard Baum | |
| 4 | Der mittelständische Maschinenbau – flexibel und höchst innovativ auch in der Systementwicklung | 55 |
| | Holger Borcharding | |
| 5 | Modellbasiertes Software und Systems Engineering als Element eines durchgängigen Systems Lifecycle Managements (SysLM) | 73 |
| | Manfred Broy | |
| 6 | Modellbasierte Virtuelle Produktentwicklung auf einer Plattform für System Lifecycle Management | 91 |
| | Martin Eigner | |
| 7 | Das Ziel Digital Enterprise: die professionelle digitale Abbildung von Produktentwicklung und Produktion. | 111 |
| | Anton S. Huber | |
| 8 | Die Konnektivität als Kernmerkmal von Premium-Fahrzeugen | 125 |
| | Matthias Stümpfle und Herbert Kohler | |

Die Autoren



Ulrich Sandler geboren 1951, erhielt sein Abitur am humanistischen Ernst Moritz Arndt Gymnasium in Krefeld. Die Ausbildung zum Werkzeugmacher bei Audi Neckarsulm und zum NC-Programmierer bei Werkzeugbau Drauz in Heilbronn folgten vor dem Studium der Feinwerktechnik an der FH Heilbronn, das er 1985 mit dem Diplom abschloss.

Anschließend war er in der CAD-Systementwicklung bei Kolbenschmidt in Neckarsulm, danach als Redakteur beim CAD-CAM Report, Heidelberg, tätig.

Seit 1989 ist er unabhängiger Journalist, Buchautor und Technologie-Analyst im Umfeld virtueller Produktentwicklung und Produkt-Lebenszyklus-Management (PLM). 2009 erschien beim Springer Verlag, Heidelberg, Berlin das von ihm herausgegebene PLM Kompendium. Ulrich Sandler ist Initiator und Veranstalter des Industriegipfels Feldafing – System Leadership 2030.



Gerhard Baum Gerhard Baum ist Mitglied der IBM Industry Academy und als Vice President IBM Automotive zuständig für das Automobilgeschäft in Europa und den Wachstumsmärkten.

Nach dem Studium der Luft- und Raumfahrttechnik begann Baum seinen beruflichen Werdegang bei Mercedes in der Entwicklung mit Fokus auf Kohlefasertechnologien und CAX-Einsatz. Es folgten Aufgaben bei IBM in Führungspositionen in Deutschland, Europa und weltweit in den Bereichen Sales, Solutions und Consulting.

Gerhard Baums aktuelle inhaltliche Schwerpunkte sind die Themen Advanced Mobility und Industry Transformation. Gerhard Baum ist Mitglied im Industriebeirat der Hochschule Esslingen.



Prof. Dr.-Ing. Holger Borchering Professor Dr. Holger Borchering (46) studierte Elektrotechnik an der Universität Hannover und promovierte dort 1999. Bis 2003 war er Entwicklungsleiter für Servoregler bei der Lenze Drive Systems GmbH in Hameln. 2003 wurde er zum Professor für Leistungselektronik, elektrische Antriebstechnik und elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) an der Hochschule Ostwestfalen-Lippe in Lemgo berufen. Er forscht mit einem Team von 13 wissenschaftlichen Mitarbeitern auf den Gebieten der elektrischen Antriebstechnik und der EMV von Leistungselektronik.

Anfang 2011 hat Prof. Borchering neben seiner Professur die fachliche Führung des Bereichs Innovation beim Antriebs- und Automatisierungsspezialisten Lenze SE übernommen. Er koordiniert die interne und externe Forschung der Lenze Gruppe und vertritt Lenze in Normenarbeitskreisen und Fachverbänden.



Prof. Dr. Dr. h.c. Manfred Broy Prof. Dr. Dr. h.c. Manfred Broy ist Inhaber des Lehrstuhls für Informatik mit Schwerpunkt Software & Systems Engineering an der Technischen Universität München. Sein Leitthema ist die Rolle der Software in einer vernetzten Welt.

