



**Mittelstand 4.0**  
Kompetenzzentrum  
Chemnitz

**Betrieb 4.0**  
machen!



**Leistung  
bringen!**



**Nachgelesen**

# Die Digitale Fabrik: So unterstützt Digitalisierung bei der Fabrikplanung

Pierre Grzona und Frank Börner

Mittelstand-  
Digital 

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Wir erklären in diesem *Nachgelesen*, wie Digitalisierung bei der Fabrikplanung unterstützt und wie hilfreich die Digitale Fabrik bei der Planung und dem Betrieb von Produktionsstätten ist. Im Nachfolgenden finden Sie einen kurzen Einblick in die Themen:

- Einführung Digitale Fabrik und Phasen der Implementierung

- Digitalisierung der räumlichen Struktur der Produktionsstätte
- effiziente Wege zur Anlagenmodellierung
- Unterstützung der Kommunikation durch Visualisierungen



## Einführung in die Digitale Fabrik

Mit dem Voranschreiten der Digitalisierung eröffnen sich immer mehr Möglichkeiten mit kleinen Schritten die eigene Produktionsstätte zu virtualisieren. Das Ideal der Digitalen Fabrik beschreibt (nach VDI 4499) ein Konzept, um die für die Produktionsplanung und Gestaltung der Fabrik notwendigen Modelle, Methoden und Werkzeuge unter einem Dach zu vereinigen. Durch ein durchgängiges und transparentes Datenmanagement stehen alle Informationen in der benötigten Qualität und zu jeder Zeit den Beteiligten zur Verfügung.

Der Betrieb einer Digitalen Fabrik schafft den Mehrwert innerhalb der eigenen Organisation durch:

- bessere Planungsqualität der Werkstruktur durch ein aktuelles Modell der Produktionsstätte
- Unterstützung von quantitativen Entscheidungen bei Verbesserungsprojekten

- Unterstützung der Kommunikation und Beteiligung der eigenen Fachbereiche, vom Produktionsmitarbeiter, über den Planer bis hin zur Geschäftsführung
- Beteiligung Externer ohne die Notwendigkeit zur Anwesenheit am Standort

Für die Implementierung der Digitalen Fabrik im Unternehmen gibt es entsprechend der VDI 4499 eine Vorgehensempfehlung, die in den nachfolgenden Absätzen zusammengefasst ist.

Sie besteht aus einer **Vorbereitungsphase** mit Einsatzfeld-, IST-Analyse und nachfolgender Marktrecherche der jeweiligen Planungswerkzeuge. Aktuelle PLM-Systeme (Product Lifecycle Management) streben hierbei an, neben produktspezifischen Informationen, auch Prozess- und produktionspezifische Daten über den Lebenszyklus mitzuführen.

Bei der **Konzepterstellung** sollte auf eine klare Definition der abzubildenden Planungsprozesse geachtet werden, um daraus den benötigten Softwareumfang abzuleiten. Hierbei ist es hilfreich zu überlegen, in wie weit diese Prozesse noch notwendig sind, oder nicht im Rahmen der Digitalisierung verschlankt werden können. Stellt man sich hier auch die Frage, welche Themen zukünftig im eigenen Hause geplant werden müssen, oder welche Leistungen man – als nicht Kernkompetenz – nach außen vergibt, ergibt sich ein klares Bild über die Anforderungen an die eigene Organisation, ggf. benötigter Systemarchitektur und des benötigten Personal- und Kompetenzbedarfs.

Mit der Beantwortung der Fragen zur Einführungsreihenfolge, einzelnen Pilotanwendungen im Unternehmen

und der Bewertung unterschiedlicher Konzepte geht es dann zur weiteren **Umsetzung**.

Die wesentlichen Schritte hierbei sind die geeignete Mitarbeiterqualifikation, Einführung der entsprechenden Systemarchitektur und Realisierung der organisatorischen Veränderungen.

