



# FAPS

Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

**Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung  
und Produktionssystematik**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



**Friedrich-Alexander-Universität**  
Technische Fakultät

## **Vorstellung des Lehrstuhls FAPS**

Forschungsbereich Engineering-Systeme

# Der Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik konzentriert sich auf die Fertigung mechatronischer Produkte.

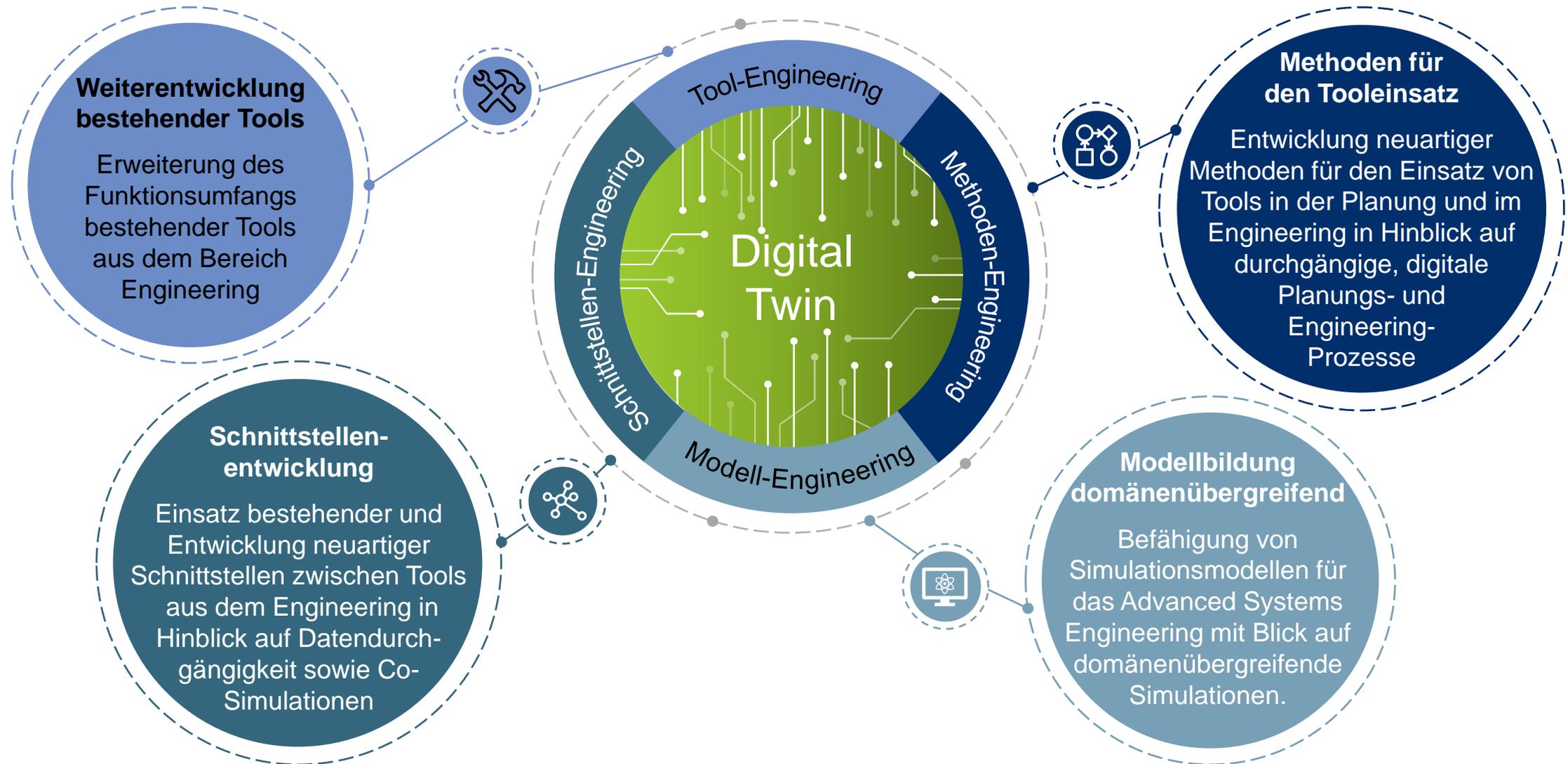


Auf AEG Nürnberg

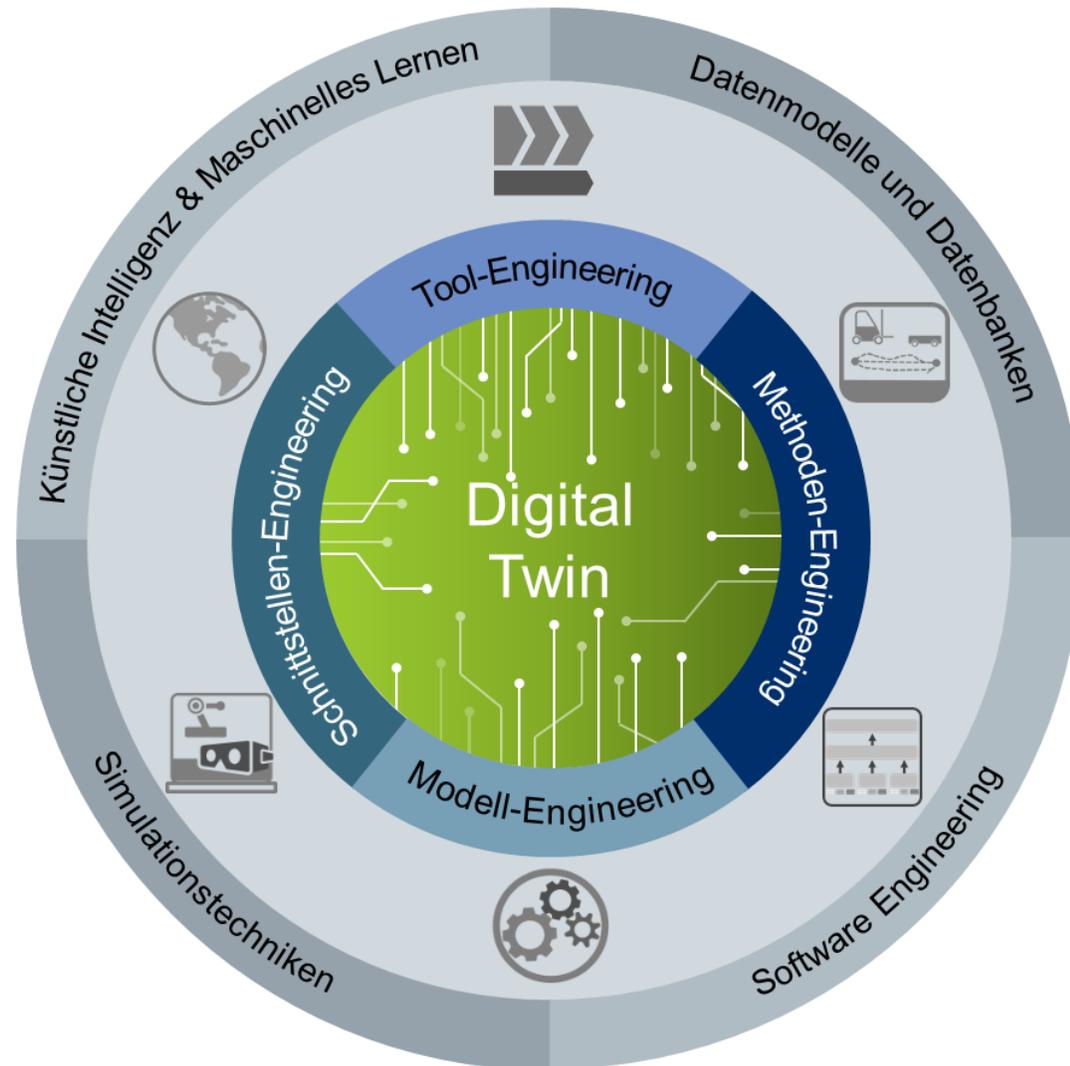


Technische Fakultät Erlangen

Um die Vision des Digital Twin in der Planung und im Engineering zu erreichen bedarf es der Erforschung und Entwicklung neuer Tools, Schnittstellen sowie Methoden für deren Einsatz.



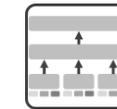
Der Forschungsbereich E|Sys verfolgt die Vision, komplexe mechatronische Systeme im Rahmen des effizienten und durchgängigen Engineerings vollständig digital abzubilden.



