

Fabrikplanung

Einfluss der Digitalen Fabrik auf die Fabrikplanung *

O. Sauer

Inhalt Aufgrund neuer Entwicklungen von Rechneranwendungen, die Planungsaufgaben unterstützen, ändern sich Aufgabenumfang und Lösungsgeschwindigkeiten in der Fabrikplanung. Im folgenden Fachbeitrag wird eine Vision skizziert, wie sich die Fabrikplanung und die Arbeitsteilung der Beteiligten in Zukunft aufgrund der „Digitalen Fabrik“ verändern werden.

How the digital factory changes factory planning

Abstract The point of the digital factory is that it can be taken into operation non-physically. A digital visualisation of a modularised factory building ensures maximum planning security even before the first brick has been laid. It makes costs transparent at an early stage and, on balance, results in lower modification costs than is the case with conventional planning. In this article the author describes the differences between the conventional methodology and the planning using the digital factory.

- die strategische Ausrichtung einer Fabrik und damit die Ausrichtung auf zukünftige Entwicklungen in der industriellen Produktion,
- das Entwerfen des Fabrikkonzepts,
- die Ausführungsplanung,
- die Planung der Fabriksteuerung,
- die Umzugsplanung,
- die Begleitung der Realisierung und des Anlaufs bis zur Gewinnung von Informationen aus dem Betrieb der Fabrik sowie
- das permanent laufende Projektmanagement.

Damit ergibt sich das in **Bild 1** zusammengefasste Referenzmodell der Fabrikplanung einschließlich der wesentlichen Eingangsprozesse und der sich aus ihnen ergebenden planungsrelevanten Informationen wie Stücklisten, Arbeitspläne, Maschinenlayouts oder Bauzeichnungen. Das Referenzmodell gilt gleichermaßen für Neuplanungen von Fabriken auf der „Grünen Wiese“ und für Umplanungen bestehen-

1 Referenzmodell Fabrikplanung

1.1 Begriffbestimmungen

Bevor Überlegungen angestellt werden, wie die „Digitale Fabrik“ die Fabrikplanung beeinflusst, ist grundsätzlich zu klären, was unter dem Begriff der Fabrikplanung zu verstehen ist. Begriffsbestimmungen zu Planungsaufgaben und Planungsgegenstand finden sich in den bekannten Werken von Aggteleky [1], Kettner [2], Grundig [3], Schmigalla [4] oder Rockstroh [5]. Spur [6] definiert die Planung in der Fabrik als „systematischen Prozess der Erkenntnis und Lösung für Anforderungen und Probleme der zukünftigen Entwicklung in der industriellen Produktion“. In der Fabrikplanung umfasst dieser Prozess zum Beispiel