Als Mitglied der acatech wurde unter seiner Leitung die Studie Cyber-Physical Systems im Auftrag des Bundesforschungsministeriums erstellt, die umfassend die nächste Stufe der globalen Vernetzung durch die Verbindung von Cyberspace und eingebetteten Systemen in all ihren Auswirkungen und Potenzialen untersucht.



Prof. Dr.-Ing. Martin Eigner Prof. Dr.-Ing. Martin Eigner gründete 1985 die EIGNER+PARTNER GmbH, die er als geschäftsführender Gesellschafter und nach Umwandlung in eine Aktiengesellschaft als Vorstandsvorsitzender leitete. Von Juli 2001 bis August 2003 bekleidete er den Posten des Aufsichtsratsvorsitzenden und CTO der EIGNER Inc. in Waltham, Massachusetts (USA), dem neuen Hauptsitz des Unternehmens. In 2003 wurde die Firma an die US Firma Agile und 2007 an die US Firma ORACLE verkauft. Herr Eigner gründete im Juli 2001 die Beratungsfirma ENGINEERING CONSULT, deren Geschäftsführer er seitdem ist.

Nach seiner Promotion 1980 an der Universität Karlsruhe (TU) auf dem Gebiet CAD, war er Leiter der Technischen Datenverarbeitung und Organisation in einem Geschäftsbereich der Robert Bosch GmbH. Im Rahmen dieser Tätigkeit lagen seine Schwerpunkte

im Technischen Rechenzentrum (CAD, CAE, Arbeitsplanung, Stücklisten, NC etc.), der Elektronikentwicklung und Mikroprozessoranwendung, Rationalisierung (Ablauf-, Stoff- und Teilerationalisierung), Produktfreigabe und dem Produktänderungswesen.

Seit 1.10.2004 leitet Prof. Dr.-Ing. Eigner den Lehrstuhl für Virtuelle Produktentwicklung an der Technischen Universität Kaiserslautern.



Anton Sebastian Huber Im Unternehmensbereich Halbleiter hat Anton S. Huber 1979 seine Siemens-Laufbahn begonnen. Nach verschiedenen Stab- und Linienaufgaben übernahm er 1989 in den USA eine leitende Funktion bei der Akquisition von Bendix Electronics und deren späteren Integration in die Siemens Automotive LP. 1991 wurde Huber Präsident und CEO von Siemens Automotive LP und anschließend Leiter des Geschäftsgebiets Kfz-Klima-Systeme in Rodach/Bayern. 1996 übernahm er die Leitung des Geschäftsgebiets Prozessautomatisierung und Instrumente von Siemens Automation and Drives (A&D). Huber leitete die Integration des von Siemens

erworbenen Westinghouse-Geschäfts mit konventionellen Kraftwerken in den Bereich Energieerzeugung (KWU).

Ab Oktober 1999 war Huber Mitglied des A&D-Bereichsvorstands und verantwortlich für Entwicklung und Fertigung, des Weiteren für die Geschäftsentwicklung in der Region Asien und Pazifik.



Prof. Dr. Herbert K. Kohler trat 1976 in die damalige Daimler-Benz AG ein, wo er zunächst im Planungsbereich der Produktionswerke tätig war. 1982 promovierte er an der Universität Stuttgart.

Unter seiner Leitung wurde 1992 das Center „Umwelt, Technik und Verkehr“ gegründet. 1993 wechselte er in die Mercedes-Benz-Entwicklung und übernahm die Leitung der strategischen Produktplanung, die er bis Ende 1999 inne hatte. 1998 ernannte ihn die Universität Stuttgart zum Honorarprofessor.