Durchgängiges Engineering im Kontext des Lifecycle Managements (PLM, PSLM)



Planung und virtuelle Inbetriebnahme von Produktionssystemen



Entwicklung digital integrierter Prozessketten und zugehöriger Datenmodelle



Prozessmanagement und -automatisierung im interdisziplinären Engineering



Engineering ressourceneffizienter Produktionssysteme



Mensch-Maschine-Schnittstellen mittels Virtual und Augmented Reality (VR, AR)

Das Imagevideo des Forschungsbereichs fasst die bearbeiteten Themen rund um den Digitalen Zwilling anschaulich zusammen.

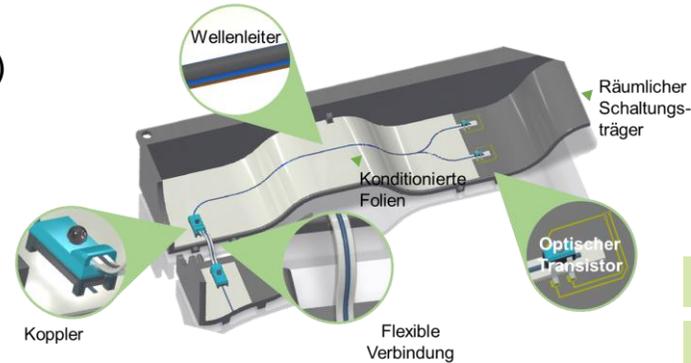


<https://youtu.be/sl4j46BMhhY>

# Mithilfe durchgängiger Datenketten und intelligenter Produktmodelle werden in der DFG-Forschergruppe OPTAVER räumliche opto-mechatronische Baugruppen digital modelliert.

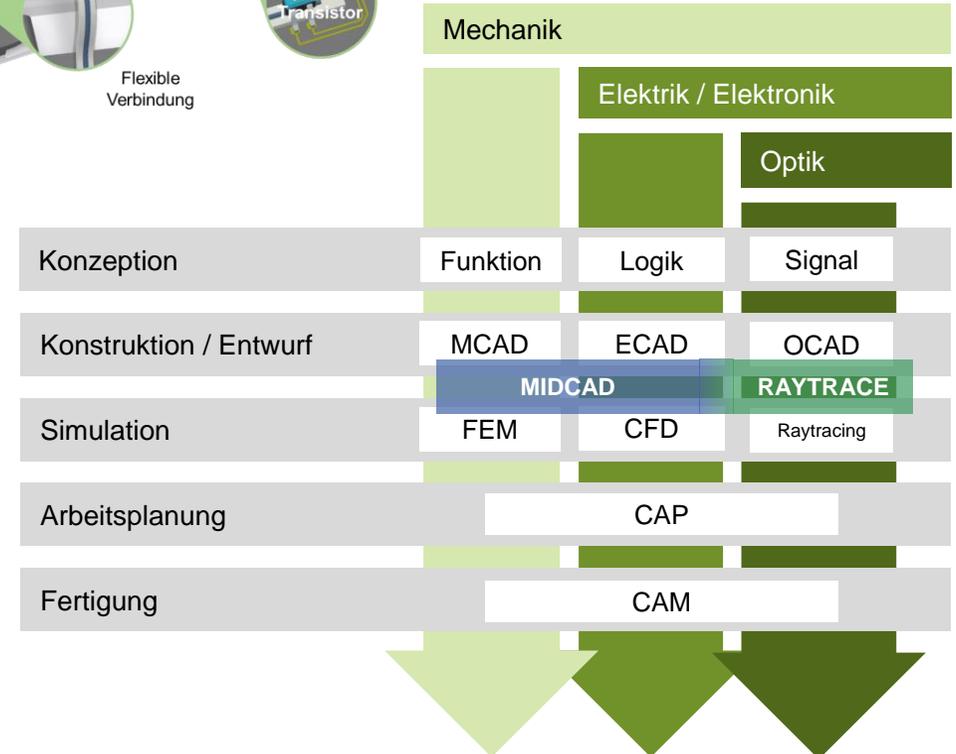
## Herausforderung:

- Synthese getrennter Domänen (Optik, Mechanik, Elektrik)
- Automatisierte Pfadplanung auf 3D-Schaltungsträger
- Berücksichtigung optischer Eigenschaften durch geometrische Beschaffenheit



## Ziel: Zusammenführung von mechatronischem 3D-Design und optischer Simulation

- Schaffung optischer Modelle für 3D-CAD Systeme mit Parametern wie z.B. Signal- und Kopplungswirkungsgrade sowie Brechungsindizes
- Sammlung von Wissen zur Korrelation zwischen Designregeln von 3D-opto-MID, Simulation und Fertigungsprozessen
- Anwendung und Implementierung von integrierten Design- und Layoutfunktionen für räumliche opto-elektronische Baugruppen



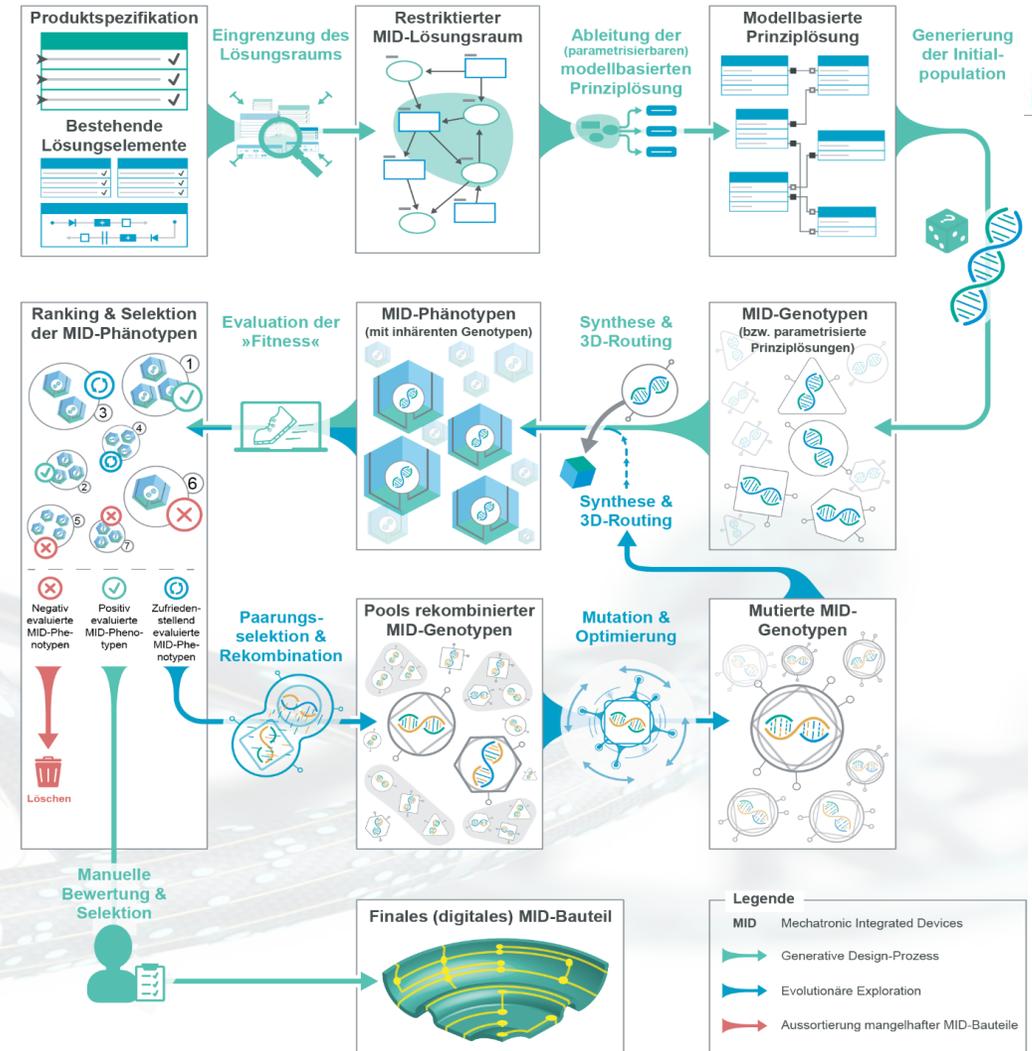
# Durch die Erforschung des Einsatzes des Generative Designs bei MIDs soll die Grundlage für neuartige, naturanaloge Konstruktionsmethoden geschaffen werden.

## Herausforderung:

- Hohe Produktkomplexität mechatronisch integrierter Bauteile (MID) führt zu einem herausfordernden Entwicklungsprozess
- Produktentwicklung erfordert manuell aufwändige und hochiterative Optimierungen und Anpassungen
- Es bedarf neuer Ansätze, welche valide Designvarianten unter Einbeziehung aller Disziplinen und Restriktionen ressourcenschonend entwickeln

## Ziel: Erschließung der Potentiale biologisch inspirierter Methoden in der Produktentwicklung räumlicher Schaltungsträger