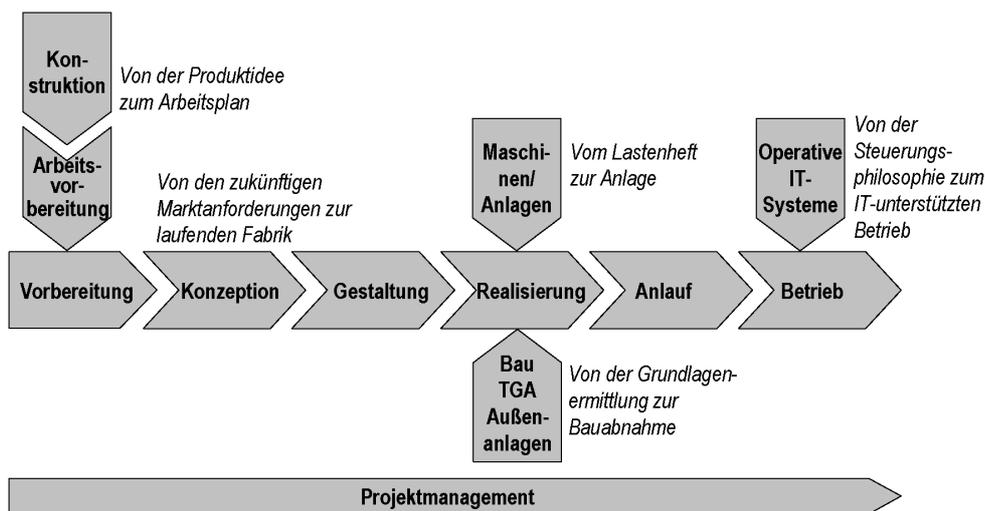


Bild 1. Referenzmodell der Fabrikplanung

der Anlagen, zum Beispiel bei Einführung neuer Produkte, Änderungen aufgrund von Aufgabenverschiebungen innerhalb des Produktionsnetzwerkes [7], etc. Den Begriff Digitale Fabrik definiert der gleichnamige VDI-Fachausschuss wie folgt:

„Die Digitale Fabrik ist der Oberbegriff für ein umfassendes Netzwerk von digitalen Modellen und Methoden, unter anderem der Simulation und 3D-Visualisierung. Ihr Zweck ist die ganzheitliche Planung, Realisierung, Steuerung und laufende Verbesserung aller wesentlichen Fabrikprozesse und -ressourcen in Verbindung mit dem Produkt [8].“

Aus der Definition wird deutlich, dass sich die Fabrikplanung und die sie unterstützende Digitale Fabrik nicht allein auf die Planung, sondern auch auf Teile des Fabrikbetriebes beziehen.

Dr.-Ing. Olaf Sauer
Abteilungsleiter Leittechnik
Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung IITB
Fraunhofer Str. 1, D-76131 Karlsruhe
Tel. +49 (0)721 / 6091-477, Fax +49 (0)721 / 6091-413
E-Mail: olaf.sauer@iitb.fraunhofer.de
Internet: www.iitb.fhg.de

* Info

Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen „reviewten“ Fachaufsatz: Autoren-unabhängig von Experten auf diesem Fachgebiet wissenschaftlich begutachtet und freigegeben.

1.2 Fixpunkte im Planungsablauf

Bestimmte Ergebnisse, die die Fabrikplanung liefern muss, werden auch in Zukunft unveränderlich bleiben. Dazu zählt, dass nach der Konzeptionsphase – bei Aggteleky als „Feasibility-Studie“ bezeichnet [9] – eine Entscheidungsvorlage erarbeitet sein soll, die klare Auskunft über Budget, Zeitrahmen zur Realisierung und zur Wirtschaftlichkeit der Investition gibt (**Bild 2**). Dabei darf die Genauigkeit der Planungsergebnisse bis zu $\pm 15\%$ schwanken, aber ihre Vollständigkeit muss gegeben sein. Diese Planungsgenauigkeit ergibt sich aus dem Charakter der Feasibility-Studie, während der für Hauptausrüstungen, Bau und Gebäudetechnik Kostenindikationen und Budgetpreise verwendet werden, für nachrangige Positionen mit Kennziffern oder pauschalen Werten gearbeitet wird. Heute wird die Sicherheit, dass der Fabrikplaner vollständig alle Planungsgegenstände berücksichtigt hat, hauptsächlich über die Erfahrung des Planers erreicht. Kein Werkzeug der Digitalen Fabrik kann dies (bisher) sicherstellen.

Übereinstimmend berichten alle Quellen zur Fabrikplanung, dass die Konzeptionsphase einer Fabrik die kreativste Phase ist. Im Brainstorming werden erste Ideen entwickelt; technische Lösungsvarianten werden erarbeitet, gegenübergestellt und bewertet, verworfen und gegebenenfalls wiederbelebt. Analogieschlüsse über Lösungen aus anderen Branchen werden herangezogen. So entsteht das Bild der zukünftigen Fabrik vor dem geistigen Auge des Planers. Für diese kreativen Arbeiten bedarf es einfacher Planungswerkzeuge, die den Planer wirkungsvoll so unterstützen, dass er von Routinearbeiten entlastet wird. In Zukunft wird in Deutschland der Schwerpunkt hauptsächlich auf dem Bedarf an hoch qualifizierten und gleichzeitig erfahrenen Planern liegen, die in der Lage sind, innovative und dennoch praxistaugliche Fabrikkonzepte zu entwickeln. Gerade für diese Leistungen sind Auftraggeber bereit, spezialisierte Planungsbüros zu beauftragen; zum Teil werden sogar Konzeptwettbewerbe an verschiedene Planer vergeben.