Je nach Anforderung können auch einzelne Aspekte der Digitalen Fabrik mit geringem Aufwand unternehmensintern gelöst werden. Nachfolgende Beispiele sollen einen Überblick zum Thema 3D-Modell der Produktionsstätte und Anlagen geben.



## Von Punkten zur Wolke

Die Herausforderung bei Neu-, Um- oder Erweiterungsplanung ist stets die Frage nach der Qualität der vorhandenen Daten zu den eigenen Produktionsstätten und dem dazugehörigen Anlagenpark. Insbesondere die nachfolgenden Fragen sind meist zu beantworten:

- Welche Anlagen passen in die aktuellen Hallen?
- Gibt es möglicherweise Kollisio-

nen mit der bestehenden Gebäudestruktur?

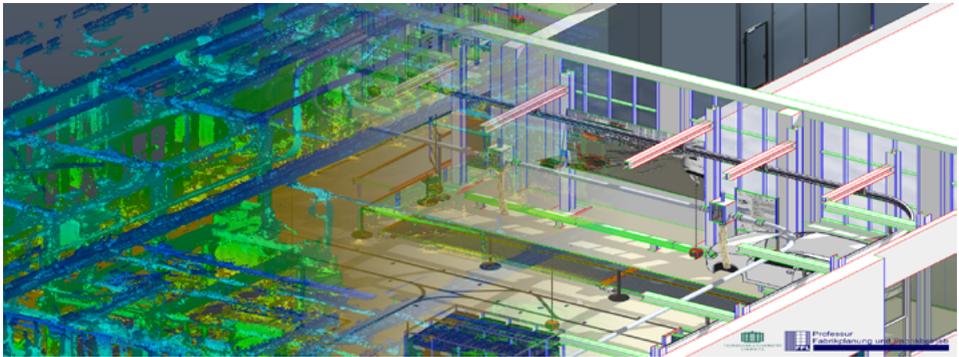
- Welche Flächen oder Bereiche werden bei einem Anlagenrückbau frei?

Beim Fehlen von aktuellen Zeichnungsständen können wesentliche Information durch einen 3D-Laser-Scan erzeugt werden. Je nach Scanner-Typ werden nur einzelne Punkte im Raum aufgenommen oder diese

ebenfalls mit Farbinformationen versehen. Der Laser ermittelt über Reflektionen jeweils die Distanz zwischen Scanner und Objekten innerhalb der Produktionsstätte, sodass ggf. über unterschiedliche Positionierungen auch komplexe, verwinkelte Gebäude- und Anlagenstrukturen aufgenommen werden können.

Zur Verwertung der erzeugten Informationen sind unterschiedliche Wege möglich.

Einerseits können die entsprechenden Informationen nachmodelliert werden und in ein 3D-Modell der Gebäude und Anlagen überführt werden, oder es kann direkt innerhalb der Punktwolke gearbeitet werden, um etwaige Maße zu entnehmen oder Kollisionsprüfungen durchzuführen. Freie Softwares, wie zum Beispiel CloudCompare, bieten hier schon einfache Möglichkeiten zur Arbeit mit Punktwolken.



*Abb. 1: Modell der Experimentier- und Digitalfabrik der Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb, TU Chemnitz (Punktwolke und 3D Modell)*



## **Effiziente Anlagenmodellierung**

Aus den Punkten können in CAD-Systemen entweder 3D-Modelle nachmodelliert oder über Tools wie Meshlab und CloudCompare die einzelnen Punkte zu Meshs zusammengefügt werden. Eine Alternative zu diesem Vorgehen besteht für einzelne Maschinen/Objekte im Einsatz von Photogrammetrie (Erstellung von

3D-Oberflächenmodellen auf Basis von Fotografien). Kostenlose Tools, wie zum Beispiel Meshroom, bilden hierbei den Workflow vom jeweiligen Satz an Fotos bis zum Modell zur Weiterverwendung an.