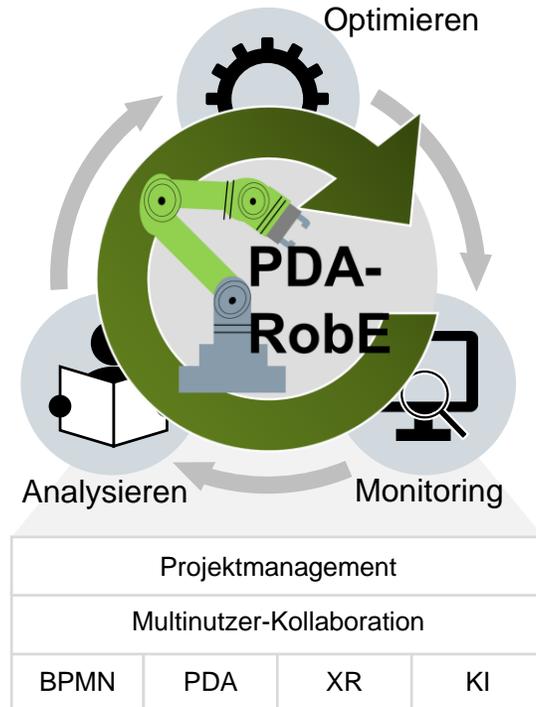
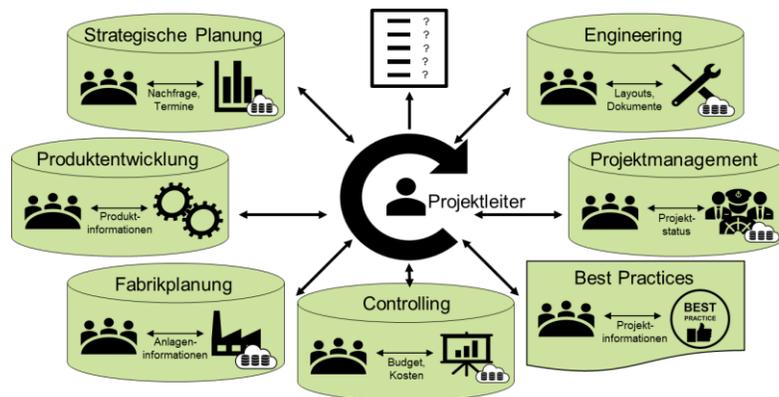
- Vielsprechende Potentiale durch naturanaloge Prinzipien (insb. Genetische Algorithmen) zur Exploration innovativer Designvarianten
- (Teil-)automatisierte Evolution und Synthese von MID-Bauteilen auf Basis einer Produktspezifikation
- Erprobung etablierter naturanaloger Ansätze (bspw. Genetische Algorithmen) hinsichtlich ihrer Eignung



# Das Forschungsprojekt PDA-RobE unterstützt das Projektmanagement beim Anlagenengineering durch Prozessmanagement, BPMN, XR- und KI-Services.

## Situation

- Projektplanung ist geprägt von dezentralem Wissen und Medienbrüchen
- Manuelle Synchronisation und Absprache von Wissen und Prozessen



## Potenziale des Prozessmanagements mit BPMN

1	Agile Prozessanpassung	
2	Monitoring und Reporting für den kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP)	
3	Standardbasierte Business- und IT-Kollaboration	
4	Dashboards und automatische Aufgabenlisten	
5	Orchestrierung verschiedener Technologien und Services	

## Problem

- (Lean-)Verschwendungen in der Projektplanung
- Intransparenz und Echtzeitfähigkeit von Informationen

## Lösung

- Synchronisierung von Wissen, Aufgaben, Prozessen und Tools durch eine zentrale, umfassende Webplattform
- Hohe Anwenderfreundlichkeit und -Intuitivität durch einen prozess- und kundenorientierten Ansatz auf Basis von BPMN



Gefördert durch  
  
 Bayerisches Staatsministerium für  
 Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie



# InterAcDT erforscht die interaktiv-kollaborative Nutzung des Digitalen Zwillings zur simulationsbasierten Optimierung im Rahmen der Planung automatisierter Produktionsanlagen.

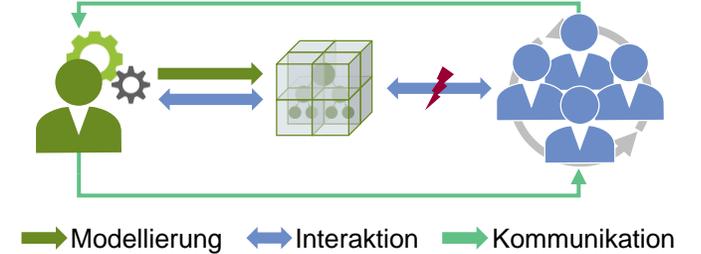


**InterAcDT – Interaktiv-kollaborativer Digitaler Zwilling in der Produktionssystemplanung**

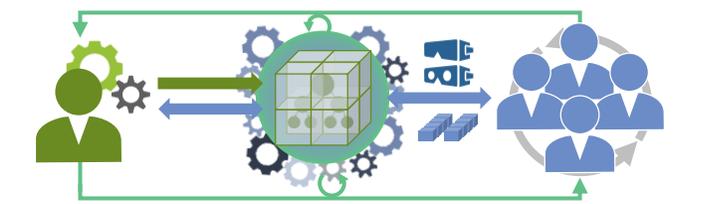
## Ausgangssituation | Problem

- Digitale Zwillinge werden zukünftig immer detaillierter und komplexer, um die Realität mit immer mehr Funktionen abzubilden.
- Die Planung von Produktionsanlagen mit Hilfe von Digitalen Zwillingen ist aufgrund der Komplexität einer geringen Anzahl von Experten vorbehalten.
- Der Einsatz von Optimierungsalgorithmen und die Interaktion der Nutzer mit dem digitalen Zwilling erfordern einen hohen Aufwand hinsichtlich Zeit und Kosten.

**Heute**  
Der Experte ist die singuläre Schnittstelle zum Digitalen Zwilling. Andere Stakeholder tragen ihre Szenarien an diesen heran und erhalten später die Ergebnisse.



**Morgen**  
Zusammen mit dem Experten können verschiedene Stakeholder mit dem Digitalen Zwilling in Echtzeit interagieren und so schneller zu optimierten Ergebnissen gelangen.



## Zielzustand | Lösung

- Zukunftsrelevante **Funktionalitäten** der Digitalen Zwillinge für die Planung von Produktionsanlagen werden erforscht, implementiert und methodisch aufbereitet.
- Ein **erweiterter Nutzerkreis** wird befähigt, kollaborativ mit dem Experten eine **simulationsbasierte Optimierung** im Rahmen der Anlagenplanung durchzuführen.
- Die **neuartige Interaktion** mit dem Digitalen Zwilling wird durch hierfür entworfene **Demonstratoren** unter Nutzung von VR, AR, XR-Technologien veranschaulicht.

**Geplante Demonstratoren des Forschungsprojekts**

Interaktive Materialfluss-/ Layoutplanung	Konzeptvisualisierung mittels Multi-User VR	Anlagenkonzept-/ Layoutplanung in AR

Anlagenplanungsprozess



**BOSCH**



Gefördert durch  
  
Bayerisches Staatsministerium für  
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

# Im Umfeld der Additiven Fertigung und deren Prozesskette erforscht der FAPS Möglichkeiten Knowledge Graph-basierter Datenintegration.