1.3 Verschieben der Arbeitsteilung

Demgegenüber ist nach der Freigabe der Investition, das heißt nach Beginn der Gestaltungsphase, weitere Kreativität bezüglich der Suche nach weiteren Lösungsoptionen untersagt. Jetzt gilt es, das entwickelte Fabrikkonzept zu detaillieren und umzusetzen. Es beginnen die Phasen der „Fleißarbeit“ (**Bild 3**). Vor allem für diese Phasen existiert ein hohes Potential für die Werkzeuge der Digitalen Fabrik. Analog zum Einsatz des Digitalen Mock-up (DMU) in der Produktentwicklung sollen die Werkzeuge der Digitalen Fabrik den Planungsprozess beschleunigen [10], indem sie den beteiligten Planern Routineaufgaben abnehmen. Beispiele hierfür sind das Modellieren und Anordnen von Produktionsanlagen oder Gebäudetechnik, beispielsweise Rohrleitungen, mit Hilfe von Bibliotheken oder „Features“. Ähnlich wie in der Softwareentwicklung ist es denkbar, dass Planungsaufgaben in diesen Phasen als „Offshore-Projekte“ an Dienstleister vergeben werden, die die notwen-

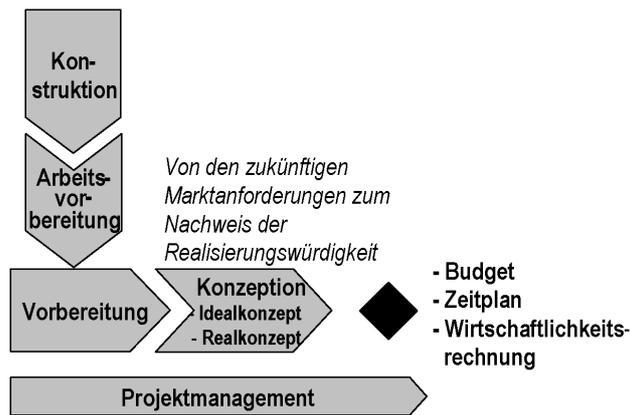


Bild 2. Meilenstein im Planungsprozess

digen Planungsergebnisse schnell und günstig erarbeiten. Planungen, an denen ähnlich wie in der Produktentwicklung während 24 Stunden weltweit gearbeitet wird, rücken damit in greifbare Nähe.

Als weiterer Trend zeichnet sich ab, dass Auftraggeber Planungs- und Realisierungsleistungen zunehmend an Dienstleister vergeben, die als Generalunternehmer (GU) auftreten. Für Bau, Technische Gebäudeausrüstung und Außenanlagen ist dies seit langem gängige Praxis [11]. In Zukunft wird sich das Modell des Generalunternehmers auch für Maschinen und Anlagen durchsetzen, und zwar auch für Prozessstufen, die Lieferumfänge vieler verschiedener Lieferanten integrieren wie komplexe Montagelinien, ganze Werkstätten zur Zerspaltung oder die Ausrüstung eines Werkes zur Abfüllung und Kommissionierung von Nahrungs- und Genussmitteln.

2 Anforderungen an neue Werkzeuge zur rechnerunterstützten Fabrikplanung

Nach der Investitionsentscheidung trägt der Bauherr zwei hauptsächliche Risiken:

- das genehmigte Budget sowie der freigegebene Terminplan müssen eingehalten werden und
- die realisierte Fabrik muss tatsächlich die Verfügbarkeit und den Output bringen, der in der Konzeptionsphase ermittelt wurde.

