

# ZWF

Zeitschrift für  
wirtschaftlichen  
Fabrikbetrieb

3/2016

## FABRIKPLANUNG

Fabrikbewertung  
Kooperative  
Werkstrukturen  
Digitale Planung  
Energieflexibilität

## PRODUKTIONS- LOGISTIK

Flexible Prozess-  
standardisierung

## MATERIALFLUSS- SIMULATION

Agentensysteme  
als Befähiger

## MATERIAL- WIRTSCHAFT

Proaktives  
Bestandsmanagement

## DIENSTLEISTUNG

Service Prototyping

## RÜCKVERFOLGUNG

Methodik zur  
Bauteilkennzeichnung

## INDUSTRIE 4.0

### FABRIK DER ZUKUNFT

Smart Factory  
Prozess-  
digitalisierung  
Produktions-  
planung



## UMSETZUNG DES UNTERNEHMENSSEZIFISCHEN GESCHÄFTSMODELLS DURCH DIGITALISIERUNG DES END-TO-END-BUSINESSPROZESSES



Traditionelle IT-Applikationen in der horizontalen  
Wertschöpfungskette, z.B.:



Cloud-Plattform mit IT-Services



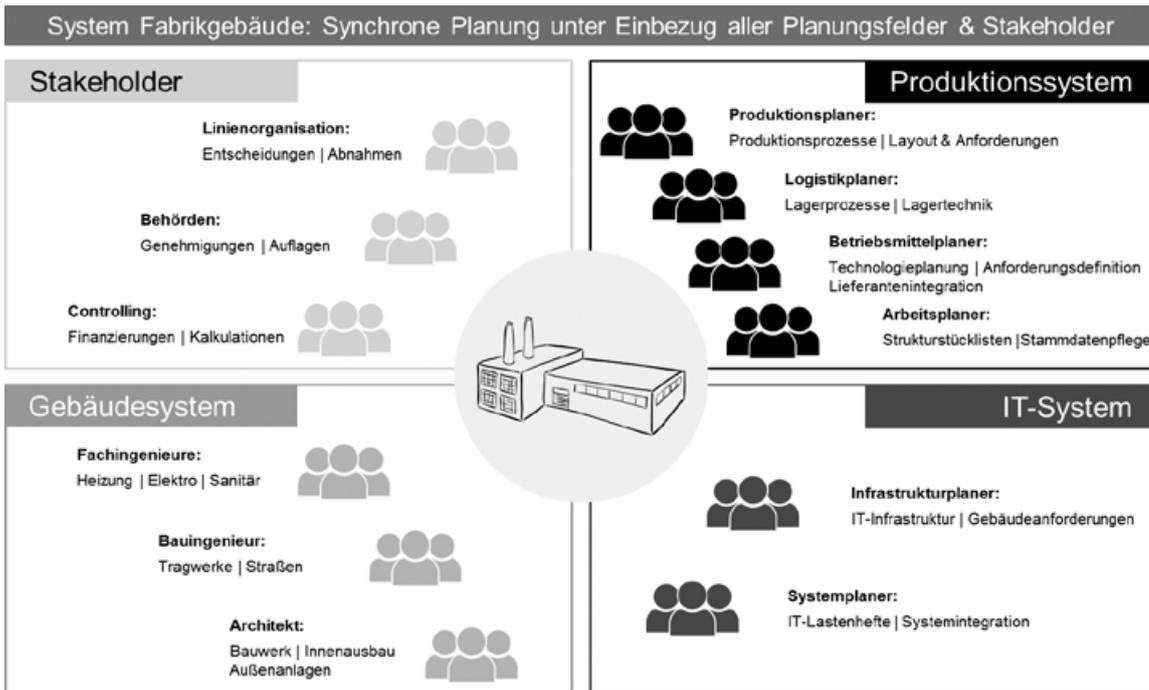


Bild 2. Zu integrierende Projektteilnehmer in der digitalen Fabrikplanung

um die Produktionssystemplanung, die Betriebsmittelplanung, die IT-Systemplanung, die Gebäudeplanung mit ihren diversen Fachplanern sowie um die Mitarbeiter des Betriebs, externe Gutachter und Behörden. Die Herausforderung besteht darin, die Vielzahl an Informationen und Anforderungen, die in solchen Projekten entstehen, ohne Verluste aufzunehmen, zu bewerten und korrekte Maßnahmen daraus abzuleiten.