Eine schnelle und einfache Alternative bietet sich mit der Modellierung

über Tools wie Sketchup oder Fusion 360 und dem Einsatz von Fotos als Material bzw. Oberflächen an.

Die detailreiche Darstellung der jeweiligen Anlage wird hierbei durch den Einsatz von hochauflösten Texturen sichergestellt. Sketchup bietet einen einfachen Workflow an, um auf Basis von Fotos der Maschinen/Anlagen ein 3D-Modell zu erstellen. Diese Modelle sind über Austauschformate wie Collada, WRL oder direkt als Skp auch in weitere CAD-Systeme übertragbar.

Je nach Anwendungsfall lässt sich so der Maschinen- und Anlagenpark mit überschaubarem Aufwand digitalisieren. Weitere Informationen hierzu finden Sie auch im Video „Effiziente 3D-Modellierung“ auf unserer Website [https://betrieb-machen.de/gewusst-wie\\_3d-modellierung/](https://betrieb-machen.de/gewusst-wie_3d-modellierung/).



*Abb. 2: 3D-Modell einer Bandsäge mit entsprechenden Texturen in Sketchup*



## Visualisierung als Kommunikationsmedium

Neben der Bereitstellung der Daten für Planer und Konstrukteure unterstützen 3D-Daten auch die Kommunikation mit der Fertigung, sodass beispielsweise neue Anstellkonzepte in der Linie besprochen werden können und die zukünftigen Abläufe besser dargestellt werden. Dies reduziert den Abstimmungsaufwand, da jeder der Beteiligten das gleiche

Bild vor Augen hat. Auch können Externe leicht in die Planungsaufgabe eingebunden werden, da eine gute Visualisierung den Aufwand zur Einarbeitung und Abstimmung der spezifischen Problemstellungen reduziert.



Abb. 3: Visualisierung einer Anstellsituation in der Experimentier- und Digitalfabrik der Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb, TU Chemnitz

## Fazit

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Digitalisierung grundlegend bei der Fabrikplanung unterstützt. Dabei dient die Digitale Fabrik als Oberbegriff für verschiedene Methoden und Modelle. Die VDI 4499 bietet Unternehmen einen Leitfaden zur Einführung im eigenen Betrieb. Wichtige Punkte hierbei sind die entsprechende Vorbereitung und die Erstellung eines geeigneten Konzeptes mit den zu berücksichtigenden Planungsprozessen.

Darüber hinaus ist zu überprüfen, ob die aktuellen Prozesse noch so für die Zukunft mit übernommen werden oder ob es nicht Potenziale zur Vereinfachung gibt. Über eine Darstellung der Systemarchitektur wird schnell ersichtlich, wo und wie wel-

che Systeme angebunden sind. Pilotanwendungen können beispielsweise die Modellierung des Anlagenparks mit Hilfe von Sketchup und Bereitstellung eines aktuellen 3D-Werkslayouts für die Planungsabteilungen sein oder die Modellierung einzelner Arbeitsplätze zur Optimierung von Anstellkonzepten.

Bei der Umsetzung ist auf eine geeignete Mitarbeiterqualifikation zu achten, die sich nicht nur auf den Umgang mit den Werkzeugen beschränkt, sondern auch die Planungsprozesse mit einbezieht, sodass entsprechend des KVP-Zyklus (Kontinuierlicher Verbesserungsprozess) das Anwenderfeedback stetig in die Prozessverbesserung einfließt.

Weitere Anknüpfungspunkte sind die Einbindung eines Prozessdatenmanagements und die Verknüpfung mit Dashboard-Lösungen, um die Informationen in Echtzeit innerhalb des Unternehmens miteinander zu vernetzen. Die Digitale Fabrik mit der systemübergreifenden Bereitstellung der Daten bildet, laut Bundesministe-

rium für Wirtschaft und Energie, ein Fundament für die intelligente Fabrik. Dies ermöglicht, dass Elemente, wie zum Beispiel Maschinen und Werkzeuge, durch ggf. zusätzliche Aktorik und Sensorik aktiv in den Informationsfluss eingebracht werden können.