## Ziel: Bereitstellung und Nutzung integrierter Datenbasis für die Additive Fertigung

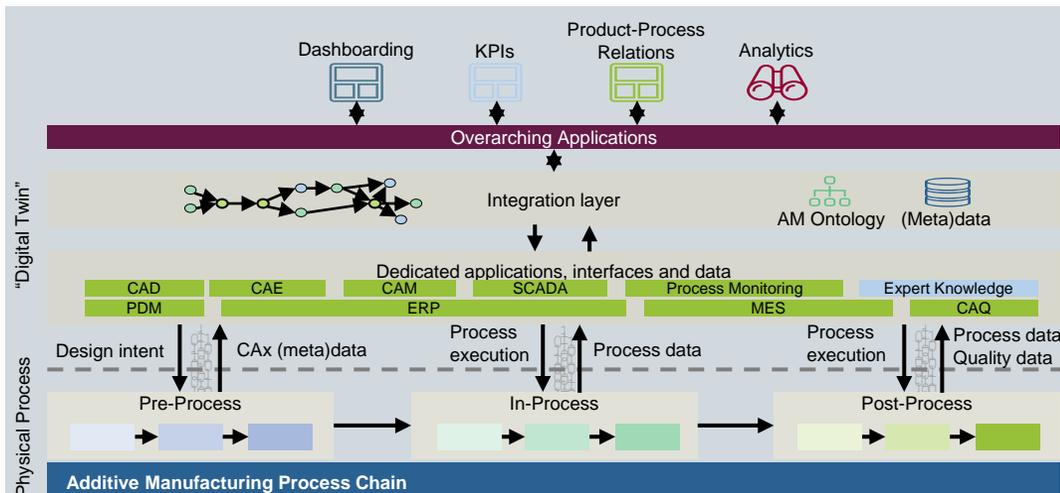
- Verknüpfung prozesskettenübergreifender Daten
- Semantische Anreicherung über Ontologiebezüge
- Knowledge Graph zur Verkettung der Datensätze
- Web-Anwendung als Datensenke zur Bereitstellung verschiedener Abfragen und 3D-Visualisierungen

## Datenintegration bedeutet Zugang zu autonomen und heterogenen Datenquellen

- Datenquellen sind bspw. relationale Datenbanken, Dateien oder APIs von Applikationen
- Autonom bedeutet, dass der Entwurf des Quelldatenschemas nicht unter Kontrolle des Integrators ist
- Heterogen bedeutet, dass die Quelldaten verschiedene implizite und explizite Schemata besitzen



Digitale Prozessketten



## Zielarchitektur

- Applikationen können integrierte Datenbasis für übergreifende Anwendungsfälle nutzen
- Integrationsschicht sorgt für Verknüpfung der heterogenen und autonomen Datenquellen durch Knowledge Graph
- Dedizierte Anwendungen entlang der Prozesskette bleiben erhalten und sind über entsprechende Schnittstellen angekoppelt

# Durch die autarke Steuerung mittels künstlicher Intelligenz und intelligenter Sensorsysteme sollen Produktions- und Logistikprozesse optimiert werden.

## Eine IoT-Lösung für Produktion und Logistik mittels intelligent verknüpfter multipler Sensorsysteme (ProLog 4.0)

### Ziel

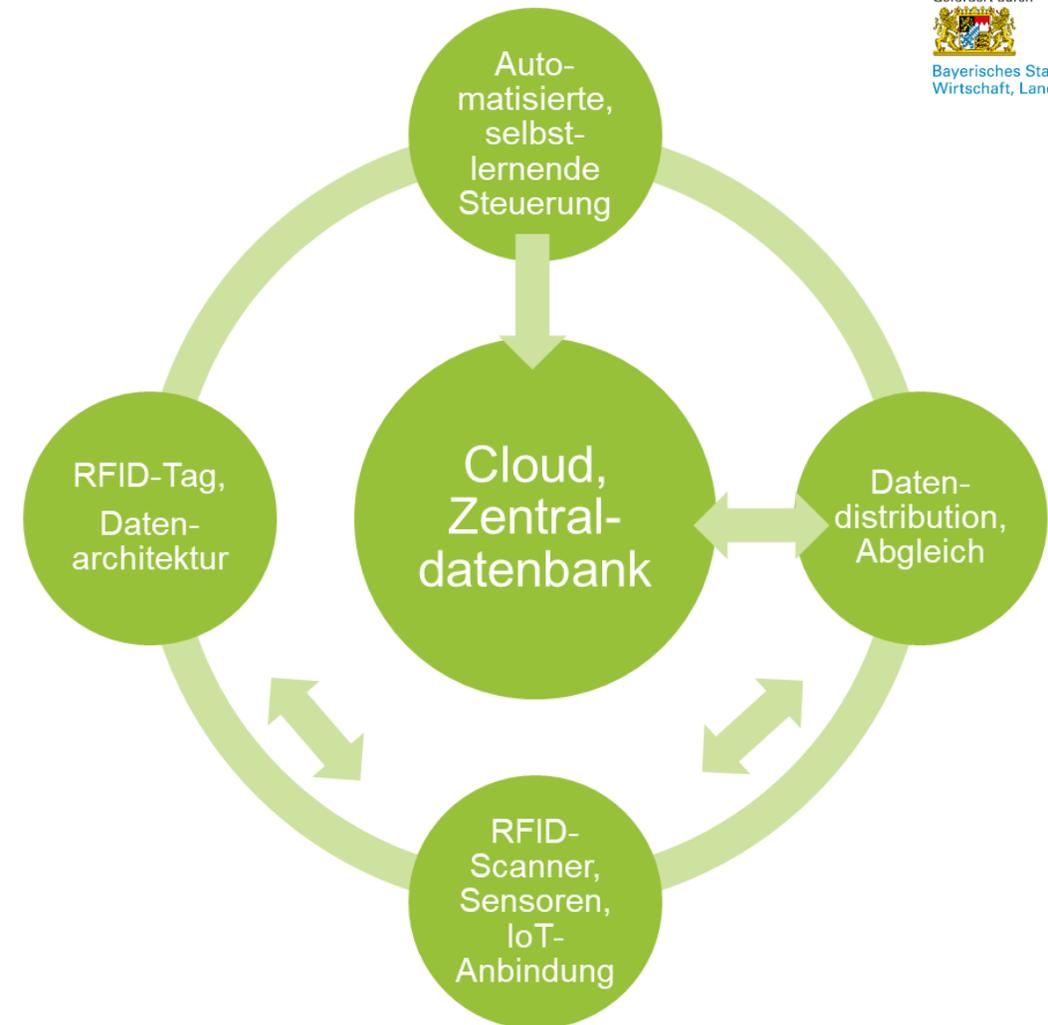
- Optimierung teil- bzw. vollautomatisierter Produktions- und Logistikprozesse durch
  - Ermöglichen einer direkten Kommunikation zwischen Produktion und Logistik
  - auf Basis multipler Sensordaten
- mittels kontinuierlicher Kontrolle von Produktions- und Logistikprozessen
- und autarker Steuerung der Prozesse durch künstliche Intelligenz