### Verschiedene Planungswelten integrieren

Eine Fabrik muss als komplexes System betrachtet werden, welches sich in separate Planungsfelder untergliedern lässt. Jedes dieser Planungsfelder arbeitet nach einer eigenständigen Planungssystematik. Ein Beispiel: Die Bauplaner berechnen nach HOAI das Gebäude, die Produktionsplaner nutzen die Methoden der digitalen Fabrik, die Betriebsmittelplaner arbeiten mit dem Ansatz des Systems Engineering und die IT-Planer nutzen die Methode Scrum. Die Herausforderung ist, dass in den jeweiligen Ansätzen zu unterschiedlichen Zeitpunkten verschiedene Informationen benötigt und zur Verfügung gestellt werden. Will man eine integrierte und synchrone Planung durchführen, müssen alle Planungsmethoden in einer übergeordneten Systematik integriert werden. Diese muss sicherstellen, dass die richtigen Informationen zur richtigen Zeit dem richtigen Adressa-

ten zur Verfügung stehen. Er muss diese Informationen wiederum verwerten können. Nicht jeder Betriebsmittelplaner kann ohne weiteres einen Architekturplan lesen.

Der erste Schritt für eine integrierte und synchrone Planung ist ein sauber aufgesetztes Portfolio-Management, welches die Projektpläne aller Planungsfelder integriert. Der zweite und schwierigere Schritt ist, alle Projektteilnehmer nach einheitlichen Standards in einer

Systemwelt arbeiten zu lassen, in der alle Methoden, Werkzeuge, Schnittstellen und Informationspakete klar definiert sind.

### Integration von BIM in die Fabrikplanung

Ein erster Schritt in diese Richtung wurde im Bereich der Gebäudeplanung mit der Einführung von Building Information Modeling (BIM) gemacht. BIM ist eine

