

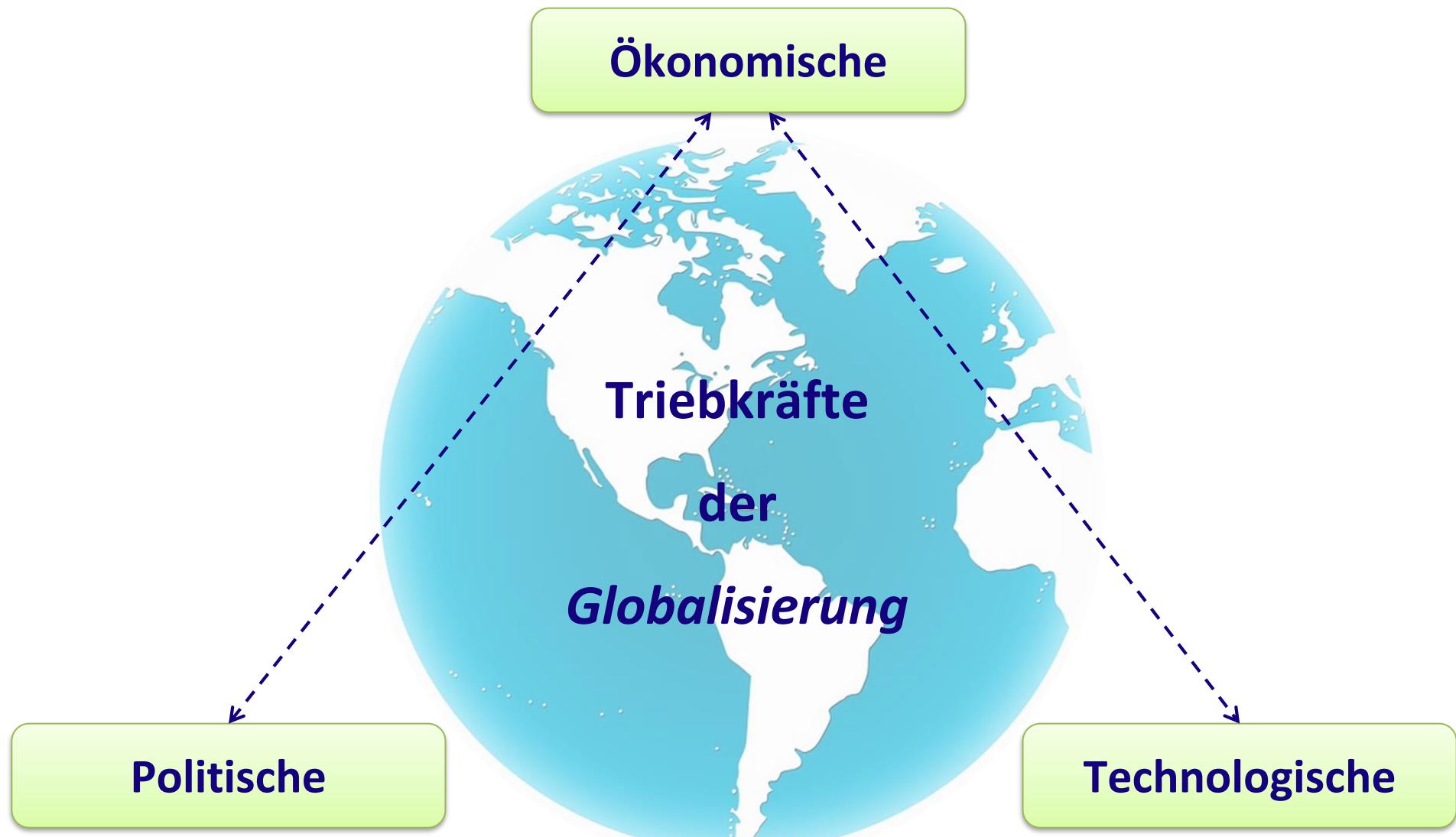
Digitale Fabrik



- **Die Digitale Fabrik**
 - ⇒ **Einleitung**
 - ⇒ **Ziele**
 - ⇒ **Methoden und Werkzeuge der Digitalen Fabrik**
 - ⇒ **Beispiele**
 - ⇒ **Software-Tools**

Die Digitale Fabrik – Einleitung





Triebkräfte der Globalisierung

Politische

Abbau von Handelsbeschränkungen

Bildung von Freihandelszonen

Gemeinsame Märkte

Wirtschafts- und Währungsunionen

Internationaler Rechtsverkehr

...

Ökonomische

Kapital- und Warenverkehr

Mobilität von Personen

Transport- und Personenverkehr

Kommunikation und Internet

...

Technologische

Telekommunikation

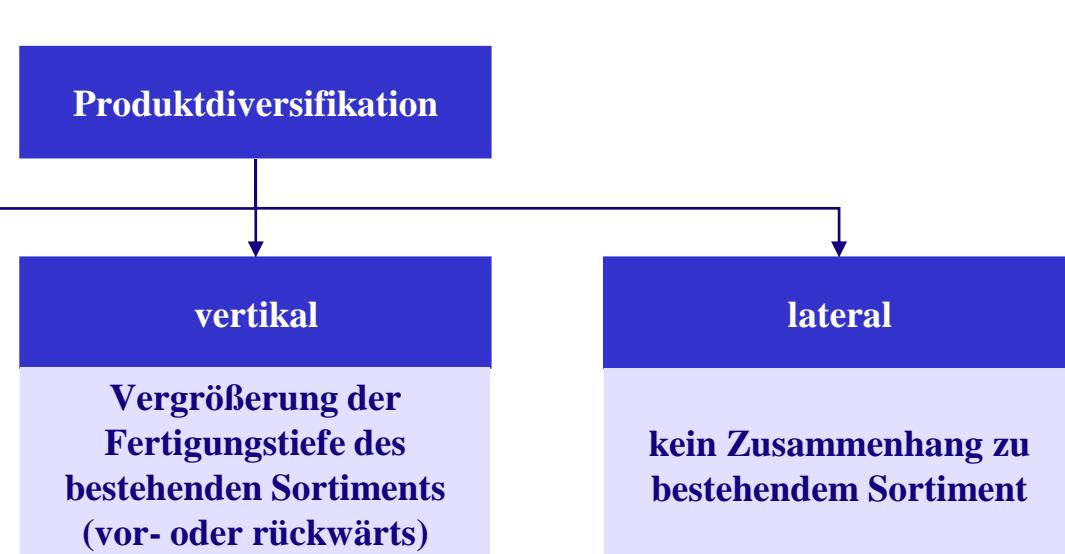
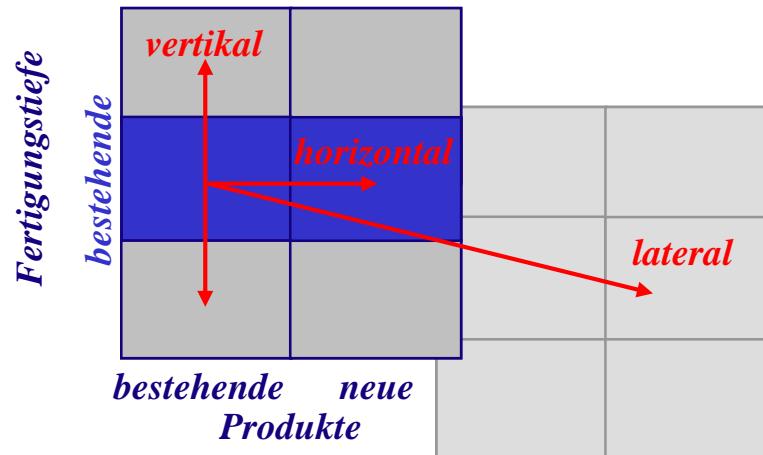
Mikroelektronik

Optoelektronik

...



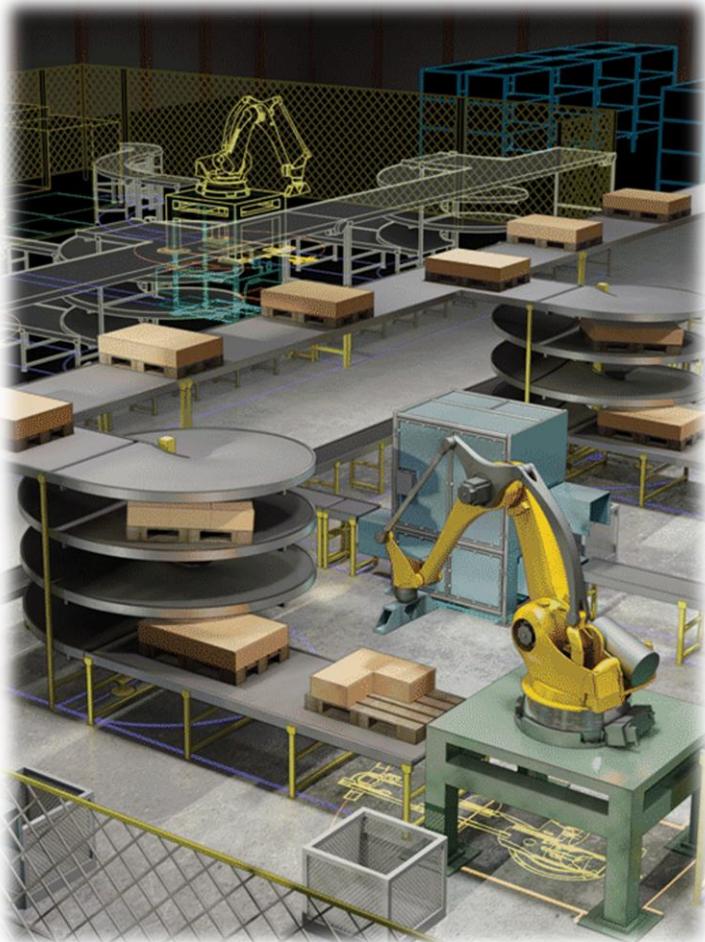
Arten der Produktdiversifikation



→ Nachfrage / Bedarf nach flexibleren und
reaktionsschnelleren Produktionssystemen.



Behebung durch den Einsatz der
Methoden und Werkzeuge (Instrumente) der
Digitalen Fabrik



Digitale Fabrik

Nutzeneffekte

Wettbewerbsvorteil



Quelle: <http://www.packworld.com/sites/default/files/styles/lightbox/public/Warehouse2.gif?itok=Nbw5fgPl>

Quelle: <http://www.cmawebline.org/ontarget/wp-content/uploads/2013/07/competitive-advantage.jpg>



Definition des Begriffs *Digitale Fabrik* gemäß der VDI-Richtlinie 4499-1:

Die Digitale Fabrik ist der Oberbegriff für ein umfassendes Netzwerk von digitalen Modellen, Methoden und Werkzeugen – u. a. der Simulation und der dreidimensionalen Visualisierung –, die durch ein durchgängiges Datenmanagement integriert werden.

Ihr Ziel ist die ganzheitliche Planung, Evaluierung und laufende Verbesserung aller wesentlichen Strukturen, Prozesse und Ressourcen der realen Fabrik in Verbindung mit dem Produkt.

- Schwerpunkt der Digitalen Fabrik liegt auf
 ⇒ der Produktionsplanung und der Gestaltung der Fabrik.
- Produktionsplanung
 ⇒ Planung der Prozesse
 ⇒ Planung der Produktionssysteme

Grundverständnis der Digitalen Fabrik

Digitale Fabrik

Virtuelle Fabrik

Planung

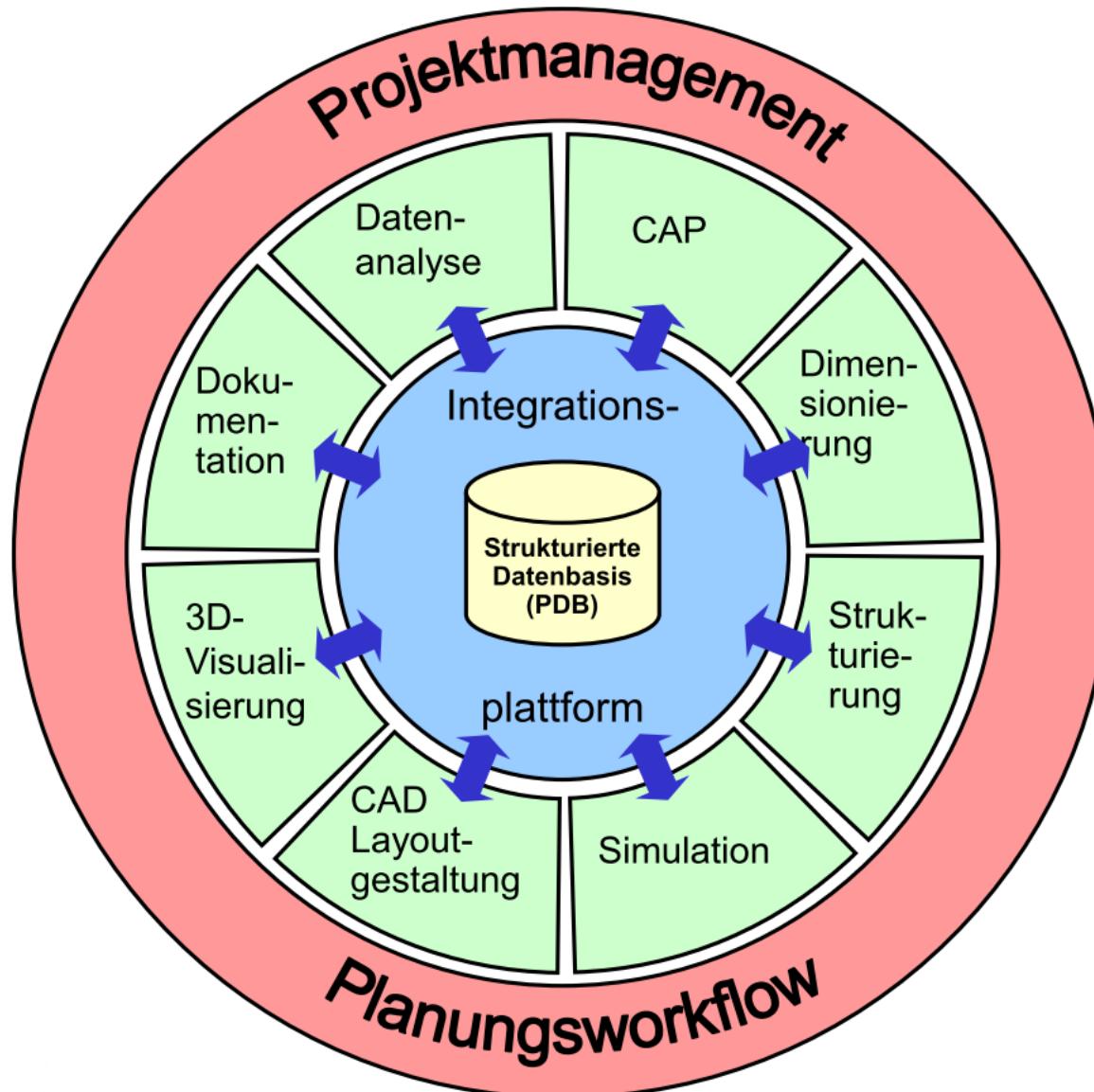
Modelle
Simulation

Daten

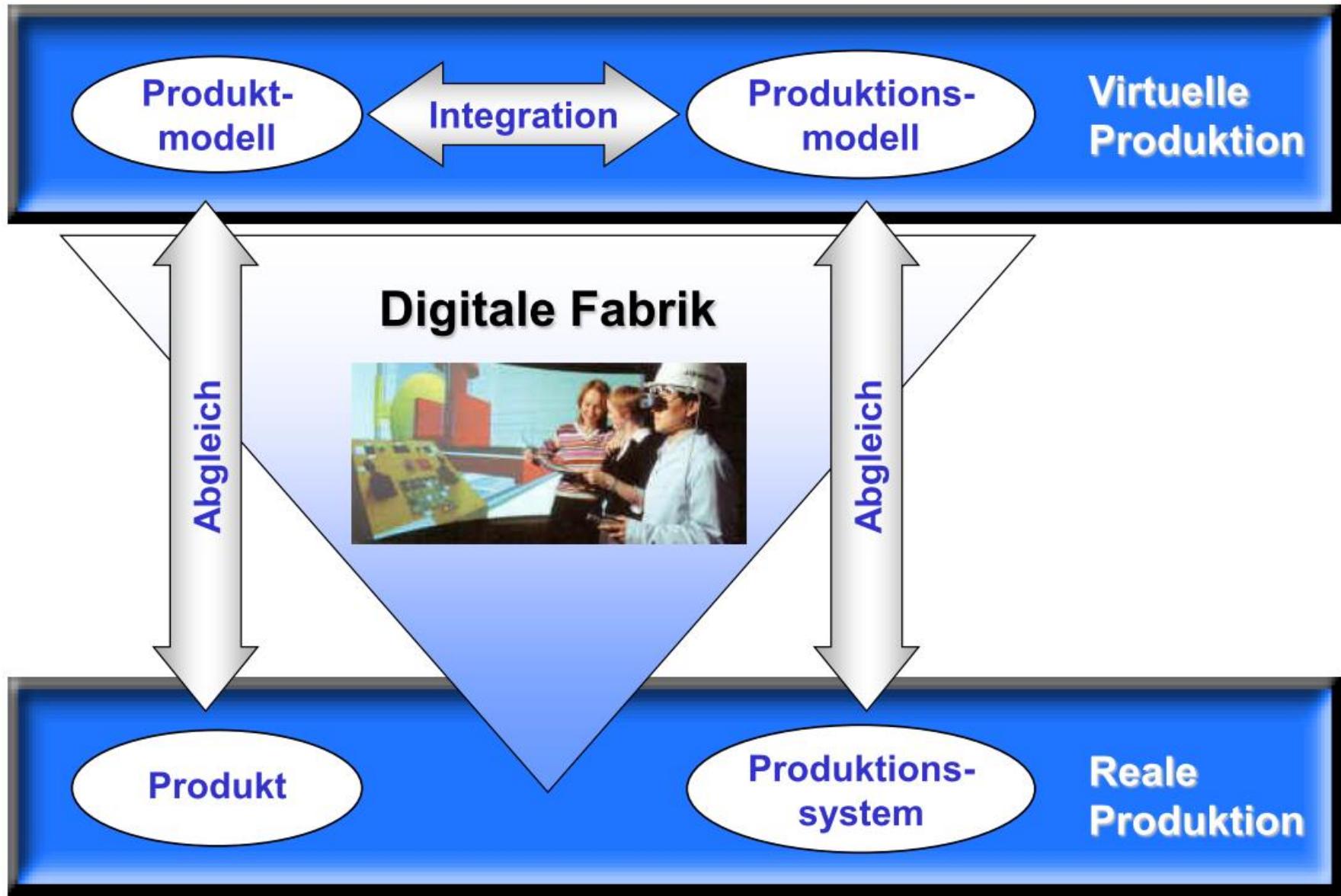
Reale Fabrik

Quelle: Abgrenzung Digitale Fabrik KÜHN, W.: Digitale Fabrik – Fabriksimulation für Produktionsplaner. München: Hanser Verlag 2006

Datenbank als Integrationskern



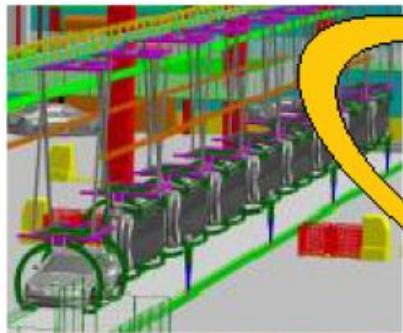
Digitale Fabrik als Bindeglied



Digitale Fabrik als Bindeglied

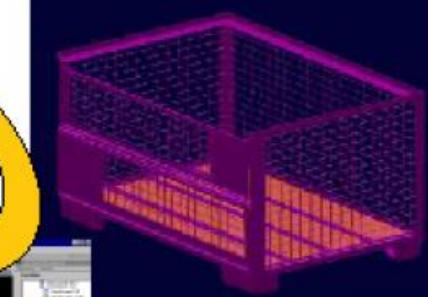
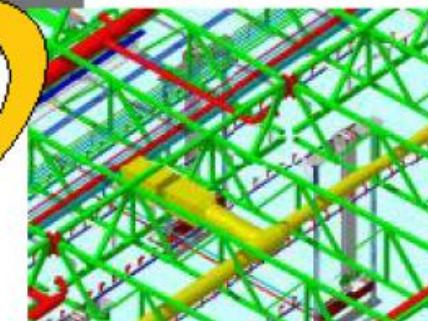
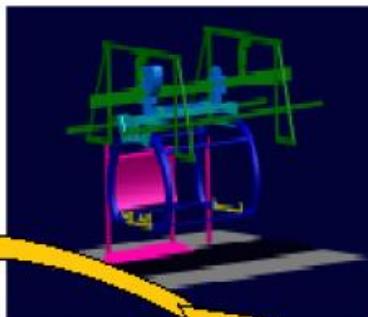
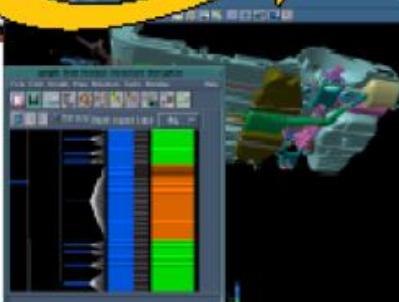
Fertigungsprozess

- Produktionslayout
- Verbaureihenfolge
- Fertigungsmittel
- Fördertechnik etc.



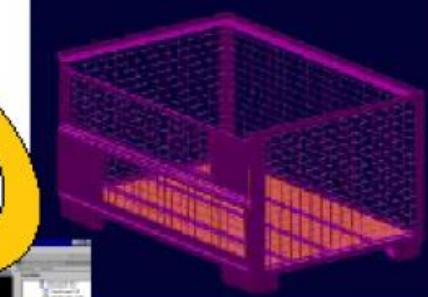
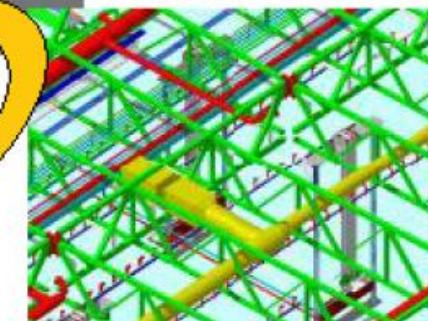
Produkt

- Geometrie
- Konfiguration
- Toleranzen
- etc.



Gebäude / Medien

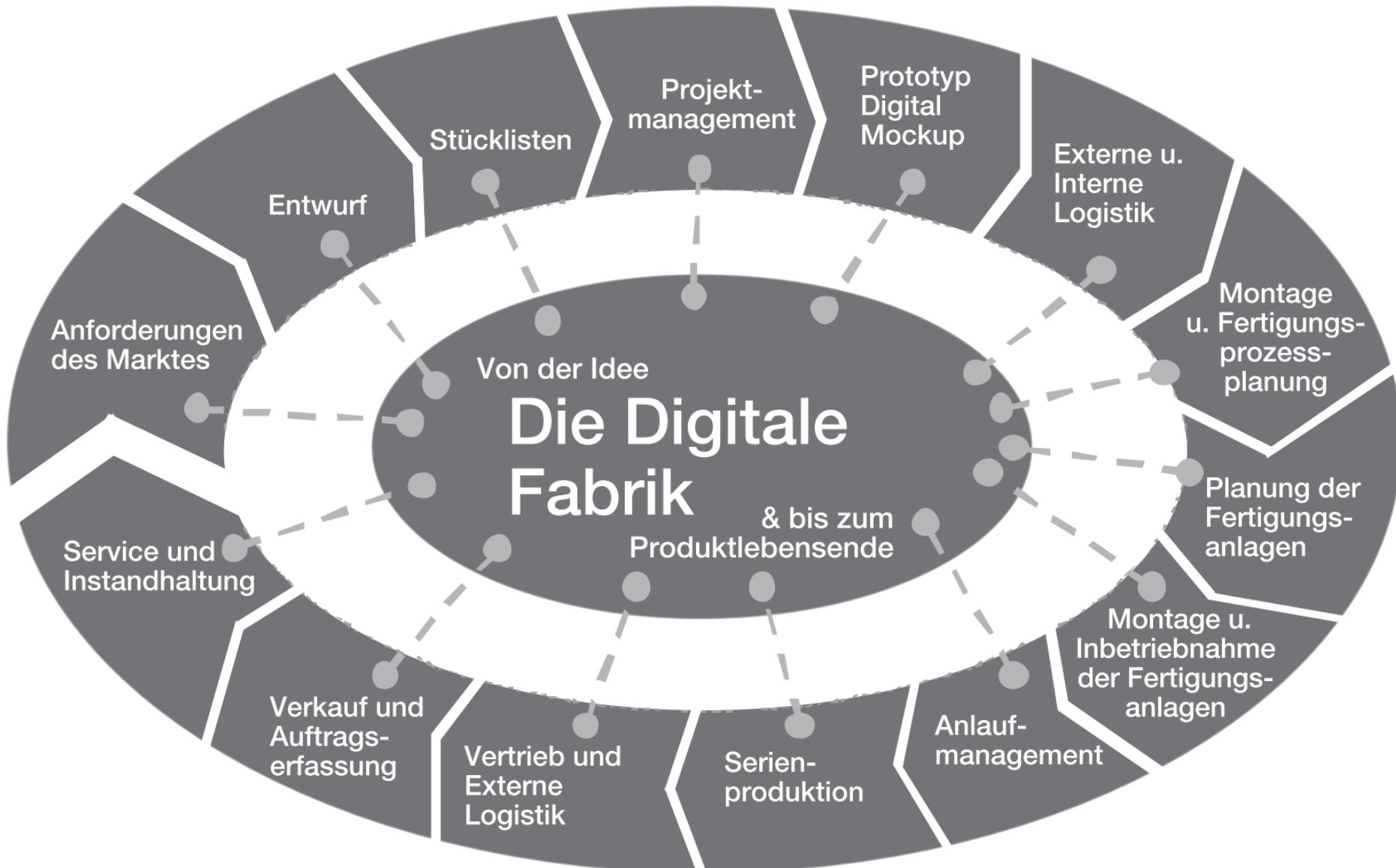
- Gebäudestruktur
- Flächen
- Deckenhöhen
- Gruben/Bühnen
- Säulenraster etc.