Nach Stationen im Produktmanagement/Vertrieb Pkw wurde Prof. Dr. Kohler im Oktober 2000 die Leitung der Forschungsdirektion Fahrzeugaufbau und Antrieb übertragen. Von August 2006 bis März 2009 leitete er den neu geschaffenen Bereich Konzernforschung & Vorentwicklung für Fahrzeugaufbau und Antrieb der Daimler AG. Von April 2009 bis April 2012 leitete er die neu gegründete Direktion „E-Drive und Future Mobility“ in der Forschung und Vorentwicklung, in der unter anderem der Batterie- und der Brennstoffzellenantrieb entwickelt werden.

Seit Mai 2012 leitet Prof. Kohler die neu geschaffene Forschungs- und Vorentwicklungsdirektion für den Daimler Konzern. Prof. Dr. Kohler ist seit März 2002 Umweltbevollmächtigter der Daimler AG.



Prof. Dr. Siegfried Russwurm Prof. Dr. Siegfried Russwurm (50) ist Mitglied des Vorstands der Siemens AG und Chief Executive Officer (CEO) des Sektors Industry. Nach dem Studium der Fertigungstechnik begann Russwurm seine Karriere bei Siemens 1992 als Fertigungsplaner und Projektleiter im Bereich Medizinische Technik. Es folgten zahlreiche zentrale Führungspositionen in Deutschland und Schweden, darunter die Leitung des Geschäftsgebiets Motion Control Systems.

Ab 2006 war Russwurm Mitglied des Bereichsvorstands von Siemens Medical Solutions. 2008 wurde er als Leiter Corporate Human Resources, Arbeitsdirektor und Verantwortlicher für die Regionen Europa, Afrika und Mittlerer Osten in den Vorstand der Siemens AG berufen. 2010 übernahm Russwurm die Leitung des Sektors Industry sowie die Betreuung der Zentralstellen Corporate Information Technology und Corporate Supply Chain Management.



Dr.-Ing. Matthias Stümpfle hält ein Diplom in Elektrotechnik (Schwerpunkt: Theoretische Nachrichtentechnik) von der Universität Stuttgart, wo er am Institut für Kommunikationsnetze und Rechnersysteme (Prof. P.J. Kühn) promovierte. Stümpfle stieg 1997 bei der Daimler Forschung ein und arbeitete in Palo Alto (USA) am weltweit ersten Internet-Fahrzeug. Seither arbeitete er in verschiedensten Architekturprojekten, von aktuellen Lichtleiter-basierten Infotainmentbussen bis hin zur Internet Connectivity Lösung für Fahrzeuge mittels Backend-Infrastruktur.

Stümpfle leitet derzeit die Vorenwicklungsabteilung "Systemarchitektur und Plattformen" der Daimler R&D.

Industrie 4.0– Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM (Systems Lifecycle Management)

1

Ulrich Sendler

Zusammenfassung

Die Industrie befindet sich seit einigen Jahren in einer großen, grundlegenden Umwälzung, die in Deutschland heute mit dem Begriff Industrie 4.0 bezeichnet wird. Die Bundesregierung hat Industrie 4.0 zu einem Kernelement ihrer Hightech-Strategie erklärt, das helfen soll, Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort zu sichern.

Der Kern der Umwälzung besteht in der vollständigen Durchdringung der Industrie, ihrer Produkte und ihrer Dienstleistungen mit Software bei gleichzeitiger Vernetzung der Produkte und Dienste über das Internet und andere Netze. Diese Veränderung führt zu neuen Produkten und Diensten, die das Leben und Arbeiten aller Menschen verändern, und natürlich erst recht auch ihren Umgang mit Produkten, Technik und Technologien. Sie verlangt aber auch eine grundlegende Veränderung und Anpassung der industriellen Produktentwicklung und Produktion, um die neuen Technologien qualitativ hochwertig einsetzen und wirtschaftlich nutzbringend umzusetzen.

Dazu muss sich die Industrie über die Details von Industrie 4.0 verständigen. Was bedeuten Begriffe wie „die vierte industrielle Revolution“, „Cyber-Physical Systems (CPS)“, „intelligente technische Systeme“, „Internet der Dinge“ und einige mehr? Wie lässt sich vermeiden, dass daraus leere Schlagworte werden, die – möglicherweise inflationär gebraucht – die Erreichung des Ziels von Industrie 4.0 eher erschweren als dabei helfen?