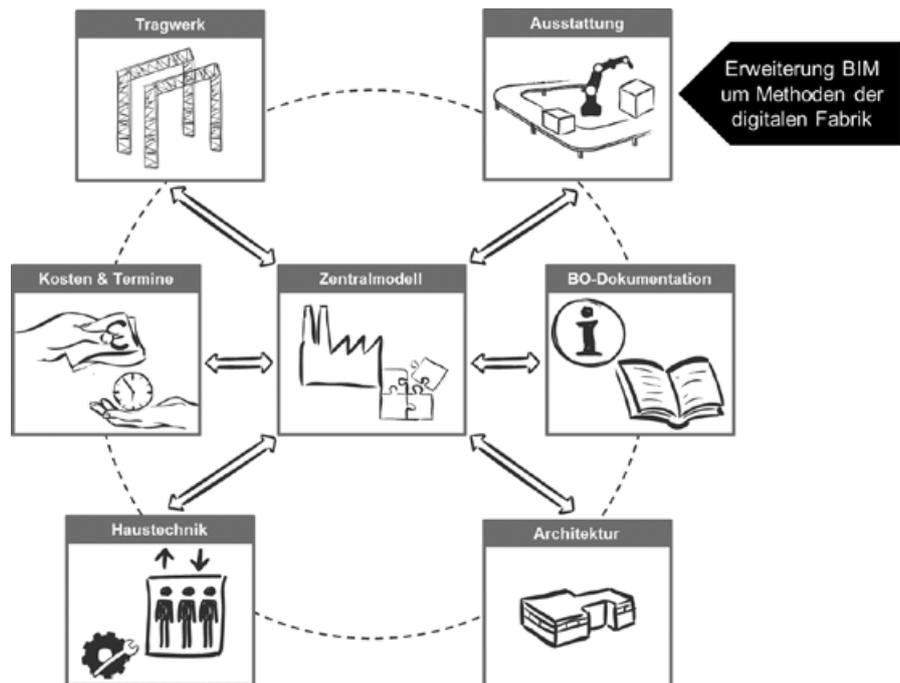


Bild 3. Erweiterung von BIM durch Methoden der digitalen Fabrik

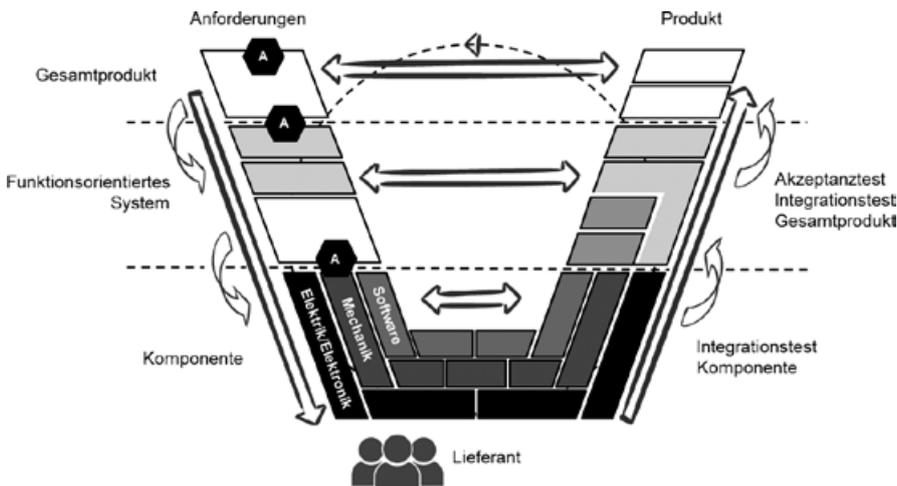


Bild 4. V-Modell aus dem Systems Engineering

Methode, in welcher der gesamte Planungsprozess digital abgebildet wird. Das Gebäude mit seiner kompletten Ausstattung wird in einem dreidimensionalen Modell konstruiert. Dazu erstellen die jeweiligen Fachplaner separate Modelle beispielsweise für Architektur, Tragwerk oder Haustechnik. Diese werden dann in einem Zentralmodell zusammengefasst. Dabei werden alle relevanten Informationen, wie z.B. Gewicht, Strombedarf und Wasserbedarf, den Objekten zugeordnet. Auch Kosten und Lieferzeiten können hinterlegt werden. Mit Hilfe dieser Daten können sehr leicht Kollisionsprüfungen durchgeführt, Bauänderungen monetär bewertet und Bauabläufe simuliert werden.

Die Erfahrung zeigt, dass eine Planung in BIM tatsächlich Planungskosten senken und Planungsqualität verbessern kann. Bisher wurden aber nahezu ausschließlich öffentliche Gebäude, wie z.B. Amtsgebäude, Turnhallen oder Museen, nach diesem System geplant. Dabei handelt es sich um Gebäude, für die das spezifische Fachwissen (z.B. Statik, technische Gebäudeausstattung und Architektur) überwiegend bei den Architekten und den Generalplanern liegt. Es kann also recht gut „aus einer Hand“ geplant werden, bedient wird aber nur das Planungsfeld der Gebäudeplanung.

Um daraus eine Integrierte Fabrikplanung zu machen, muss das Modell um die Methoden der Digitalen Fabrik erweitert und die Planungsfelder Produktionssystem, Betriebsmittel und IT in diese Systematik integriert werden. Moderne CAD-Systeme für die Betriebsmittelkonstruktion bieten zwar sogenannte BIM-Schnittstellen an, diese können aber nur

wenige Daten übermitteln und funktionieren meist nur für eine Anlage. Sobald eine Fabrik mit einer Vielzahl an Anlagen geplant werden soll und dieser Prozess auch noch iterativ stattfindet, stoßen aktuelle Schnittstellen an ihre Grenzen. Hier müssen Workarounds erarbeitet werden, um diese Schnittstellen zu bedienen. Dies ist aufwändig und fehleranfällig.

### Systems Engineering in der Fabrikplanung

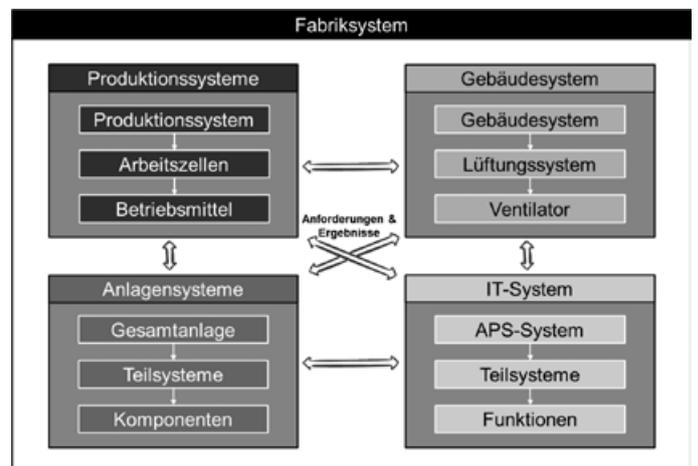
Um die Komplexität der Planung in den Griff zu bekommen, kann man sich an den Methoden des Systems Engineering orientieren. Dieses Vorgehen ist in der Produktentwicklung seit Jahren etabliert und zeigt, wie man komplexe Systeme, zum Beispiel ein Automobil, beherrschbar macht. Dabei werden die Anforderungen des Hauptsystems auf diverse Subsysteme übertragen. Dies wird soweit heruntergebrochen, bis man die Anforderun-