Logistik

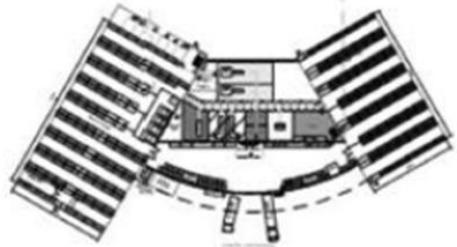
- Behälter
- Versorgungskette
- Bandbereitstellung
- etc.

Quelle: BMW AG



Digitale Fabrik – Ausgewählte Handlungsfelder

Fabrik- und Gebäudeplanung



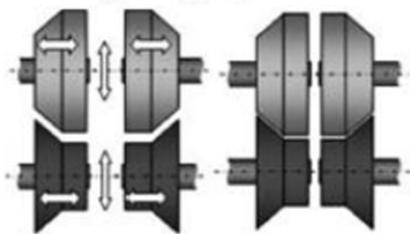
Ausrüstungsplanung



Produktionsplanung



Fertigungsprozesse



**Digitale
Fabrik**

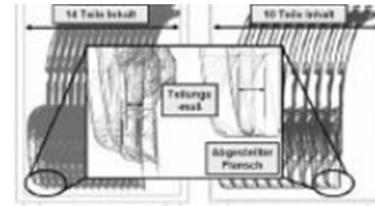
Produktionslayoutplanung



Logistik- und Materialflussplanung



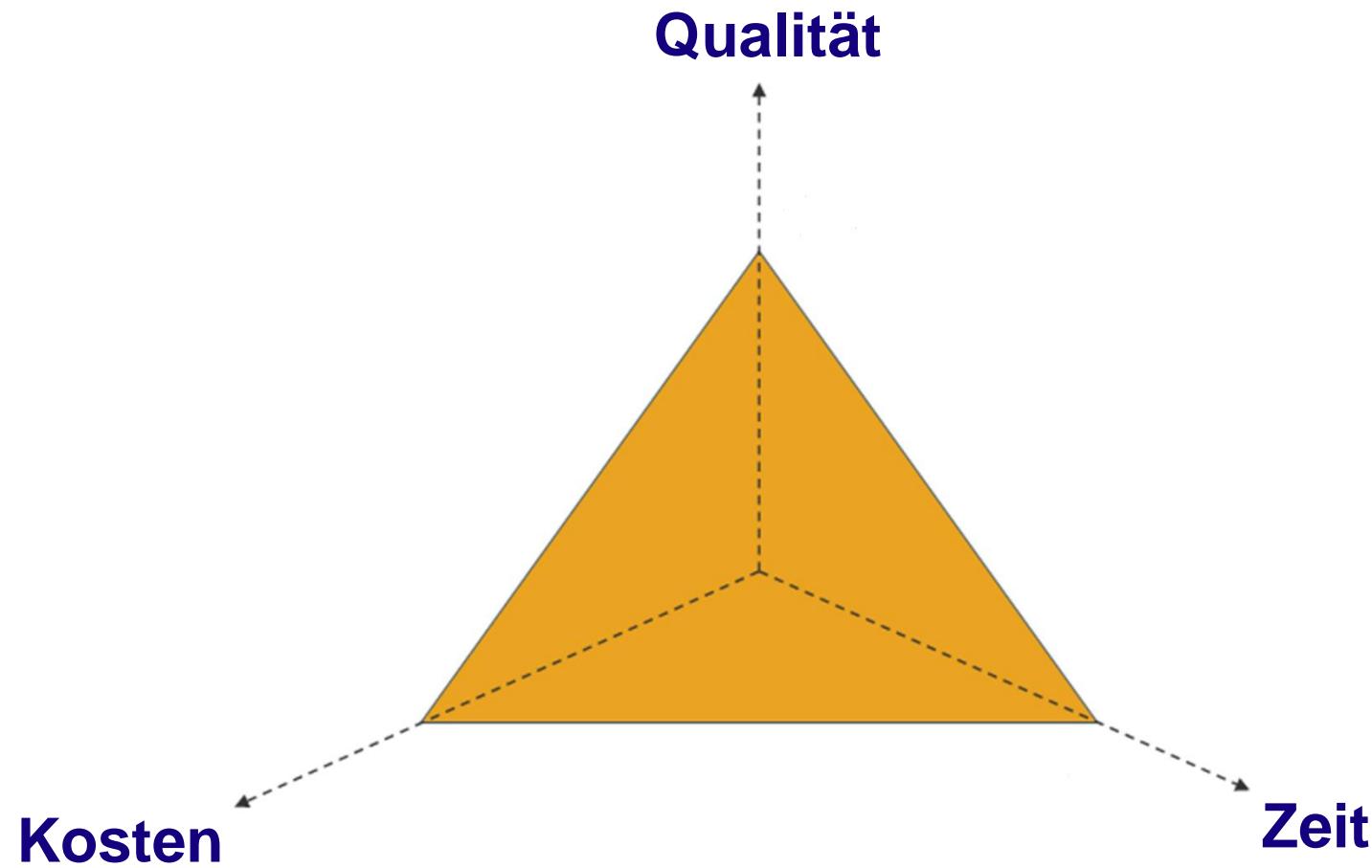
Logistikgerechte Produktentwicklung



Anlagenplanung und -anlauf



Magisches Dreieck



Ziele

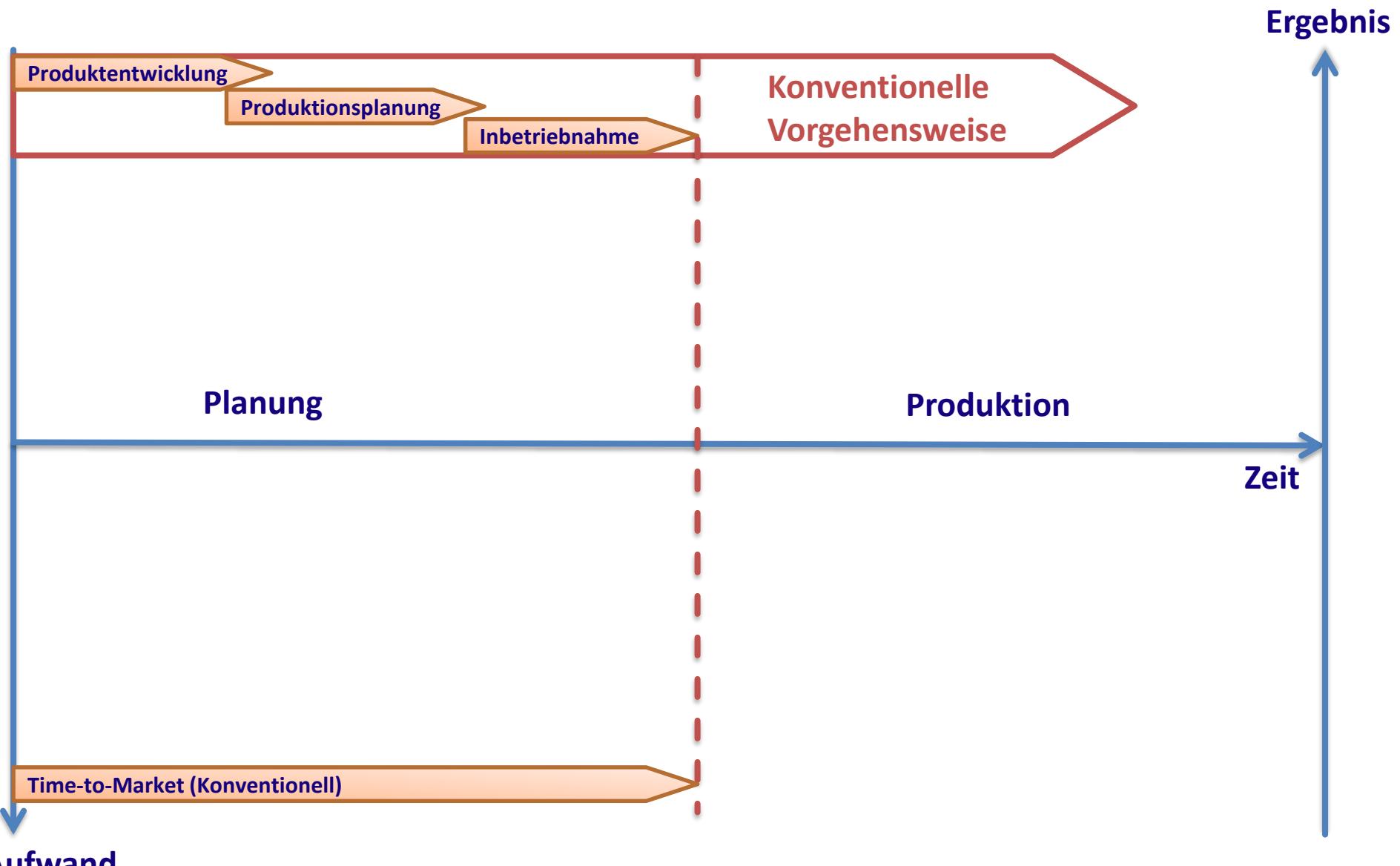


Ziele



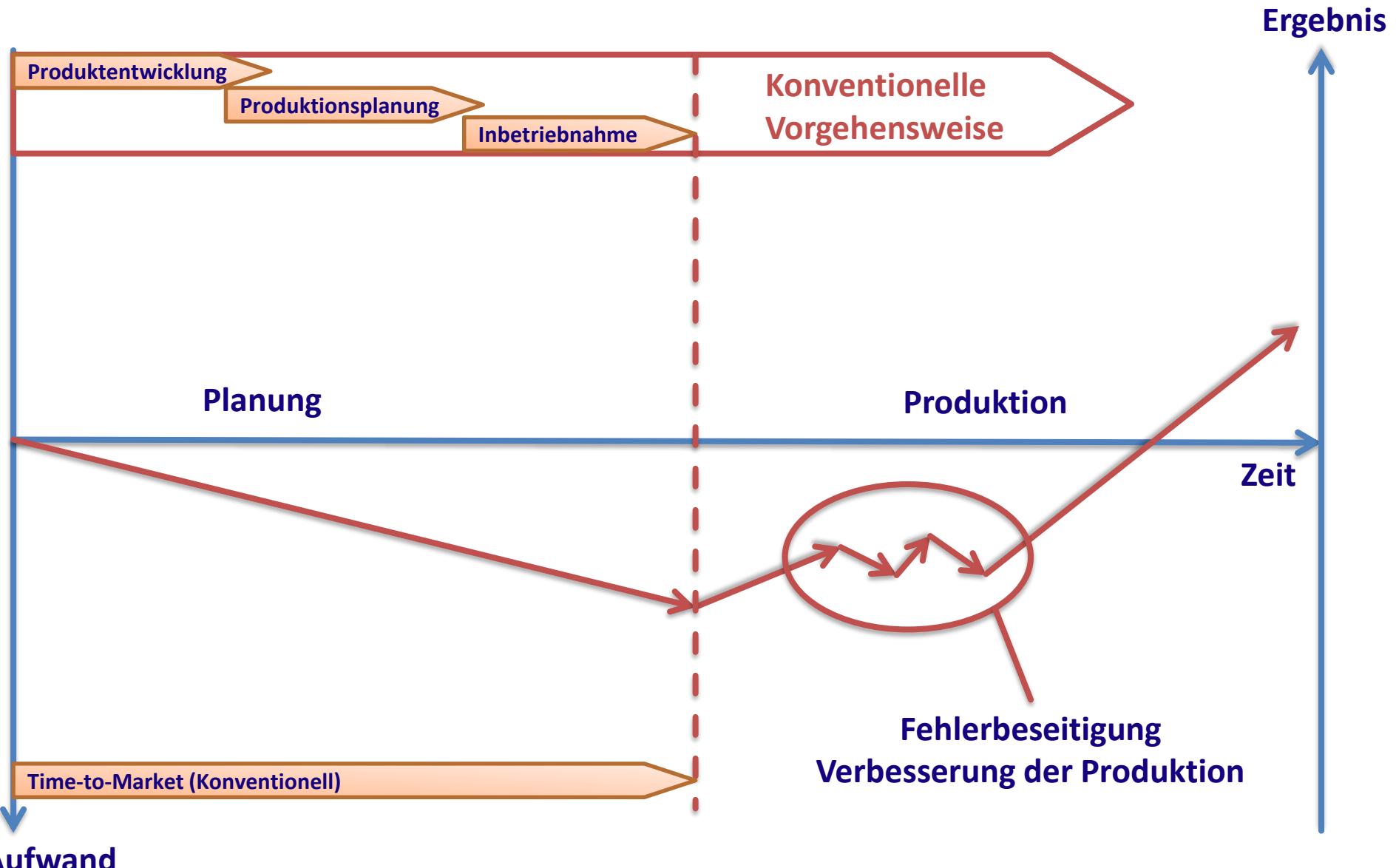
Nach: Ziele der Digitalen Fabrik KÜHN, W.: Digitale Fabrik – Fabriksimulation für Produktionsplaner. München: Hanser Verlag 2006

Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Unternehmen



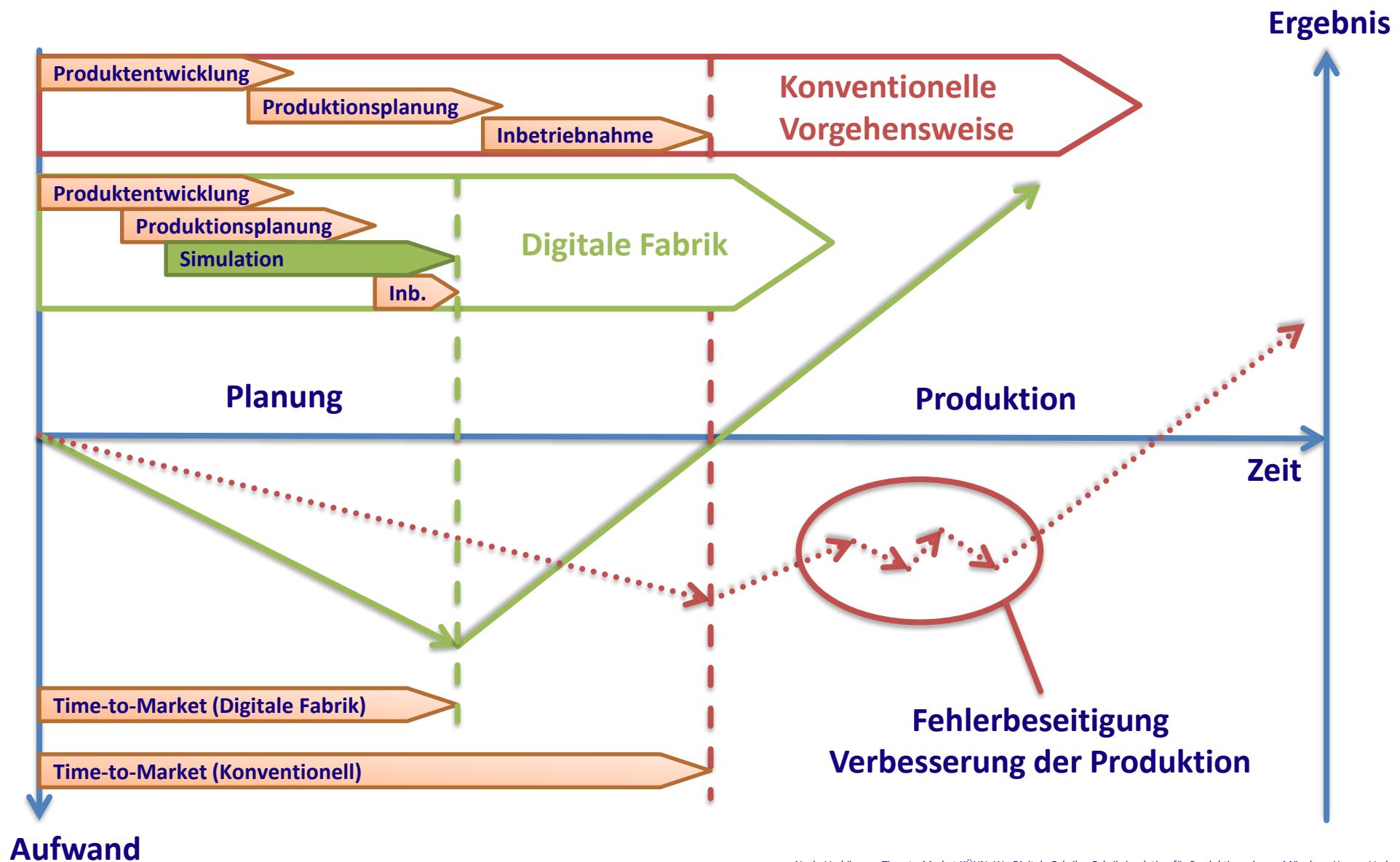
Nach: Verkürzung Time-to-Market KÜHN, W.: Digitale Fabrik – Fabriksimulation für Produktionsplaner. München: Hanser Verlag 2006

Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Unternehmen



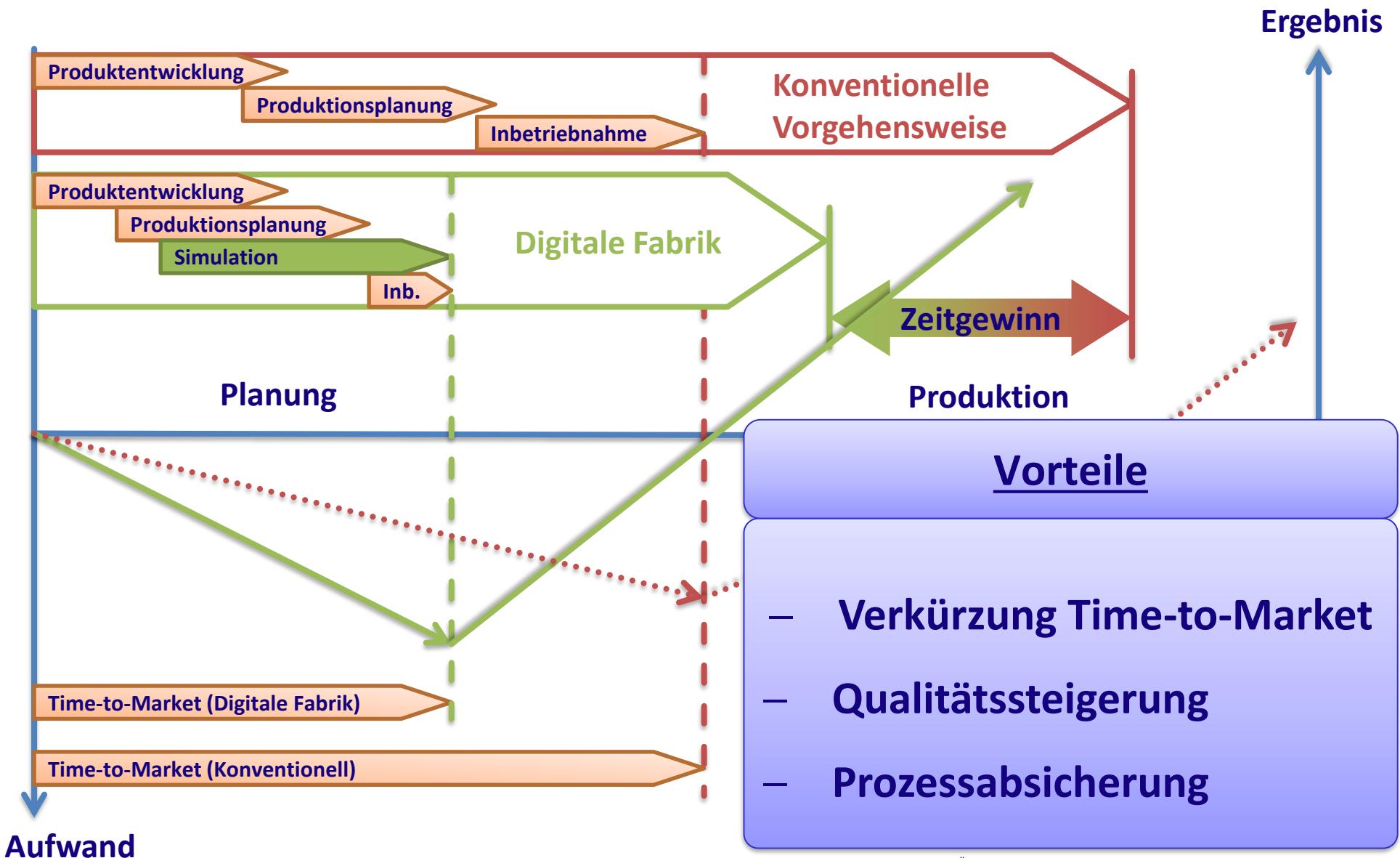
Nach: Verkürzung Time-to-Market KÜHN, W.: Digitale Fabrik – Fabriksimulation für Produktionsplaner. München: Hanser Verlag 2006

Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Unternehmen

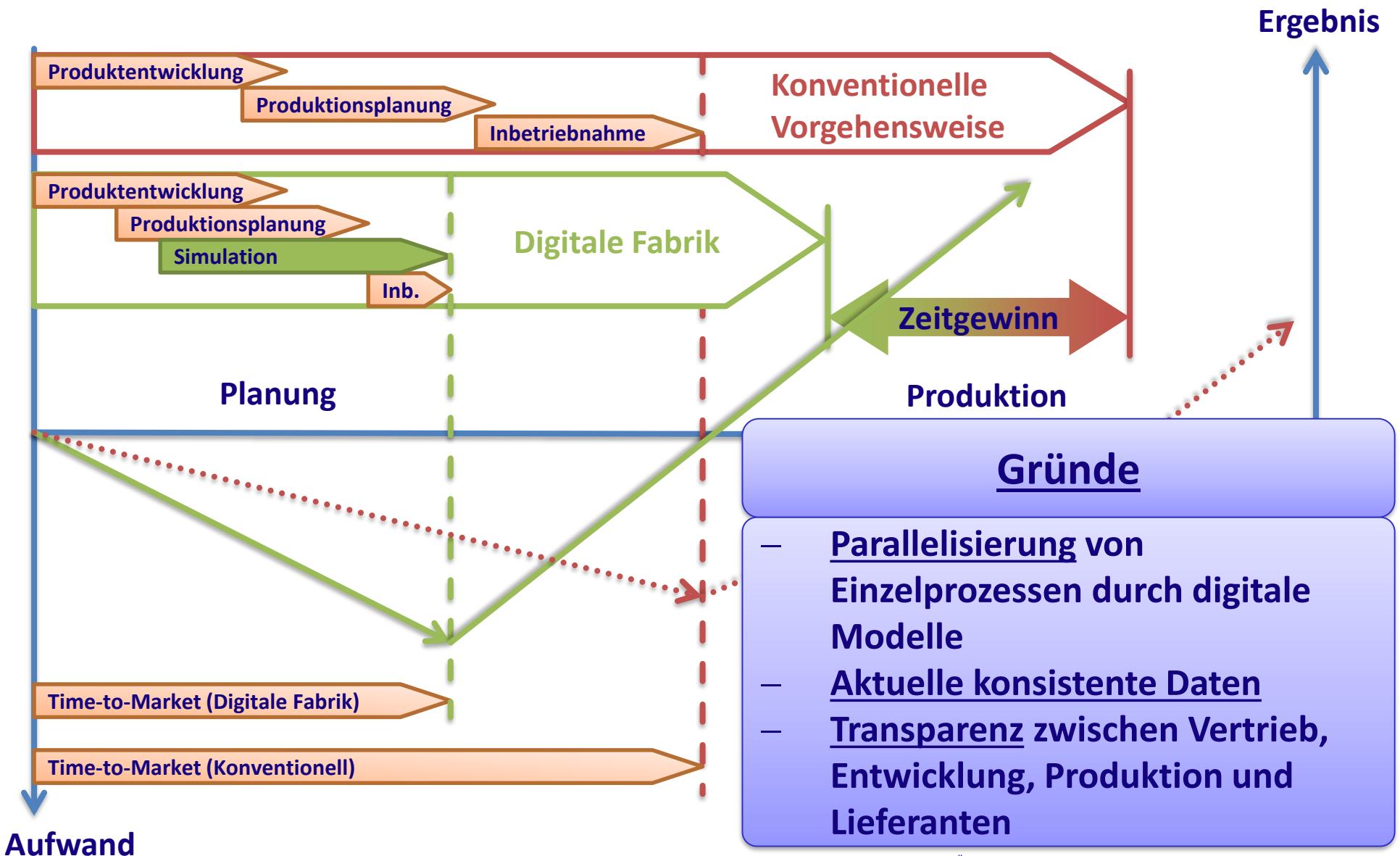


Nach: Verkürzung Time-to-Market KÜHN, W.: Digitale Fabrik – Fabriksimulation für Produktionsplaner. München: Hanser Verlag 2006

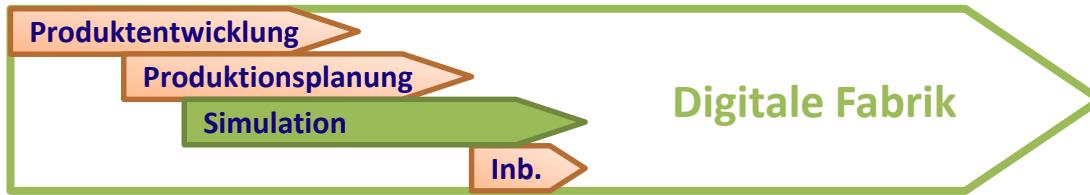
Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Unternehmen



Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Unternehmen



Nach: Verkürzung Time-to-Market KÜHN, W.: Digitale Fabrik – Fabriksimulation für Produktionsplaner. München: Hanser Verlag 2006



Kommunikation

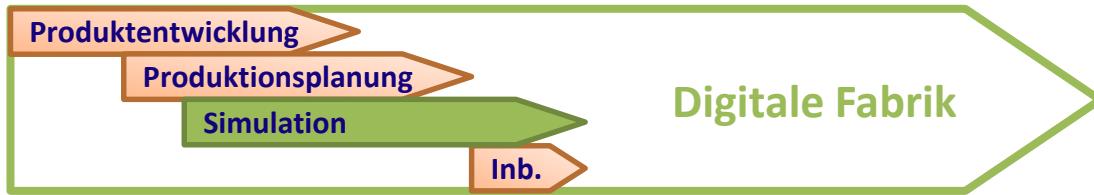
Transparente Kommunikation zwischen
Produktionsplanung und
Produktentwicklung.