Zu klären gilt es: Worin besteht die besondere Bedeutung von Industrie 4.0 für den Industriestandort Deutschland? Welche Chancen und welche Risiken tun sich dabei gerade hier im Herzen Europas auf, das ja mit der Industriellen Revolution gegen Ende

U. Sendler (✉)
Flantinstr. 12, 80689 München, Deutschland
E-Mail: ulrich.sendler@ulrichsendler.de

U. Sendler (Hrsg.), *Industrie 4.0*, Xpert.press,
DOI 10.1007/978-3-642-36917-9_1, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

1

des 18. Jahrhunderts zu seiner großen Rolle in der Weltwirtschaft der letzten zwei Jahrhunderte gefunden hat?

So wenig wir mit den herkömmlichen Methoden von Entwicklung und Fertigung hinreichend gerüstet sind, so wenig sind die aus den heutigen Studiengängen kommenden Spezialisten gerüstet für die Organisation und Leitung von Entwicklung und Fertigung multidisziplinärer, vernetzter Systeme, wie sie jetzt auf die Märkte kommen. Welche Anforderungen ergeben sich daraus für die Schulen, Fachhochschulen und Universitäten? Welche für die Forschungseinrichtungen, welche für die Fortbildung?

Schließlich stellt sich die Frage, ob der Wandel, von dem wir jetzt sprechen, mit den heute implementierten IT-Systemen für Entwicklung, Test und Produktion ausreichend unterstützt ist. Braucht es andere? Müssen die Systeme näher zueinander rücken? Welche Rolle spielt ihre Offenheit, und welche Standards sind erforderlich, damit wir tatsächlich von einer „digitalen Revolution“ auch in der Fabrik sprechen können? Damit ein Systems Lifecycle Management realisierbar ist, das tatsächlich alle Elemente der Produkte wie der Produktionssysteme und ihre Beziehungen untereinander umfasst.

Die genannten Themen werden in dieser Einführung zunächst auf einem allgemeinen Niveau behandelt, das dann den Boden bietet, auf dem die anderen Autoren des Buches ihre jeweilige Sicht ausbreiten. Aus unterschiedlichen Industrien und unterschiedlichen Fakultäten der Wissenschaft.

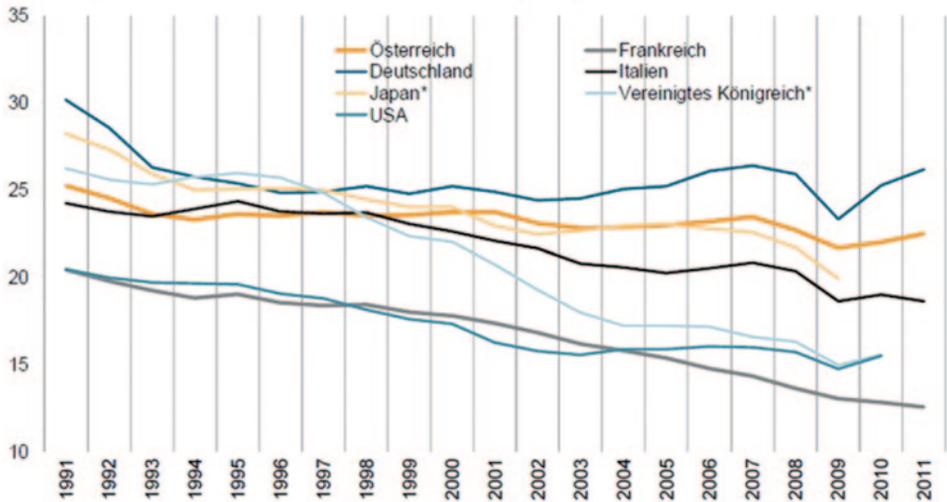
1.1 Große Herausforderung für einen erfolgreichen Industriestandort