gen für die kleinste Baugruppe oder sogar einzelne Bauteile identifiziert hat. Diese Anforderungen werden dann Bottom-up umgesetzt, bis man ein Gesamtsystem erarbeitet hat, das alle Anforderungen erfüllt. Dieser Prozess wird permanent iterativ durchlaufen.

Überträgt man diesen Ansatz auf ein Fabrikssystem, so bildet dieses das Hauptsystem. Es lässt sich in diverse Subsysteme wie Produktionssystem, Gebäudesystem, diverse Anlagen-Systeme und verschiedene IT-Systeme untergliedern. Diese Systeme können als gleichwertige Subsysteme betrachtet werden, die alle untereinander Anforderungen und Ergebnisse austauschen. Es folgt ein kurzes Beispiel zur Verdeutlichung:

Die Produktionssystemplanung ergibt, dass eine automatisierte Reinigungsanlage ideal für den Prozess ist. Es definiert die Anforderungen, zum Beispiel einen Produktionstakt und eine definierte Ergebnisqualität. Diese Anforderungen werden mithilfe einer Spezifikation an einen Anlagenhersteller übergeben. Dieser entwickelt eine Anlage, die wiederum Anforderungen an das Gebäude stellt, zum Beispiel ein Volumen, den Strombedarf und die Wasseranbindung. Damit die Anlage vollautomatisiert funktioniert, definiert sie noch Anforderungen an die IT-Schnittstellen. Das Gebäude bewertet nun die Anforderungen und gibt eine Rückmeldung zu den erwarteten Gebäudekosten. Dies wiederum kann die Produktionssystemplanung nutzen, um zu bewerten, ob eine manuelle Lösung oder eine weniger automatisierte Lösung für den Prozess vielleicht doch wirtschaftlicher ist. Die Maschine gibt darüber hinaus jedoch auch eine gewisse Menge Abwärme ab. Die Gebäudeplanung kann nun prüfen, ob diese Wärme irgendwo im

Bild 5. Beispielhafte Darstellung möglicher Fabrikssysteme



Prozess sinnvoll verwendet werden kann, was der Wirtschaftlichkeit der Anlage wiederum zugutekäme.

Dieses sehr kleine Beispiel verdeutlicht die Potenziale einer integrierten Planung. Ohne den Prozess zu kennen, könnte die Gebäudeplanung nicht bewerten, ob die Abwärme nutzbar gemacht werden kann. Ohne die durch das Gebäude verursachten Investitions- und Prozesskosten könnte die Produktionsplanung die Wirtschaftlichkeit nicht exakt berechnen. Das System hilft also, die ideale Lösung in sehr kurzer Zeit zu finden.

## ■ Integration der IT-Planung

Industrie 4.0 beschreibt im Kern nicht unbedingt neue Produktionsmethoden, sondern die Vernetzung aller in einer Produktionskette notwendigen Prozesse und Ressourcen. Das Thema ist stark durch neue IT-Systeme getrieben und dieser Umstand legt nahe, die IT-Planung von Beginn an in die Fabrikplanung zu integrieren. Denn soll eine Fabrik nach den Idealen von Industrie 4.0 funktionieren, hat dies erhebliche Einflüsse auf Produktionssystemplanung, Gebäudesystemplanung sowie Anlagenplanung und muss bereits zu Beginn der gesamten Planung berücksichtigt werden. Wird beispielsweise ein Bauteil autonom durch eine Fertigung geroutet, muss ein entsprechendes Transportsystem, aber auch ein dazu passendes MES-System vorgehen sein. Das MES-System muss wiederum mit Arbeitsplänen und Stammdaten gefüllt werden, welche aus der Prozess- und Anlagenplanung kommen. Dabei entstehen diverse Wechselwirkungen, die den jeweiligen Planungsbereich massiv beeinflussen können. Nicht alles, was für ein Produktionssystem sinnvoll ist, kann ein MES-System ohne weiteres abbilden. Ebenso ergeben nicht alle Anforderungen, die ein MES-System an einen Produktionsprozess hat, in der Produktion Sinn. Beispielsweise hat eine autonome Fördertechnik in der Regel eine begrenzte Anzahl an Pufferplätzen. Um diese Puffer zu entlasten, könnten Bauteile auf einem Warenträger gestapelt und später wieder separiert werden. Da in der MES aber jedes Bauteil separate Transportaufträge erhält, müssen die Bauteile dennoch einzeln geroutet werden, was Einfluss auf die Lesetechnik und die Funktionalitäten im MES hat. In der Praxis kennt weder ein IT-Planer die Anforderungen des Produktionssystems