- Nutzung einheitlicher und durchgängiger Planungsdaten
- Verteilte, parallele und standortübergreifende Planung
- anschauliche Visualisierung
- Daten, Modelle und Werkzeuge der Digitalen Fabrik stellen eine leistungsfähige Plattform dar.

Planungsqualität

Steigerung der Planungsqualität durch
Integration des Planungsprozesses.

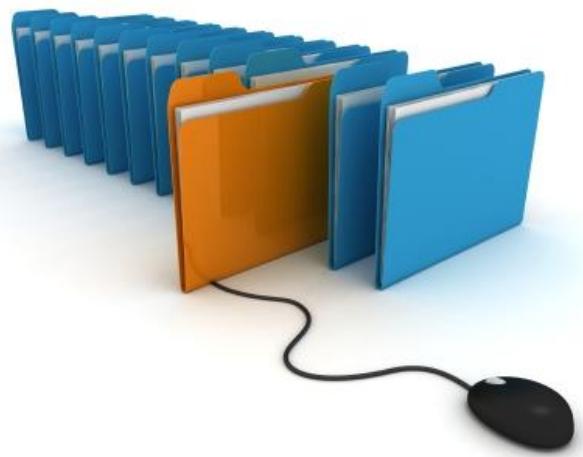
Standardisierung



http://rainydayuk.com/wp-content/uploads/2011/09/Recycle_Logo_by_Har1.png

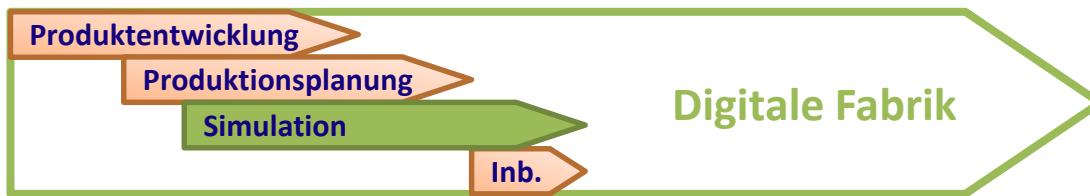


<http://www.docuxplorer.com/Portals/0/Docuxplorer.jpg>



Standardisierung von Planungsprozessen

- **Wiederverwendbarkeit von Planungsergebnissen**
- **Erleichtert die Dokumentation und Archivierung von Daten**
 - **Alle generierten Daten, wie auch**
 - **Planungsfortschritte und Planungsstände**



Wissenserwerb und -erhalt

- **Einer der wichtigsten Ziele der Digitalen Fabrik**
- **Vermittlung und Speicherung von Wissen**
 - **Mit Hilfe von Daten, Planungstechniken, Methoden und Modellen**
- **Produktentwicklern und Produktionsplanern soll durch ausgereifte Kommunikation und Systematik der Wissenstransfer erleichtert werden und Wissen wiederzuverwenden.**
- **Fehler bereits zu Planungsbeginn vermeidbar**
- **Geplante Ziele schneller erreichbar**
- **Effiziente Einarbeitung neuer Mitarbeiter**

Die Digitale Fabrik

Methoden und Werkzeuge

Digitale Fabrik – Industrie 4.0



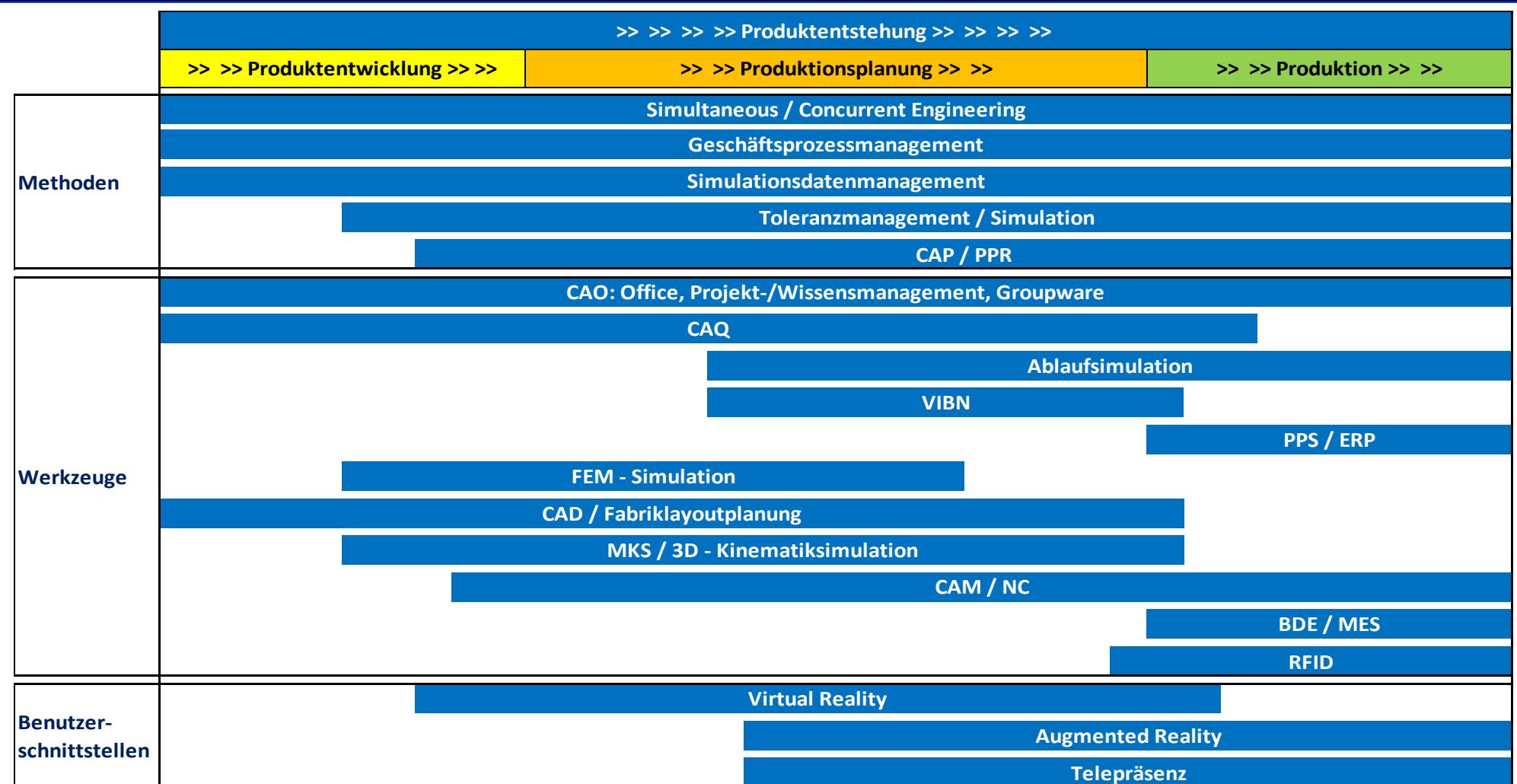
https://www.bilder.tu-clausthal.de/fileadmin/Bilder/Forschen/TUClausthal_Digitale_Fabrik.jpg



<http://www.wiwo.de/images/industrie-4-0/11454812/2-format2101.jpg>

- Es gibt in den westlichen Ländern unterschiedliche Vorgehensweisen zur Realisierung der *Fertigung der Zukunft*
- Deutschland: Einsatz neuer Automatisierungslösungen zur Produktivitätssteigerung → Weiterentwicklung
- USA + andere Länder: Produktionskapazitäten wieder aufbauen

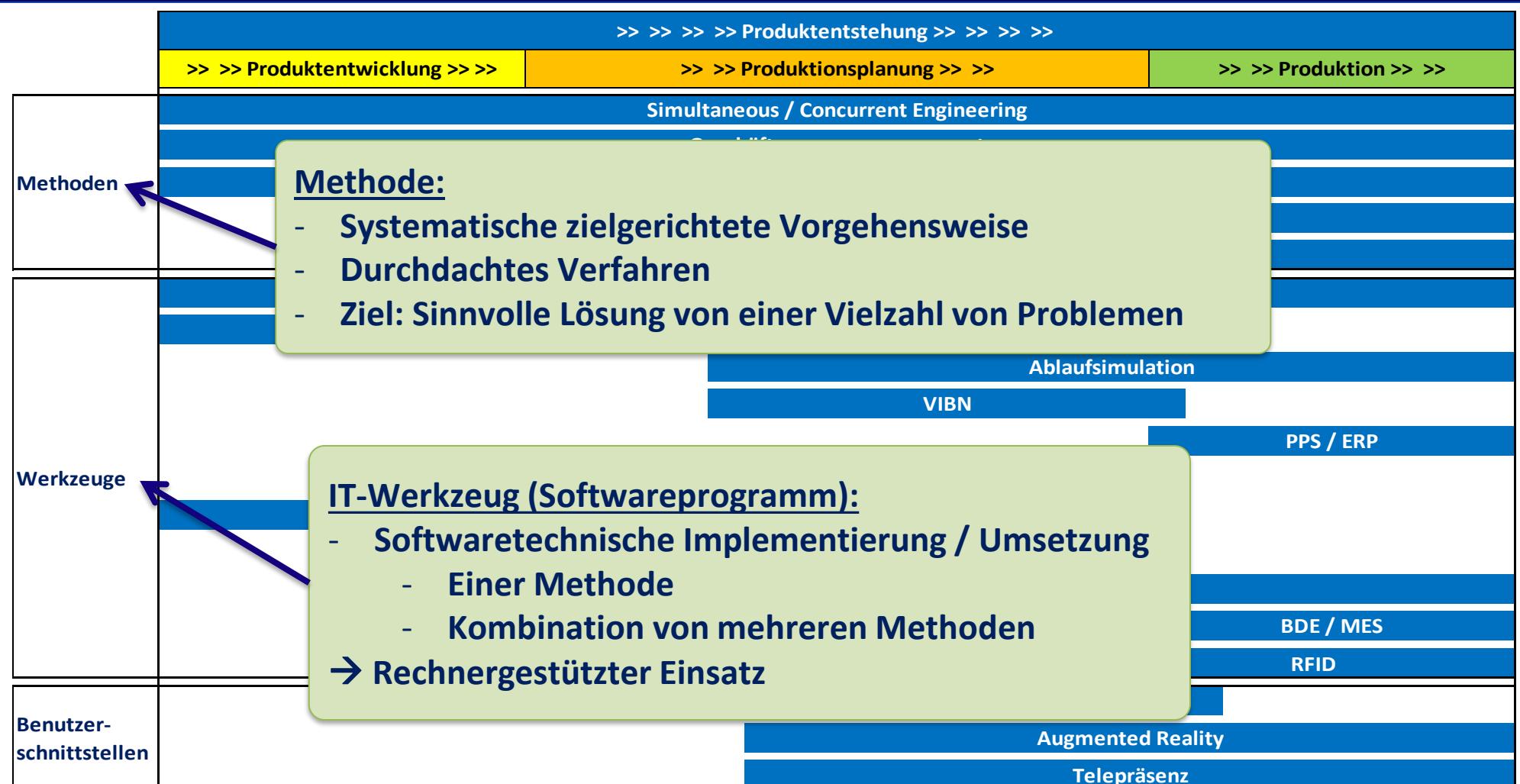
Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik



Legende

3D	- Dreidimensional	CAQ	- Computer Aided Quality Assurance	PPR	- Produkt-Prozess-Ressourcen
BDE	- Betriebsdatenerfassung	ERP	- Enterprise Resource Planning	PPS	- Produktionsplanung und -steuerung
CAD	- Computer Aided Design	FEM	- Finite-Elemente-Methode	RFID	- Radio Frequency Identification
CAM	- Computer Aided Manufacturing	MES	- Manufacturing-Execution-System	VIBN	- Virtuelle Inbetriebnahme
CAO	- Computer Aided Office	MKS	- Mehrkörpersimulation		- Phase
CAP	- Computer Aided Planning	NC	- Numeric Contorl		- Einsatzspanne der Technik

Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik



Legende

3D	- Dreidimensional	CAQ	- Computer Aided Quality Assurance	PPR	- Produkt-Prozess-Ressourcen
BDE	- Betriebsdatenerfassung	ERP	- Enterprise Resource Planning	PPS	- Produktionsplanung und -steuerung
CAD	- Computer Aided Design	FEM	- Finite-Elemente-Methode	RFID	- Radio Frequency Identification
CAM	- Computer Aided Manufacturing	MES	- Manufacturing-Execution-System	VIBN	- Virtuelle Inbetriebnahme
CAO	- Computer Aided Office	MKS	- Mehrkörpersimulation		- Phase
CAP	- Computer Aided Planning	NC	- Numeric Control		- Einsatzspanne der Technik

Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik

>>>>> **Produktentstehung** >>>>>

>> >> Produktentwicklung >> >>

>> >> Produktionsplanung >> >>

>> >> Produktion >> >>

Simultaneous / Concurrent Engineering

Geschäftsprozesse

Simulat

Simultaneous Engineering

Traditioneller Ablauf

Eine oder mehrere Korrekturschleifen

Eine oder mehrere Korrekturschleifen

Eine oder mehrere Korrekturschleifen

Marktanalysen, Konkurrenzstudien

Produktentwicklun
Markenstruktur

Produktionsplanung
Betriebsermittlung

Aufbau der Fertigproduktionsanlagen

Methoden

Werkzeuge

Benutzer- schnittstelle

Legende

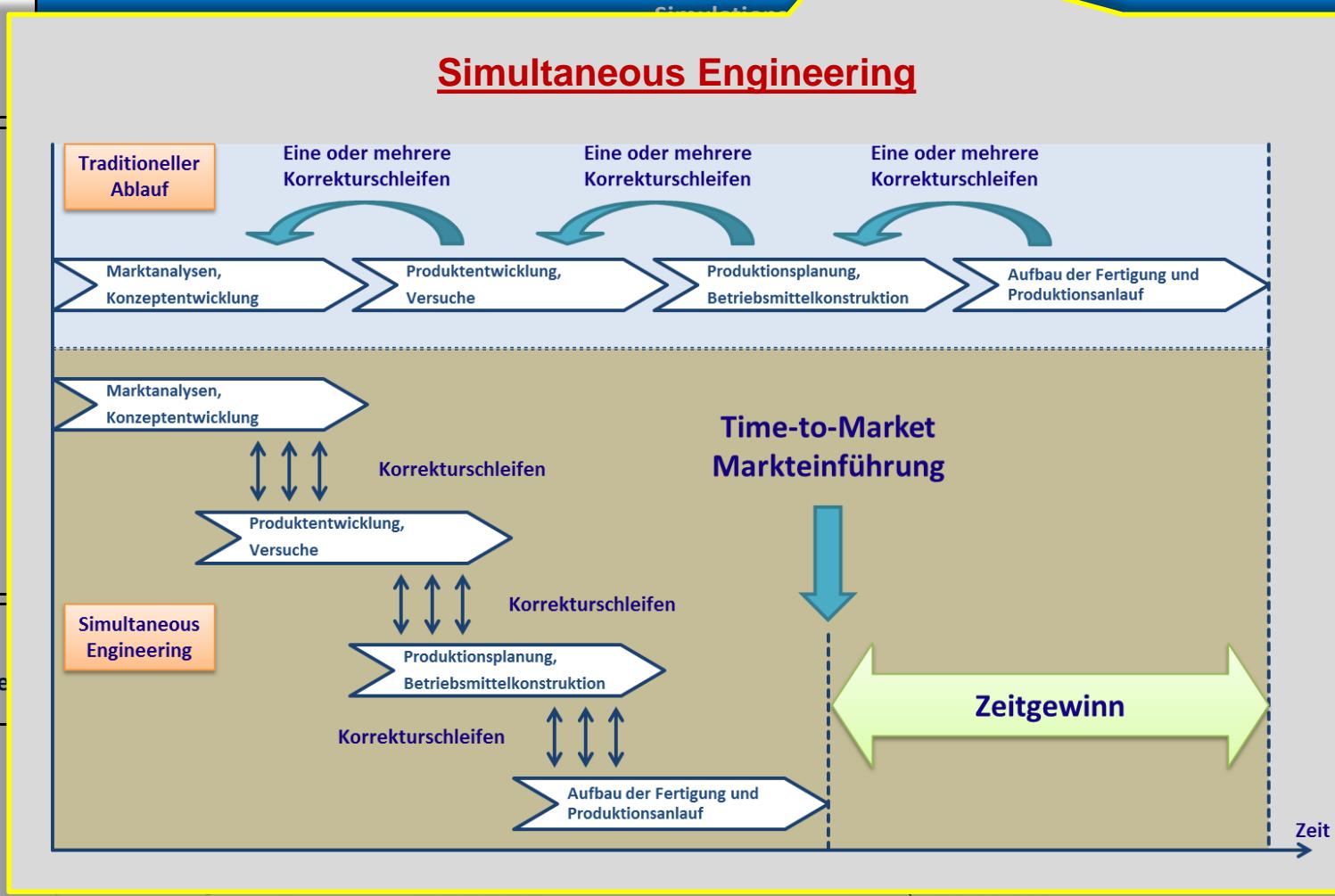
3D

BDE

CAD

CAM

CAO
GAR

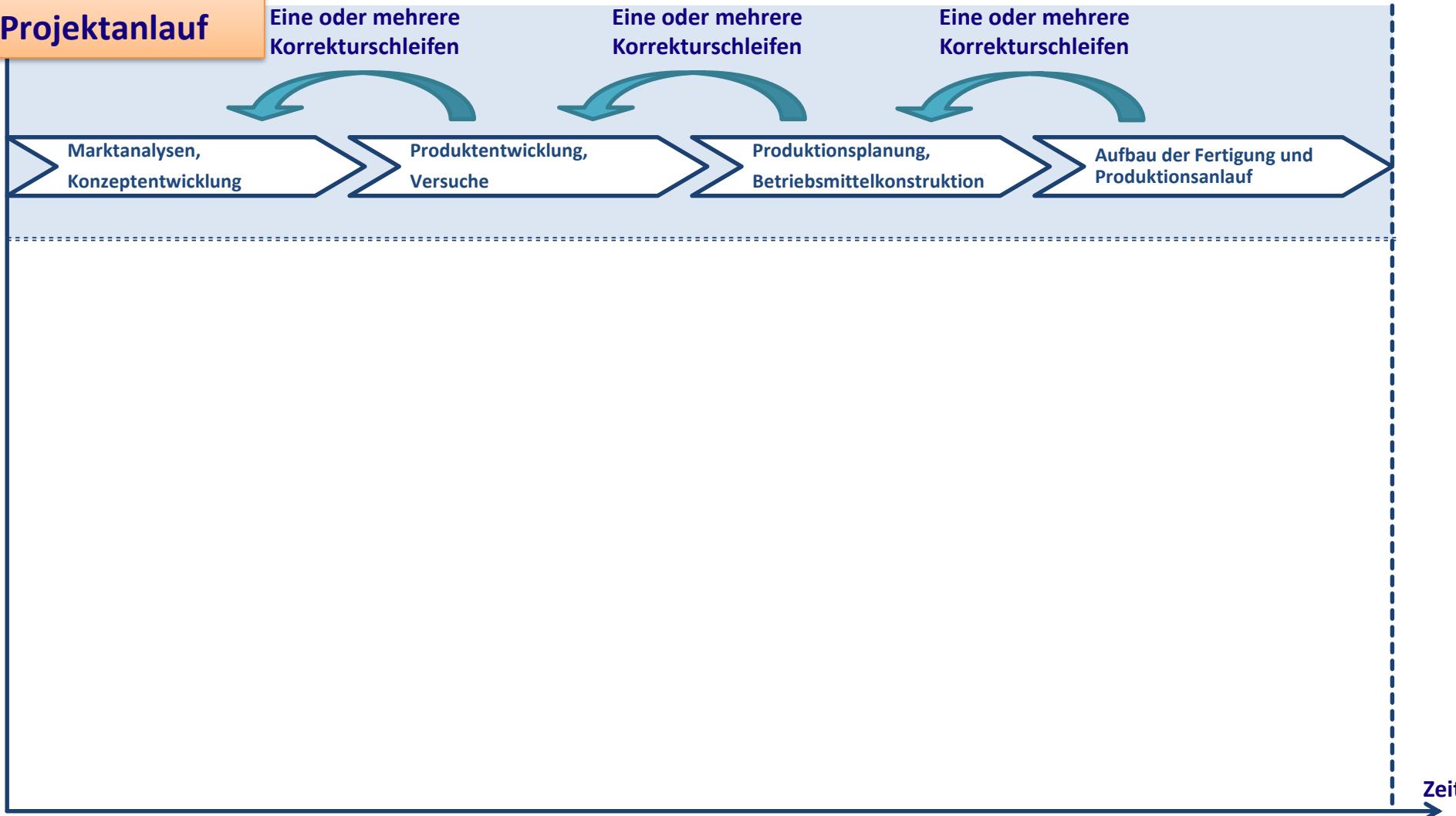


PPS / ERP

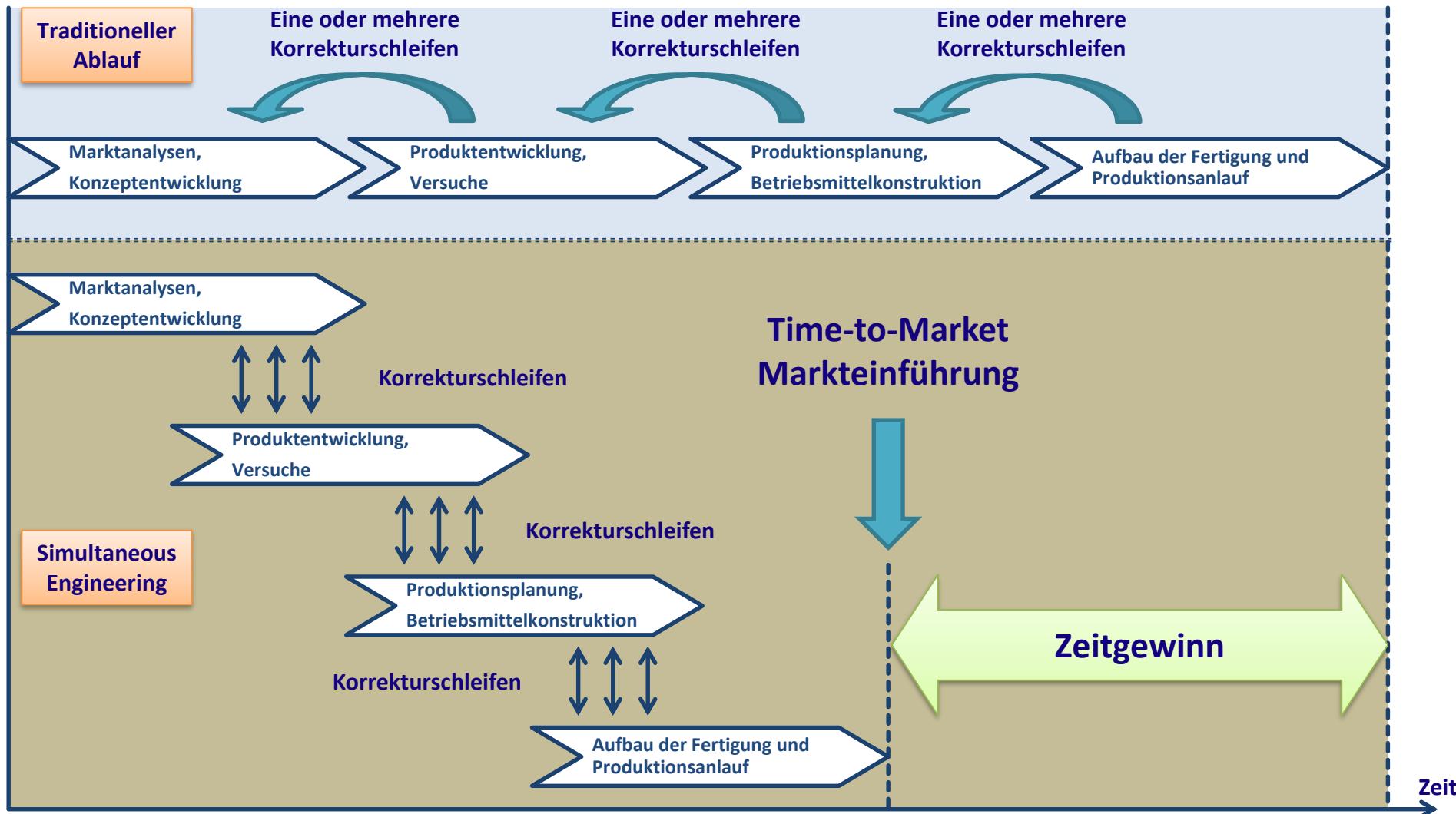
BDE / MES

REID

Traditioneller Projektanlauf



Nutzeneffekt Wirtschaftlichkeit



Nutzeneffekt Wirtschaftlichkeit



Simultaneous Engineering

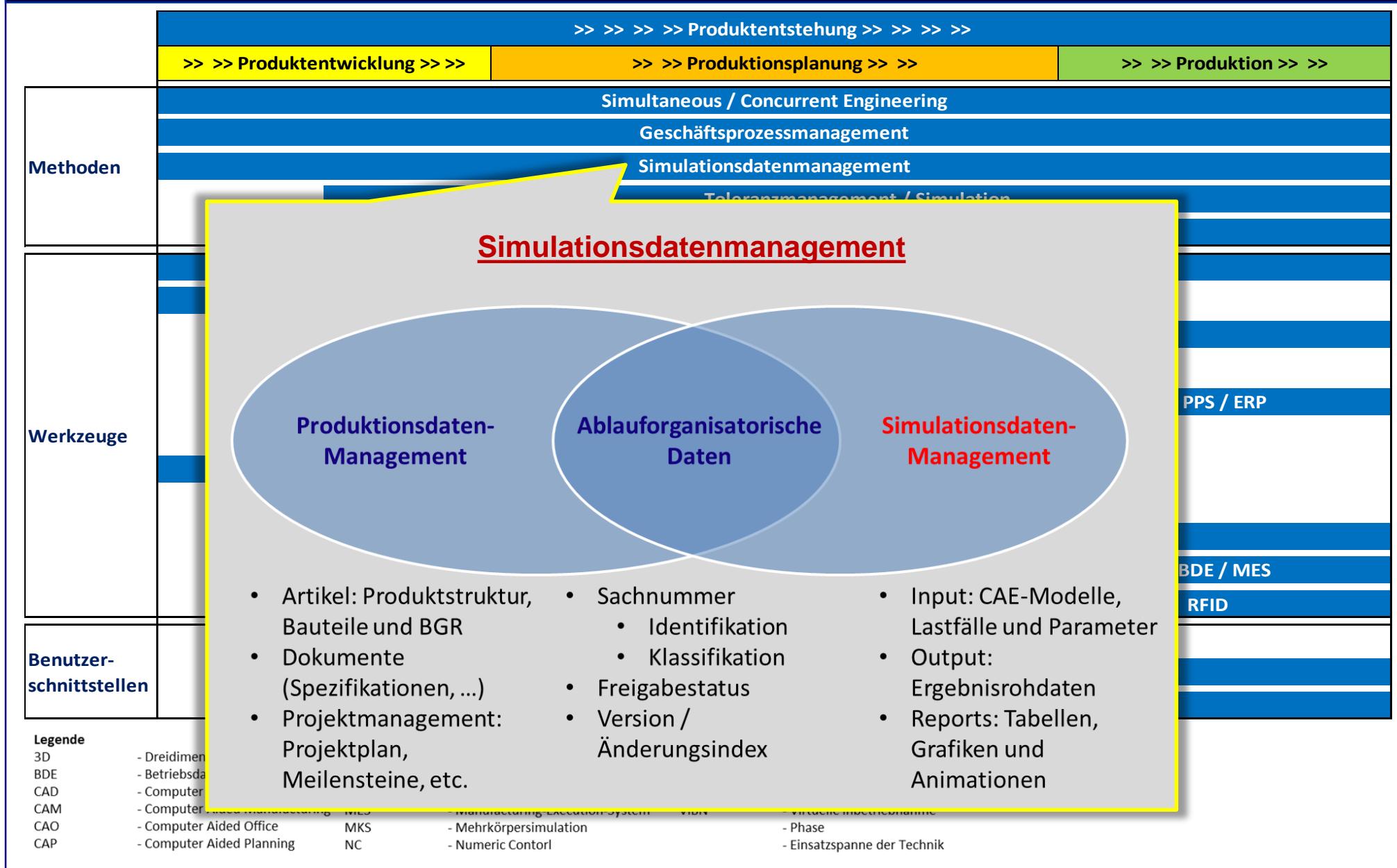
Qualität und Einheitlichkeit der Daten ...

- Einsatz der Produktionsplanung parallel zur Produktentwicklung
- Schnellere Reaktion auf Änderungen
 - Keine Wiederholschleifen aufgrund sich verändernder Grundvoraussetzungen
- Verbesserung der Planungsqualität
- Verkürzung Time-to-Market = niedrigere Kosten (Zeitaufwand wird monetär gemessen)
- Wettbewerbsvorteil
 - Pionier bzw. First-Mover

Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik



Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik



Kerntechnologie des ganzheitlichen Planungssystem der Digitalen Fabrik ist die **Simulation**.

Quelle: <https://www.flexsim.com/images/simulation-software/assembly/simulation.jpg>

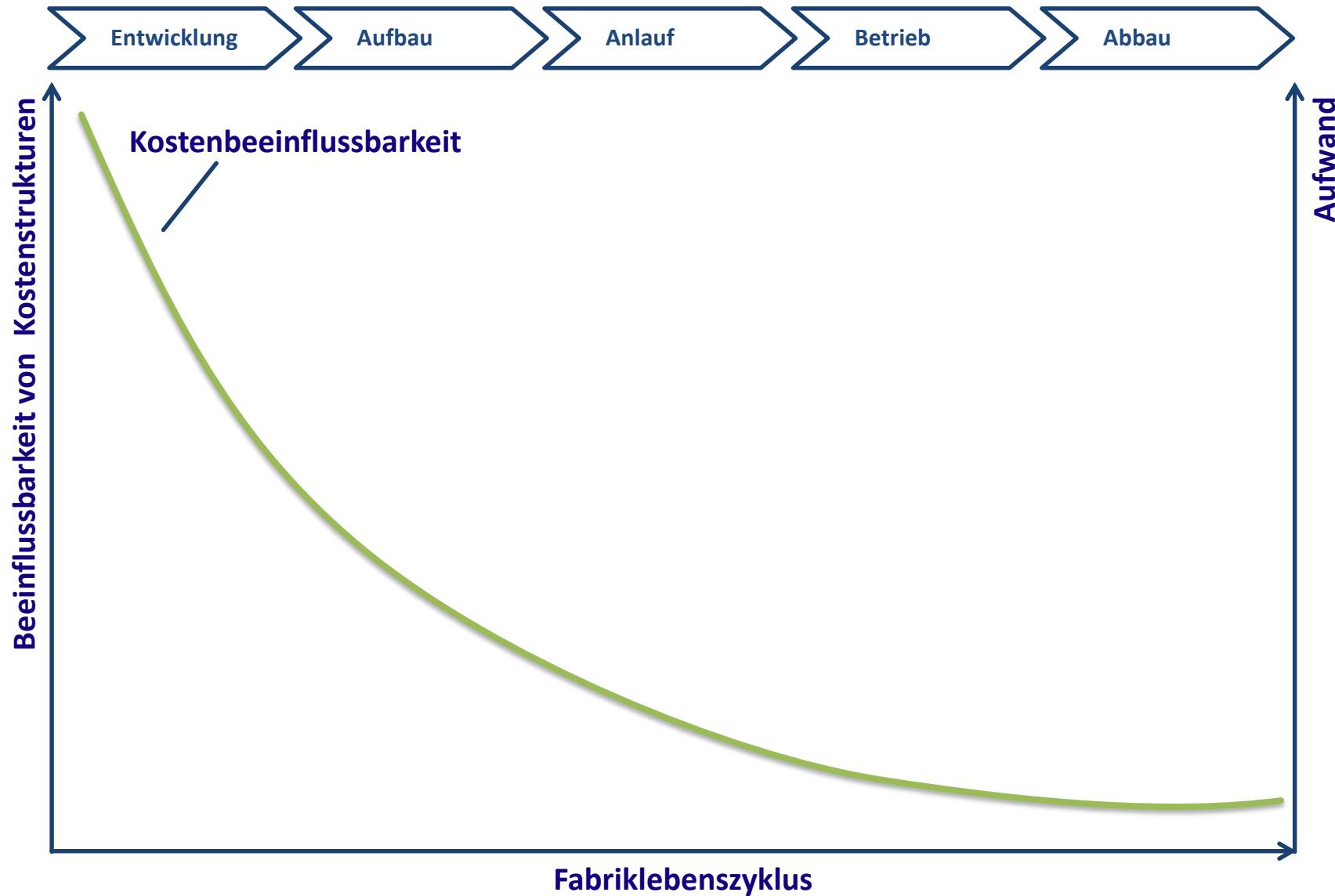


Quelle: http://www.refa-vdg.de/REFA_2005/vortra2.jpg

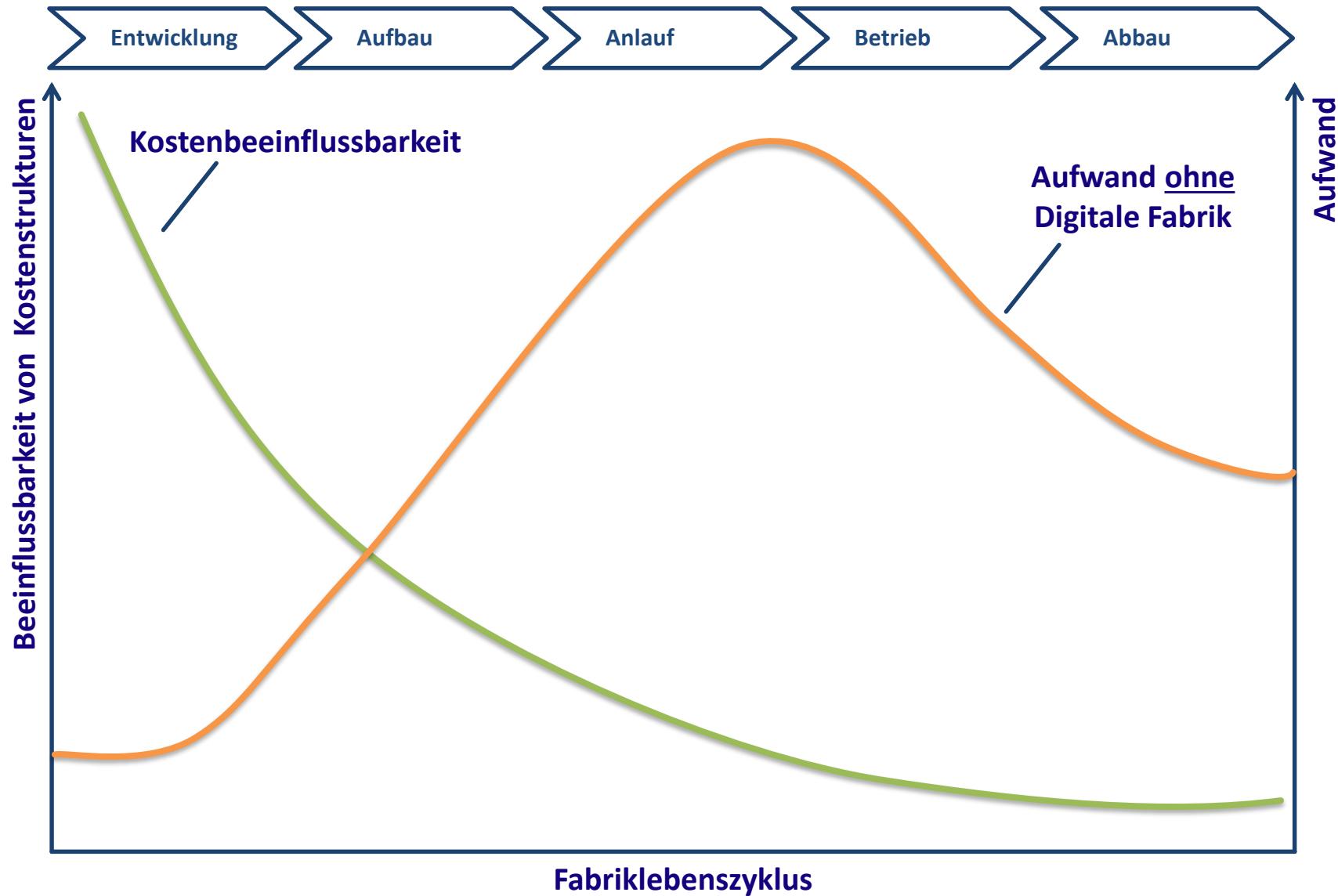


- **Steigerung der Planungsqualität**
- **Optimierung von Systemen ohne Gefährdung des laufenden Betriebs**
- **Auswahl von Alternativen möglich**
- **Simulation im Zeitraffer**
- **Übergangstestdurchläufe zwischen verschiedenen Zuständen**
- **Nutzenpotenzial durch Front-Loading**

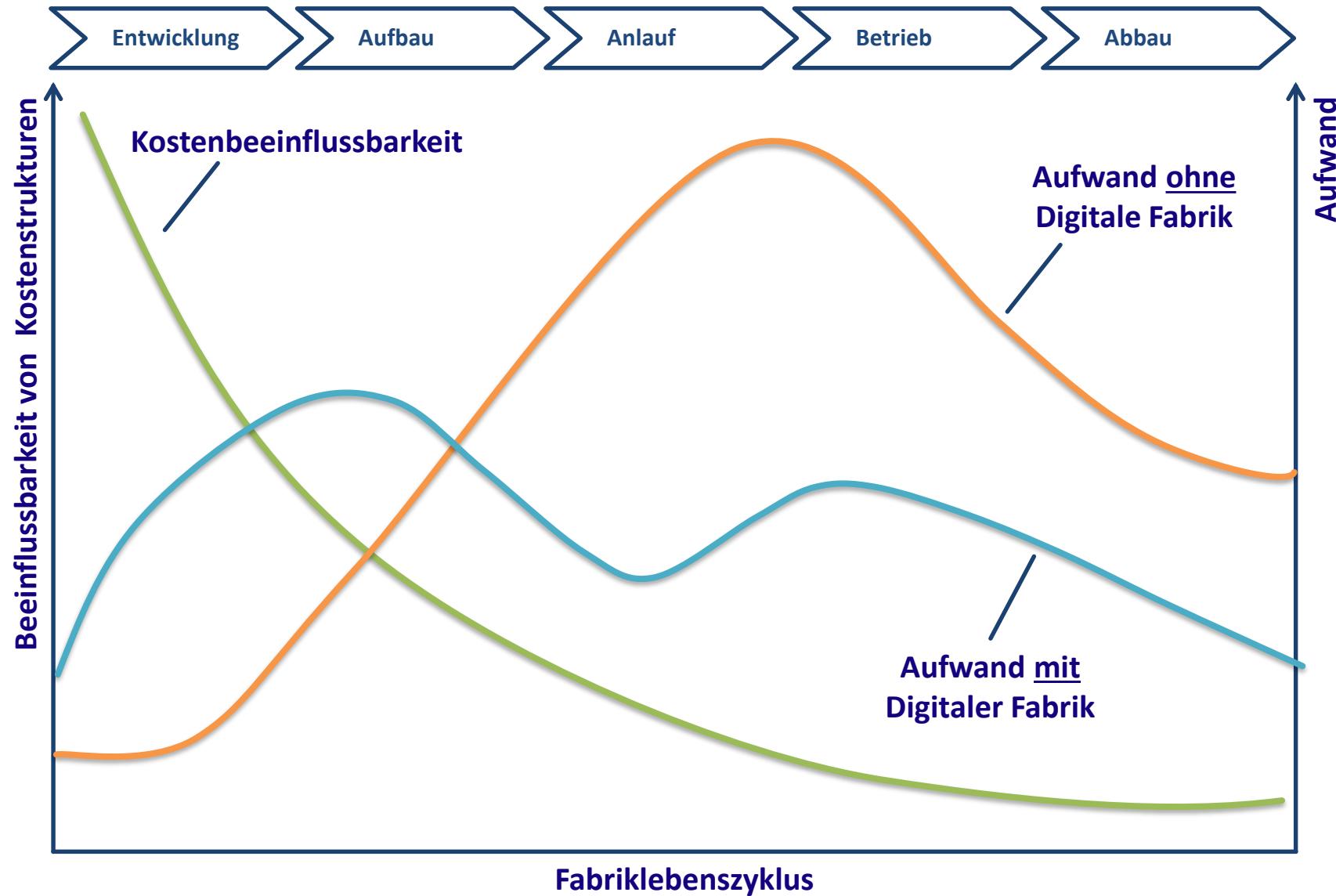
Nutzeneffekt Planungsqualität



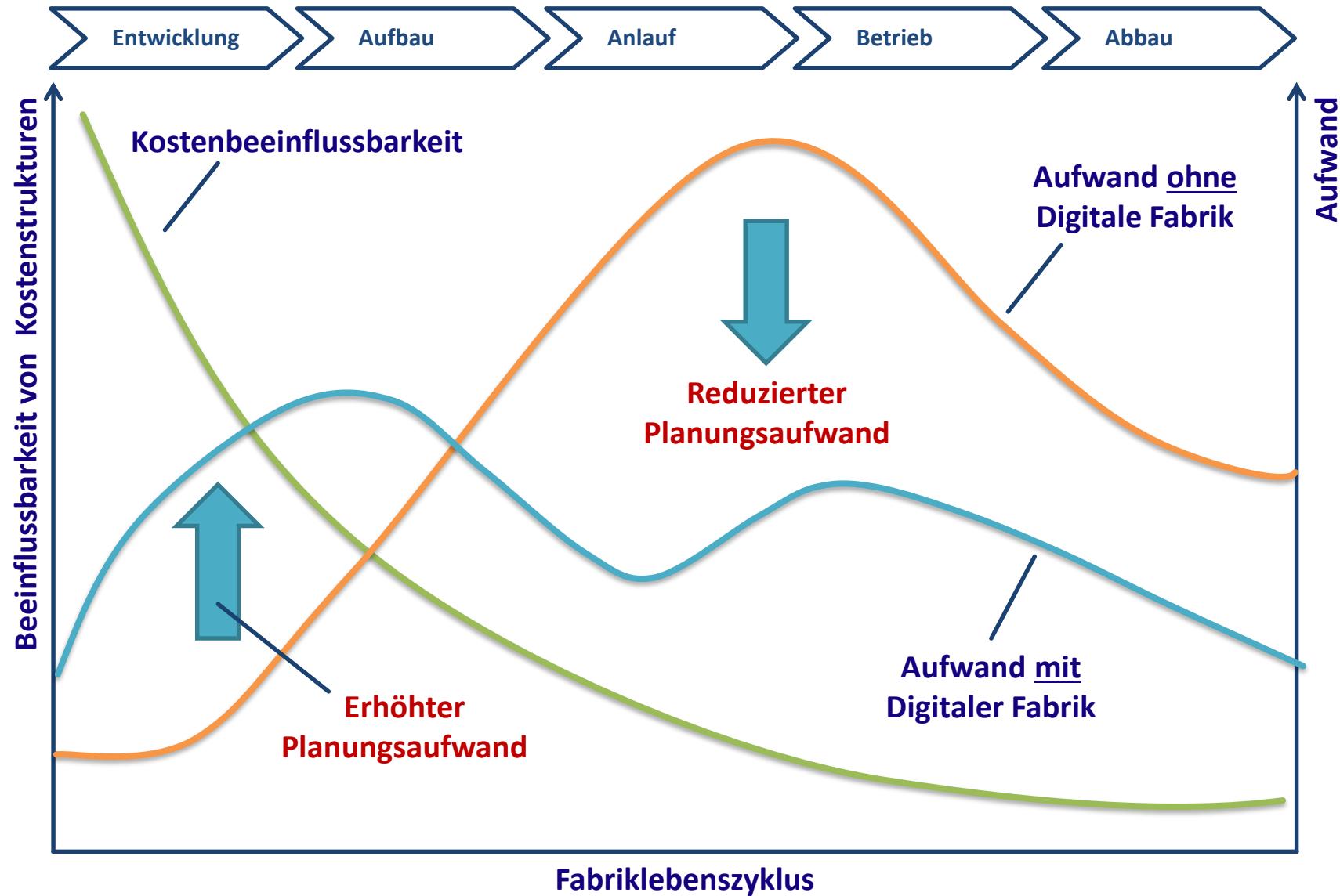
Nutzeneffekt Planungsqualität



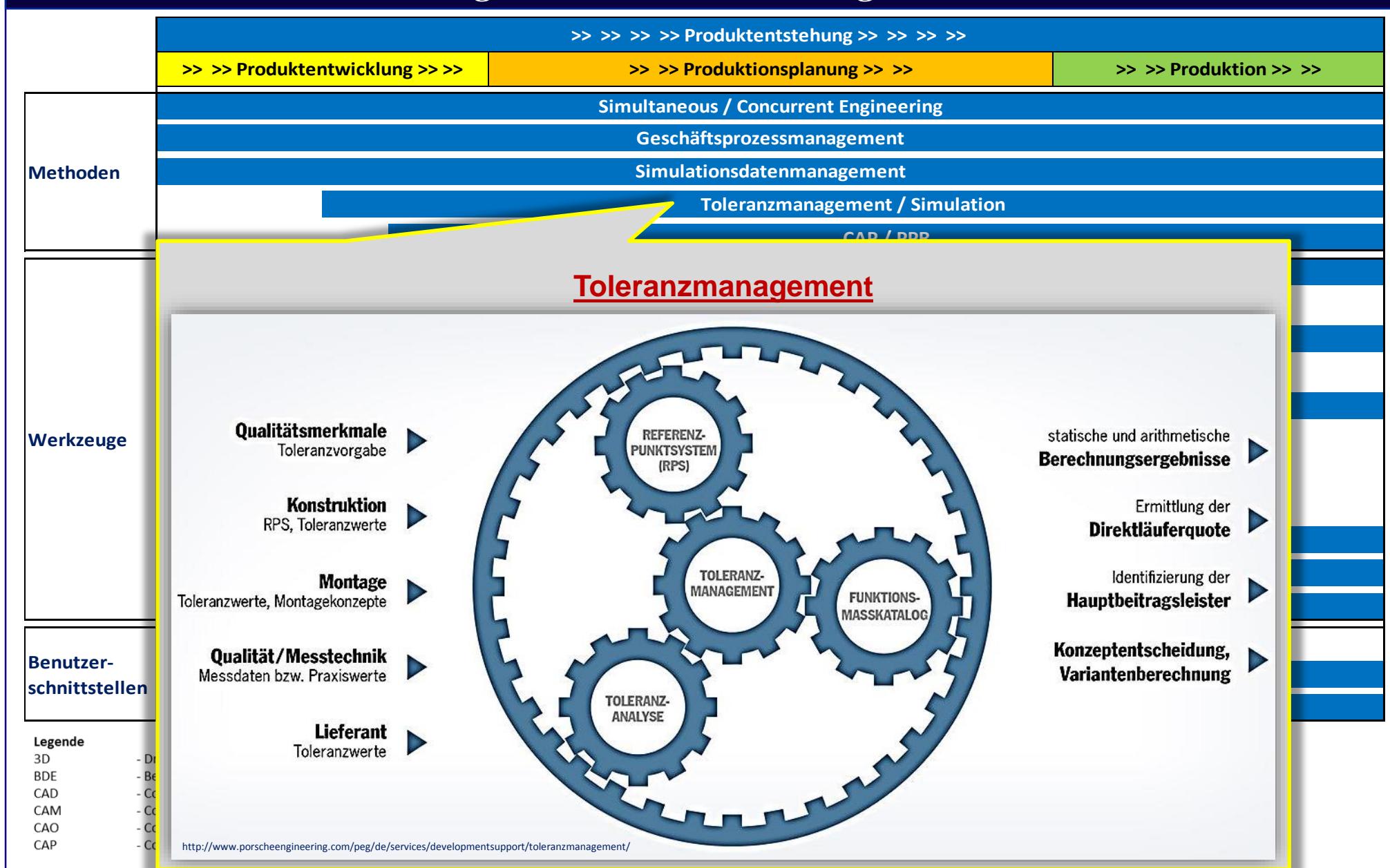
Nutzeneffekt Planungsqualität



Nutzeneffekt Planungsqualität



Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik



Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik

>> >> >> >> **Produktentstehung** >> >> >> >>

>> >> Produktentwicklung >> >>

>> >> Produktionsplanung >> >>

>> >> Produktion >> >>

Methoden

Simultaneous / Concurrent Engineering

Geschäftsprozessmanagement

Simulationsdatenmanagement

Toleranzmanagement / Simulation

CAP / PPR

Projekt-/Wissensmanagement, Groupware

CAP (Computer Aided Planning) / PPR (Produkt-Prozess-Ressourcen)

Werkzeuge

Benutzer-schnittstelle

Nr.	Ressourcenname	Einheit	Kosten	Gepl. Kosten	Akt. Kosten	Verbl. Kosten
3	Kostenressource		180,00 €	0,00 €	0,00 €	180,00 €
2	Materialressource	1	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