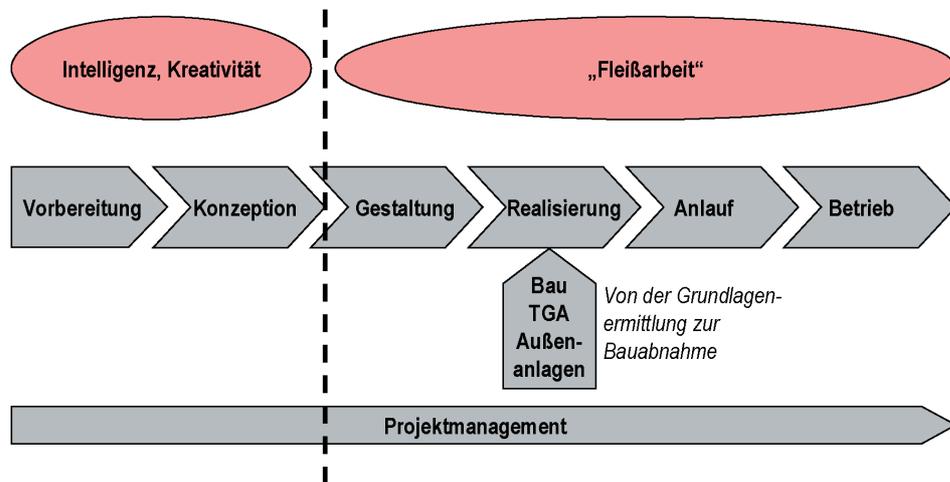


Bild 3. Markante Nahtstelle im Planungsablauf

Die Sicherheit, dass diese Risiken für den Ausrüstungsanteil (Maschinen und Anlagen) minimiert werden, soll die Digitale Fabrik geben, und zwar zuerst in der Konzeptionsphase. Daraus ergeben sich neue Anforderungen an Werkzeuge der Digitalen Fabrik, die unscharfe und unsichere Eingangsinformationen verarbeiten müssen.

In den Planungsphasen nach der Investitionsentscheidung ist die Sicherheit hauptsächlich eine Funktion des Projektmanagements. Je besser das Projektmanagement beim Auftraggeber arbeitet, um so geringer werden die Risiken das Budget zu überschreiten oder den Fertigstellungstermin zu überziehen. In der logischen Konsequenz bedeutet dies, dass das Projektmanagement

erst dann an einen Dritten (beispielsweise an einen Generalunternehmer) vergeben werden kann, wenn dessen Leistungen hinreichend genau in einer Ausschreibung beschrieben sind. Daraus ergeben sich zweierlei Forderungen an die Werkzeuge der Digitalen Fabrik:

- die Digitale Fabrik muss in der Lage sein, ausschreibungsähnliche Ergebnisse zu erzeugen und
- die Digitale Fabrik muss das Projektmanagement in die Lage versetzen, die vom Auftraggeber geforderten (und bei Vergabe an Dritte „pönalisierten“) Sicherheiten zu bieten.

In ihrer Umsetzung ist die Digitale Fabrik mit einem Fabrik-DMU zu vergleichen, mit dem Unterschied, dass über entsprechende Simulatoren auch Aussagen zum dynamischen Verhalten der Fabrik möglich werden. Dieses Fabrik-DMU existiert heute noch nicht; zu unterschiedlich sind die verschiedenen IT-Anwendungen und -werkzeuge. Dem Projektmanagement müssen jedoch schnell Hilfsmittel zur Verfügung gestellt werden, mit denen es die Planungsgüte beurteilen kann. Beispielsweise benötigt der Projektmanager ein ähnliches Werkzeug wie den 4D-Navigator, mit dem er prüft, ob die geplante Maschine oder Anlage in ihrem zukünftigen Kontext funktioniert oder mit Hilfe dessen er digitale Planungen von Dienstleistern zur weiteren Detaillierung oder Realisierung freigibt.