noch ein Produktionsplaner die Voraussetzungen für einen reibungslosen Informationsfluss. Man kommt also nur zu einer Lösung, wenn beide gemeinsam planen. Hard- und Software müssen so geplant werden, dass alle Informationsprozesse am Ende reibungslos funktionieren.

Diese Anforderungen stellen darüber hinaus einen erheblichen und immer wieder unterschätzten Aufwand für die Organisation dar. Damit die Prozesse – wie geplant – funktionieren können, müssen alle Arbeitspläne vollständig digitalisiert und alle Stammdaten gepflegt sein. Es darf kein „exklusives Kopfwissen“ mehr geben. Dies stellt Betriebe oft vor enorme Herausforderungen, da die Daten häufig nicht in der erforderlichen Qualität vorliegen. Arbeitspläne sind unvollständig, Stammdaten falsch und das bestehende ERP-System verfügt gar nicht über die erforderlichen Schnittstellen, um eine vollautomatisierte Produktion zu unterstützen. Die Kosten für eine entsprechende Anpassung können schnell in die Millionen gehen und das ganze Unterfangen Digitale Fabrik im schlimmsten Fall wieder unwirtschaftlich machen. Integriert man die entsprechenden Mitarbeiter der Organisation nicht frühzeitig und macht den zu erwartenden Ressourcenbedarf zur Anpassung bestehender Systeme und Daten deutlich, ist das Projekt Digitale Fabrik von vornherein zum Scheitern verurteilt. Eine große Zahl misslungener IT-Einführungsprojekte zeugt von diesen Planungsfehlern, die für eine Etablierung von Industrie 4.0 zwingend vermieden werden müssen.

## ■ Umsetzung in der Praxis

Ideal ist es also, alle Projektteilnehmer zu Beginn des Projekts zu integrieren und alle gemeinsam in einer Systemwelt planen zu lassen. Ein Projektleiter hat einen integrierten Projektplan erarbeitet und durch das 3D-Zentralmodell fließen die Informationen.

Leider sieht das in der Realität noch ganz anders aus. Meist werden die Projektteilnehmer zu sehr unterschiedlichen Zeitpunkten in das Projekt integriert. So wird häufig die Produktionssystemplanung von entsprechenden internen oder externen Planern erarbeitet, welche mögliche Lieferanten zu spät in die Planung integrieren. Für die Ressourcenbedarfe der jeweiligen Anlagen müssen dann Annahmen getroffen werden, die häufig

vollkommen falsch sind. Um die Projektzeit zu verkürzen, werden diese Annahmen zur Planung des Gebäudes verwendet, was unter Umständen großen Änderungsbedarf nach sich zieht.

Hat man alle erforderlichen Lieferanten beispielsweise für Anlagen, Gebäude, und Gebäudeausstattung im Boot, kennen die meisten die verwendete Planungsmethode nicht und verfügen folglich auch nicht über die richtigen Planungswerkzeuge, um in einem gemeinsamen Modell zu arbeiten. Wurde früher ein Pünktchenplan erstellt, um beispielsweise festzulegen, wo sich eine Steckdose befinden wird, muss diese Information heute aus dem 3D-Zentralmodell gezogen werden. Im schlimmsten Fall werden dann die Daten aus dem Zentralmodell wieder in einen Pünktchenplan übertragen, damit wirklich alle wissen, was geplant ist. Zudem besteht das Problem der rudimentären Informationsquellen, die sich nicht an Planungsänderungen anpassen. So muss regelmäßig überprüft werden, wer welchen Stand vom Pünktchenplan hat. Das erzeugt enorme Mehraufwände und erhöht die Fehlergefahr.