Legende

3D

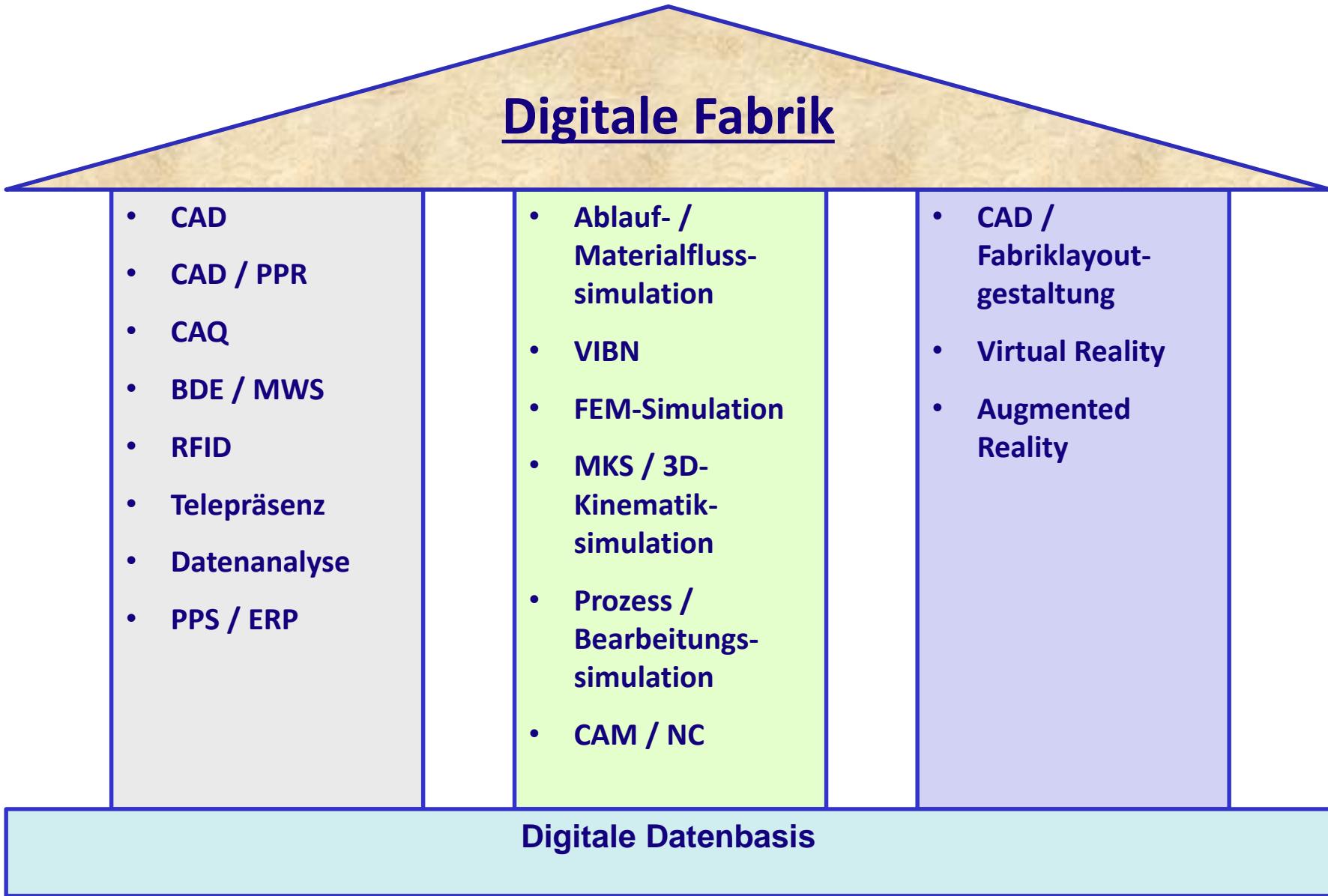
BDE

CAD

CAM

CAO

CAP



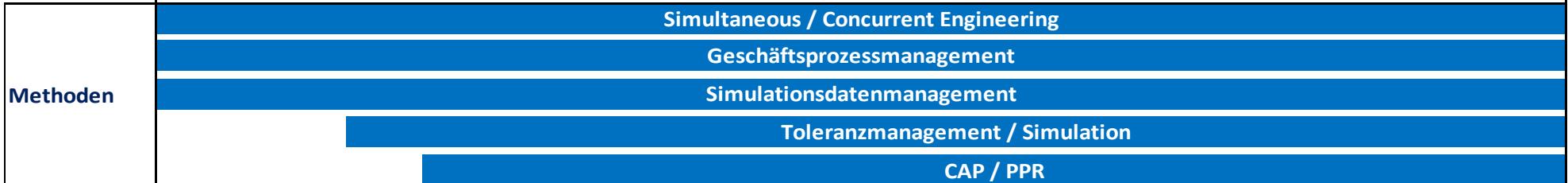
Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik

>> >> >> >> Produktentstehung >> >> >>

>> >> Produktentwicklung >> >>

>> >> Produktionsplanung >> >>

>> >> Produktion >> >>



CAO: Office, Projekt-/Wissensmanagement, Groupware

CAQ

CAO: Office, Projekt-/Wissensmanagement, Groupware

Werkzeuge



<http://www.startplatz.de/wp-content/uploads/2014/04/Email-Marketing-Service.jpg>



Benutzerober-
schnittstelle

Legende

3D

BDE

CAD

CAM

CAO

CAP

<http://www.edv-ellwanger.de/images/slider/slider-netzwerk.jpg>

Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik

>> >> >> >> Produktentstehung >> >> >>

>> >> Produktentwicklung >> >>

>> >> Produktionsplanung >> >>

>> >> Produktion >> >>

Methoden

Simultaneous / Concurrent Engineering

Geschäftsprozessmanagement

Simulationsdatenmanagement

Toleranzmanagement / Simulation

CAP / PPR

Werkzeuge

CAO: Office, Projekt-/Wissensmanagement, Groupware

CAQ

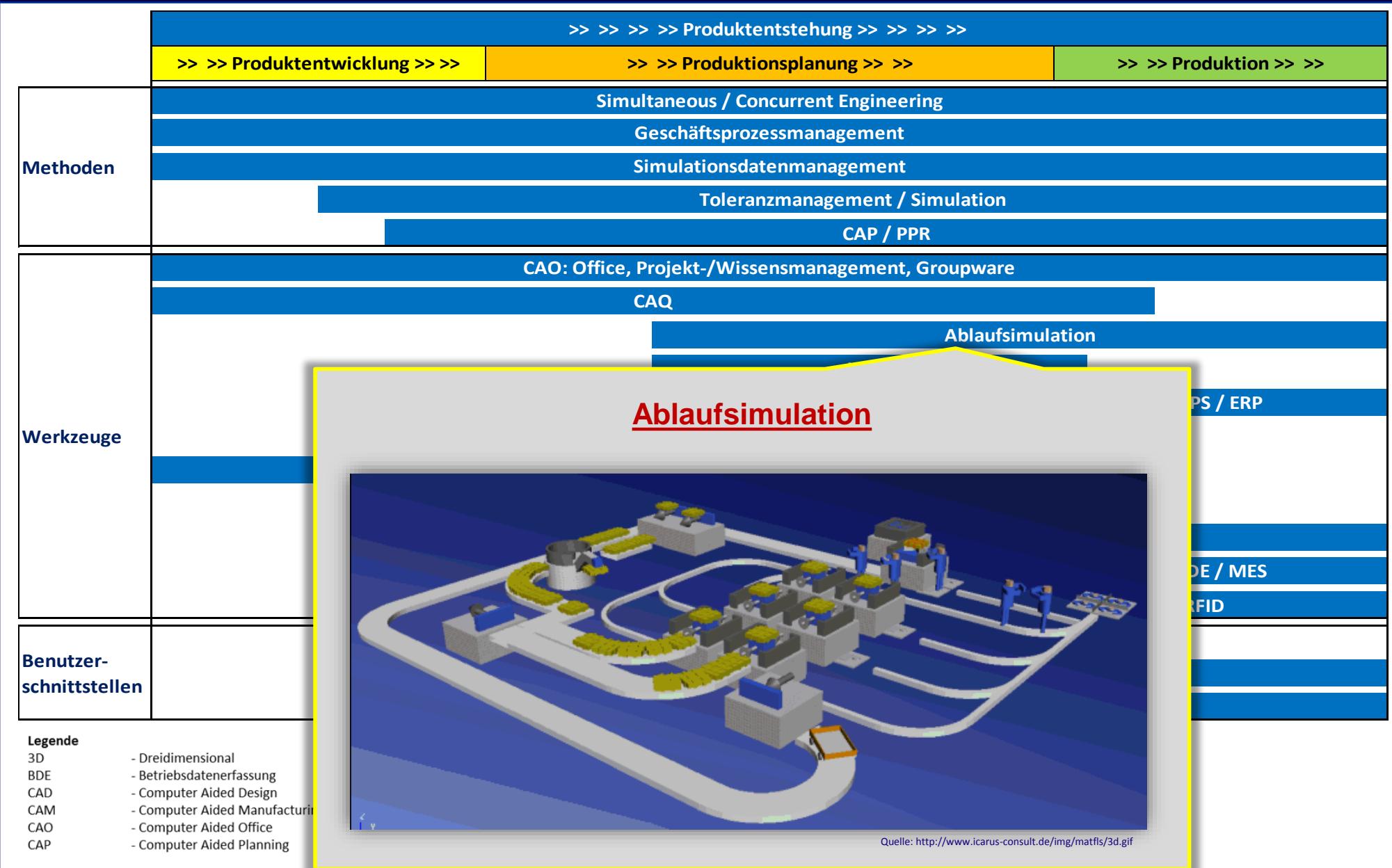
Ablaufsimulation

CAQ: Computer Aided Quality Management

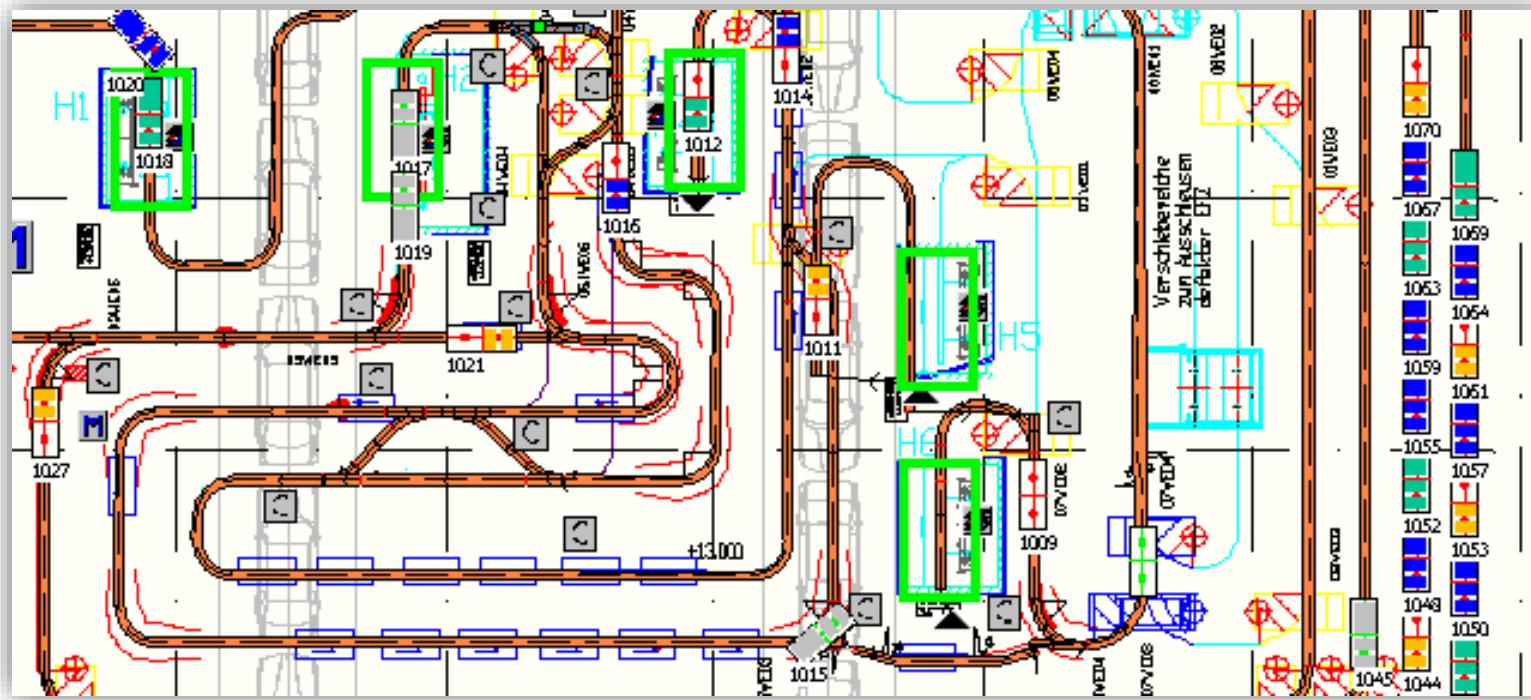
Benutze-
schnittstellen



Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik



Ablauf- und Materialflusssimulation



Quelle: <http://www.icarus-consult.de/img/matlfs/sitze.gif>

Planung

Entwicklung

Konstruktion

Inbetrieb-
nahme

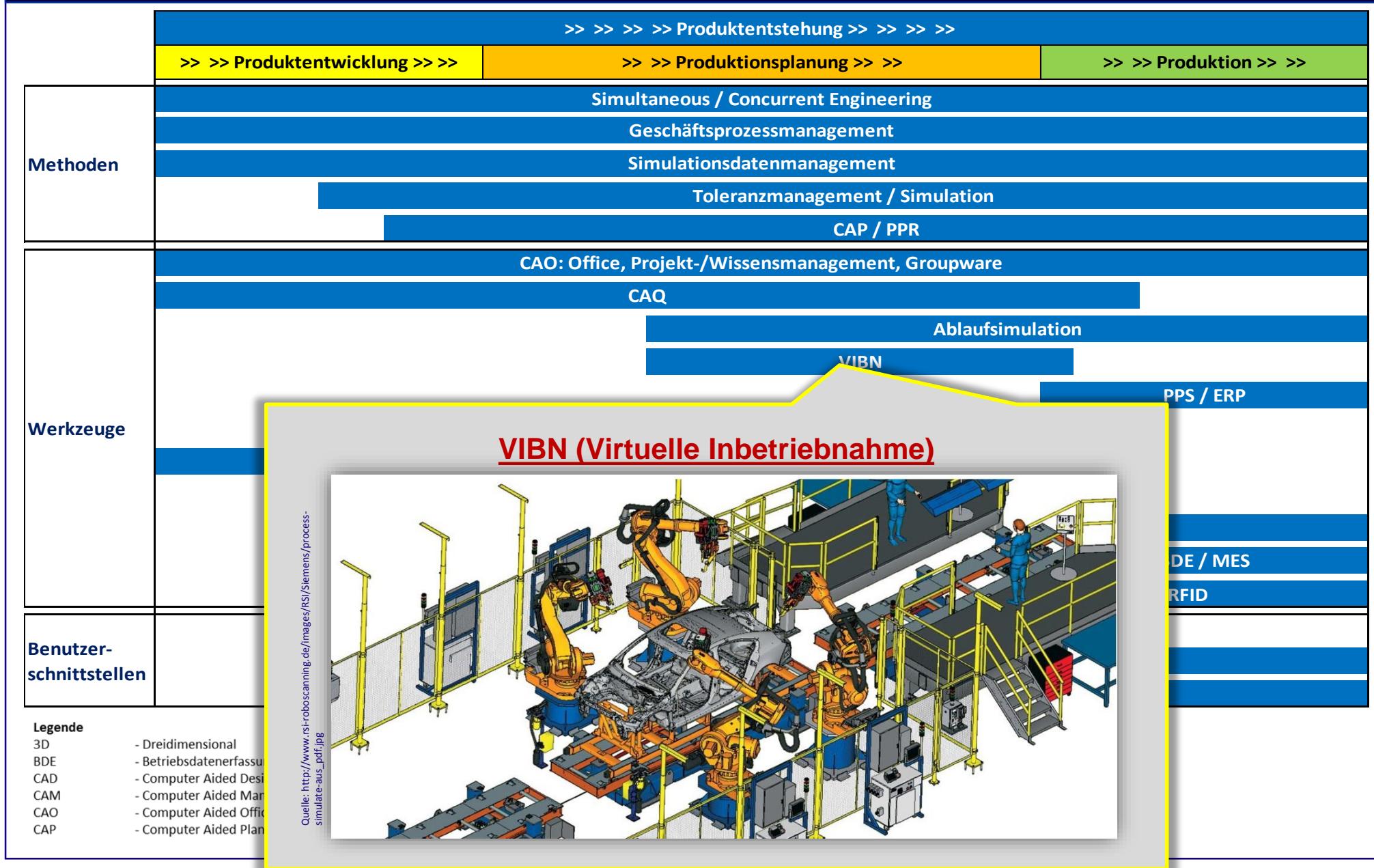
Produktion

→ Einsatz in den unterschiedlichsten Phasen innerhalb des Produktlebenszyklus.

Vorteile:

- **Belastbare Absicherung der Planung**
- **Unterstützung bei der Konzeptentwicklung**
- **Abbildungsmöglichkeit komplexer Sachverhalte**
- **Überarbeiten von Prozessabläufen ohne Eingriff in die Fertigung**
- **Zeitliche Abhängigkeit statt Momentaufnahme**
- **Frühzeitige Erfassung von Engpässen**

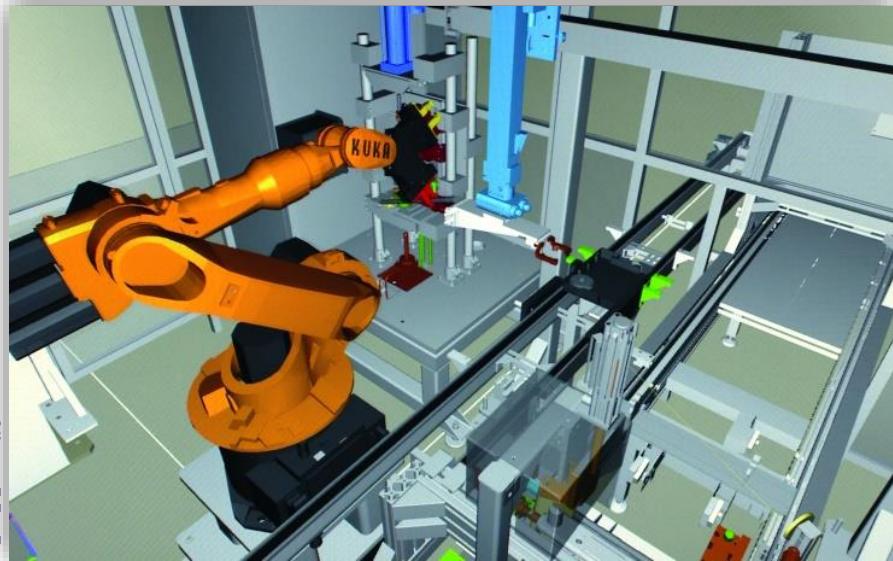
Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik



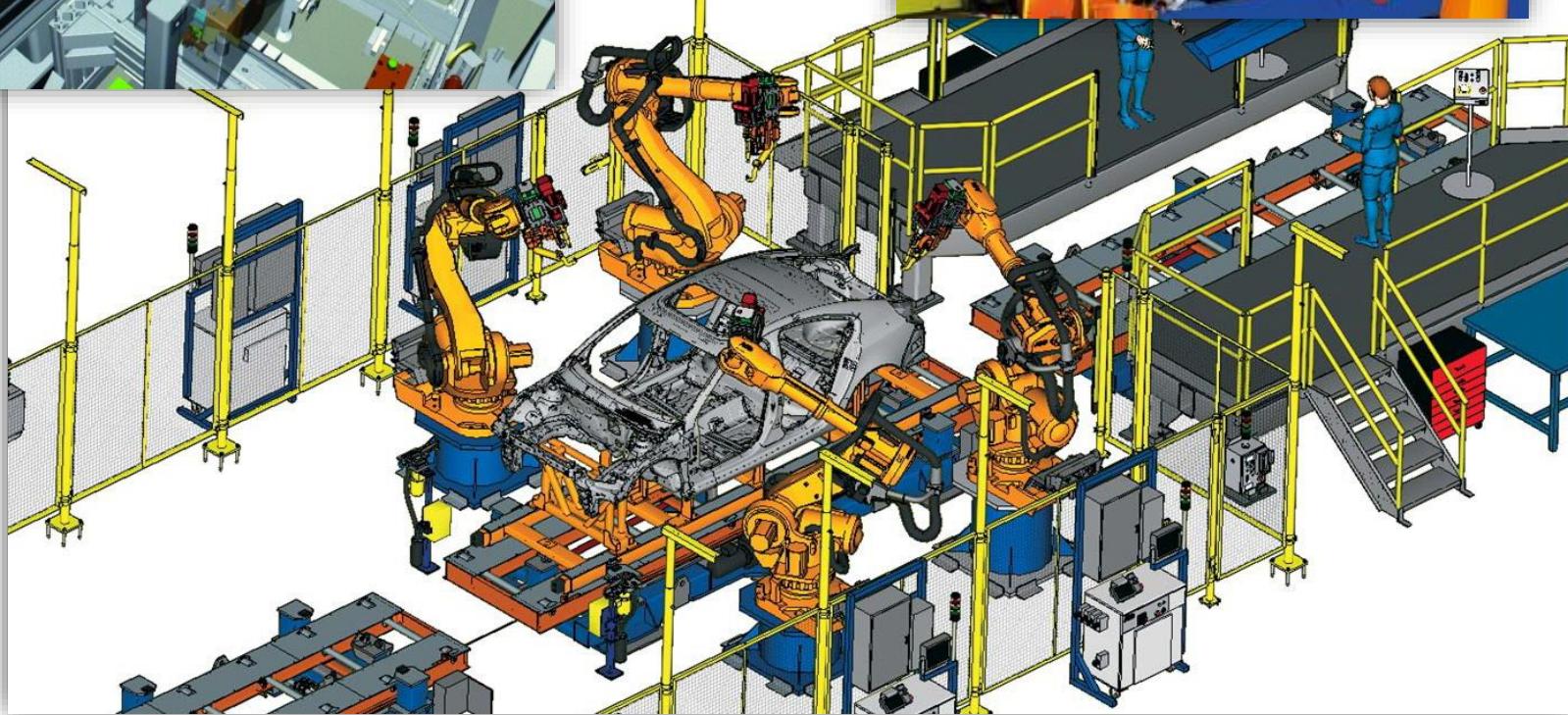
VIBN ... Virtuelle Inbetriebnahme

- **Zusammenspiel der Methode FEM-, Prozess- und Ablaufsimulation**
- **Ist eindeutig der Virtuellen Fabrik zuzuordnen**
- **Ausgangsdaten sind CAD-Modelle der Werkstücke und Anlagen**
- **Anpassung von Prozessparametern bis das Soll-Ergebnis eingestellt ist**
- **Übertragung der Daten bzw. der ermittelten Kennwerte auf die reale Maschine / Produktionsanlage und Durchführung geringer Änderungen**

Quelle: http://www.digital-engineering-magazin.de/sites/default/files/styles/flexslider_full/public/gallery/de_2013_05_304_1_virtuell.jpg?itok=eeWLKE08



Quelle: http://www.it-production.com/artikel_bilder/hochrechten/news_und_trends/2014/www1254-Bild_Automatica_Cenit-klein.jpg



Quelle: http://www.rsi-roboscanning.de/images/RSI/Siemens/process-simulate-aus_pdf.jpg

VIBN - Vorteile

- **Zeitersparnis für Rüst- und Einrichtarbeiten**
- **Kürzere Produktionsstillstandszeiten**
- **Absicherung vor Anlagenbeschaffung**
- **Kürzere Produkteinführungszeiten**
- **Hohe Sicherheit beim Einrichten → Weniger Verschleiß bzw. Schaden an den Produktionsanlagen**
- **Verminderte Produktion von Ausschuss**
- **Verbesserte Ressourcenausnutzung**

Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik

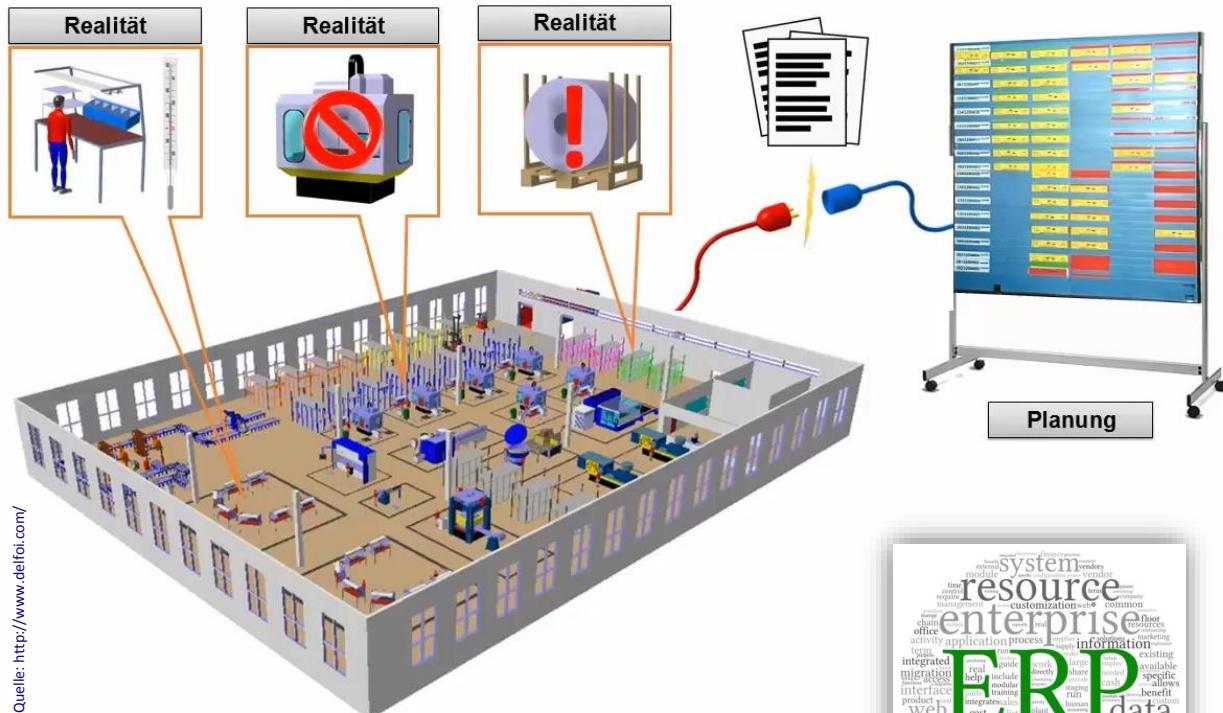
>>>>> Produktentstehung >>>>>

>>> Produktentwicklung >>>

>>> Produktionsplanung >>>

>>> Produktion >>>

PPS / ERP



Quelle: <http://www.delfoi.com/>

ation

PPS / ERP

BDE / MES

RFID

Augmented Reality

Telepräsenz

BDE
CAD
CAM
CAO
CAP

- Betriebsdatenerfassung
- Computer Aided Design
- Computer Aided Manufacturing
- Computer Aided Office
- Computer Aided Planning