In den vergangenen Jahrzehnten hat sich die Welt dramatisch verändert. An die Stelle der feindlichen Lager in Ost und West trat eine politische und vor allem wirtschaftliche Globalisierung, wie sie vor einem halben Jahrhundert undenkbar war. Dieser Wandel hat in der ganzen Welt dazu geführt, dass Nationen, Industrien, politische und gesellschaftliche Gruppen und Organisationen ihre eigenen Positionen den veränderten Rahmenbedingungen anpassen mussten. Und er hat dazu geführt, dass sich ein neues Kräfteverhältnis herauszubilden begann. Aus der in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts so genannten Dritten Welt erwachsen global entscheidende politische und wirtschaftliche Mächte. Und die für etliche Jahrzehnte als selbstverständlich empfundene politische und wirtschaftliche Führungsrolle der westlichen Welt ist heute alles andere als selbstverständlich und längst nicht mehr mit der Rolle zu jener Zeit vergleichbar.

Die einzelnen Regionen haben sehr unterschiedlich auf diesen Wandel reagiert. Für unser Thema ist besonders interessant, wie sich die Industrie in den verschiedenen Regionen dabei gewandelt hat. Es gibt eine Grafik des VDMA vom Januar 2013, die dazu sehr aufschlussreich ist (Abb. 1.1).

Deutschland und Österreich sind die einzigen der führenden westlichen Industrieländer, die in den vergangenen 20 Jahren den Anteil des produzierenden Gewerbes mehr oder weniger auf demselben Niveau gehalten haben. Den durch die Bankenkrise von 2008 aus-

Anteil des Produzierenden Gewerbes (einschließlich Energie) an der gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung



* Abgrenzung des Prod. Gewerbes nach ISIC rev. 3, alle anderen Länder nach ISIC rev. 4

Abb. 1.1 Industrieanteile im internationalen Vergleich (Quelle OECD, IW Köln, VDMA)

gelösten wirtschaftlichen Einbruch hatten beide schon 2011 wieder überwunden. Nur die USA zeigte ebenfalls wieder einen Aufwärtstrend, allerdings auf einem extrem niedrigeren Niveau.

Seit Anfang der Neunzigerjahre hat Deutschland einen Industrieanteil an der Bruttowertschöpfung von mehr als 25 Prozent, Österreich von etwas weniger als 25 Prozent. Alle anderen bewegen sich deutlich unter 20, teilweise mittlerweile auf zehn Prozent zu.

Es waren zwei Jahrzehnte, in denen viele dazu neigten, der Industrie und insbesondere dem produzierenden Gewerbe ihr Ende vorauszusagen. Der Dienstleistung, insbesondere der Finanzdienstleistung, schien die Zukunft zu gehören. Man ließ zunehmend dort produzieren, wo es günstiger war, und trennte sich in großem Umfang von teuren Fabrikanlagen und Gebäuden, Maschinerien und gut ausgebildeten Mitarbeitern.

In den USA ist die große Ausnahme die High-tech und Softwareindustrie, in der – zumindest was die Konzepte, die Entwicklung und das Management betrifft – in dieser Zeit die weltweite Führungsposition noch stetig ausgebaut werden konnte. Aber für die eigentliche Fertigungsindustrie wurde das Zepter vielfach aus der Hand gegeben. Besonders eklatant war dies – wie übrigens auch in Großbritannien und Frankreich – an der Automobilindustrie zu beobachten. In Großbritannien ist sie vollständig aufgegeben worden, in den USA konnte sie vor allem wegen massiver Eingriffe der Regierung noch überleben, aber von einem sicheren Aufwärtstrend scheint sie weit entfernt.

Im deutschsprachigen Raum dagegen blieb die produzierende Industrie der wichtigste Wirtschaftsfaktor (Abb. 1.2). Statt die Produktion in größerem Umfang auszulagern und