Da das System – wenn es funktioniert und korrekt eingesetzt wird – enorme Vorteile bietet, lohnt es sich, ein Projekt von Anfang an korrekt aufzustellen. Dazu gehören u. a. folgende Punkte:

- Identifizieren aller erforderlichen internen und externen Projektteilnehmer zur Besetzung aller Planungsfelder,
- Erarbeiten eines integrierten Projektplans, der die Vorgehensweisen der unterschiedlichen Planungsfelder berücksichtigt und synchronisiert,
- Erstellen eines Planungslastenhefts, das beschreibt, welche Schnittstellen bedient und in welchem Format Informationen bereitgestellt werden müssen,
- Sicherstellen, dass alle Projektteilnehmer diese Standards erfüllen können und bei Diskrepanzen Maßnahmen erarbeiten,
- Schaffen einer Gremienlandschaft, in der alle Projektteilnehmer auf Augenhöhe über den Planungsstand sprechen und gemeinsam Lösungen erarbeiten sowie
- Etablieren eines Projektumfelds, in dem für alle Planungsfelder und ihre individuellen Probleme Verständnis herrscht und alle Planungsfelder als gleichrangig für den Projekterfolg bewertet werden.

## ■ Ausblick

Grundsätzlich ist die integrierte Planung in 3D sicher der Weg der Zukunft und wird sich auch Schritt für Schritt durchsetzen. Aktuell steckt das Vorgehen aber noch in den Kinderschuhen. Viele Planer arbeiten noch nach bewährten Planungsmethoden und müssen sich der Herausforderung einer integrierten Planung erst noch stellen. Zudem sind die Schnittstellen der jeweiligen Planungsprogramme noch nicht ausreichend ausgebaut, sodass eine synchrone Einbeziehung aller Projektteilnehmer und ein iteratives Arbeiten möglich wäre. Hier fehlen auch klare Standards, die über das Bauwesen hinaus alle Planungsfelder mit einbeziehen.

Zumindest an den Softwareproblemen arbeiten die Hersteller aktuell mit Hochdruck. Wenn die Systeme benutzerfreundlicher werden, ist zu erwarten, dass sich diese Systematik entsprechend verbreiten wird. Für eine kosten- und zeiteffiziente

Umsetzung von Industrie 4.0 ist dies auch zwingend erforderlich.

## ■ Der Autor dieses Beitrags

Thorben Kerkenberg hat Maschinenbau in der Fachrichtung Produktionstechnik an der FH Kiel studiert. Seit sechs Jahren ist er im Bereich der Fabrikplanung aktiv, seit über vier Jahren ist er im Competence Center Produktion & Digitale Planung bei UNITY tätig. Seine Beratungserfahrung hat er dabei in einer Vielzahl von Produktionsoptimierungs- und Fabrikplanungsprojekten in der Automobil-, der Windkraft-, der Luftfahrt- und der Elektronikindustrie sowohl im Konzernumfeld als auch in mittelständischen Unternehmen erlangt.

## ■ Über UNITY

UNITY ist die Managementberatung für zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung. Wir steigern die Innovationskraft und die operative Exzellenz unserer Kunden. Seit mehr als 20 Jahren führen wir gemeinsam mit ihnen Projekte zum Erfolg. Unternehmen der Branchen Automotive, Luft- und Raumfahrt, Gesundheitswirtschaft und Medizintechnik, Energie, Pharma

und Chemie sowie der produzierenden Industrie vertrauen unserer Expertise – vom renommierten mittelständischen Unternehmen bis hin zum Global Player. Wir sind mit 210 Mitarbeitern weltweit an 14 Standorten vertreten und führen rund um den Globus Kundenprojekte durch.

## ■ Summary

### Digital Factory Planning for Future-proof and Industrie 4.0-enabled Production Systems.

The demands on modern production systems are growing in the age of digital networking. Many approaches and methods have been developed in order to plan future-proof factories in recent years to manage this complexity. A digital factory of the future should comprehensively integrate all solution elements, leading to Industrie 4.0. This article describes the challenges encountered in the planning and how to deal with them.

Den Beitrag als PDF finden Sie unter:  
[www.zwf-online.de](http://www.zwf-online.de)  
 Dokumentennummer: ZW 111490