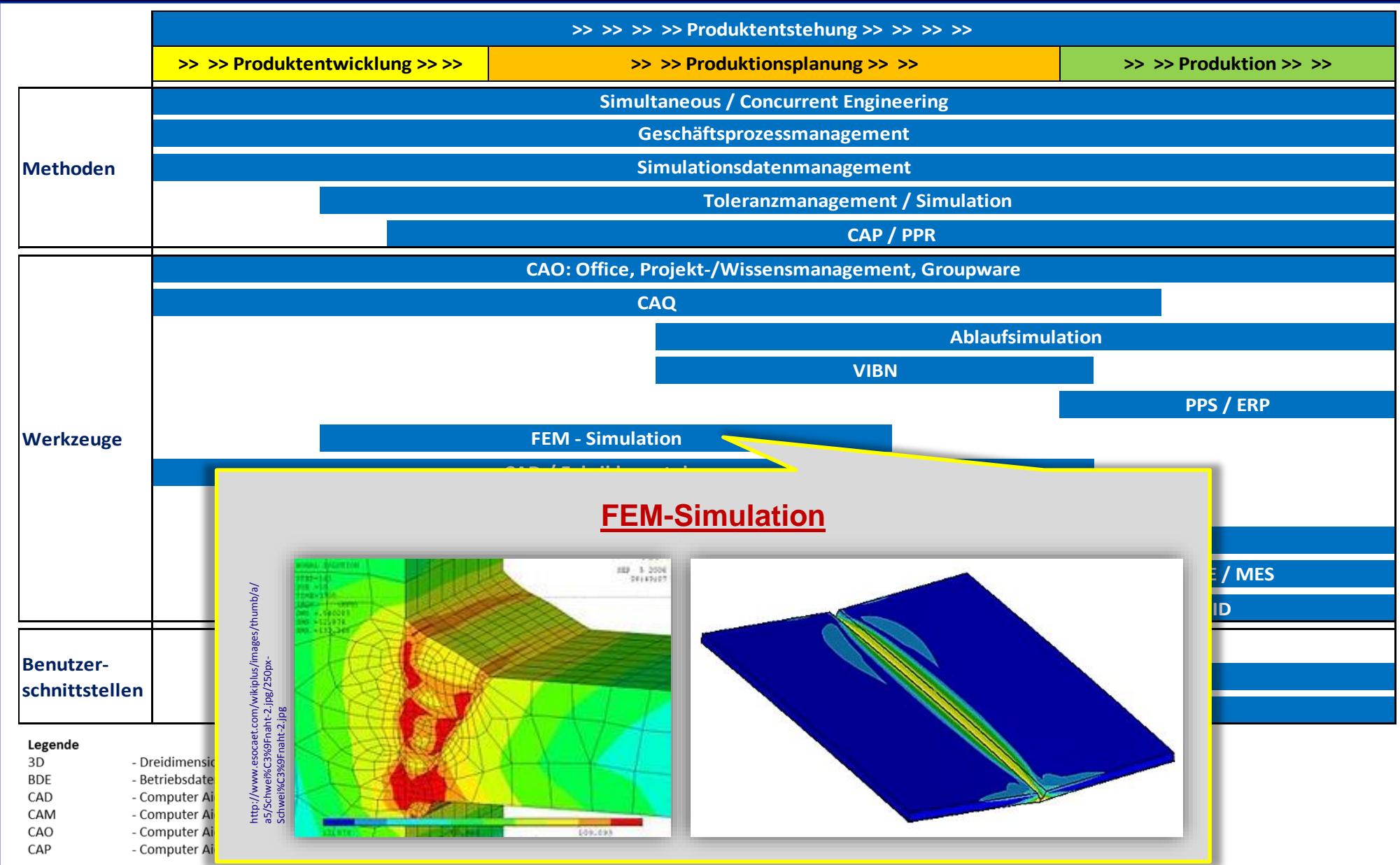
ERP
FEM
MES
MKS
NC

- Enterprise Resource Planning
- Finite-Elemente-Methode
- Manufacturing-Execution-System
- Mehrkörpersimulation
- Numeric Contorl

PPS
RFID
VIBN

- Produktionsplanung und -steuerung
- Radio Frequency Identification
- Virtuelle Inbetriebnahme
- Phase
- Einsatzspanne der Technik

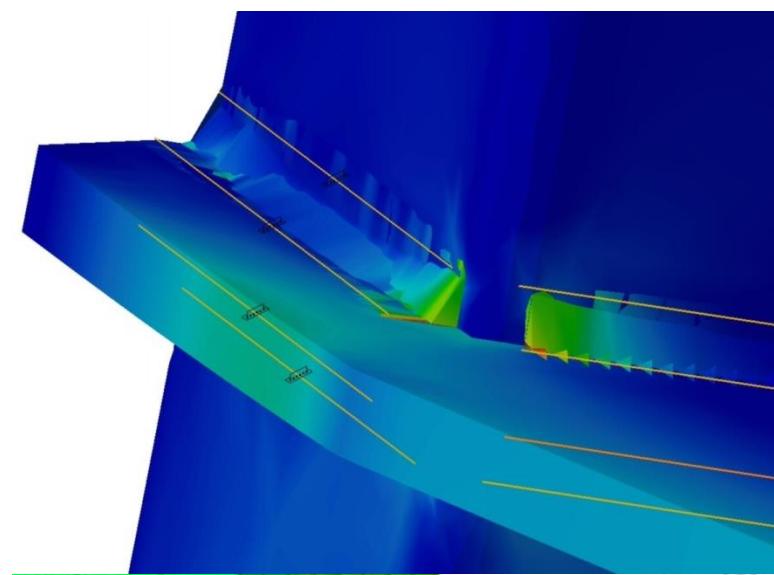
Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik



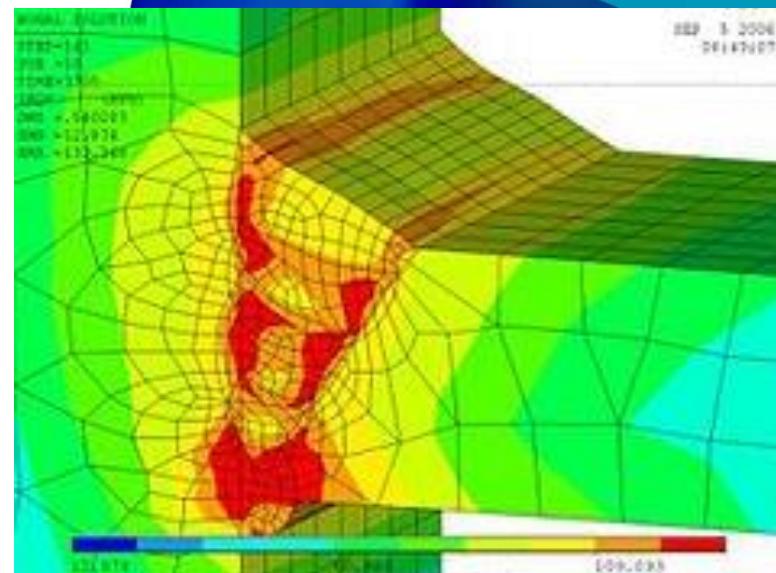
FEM-Simulation ... Finite Elemente Methode

- Rechnergestützte Bauteilsimulation
- Berechnung von Spannungs- und Verformungsvorgängen
- Gehört eher der Bauteilbearbeitung und nicht der Digitalen Fabrik
 - Ergebnisse werden allerdings für die Einrichtung von Produktionsanlagen verwendet.

Beispiel Schweißnaht



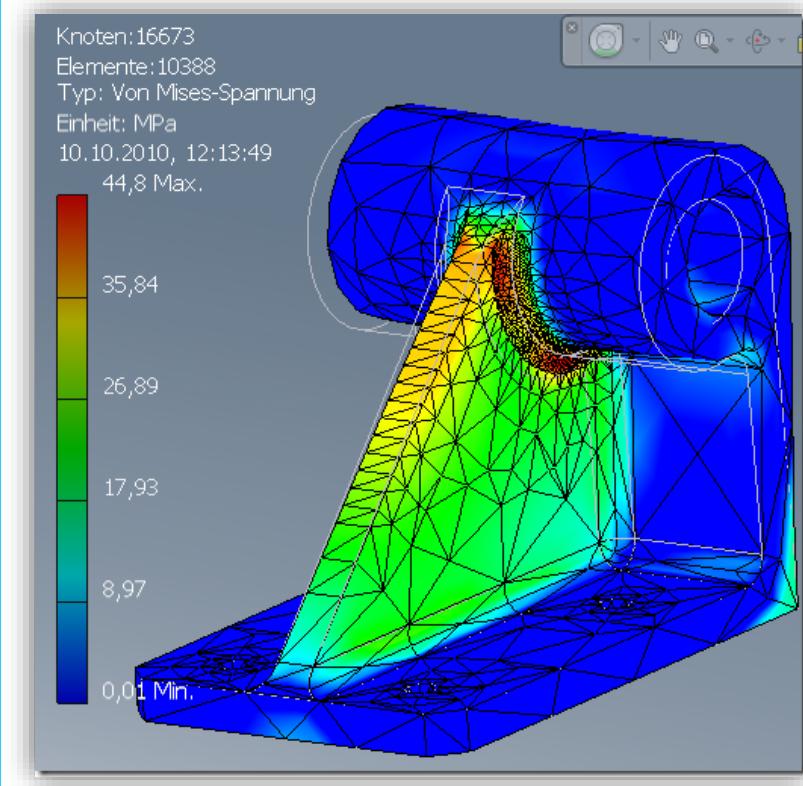
<http://www3.cad.de/foren/ubb/uploads/Arni/oz/haft.jpg>



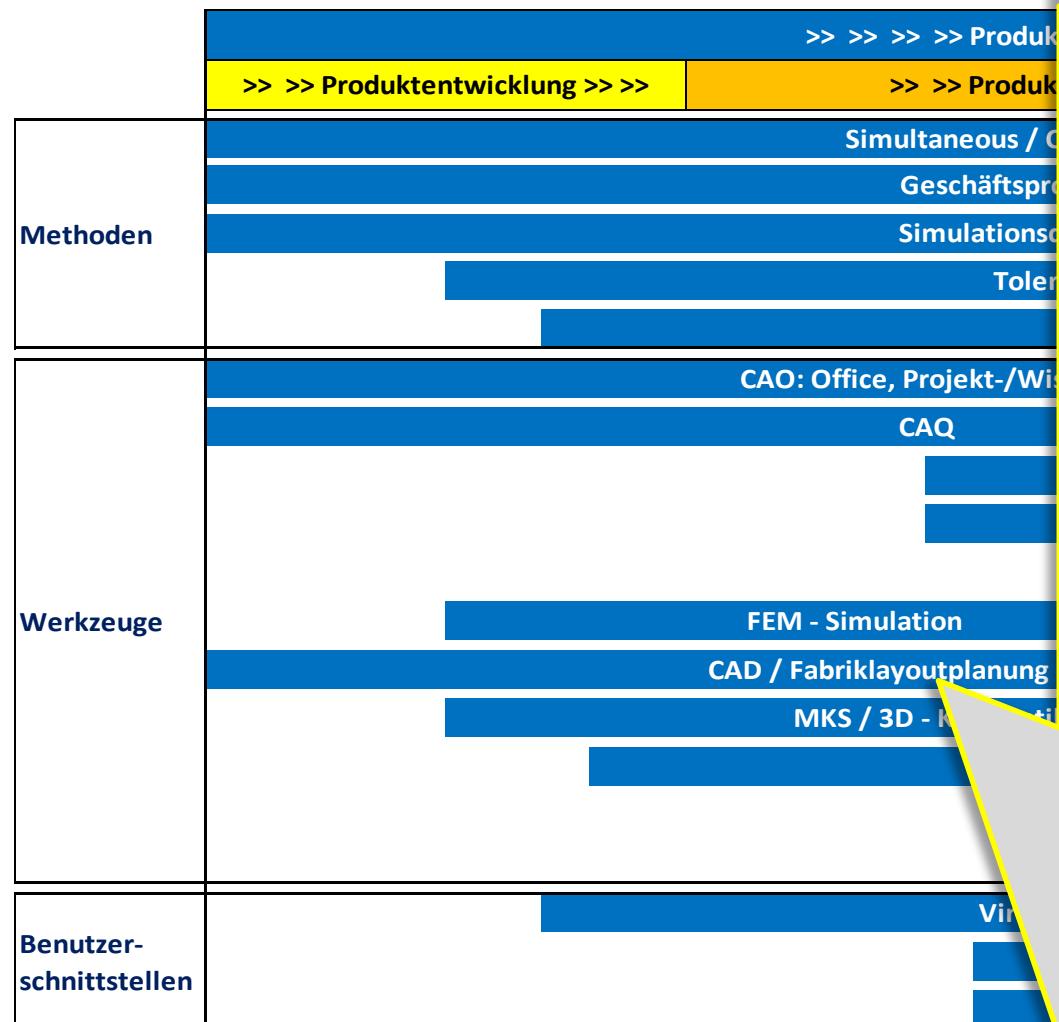
<http://www.esocact.com/wikispaces/images/thumb/a/a5/Schwei%C3%9Fnaht-2.jpg>

Die Vorteile der FEM-Simulation

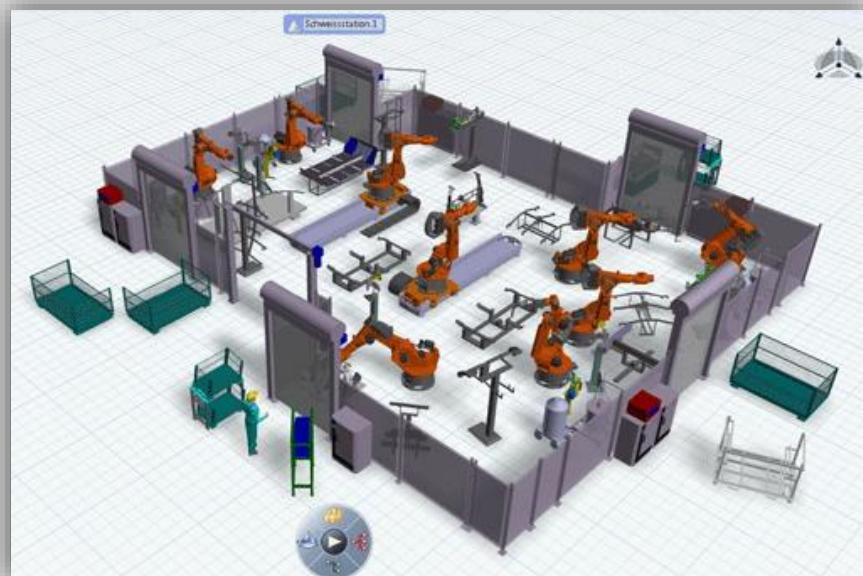
- Zeitersparnis für aufwendige Versuche
- Schnelle Änderungsmöglichkeit
- Beobachtung des gesamten Prozesses und nicht nur zum Anfangs- und Endzeitpunkt
- Kostensenkung durch Materialeinsparung
- Dokumentierter Prozessablauf
- Bereits zu einer sehr frühen Phase der Bauteilentwicklung durchführbar
- Gutes Hilfsmittel im Konstruktionsprozess



Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik



CAD / Fabriklayoutplanung



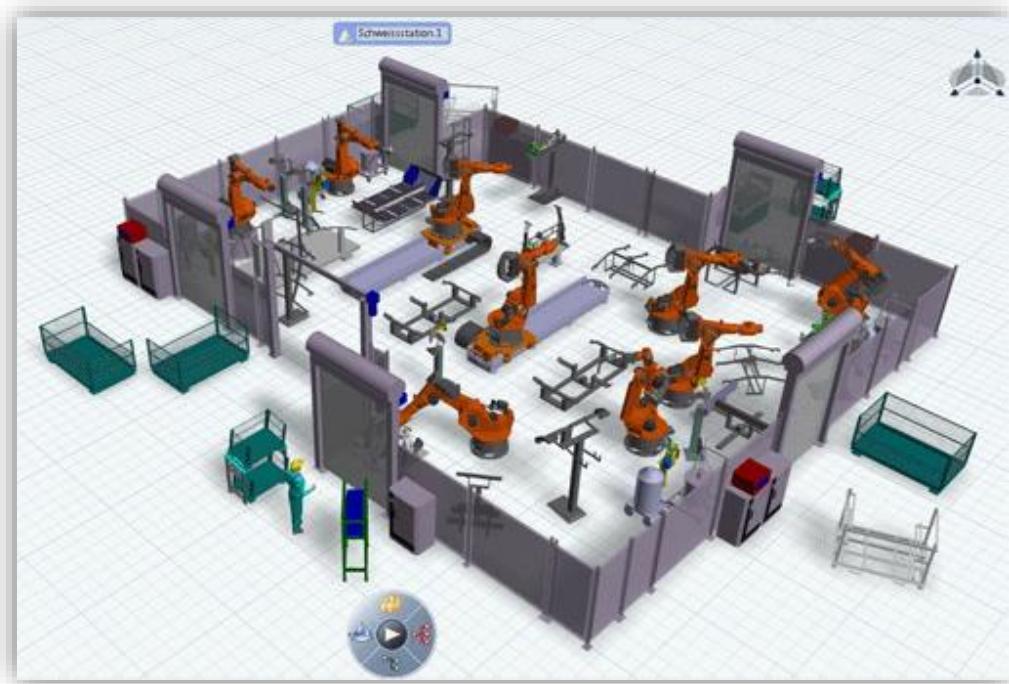
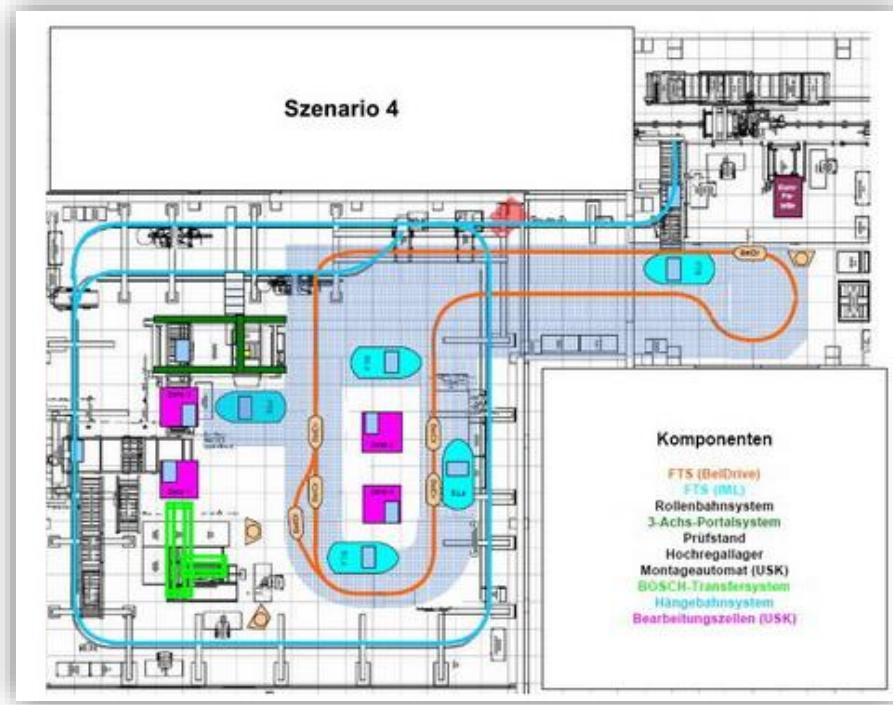
http://www.it-production.com/artikel_bilder/jahr2011/78388.gif



Fabriklayoutplanung

- Daten- und Kennzahlenerhebung
- Ideal- und Realplanung
- Grob- und Feinlayoutoptimierung
- Lager- und Materialflussplanung

- Arbeitsorganisation
- Arbeitsplatzgestaltung
- 3D-Visualisierung



Vorteile zeigen sich erst im Zusammenhang mit anderen Werkzeugen der Digitalen Fabrik

- Planungserleichterung bei Fertigungserweiterung
- Wettbewerbsvorteil bei Verkaufspräsentationen
- Leichtere Planung bei mehrdimensionalen Materialbewegungen
- Szenarienbildung wird vereinfacht
- Verschwendungen für Weg- und Transportstrecken werden offensichtlich und können optimiert werden
- Kürzere Reaktionszeit bei Fertigungsumstellung aufgrund von Produktionsänderungen
- Festgehaltener Ist-Zustand als Planungsgrundlage verwendbar

Ausblick:

- Lasergestützte Scanner
→ Einsparung von Zeit und Kosten bei der Modellierung

Fabriklayoutplanung – Lasergestützte Scanner

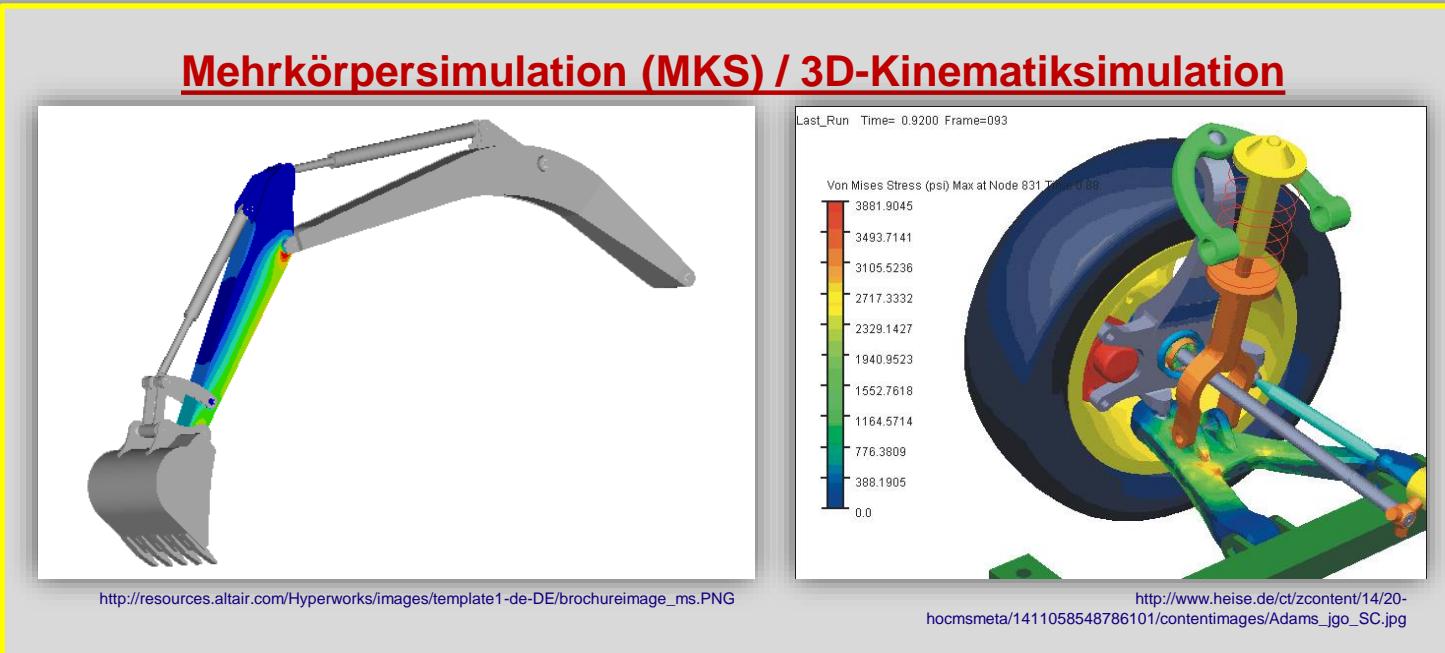


Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik

Methoden

Werkzeuge

Benutzerschnittstellen



>> Produktion >>

PPS / ERP

3D / Fabriklayoutplanung

MKS / 3D - Kinematiksimulation

CAM / NC

BDE / MES

RFID

Virtual Reality

Augmented Reality

Telepräsenz

Legende

3D	- Dreidimensional	CAQ	- Computer Aided Quality Assurance	PPR	- Produkt-Prozess-Ressourcen
BDE	- Betriebsdatenerfassung	ERP	- Enterprise Resource Planning	PPS	- Produktionsplanung und -steuerung
CAD	- Computer Aided Design	FEM	- Finite-Elemente-Methode	RFID	- Radio Frequency Identification
CAM	- Computer Aided Manufacturing	MES	- Manufacturing-Execution-System	VIBN	- Virtuelle Inbetriebnahme
CAO	- Computer Aided Office	MKS	- Mehrkörpersimulation		- Phase
CAP	- Computer Aided Planning	NC	- Numeric Contorl		- Einsatzspanne der Technik

Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik

>>>

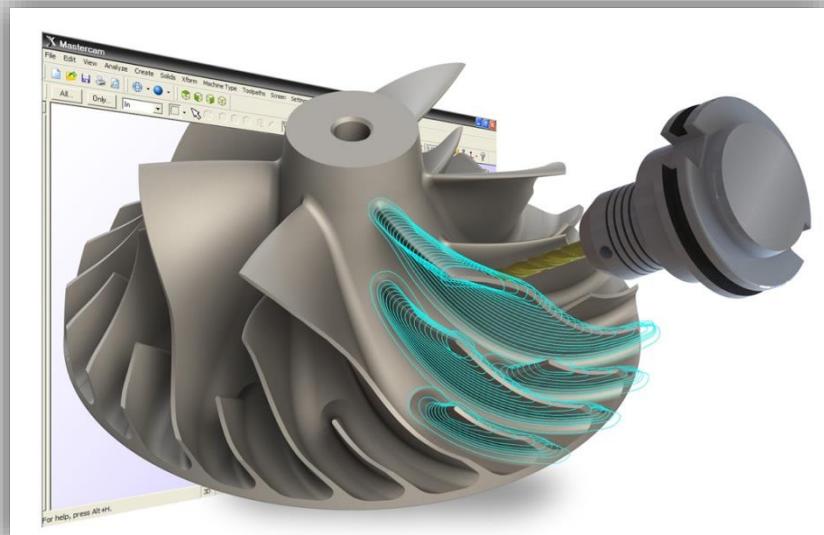
Methoden

Werkzeuge

Benutze-
schnittstellen



http://www.ideal.fi/images/made/images/remote/http_ideal-plmcom.virtualserver23.nebula.fi/uploads/ID_4.2_NXCAM_564_376_c1_center_center_0_0_1.JPG



<http://medspark.ms/images/glossary/Computer-Aided-ManufacturingLG.jpg>

MKS / 3D + Kinematiksimulation

CAM / NC

BDE / MES

RFID

Virtual Reality

Augmented Reality

Telepräsenz

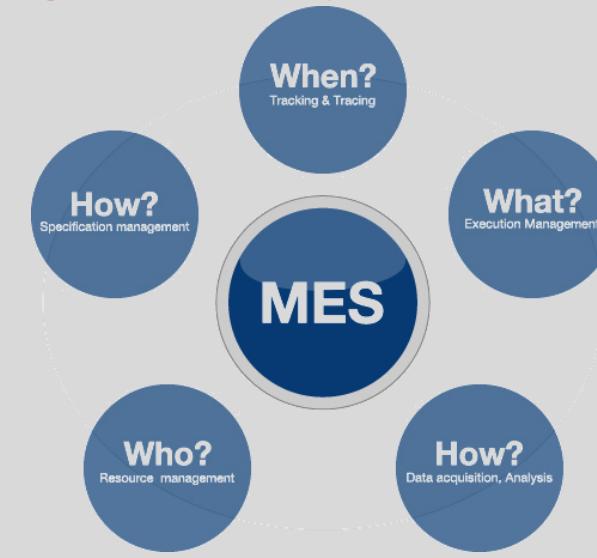
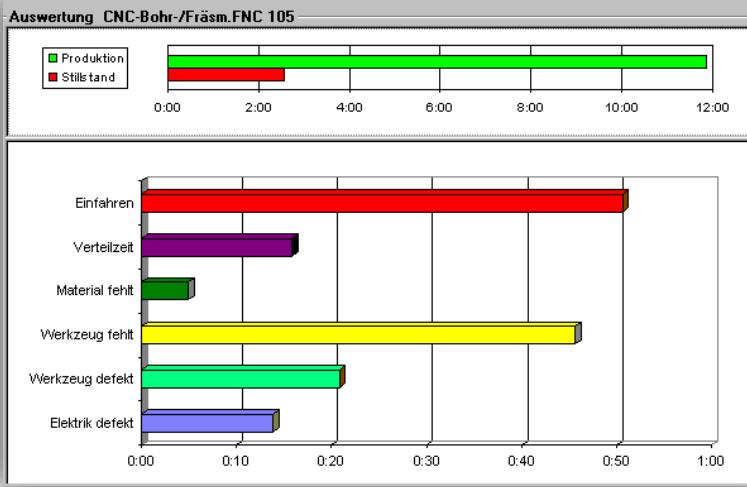
Legende

3D	- Dreidimensional	CAQ	- Computer Aided Quality Assurance	PPR	- Produkt-Prozess-Ressourcen
BDE	- Betriebsdatenerfassung	ERP	- Enterprise Resource Planning	PPS	- Produktionsplanung und -steuerung
CAD	- Computer Aided Design	FEM	- Finite-Elemente-Methode	RFID	- Radio Frequency Identification
CAM	- Computer Aided Manufacturing	MES	- Manufacturing-Execution-System	VIBN	- Virtuelle Inbetriebnahme
CAO	- Computer Aided Office	MKS	- Mehrkörpersimulation		- Phase
CAP	- Computer Aided Planning	NC	- Numeric Contorl		- Einsatzspanne der Technik

Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik

>> >> >> >> Produktentstehung >> >> >>

Betriebsdatenerfassung (BDE) / Manufacturing-Execution-System (MES)



BDE / MES

RFID

Virtual Reality

Augmented Reality

Telepräsenz

Methoden

Werkzeuge

Benutze-
schnittstellen

Legende

3D	- Dreidimensional
BDE	- Betriebsdatenerfassung
CAD	- Computer Aided Design
CAM	- Computer Aided Manufacturing
CAO	- Computer Aided Office
CAP	- Computer Aided Planning

CAQ	- Computer Aided Quality Assurance
ERP	- Enterprise Resource Planning
FEM	- Finite-Elemente-Methode
MES	- Manufacturing-Execution-System
MKS	- Mehrkörpersimulation
NC	- Numeric Contorl

PPR	- Produkt-Prozess-Ressourcen
PPS	- Produktionsplanung und -steuerung
RFID	- Radio Frequency Identification
VIBN	- Virtuelle Inbetriebnahme
	- Phase
	- Einsatzspanne der Technik

Radio Frequency Identification (RFID)

- Eindeutige, berührungsreie Identifizierung
- Einmalige und eindeutige Kennzeichnung
- Robust und resistent gegen Umwelteinflüsse
- Durch Transpondergestaltung an nahezu allen Betriebsmitteln anbringbar
- Kostengünstige Implementierung durch einfache Technik



<https://deutschelobbyinfo.files.wordpress.com/2014/10/3w985c0-bild.jpg?w=300&h=168>

Quelle: <http://www.mx-id.com/web/images/default/02.jpg>

RFID

Virtual Reality

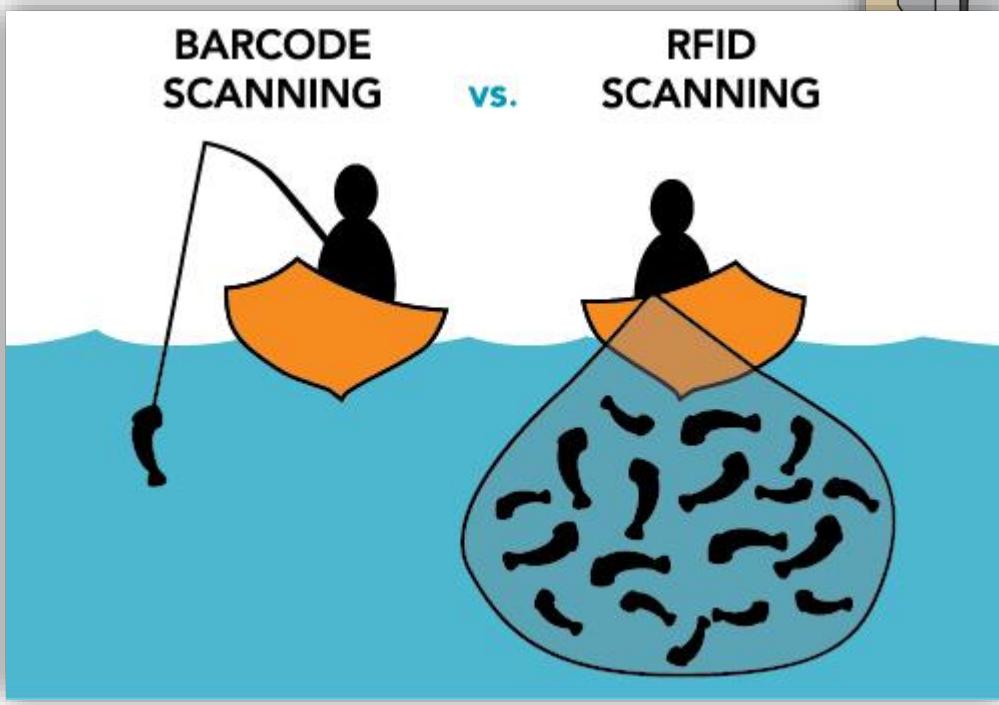
Augmented Reality

Telepräsenz

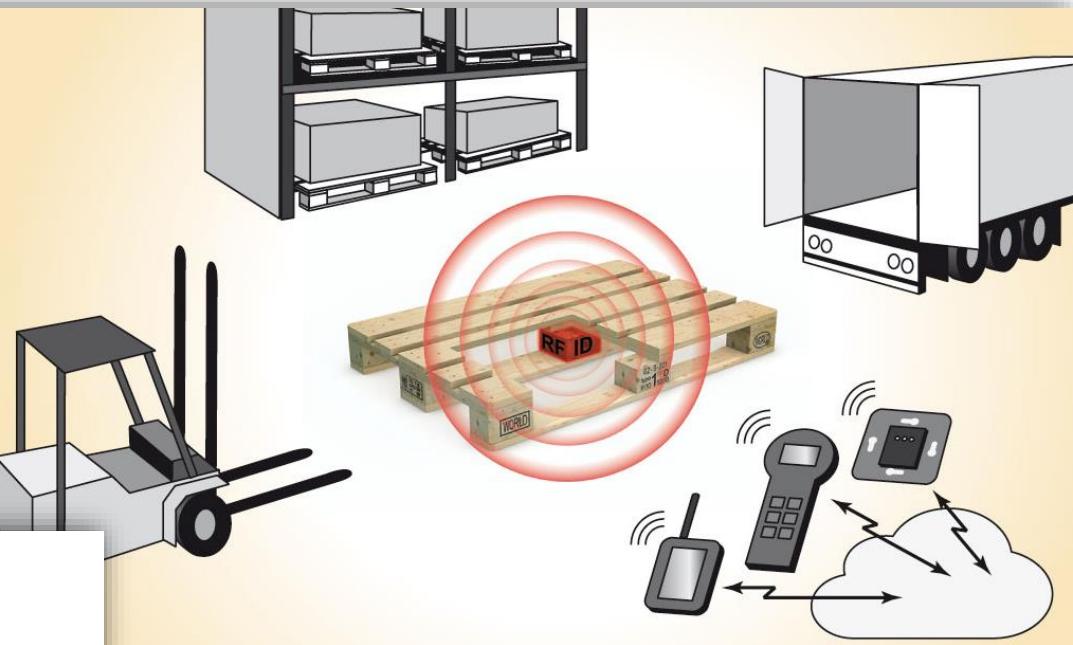
Legende

3D	- Dreidimensional	CAQ	- Computer Aided Quality Assurance	PPR	- Produkt-Prozess-Ressourcen
BDE	- Betriebsdatenerfassung	ERP	- Enterprise Resource Planning	PPS	- Produktionsplanung und -steuerung
CAD	- Computer Aided Design	FEM	- Finite-Elemente-Methode	RFID	- Radio Frequency Identification
CAM	- Computer Aided Manufacturing	MES	- Manufacturing-Execution-System	VIBN	- Virtuelle Inbetriebnahme
CAO	- Computer Aided Office	MKS	- Mehrkörpersimulation		- Phase
CAP	- Computer Aided Planning	NC	- Numeric Contorl		- Einsatzspanne der Technik

RFID



<http://www.rfidarena.com/media/50035/barcode-vs-rfid.jpg>



Quelle: <https://www.falkenhahn.eu/img/presse/pressematerial/falkenhahn-WORLD-RFID-Technologietraeger.jpg>

Methoden

Vorteile

- Überprüfung von Bedienung und Zugänglichkeit
- Unterstützung der Vorstellungskraft bei Produktentwicklung
- Trainingsmöglichkeit ohne Sicherheits- und Kostenrisiko

Virtual Reality



<http://www.vdc-feilbach.de/images/bilder-maschinenbau/ESI-IC/IDO%20-%207.jpg&box=1000:240>

Werkzeug

RFID

Benutze-
schnittstellen

Virtual Reality

Augmented Reality

Telepräsenz

Legende

3D	- Dreidimensional	CAQ	- Computer Aided Quality Assurance	PPR	- Produkt-Prozess-Ressourcen
BDE	- Betriebsdatenerfassung	ERP	- Enterprise Resource Planning	PPS	- Produktionsplanung und -steuerung
CAD	- Computer Aided Design	FEM	- Finite-Elemente-Methode	RFID	- Radio Frequency Identification
CAM	- Computer Aided Manufacturing	MES	- Manufacturing-Execution-System	VIBN	- Virtuelle Inbetriebnahme
CAO	- Computer Aided Office	MKS	- Mehrkörpersimulation		- Phase
CAP	- Computer Aided Planning	NC	- Numeric Contorl		- Einsatzspanne der Technik

Virtual Reality

- Veranschaulichung und Konstruktionsunterstützung
- Hohe Investitionskosten
- Anwendung z.B. in der Fahrzeugentwicklung oder Flugsimulatoren



Microsoft HoloLens



Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik

>> >> >> >> **Produktentstehung** >> >> >>

Methoden

Werkzeuge

Benutzerschnittstellen

Legende

3D	- Dreidimensional	CAQ	- Computer Aided Quality Assurance	PPR	- Produkt-Prozess-Ressourcen
BDE	- Betriebsdatenerfassung	ERP	- Enterprise Resource Planning	PPS	- Produktionsplanung und -steuerung
CAD	- Computer Aided Design	FEM	- Finite-Elemente-Methode	RFID	- Radio Frequency Identification
CAM	- Computer Aided Manufacturing	MES	- Manufacturing-Execution-System	VIBN	- Virtuelle Inbetriebnahme
CAO	- Computer Aided Office	MKS	- Mehrkörpersimulation		- Phase
CAP	- Computer Aided Planning	NC	- Numeric Contorl		- Einsatzspanne der Technik

Augmented Reality



Virtual Reality

Augmented Reality

Telepräsenz

Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik

>> >> >> >> **Produktentstehung** >> >> >>

>> >> **Produktentwicklung** >> >>

>> >> **Produktionsplanung** >> >>

>> >> **Produktion** >> >>

Methoden

Werkzeug

Benutzerschnittstellen

Telepräsenz / Fernwartung



http://www.th-wildau.de/sbruntha/Material/VR/Websites-T10/vr/images/oje/telepraesenz_titel.jpg

<http://cdn1.spiegel.de/images/image-221510-panoV9-ertb-221510.jpg>

Legende

3D	- Dreidimensional	CAQ	- Computer Aided Quality Assurance	PPR	- Produkt-Prozess-Ressourcen
BDE	- Betriebsdatenerfassung	ERP	- Enterprise Resource Planning	PPS	- Produktionsplanung und -steuerung
CAD	- Computer Aided Design	FEM	- Finite-Elemente-Methode	RFID	- Radio Frequency Identification
CAM	- Computer Aided Manufacturing	MES	- Manufacturing-Execution-System	VIBN	- Virtuelle Inbetriebnahme
CAO	- Computer Aided Office	MKS	- Mehrkörpersimulation		- Phase
CAP	- Computer Aided Planning	NC	- Numeric Contorl		- Einsatzspanne der Technik

Quality

Telepräsenz



Quelle: <http://seminarpla.net/demoseite2/wp-content/uploads/kommunikation.png>



Quelle: <http://www.fs-immobilia.de/buero-loesungen/tele-praesenz/index.php>

Kommunikationsverbesserung

- **Werkzeug Computer Aided Office (CAO) + PLM**
 - **Verwaltung und Verbreitung von Informationen, wie Textdokumente, Tabellenkalkulation etc.**
- **Computer Aided Design (CAD)**
 - **Eindeutige Vermittlung**
 - **Globales Zusammenarbeiten**
- **Telepräsenz / Fernwartung**
 - **Schnellere Problembehebung / Schnellere Lösungen bzw. Wege für die Lösung**
- **Schnelle Vermittlung von Expertenwissen**
- **Trennung von Produktions- und Planungsstandort**
- **Stärkere Einbeziehung von Zulieferern in den Wertschöpfungsprozess**

Fokus der Digitalen Fabrik:

Standardisierung von Planungsprozessen

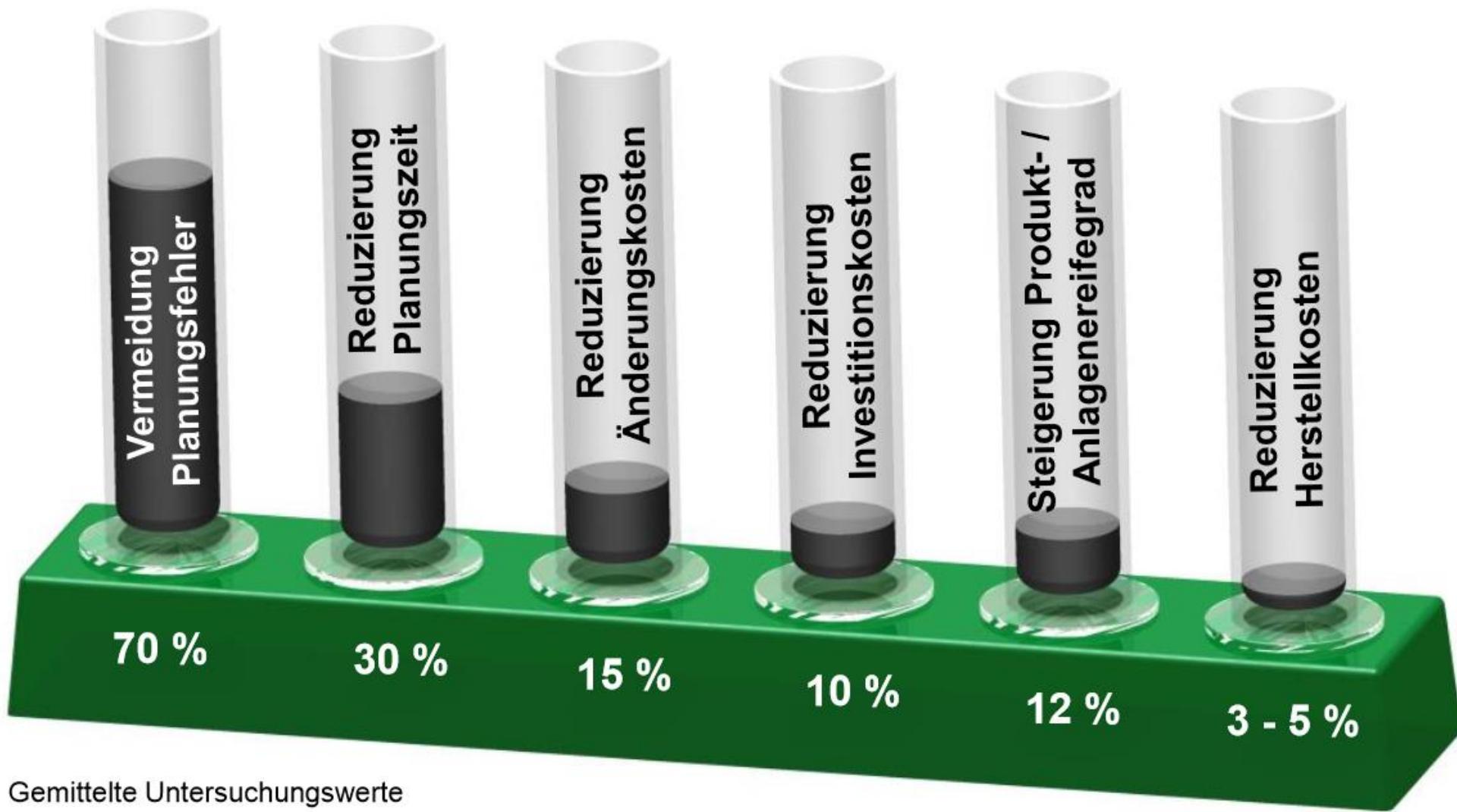
Standardisierung

- Schnellere Planung
- Qualitativ höherwertigere Planung
- Wiederverwendung ausgereifter Projektergebnisse
(→ Kostensenkung)
- Werkzeug: z.B. Geschäftsprozessmanagement (GPM)
- Indikatoren: z.B. Zertifizierungen für
Organisationsgestaltung

Wissenserwerbs und -erhalt

- **Grundvoraussetzung für eine Standardisierung**
- **Modelle und Werkzeuge der Digitalen Fabrik sind ein Wissensreservoir**
- **Know-how ist in dem digitalen Modell abgelegt**
- **Indikatoren:**
 - **Einarbeitungszeit neuer Mitarbeiter**
 - **Anzahl vermeidbarer Fehler**
 - **Einhaltung von Meilensteinen**

Nutzeneffekte der Digitalen Fabrik



Quelle: IMAB-Studie zur Digitalen Fabrik auf Basis einer VDA-Umfrage

Beispiele

Ausgangslage

- In der Produktion gibt es viele einzelne selbständige, also unabhängige Systeme
- Turbulenzen in der Produktion erfordern schnelle und flexible Reaktionen, wofür Daten aus vielen Systemen benötigt werden



Lösungsansatz

- Flexibilisierung der Produktion (Zeit, Kosten und Qualität)
- Speicherung von Informationen in Umgebungsmodellen auf föderativen Informationsplattformen
 - Objektlokalisierung
 - Sensorintegration
 - Kommunikation
 - Geometrische Modellierung

Weitere Aspekte

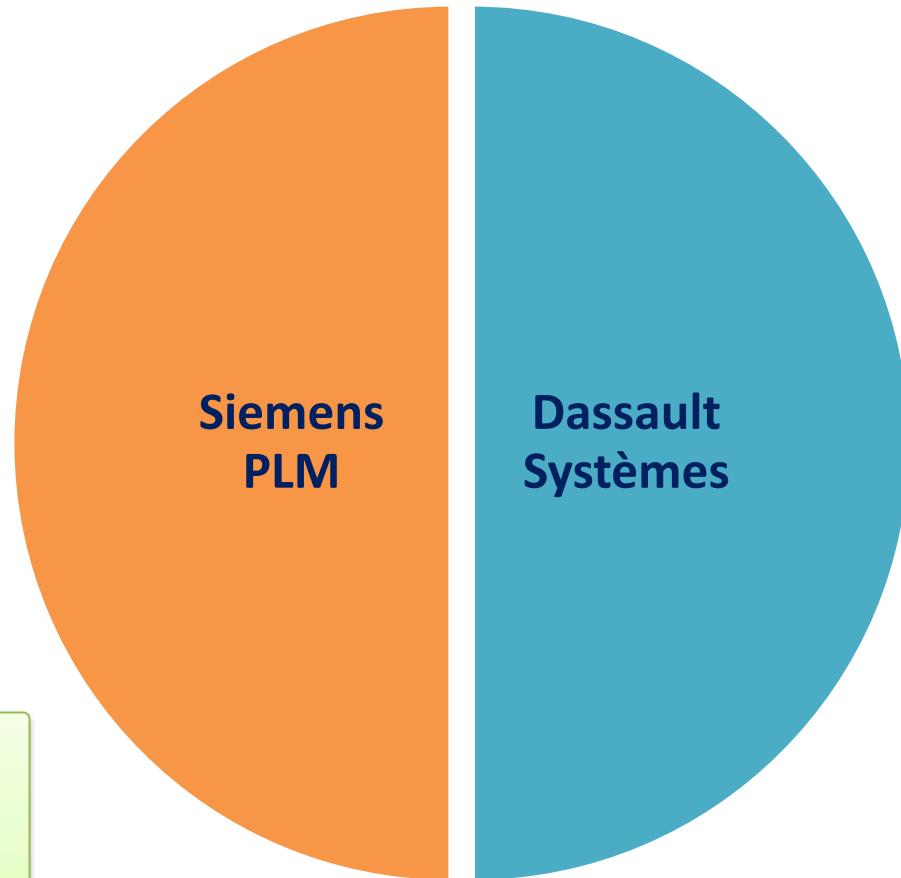
- Kommunikation zwischen Werkstück und Fertigung
- Cyber-physische Systeme (Kommunikation über das Internet der Dinge)

Forschungsprojekt

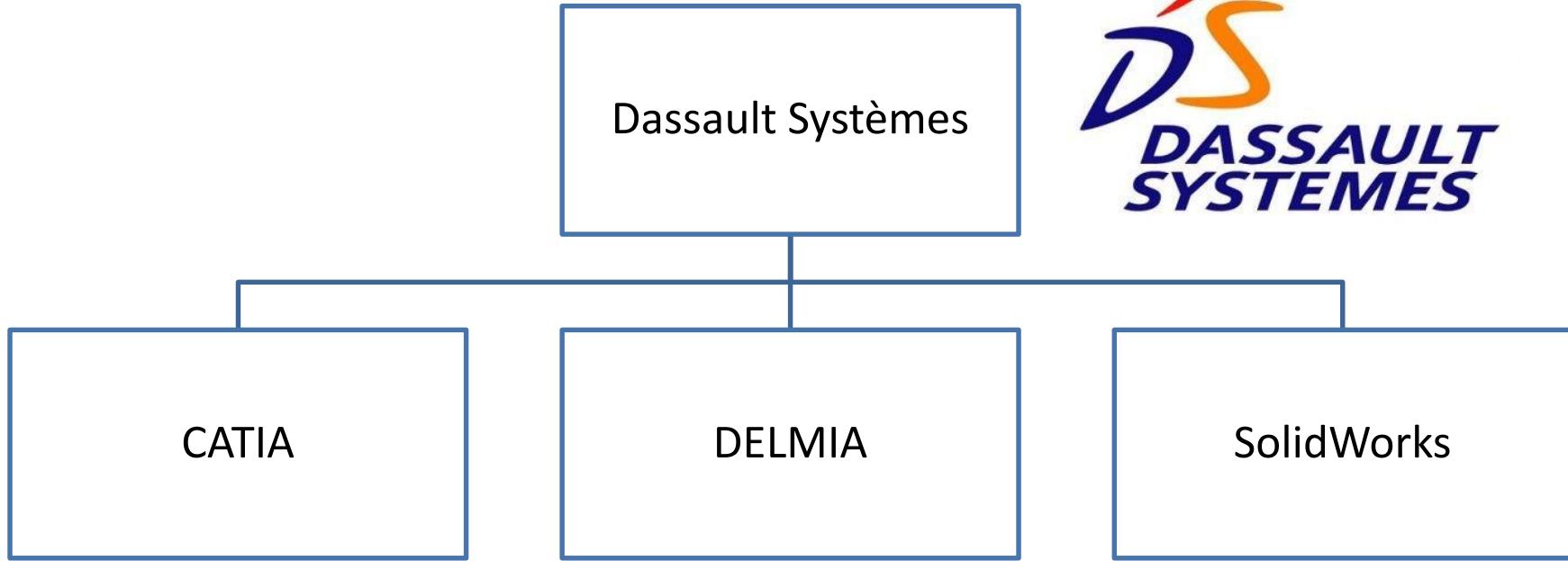
- Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung
- Bestandteil der Hightech-Strategie Industrie 4.0
- Arbeiten finden in Forschungseinrichtungen im Rahmen von Modellfabriken statt.