Für die Hersteller von Anlagen bedeutet der Trend zur Digitalen Fabrik, dass sie in Zukunft ihre Geometrie- und Planungsdaten in der Form zur Verfügung stellen müssen, in der sie in die Planungen des Auftraggebers oder des Generalunternehmers an der dafür reservierten Stelle eingefügt werden können. In Analogie zum Digitalen Mock-up reserviert der GU den „Bauraum“ für die Anlage seines Lieferanten. Der Test im Simulationssystem, ob die jeweilige einzelne Maschine im Zusammenspiel mit den anderen Ausrüstungen funktioniert, obliegt dann dem GU oder dem Projektleiter des Auftraggebers.

Im Vergleich zur Produktentwicklung und dem damit verbundenen Änderungsmanagement sind umfassende Fabrikplanungen seltener. Die Forderung der Auftraggeber, dass die Lieferanten von Maschinen und Anlagen ihre Planungsergebnisse im jeweiligen IT-System des Kunden erzeugen und der Datenaustausch damit im „Native-Format“ erfolgen kann, wird sich in dieser Konsequenz nicht durchsetzen lassen [12]. Darum ergeben sich neue Anforderungen an leistungsfähige

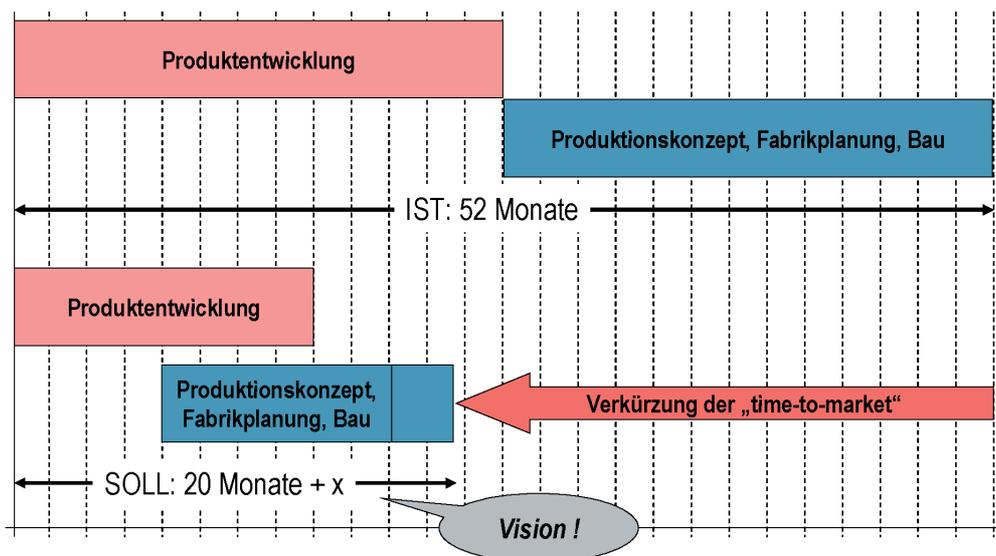


Bild 4. Vision zur Verkürzung der „time-to-market“ mit Hilfe der „Digitalen Fabrik“

Standardschnittstellen, über die nicht nur Geometriedaten, sondern auch Simulationsdaten ohne Informationsverluste ausgetauscht werden können. Unbeantwortet ist ferner die Frage, welche IT-Systeme führend in der Datenhaltung sein werden. Vor allem für Daten wie Stücklisten, Arbeitspläne oder Simulationsergebnisse ist festzulegen, wie lange sie in Planungssystemen der Digitalen Fabrik geführt werden und ab wann die operativen Systeme (zum Beispiel ERP-Systeme) die Führung übernehmen.