### Herausforderung

- Komplexe Abhängigkeit der Produktions- und Logistikprozesse
- Verfügbarkeit modularer und effizienter Sensoren

### Lösungsansatz

- Optimierung durch KI für die Verarbeitung der Sensorrohdaten
- Erweiterung der Nutzung von RFID



Gefördert durch



Bayerisches Staatsministerium für  
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

# Eine effiziente und sichere Mensch-Maschine-Kollaboration ist einer der Schlüssel zu einer leistungsfähigen Industrie 4.0-Produktionsumgebung mit Fokus auf Batchsize 1.

## Effiziente und sichere Mensch-Laser-Kollaboration (MeLasKo) –

Einfacher, hocheffizienter und sicherer Einrichtprozess für Laserschweißanlagen

### Ziel

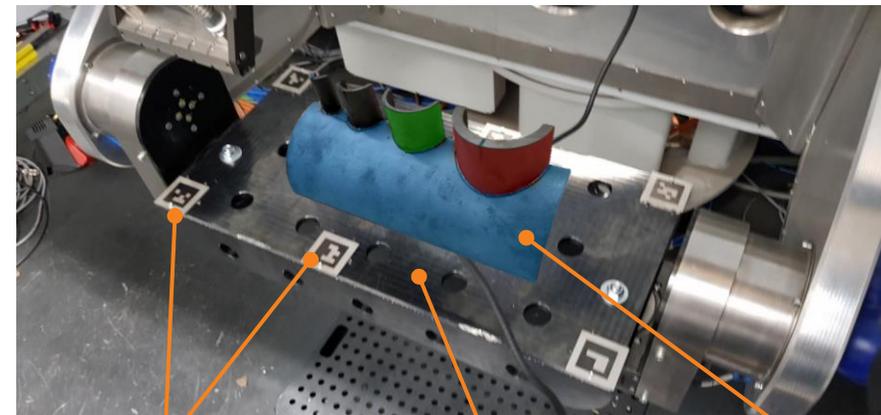
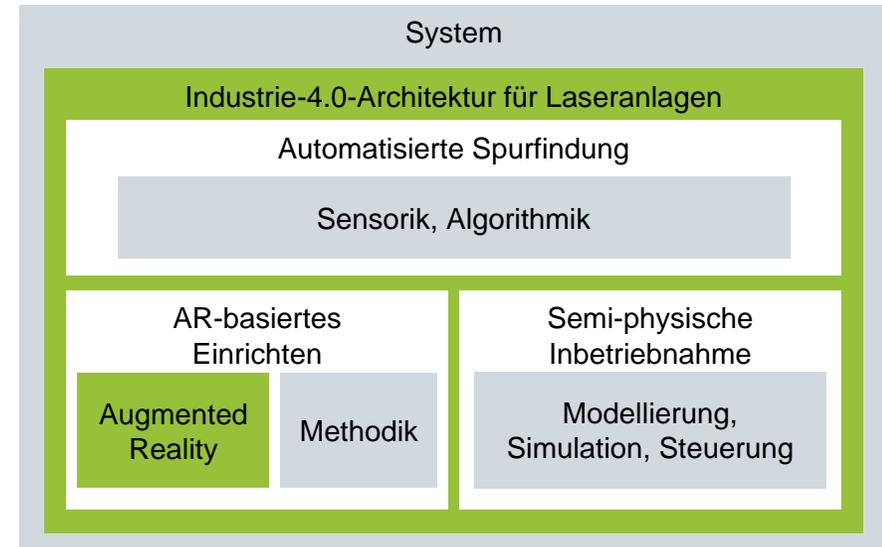
- Einfacher, hocheffizienter und sicherer Einrichtprozess für Laserschweißanlagen
- Verkürzung der Einrichtzeit auf wenige Minuten
- Erhöhung der Werker-Sicherheit während des Einrichtens
- Reduktion von Ausschussteilen während des Einrichtprozesses

### Herausforderung

- Komplexe Abhängigkeit der Prozesskomponenten und -parameter
- Nicht sichtbares Werkzeug

### Lösungsansatz

- Augmented-Reality (AR) basiertes Einricht-Konzept
  - 3D-Kameras generieren Punktwolken mit geometrischen Charakteristiken
  - Laserstrahl-Geometrien werden anhand Maschineneinstellungen simuliert und mit den erkannten Geometrien abgeglichen um Kollisionen aufzuzeigen
- Semi-physische Inbetriebnahme
  - Anlage verfährt durch realen Steuerungscode, aber Laserstrahl wird simuliert



Marker für kamerabasierte Positionserkennung

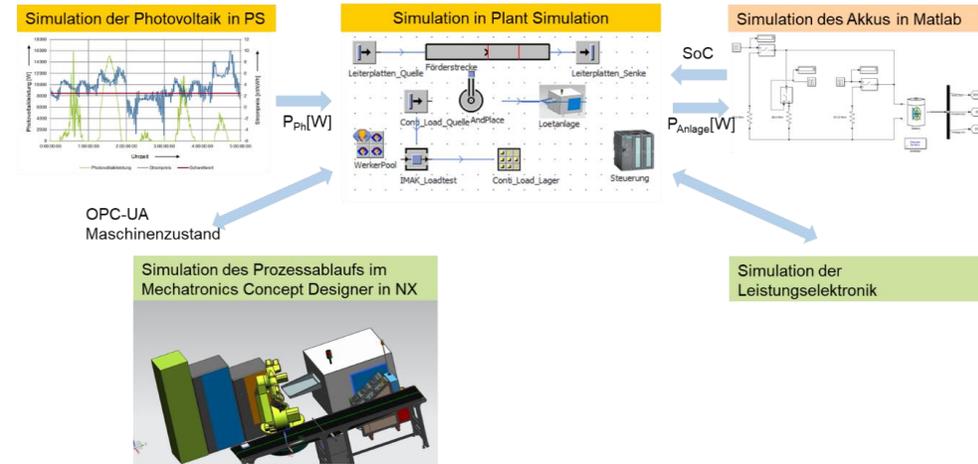
Arbeitstisch innerhalb der Laserschweißanlage

Werkstück mit erkannten geometrischen Features

# Das Projekt DC|hyPASim beschäftigt sich mit der Simulation automatisierter Produktionsanlagen hinsichtlich ihrer Energieversorgung.