Softwaretools der Digitalen Fabrik

Der Bereich der digitalen Fabrik wird beherrscht durch...



Ziel:
Rechnergestützter
Einsatz der
entsprechenden
Methoden.





- **Mitarbeiter: 9.600**
- **Umsatz: 1,78 Mrd. Euro**
- **Davon mehr als 1 Mrd. Euro entfielen
auf PLM-Produkte**
- **über 100.000 Kunden in mehr als 80
Ländern**



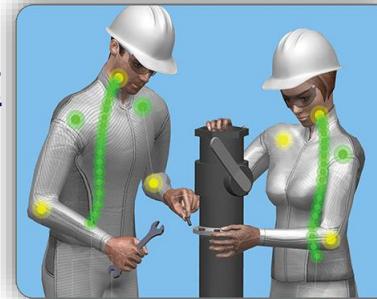
Catia ... Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application

- Konstruktionsarbeit
- 2D-Zeichnungserstellung + 3D-Modellierung
- FEM-Berechnung, NC-Programmierung
- Einsatz in der Automobil- und Luftfahrtindustrie

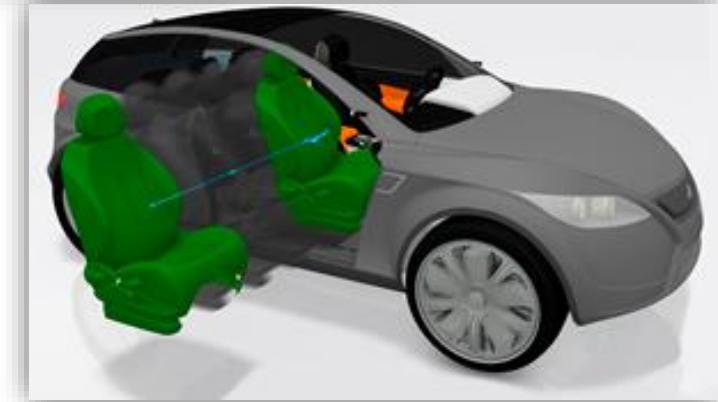


DELMIA ... Digital Enterprise Lean Manufacturing

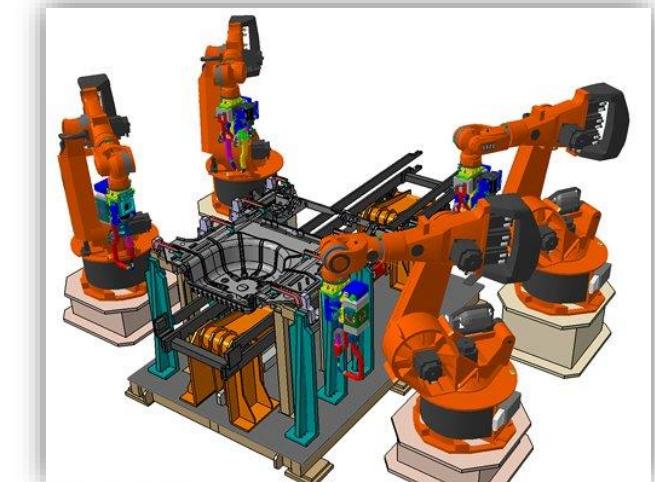
- Simulations- und Visualisierungssoftware zur
 - Planung
 - Überwachung
 - Steuerung von Produktionssystemen und Fertigungsprozessen
 - Einsatz in den frühen Stadien des Produktentwicklungszyklusses → Beschleunigte Produkteinführung
 - Ergonomieuntersuchung
 - DELMIA Robotics: Auslegung einer Roboterzelle
 - Assembly Simulation
 - DELMIA Virtual NC



http://www.3ds.com/fileadmin/PRODUCTSERVICES/DELMIA/CAPABILITIES/Ergonomics_EGA-540x355.png



http://www.3ds.com/uploads/pics/ASE_300X172_04.png



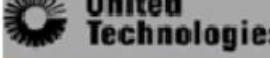
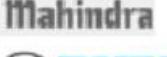
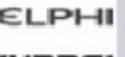
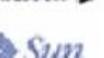
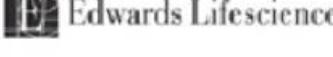
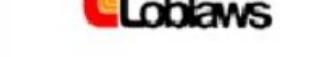
http://www.gfxtr.net/uploads/posts_images/2/1/213066/bbbb99das10ec.jpg

SIEMENS

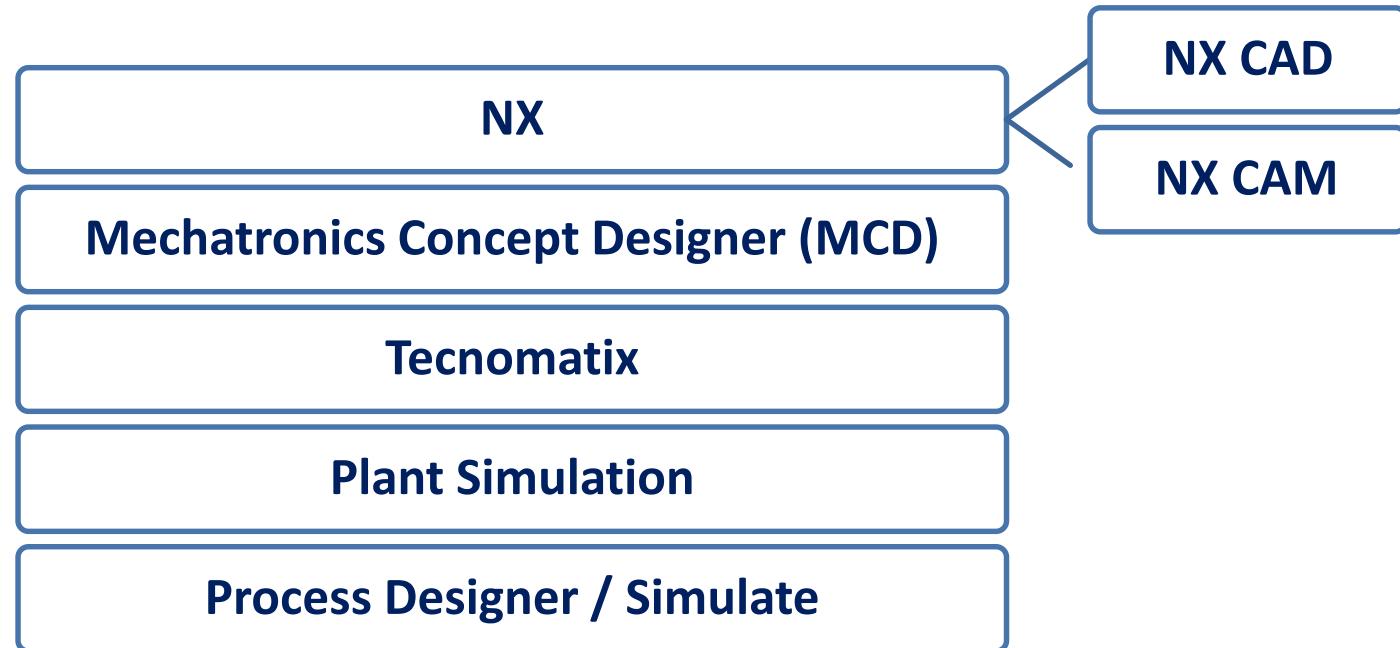
→ Siemens PLM

Früher: Unigraphics

- Mitarbeiter: 7.300 (Feb. 2007)
- Umsatz: 1,4 Mrd. Euro
- 9 Mio. lizenzierte Anwender
- 77.000 Kunden weltweit

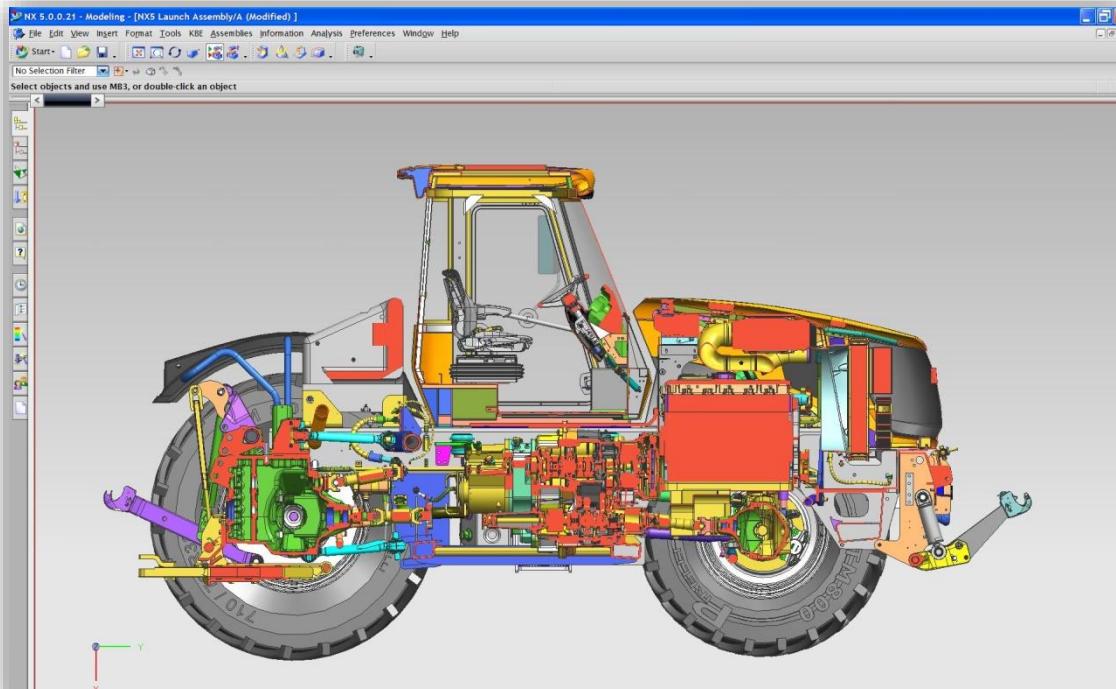
AEROSPACE DEFENSE	AUTOMOTIVE TRANSPORT	MACHINERY EQUIPMENT	HIGH TECH ELECTRONICS	CPG RETAIL MEDICAL
     <p>Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology</p>    <p>Shenyang Liming</p>    	                    	            	 <p>B/S/H/</p>            	         

Plus 9,500 Academic Partners... training nearly 1 million students per year





→ NX CAD

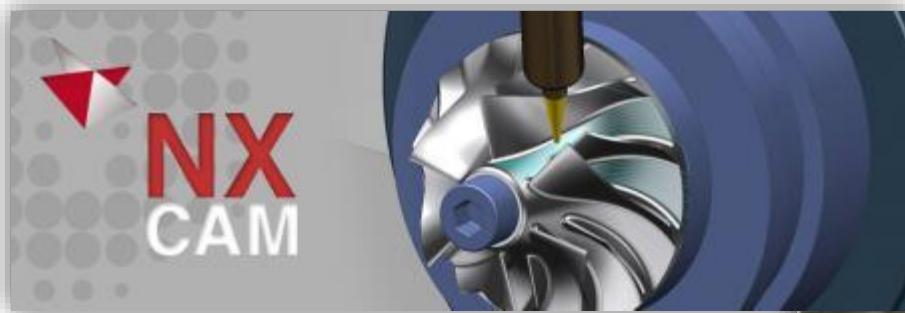


NX

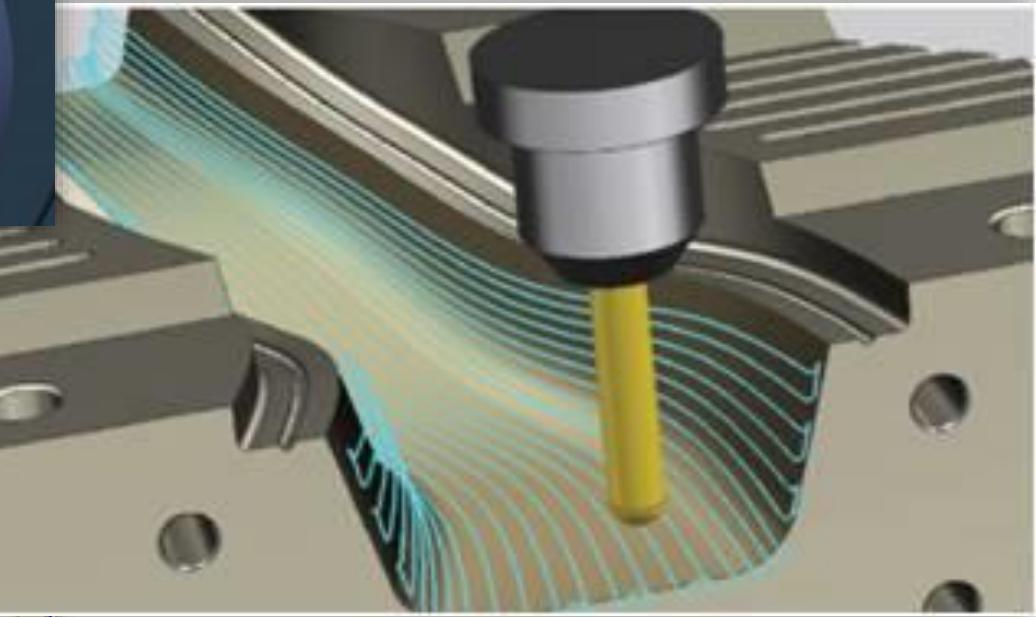
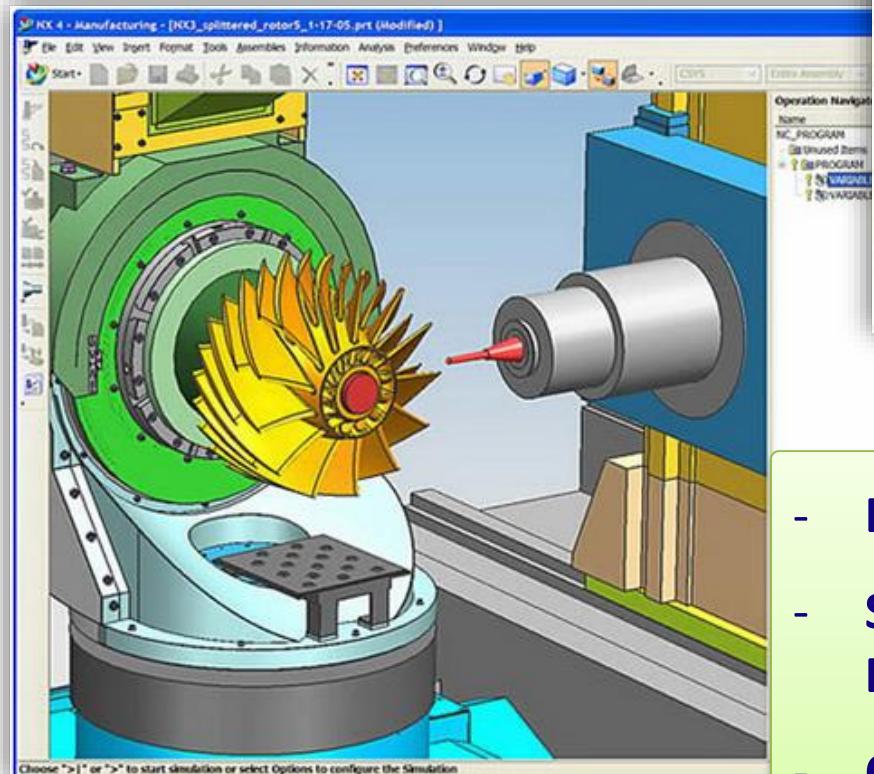
NX CAD

NX CAM

- **Erstellung von 2D- und 3d-Konstruktionen**
- **Hohe Konstruktionsgeschwindigkeit, Leistung und Anwenderfreundlichkeit**
- **Active-Mock-Up: Baugruppen in Echtzeit**
- **Automatische Konstruktionsprüfung**



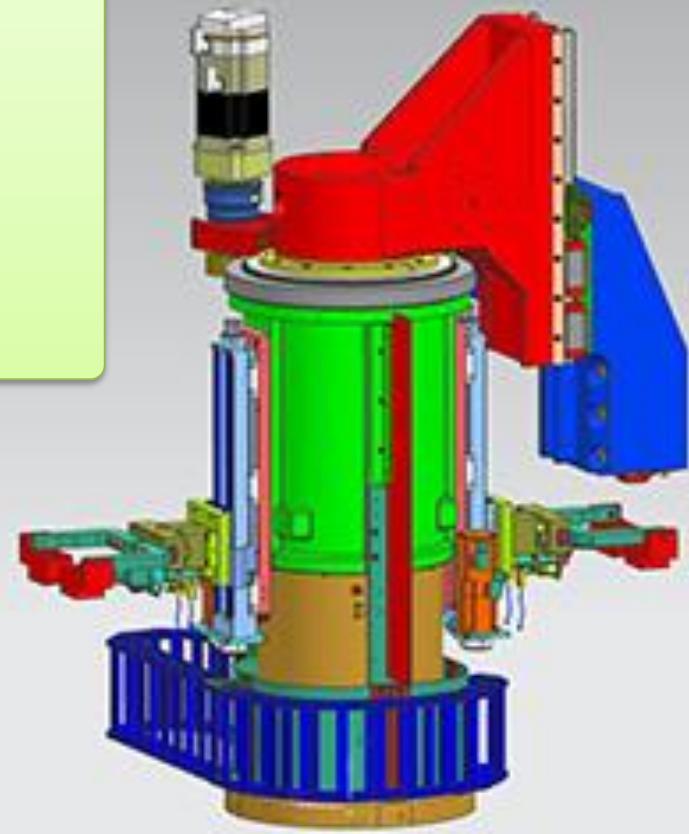
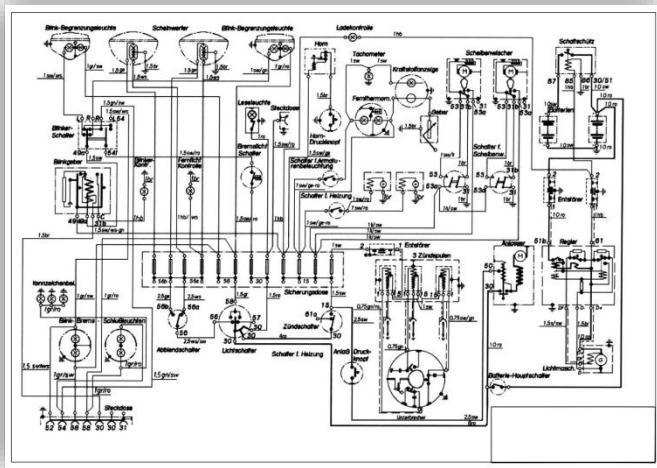
<http://techdesign.com.ec/techw/wp-content/flashxml/3d-carousel-menu-fx/images/nx.jpg>



<http://www.pmc当地/portal/5/DotNetNukeStudy/Images/NX%20CAM.jpg>

- Erzeugung von NC-Code
- Simulation des Materialabtrags der Prozesse Drehen, Fräsen, Bohren, etc.
- Optimierung des Produktionsprozesses → TTM↓

- Software zur Entwicklung komplexer Maschinen
- Basiert auf Computerspiele-Technologie und NX
- Parallele Simulation elektronischer und mechanischer Komponenten
- Echtzeitsimulation
- Automatische Stücklistenerstellung
- Automatische Generierung von Schaltplänen

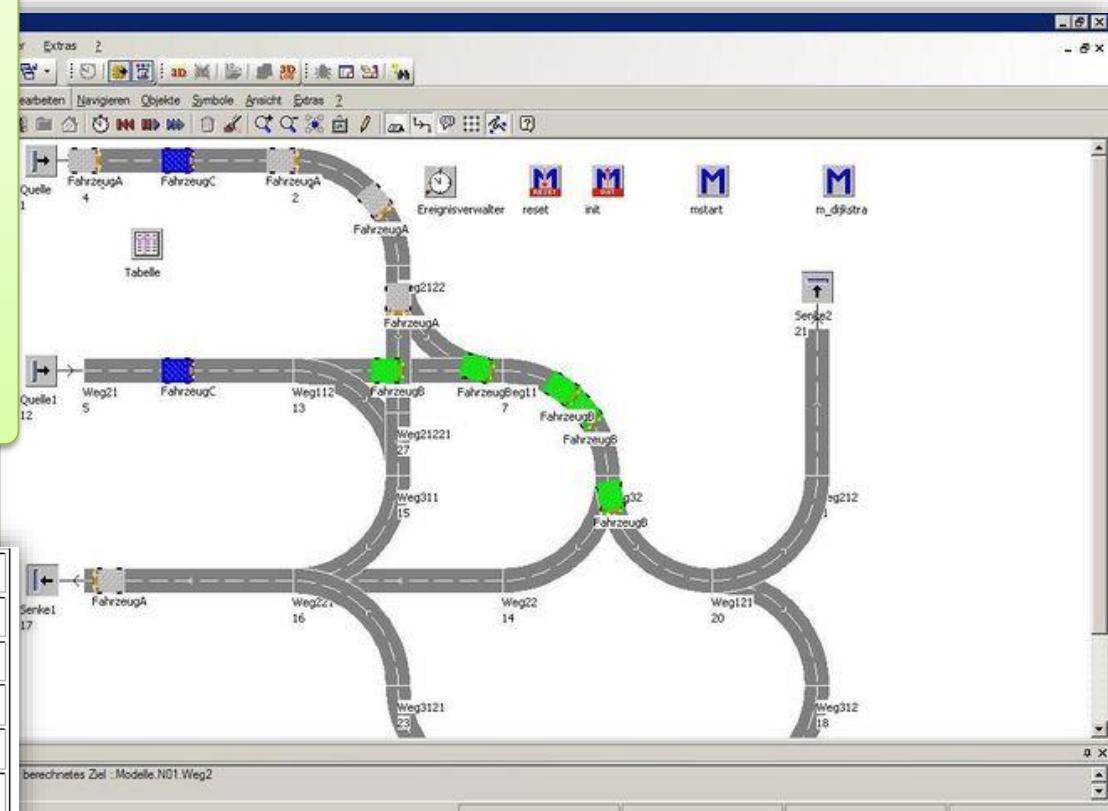


http://www.plm.automation.siemens.com/de_de/Images/Mechatronics-Concept-Designer_tcm73-196013.jpg

Plant Simulation

- Materialflusssimulation,
 - Optimierungen
 - Simulation unterschiedlichster Fertigungsszenarien
 - Automatisierte Suche nach optimalen Lösungen für komplexe Produktionssysteme

Einsatzgebiete von Plant Simulation	in Prozent [%]
Funktionsauslegung und -optimierung	50
Funktionsnachweis	49
Risikominimierung	46
Transparenzsteigerung	43
Kostensenkung	38
Machbarkeitsanalyse	31
Kommunikation	22
Projektverkürzung	12



Beispiele



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/75/Seat_Leon_front_20080809.jpg



SEAT

- Seit 2004 Digitalisierung der Fertigungsprozesse
- SEAT Leon
- Anwendung verschiedener Softwaretools von Tecnomatix (Process Designer, Process Simulate und Plant Simulation)



- Sitz: Spanien
- Mitarbeiter: 13.000
- Umsatz: 8 Mrd. Euro
- Niederlassungen in mehr als 70 Ländern

Beispiele

- „Prototyp-Stadium“ komplett virtuell (Aerodynamik- und Crash-Tests)
- Time-to-Market um 20% reduziert
- SEAT Leon → kürzeste Entwicklungszeit in der europäischen Automobilindustrie



SEAT



Beispiele

<http://www.resinierer.tv/data/media/313/skoda-roomster.jpg>



http://www.autoplenum.at/Bilder/P/005_06937/SKODA/SKODA-Superb-Combi-1.6-TDI-2010-.jpg



<http://www.skoda.ch/shared/SiteCollectionImages/y/models/new-yeti/yeti-outdoor/gallery/yeti-outdoor-02.jpg>



- **Sitz: Tschechien**
- **Mitarbeiter: 25.000**
- **Umsatz: 12 Mrd. Euro**
- **~ 1 Mio. Fahrzeuge / Jahr**

Beispiele



- Ziel: Zeitgleiche Fertigung des *Roomster*, der *Superb*-Fahrzeuge und des Geländewagens *Yeti*
- Austausch der Entwicklungsdaten während der Planungsphase
- 40.000 Datensätze pro Fahrzeug
- Anwendung von *Tecnomatix*-Softwaretools
- Heute: Einsatz der *Tecnomatix*-Software über die gesamte Lieferkette und Logistikplanung.