## Vorbereitung

- ▶ Einsatzfeld-Analyse
- ▶ Ist-Analyse
- ▶ Marktrecherche
- ▶ Planungswerkzeuge

## Konzepterstellung

- ▶ Planungsprozesse
- ▶ Organisatorische Anpassungen
- ▶ Systemarchitektur
- ▶ Personalbedarf
- ▶ Einführungsreihenfolge
- ▶ Pilotanwendung
- ▶ Konzeptbewertung

## Umsetzung

- ▶ Mitarbeiterqualifikation
- ▶ Einführung Systemarchitektur
- ▶ Umsetzung organisatorischer Veränderungen

Abb. 4: Ablauf zur Einführung der Digitalen Fabrik (nach VDI 4499)

## Anmerkungen

VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (Hrsg.) (2008): VDI 4499 Blatt 1 – Digitale Fabrik - Grundlagen, Düsseldorf

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie „Was ist eine intelligente Fabrik“, unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/FAQ/Industrie-40/faq-industrie-4-0-03.html> (abgerufen am 14.01.2020)

Abbildungen 1-4: Technische Universität Chemnitz, Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb

## Autoren

Dipl. Ing. Pierre Grzona ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb der Technischen Universität Chemnitz. Im Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Chemnitz beschäftigt er sich mit den Themen zur Digitalen Fabrik und generelle Fabrik- und Logistikplanung.

[pierre.grzona@betrieb-machen.de](mailto:pierre.grzona@betrieb-machen.de)

Dipl. Ing. Frank Börner ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb der Technischen Universität Chemnitz. Im Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Chemnitz beschäftigt er sich mit den Themen Digitale Fabrikplanung, Modellierung sowie Virtual & Augmented Reality.

[frank.boerner@betrieb-machen.de](mailto:frank.boerner@betrieb-machen.de)

## Weitere Informationen

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Chemnitz gehört zu Mittelstand-Digital. Mit Mittelstand-Digital unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie die Digitalisierung in kleinen und mittleren Unternehmen und dem Handwerk.

### Was ist Mittelstand-Digital?

Mittelstand-Digital informiert kleine und mittlere Unternehmen über die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung. Die geförderten Kompetenzzentren helfen mit Expertenwissen, Demonstrationszentren, Best-Practice-Beispielen sowie Netzwerken, die dem Erfahrungsaustausch dienen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) ermöglicht die kostenfreie Nutzung aller Angebote von Mittelstand-Digital.

Der DLR Projektträger begleitet im Auftrag des BMWi die Kompetenzzentren fachlich und sorgt für eine bedarfs- und mittelstandsgerechte Umsetzung der Angebote. Das Wissenschaftliche Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK) unterstützt mit wissenschaftlicher Begleitung, Vernetzung und Öffentlichkeitsarbeit.

Weitere Informationen finden Sie unter [www.mittelstand-digital.de](http://www.mittelstand-digital.de)

## **IMPRESSUM:**

### **Herausgeber:**

Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Chemnitz  
Geschäftsstelle  
c/o Technische Universität Chemnitz  
Prof. Dr.-Ing. habil. Ralph Riedel  
DE – 09107 Chemnitz  
Tel: 0371 531 19935  
Fax: 0371 531 819935  
E-Mail: [info@betrieb-machen.de](mailto:info@betrieb-machen.de)  
Web: [www.betrieb-machen.de](http://www.betrieb-machen.de)  
[www.kompetenzzentrum-chemnitz.digital](http://www.kompetenzzentrum-chemnitz.digital)

### **Redaktion & Gestaltung**

Pierre Grzona, Frank Börner & Diana Falke

### **Bildnachweis Titel:**

zephyrwer0 auf Pixabay, Farben geändert