## Ziel: Verwendung von Gleichstrom in der Fertigung

- Erstellung digitaler Modelle zu Gleichstromnetzen
- Verknüpfung dezentraler erneuerbarer Energien und Speichertechnologien mit bestehenden industriellen Netzen
- Betrachtung des Energieaustauschs zwischen Gleich- und Wechselstromnetzen
- Fokussierung der Energiespeicherung
- Auslegung der Sicherheitstechnik sowie der Regelungsstrategien.



Verteilte Simulation in verschiedenen Tools



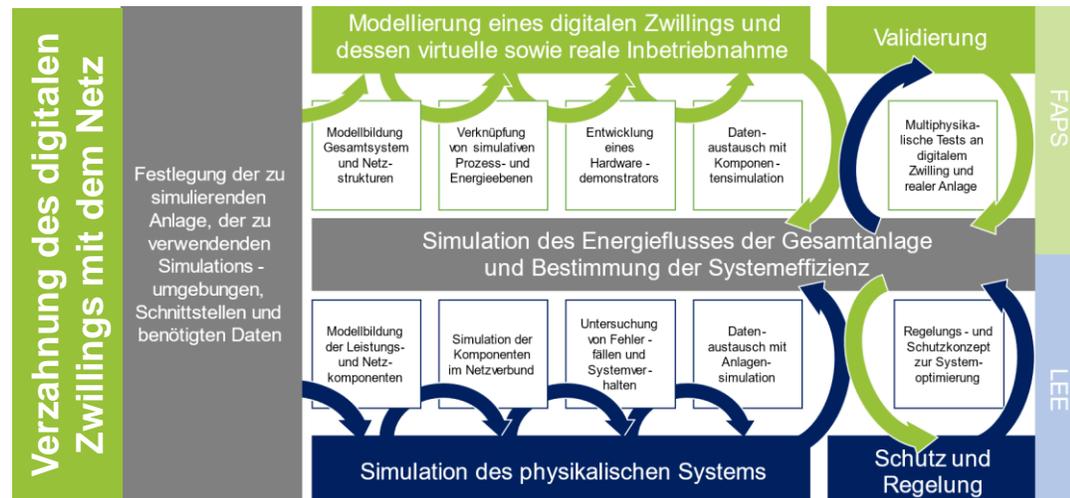
Planung & Simulation



Digitale Prozessketten



Ressourcen-Effizienz



## Vorteile

- Senkung der Kosten für das Projekt
- Steigerung der Qualität
- Durchgängiges Engineering
- Validierung der Gestaltung des Produktes im Bezug auf die Kundenanforderungen
- Verknüpfung von Prozesssteuerung mit Steuerung der Leistungselektronik

# Das FAPS-X-Start-up "ROBOTOP - Accelerate Automation" bietet eine offene, herstellernerneutrale B2B-Webplattform für Robotiklösungen in Industrie und Service.

**KMU bleiben hinter diesem Trend zurück!**

## Investitionszurückhaltung

**Nur 3 %**

der KMU (bis zu 49 Beschäftigte) setzen Roboter ein

Quelle: [destatis](#)

**Über 75 %**

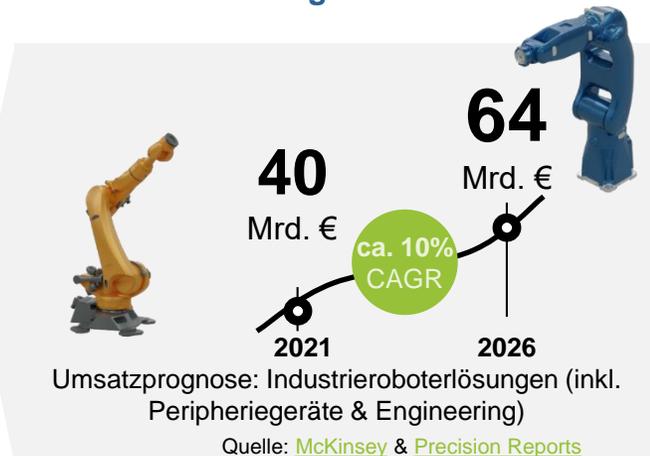
der KMU benötigen Beratung in I4.0 und Automation

Quelle: [IHK Nordbayern](#)

**Experten riskieren den Verlust von Kunden an Wettbewerber im digitalen B2B-E-Commerce**

## Situation: Der Markt für Industrieroboterlösungen wächst

**ca. 500 Mrd. €**  
Vorhersage 2025 Weltmarkt für Roboter\*  
\* Industriell und nicht-industriell  
Quelle: [GTA](#)



### Das Gründerteam



Unterstützt von:  
**FAPS** Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke  
Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik  
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

**FAU** Gründerbüro  
FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG

Gefördert durch:  
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
**eXIST** Existenzgründungen aus der Wissenschaft

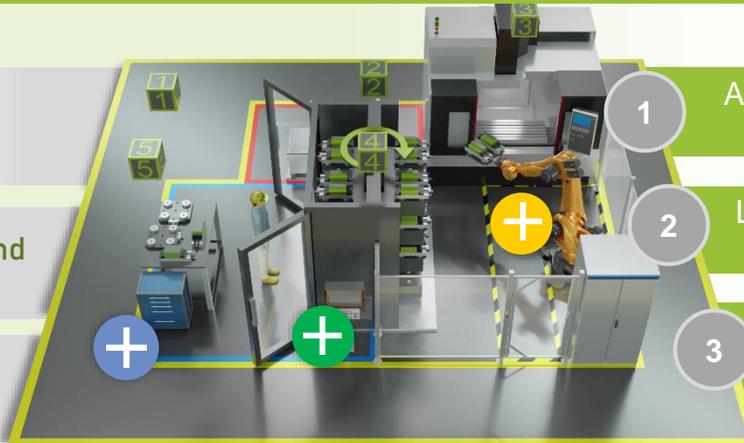
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages  
**PTJ** Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

## Die ROBOTOP-Lösung: Minutenschnelles Matching von Anbietern und Kunden

+ Industrieroboter, Greifsysteme und Spanntechnik

+ Peripheriegeräte und Software

+ Systemintegration



1 Anforderungen ermitteln

2 Lösungsvorschlag individualisieren

3 Lösungsanfrage starten



Planung & Simulation



Prozess-automatisierung



Mensch-Interaktion



# Der Forschungsbereich Engineering-Systeme engagiert sich neben der Forschung auch in der Lehre, in der Gremienarbeit und im Technologietransfer.