Gleichwohl besteht ein enger Zusammenhang zwischen dem Konzept der Fabrik und ihrer Steuerung im laufenden Betrieb. Die Steuerungsphilosophie, wie „Push“ oder „Pull“, hat maßgeblichen Einfluss auf die Gestaltung der Fabrik und damit auf ihre Wirtschaftlichkeit und Flexibilität. Damit werden bereits in der Konzeptionsphase die Anforderungen an die spätere IT-Unterstützung des Betriebes festgelegt. Die Werkzeuge der Digitalen Fabrik müssen zukünftig diese Verknüpfung zwischen Fabrikplanung und -steuerung integrieren. Erste Ansätze dazu liefern die heute gängigen Simulationssysteme, mit denen verschiedene Steuerungsphilosophien bewertet werden können. Zur daraus abgeleiteten Spezifikation von operativen Softwaresystemen ist jedoch noch ein Weg zurückzulegen.

3 Fazit

Tatsächlich steht die produzierende Industrie vor einer neuen, digitalen Revolution [13]. Sicherlich lassen sich mit der Digitalen Fabrik Potentiale bezüglich Planungszeit und Planungsgüte ausschöpfen (**Bild 4**). Diese Potentiale beziehen sich zum großen Teil auf die Phasen nach der Investitionsentscheidung. Die Idee einer Fabrik, die ein Planer auf einem weißen Blatt Papier skizziert, kann die Digitale Fabrik dagegen auch in Zukunft nicht liefern.

Aufgrund der skizzierten Anforderungen an die Informationstechnik ist der Weg zum Fabrik-DMU vorgezeichnet. Die Integration von Daten und das Zusammenwirken heterogener IT-Systeme im Umfeld der Fabrikplanung und des -betriebes bieten in den kommenden Jahren erhebliches Verbesserungspotential.

Literatur

- [1] Aggteleky, B.: Fabrikplanung: Werksentwicklung und Betriebsrationalisierung. München: Hanser-Verlag 1987
- [2] Kettner, H.; Schmidt, J.; Greim, H.-R.: Leitfaden der systematischen Fabrikplanung. München: Hanser-Verlag 1984
- [3] Grundig, C.-G.: Fabrikplanung. München: Hanser-Verlag 2000
- [4] Schmigalla, H.: Fabrikplanung: Begriff und Zusammenhänge. München: Hanser-Verlag 1995
- [5] Rockstroh, W.: Technologische Betriebsprojektierung. In: Papke, H.-J. (Hrsg.): Handbuch Industrieprojektierung. Berlin: VEB Verlag Technik 1980
- [6] Spur, G.: Fabrikbetrieb. München: Hanser-Verlag 1994
- [7] Sauer, O.: Die Fabrik im Netzwerkverbund – vom Konzept zur verlässlichen Struktur. In: Tagungsunterlagen zur Konferenz „Neuordnung von Produktionsstandorten“ am 25.09.–26.09.2003. Landsberg: verlag moderne industrie 2003
- [8] VDI Fachausschuss „Digitale Fabrik“: Protokoll der 4. Fachausschuss-sitzung am 6. Mai 2003
- [9] Aggteleky, B.: Fabrikplanung, Band 2: Betriebsanalyse und Feasibility-Studie. München: Hanser-Verlag 1987
- [10] Sauer, O.: Prozesskette DMU – parametrische Produktbeschreibung. In: VDI Gesellschaft Produktionstechnik (VDI-ADB): Menschen und Prozesse. VDI-Berichte 1536, Düsseldorf: VDI-Verlag 2000, S. 219–231
- [11] Lüdemann, B.; Voss, W.; Sauer, O.: Die wandlungsfähige Fabrik in Polen. In: Tagungsunterlagen zur 3. Deutschen Fachkonferenz Fabrikplanung am 03.04.–04.04.2001. Landsberg: verlag moderne industrie 2001
- [12] Sauer, O.: Anforderungen des DMU an die Zusammenarbeit mit Zulieferern. Dokumentation Anwendungsforum 1999: IBM CAE Produkte in Entwicklung, Konstruktion Berechnung und Fertigung, Bonn, 09.02.–10.02.1999
- [13] Schiller, E.; Seuffert, W.-P.: Digitale Fabrik/Strategie – Bis 2005 realisiert. Automobil-Produktion (2002) April, S. 21–30