## Betreuung von Lehrveranstaltungen

- Praktikum Durchgängiges Engineering

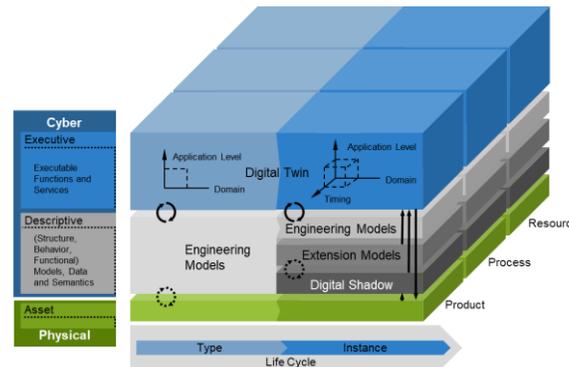


- Koordination der Vorlesung Produktionssystematik
- Erweiterung des Lehrangebots: Vorlesung Durchgängiges Engineering

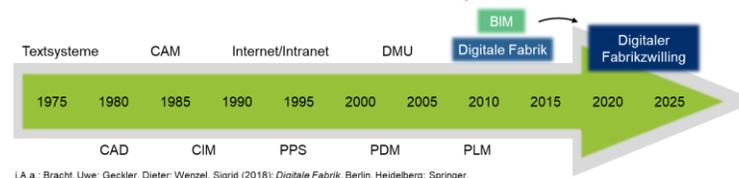


## Referenzmodelle und Richtlinienarbeit

- Digital Twin Structure Model (DTSM)
  - Strukturmodell für den Digitalen Zwilling
  - Systematisierung von Dimensionen und Artefakten (Zwilling, Schatten, Modelle)



- VDI 5000 – „Digitaler Fabrikzwilling“
  - Beteiligung an der Erarbeitung einer neuen VDI-Richtlinie
  - Verfassen von Standpunkten mit anderen Institutionen und Industriepartnern



I.A.: Bracht, Uwe; Geckler, Dieter; Wenzel, Sigrid (2018): Digitale Fabrik. Berlin, Heidelberg: Springer.

## Koordination von Fachtagungen

- intensive Kommunikation und Partnerschaft mit der Industrie
- Möglichkeit der Vernetzung im Themenfeld Engineering und Digitalisierung
- Anwendungsnahe Vorträge und Erfahrungsberichte

September 2021:  
19. ASIM-Fachtagung - digital



# Der Lehrstuhl FAPS bietet vielfältige Kooperationsmöglichkeiten mit der Industrie und weiteren Institutionen.

	Gefördertes Forschungsprojekt	Industrielle Gemeinschaftsforschung	Industriepromotion	Direkte Kooperation	Studentische Kooperation
Spezifische Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geförderte Forschungsaktivität</li> <li>Gemeinsame Antragsstellung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forschung durch Institute oder Universitäten</li> <li>Projektbegleitender Ausschuss liefert Input</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Direkte Zusammenarbeit über gemeinsamen Mitarbeiter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Direkter Wissens- und Technologietransfer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Betreuung einzelner Abschlussarbeiten</li> </ul>
Besonderer Vorteil	<ul style="list-style-type: none"> <li>Förderquoten für Industrie in der Regel bei 40%*, für Institute bis 100%*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hoher Wissensgewinn durch Einflussnahme auf industriennahe Forschung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Langfristige Forschung in direkter Zusammenarbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dienstleistungsverhältnis mit Geheimhaltungsvereinbarung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Idealer Kick-off für künftige Forschungs-kooperation</li> </ul>
Besonderheiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängigkeit vom Fördermittelgeber</li> <li>Beliebig kleine Projekte realisierbar</li> <li>Mit oder ohne Fokus auf die Region</li> <li>Spezielle Programme für KMU, Verbandsmitglieder oder Großunternehmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Koordination und Beratung durch Forschungsvereinigung</li> <li>Bottom-Up-Ansatz für technologische Bedürfnisse und Herausforderungen</li> <li>Verwertung von Forschungsergebnissen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definition über Kooperationsprojekt, des Themas und der Schwerpunkte</li> <li>Angestellter der Universität mit Arbeitsplätzen im Unternehmen und am Lehrstuhl für idealen Austausch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abstrakte und gemeinsame wissenschaftliche Veröffentlichung der Inhalte</li> <li>Evtl. gemeinsame Patentanmeldung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arbeiten mit inhaltlichen Fokus der Themengebiete der Forschungsbereiche des Lehrstuhls</li> </ul>
Projektbeginn und -laufzeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beantragung ca. 12 Monate*</li> <li>Laufzeit für 2-3 Jahre*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regelmäßig Beantragung möglich</li> <li>Laufzeit 2 Jahre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beginn mit geeigneten Doktoranten</li> <li>Promotion in 3 Jahren*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beginn kapazitätsabhängig</li> <li>Laufzeit variabel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beginn mit geeigneten Studenten (Apr &amp; Okt)</li> <li>In der Regel 6 Monate*</li> </ul>
Serviceportfolio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Netzwerkaufbau</li> <li>Gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsarbeiten</li> <li>Kapazitäts- und Maschinennutzung</li> </ul>				

\*Zahlen beruhen auf gängigen Durchschnittswerten, ohne Gewähr



# FAPS

Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

**Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung  
und Produktionssystematik**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



**Friedrich-Alexander-Universität**  
Technische Fakultät

# DANKE