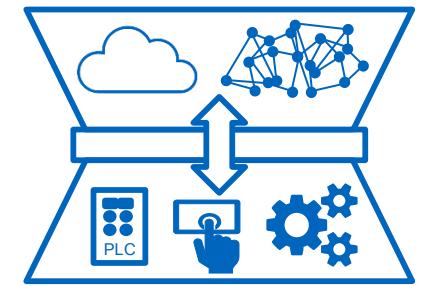
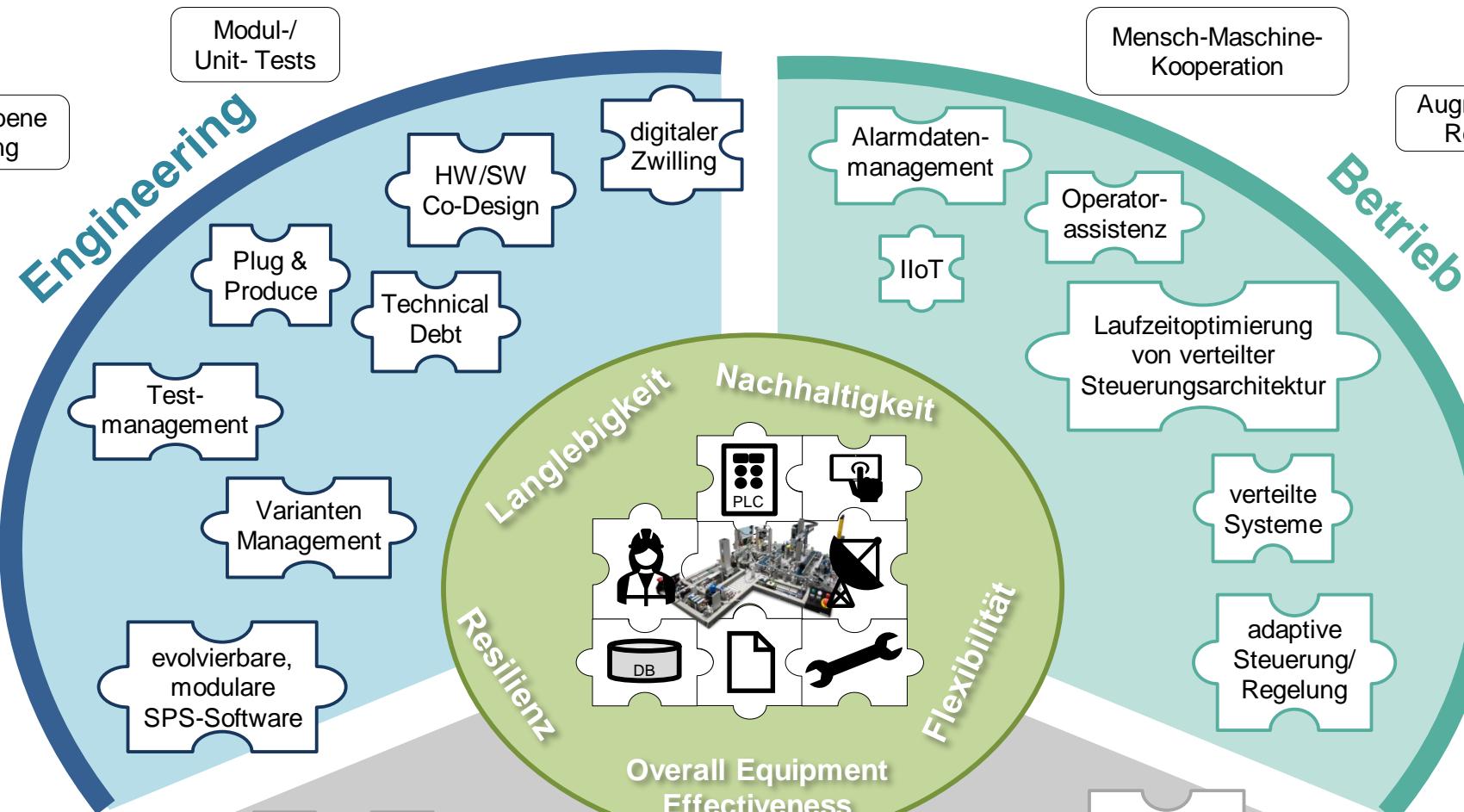


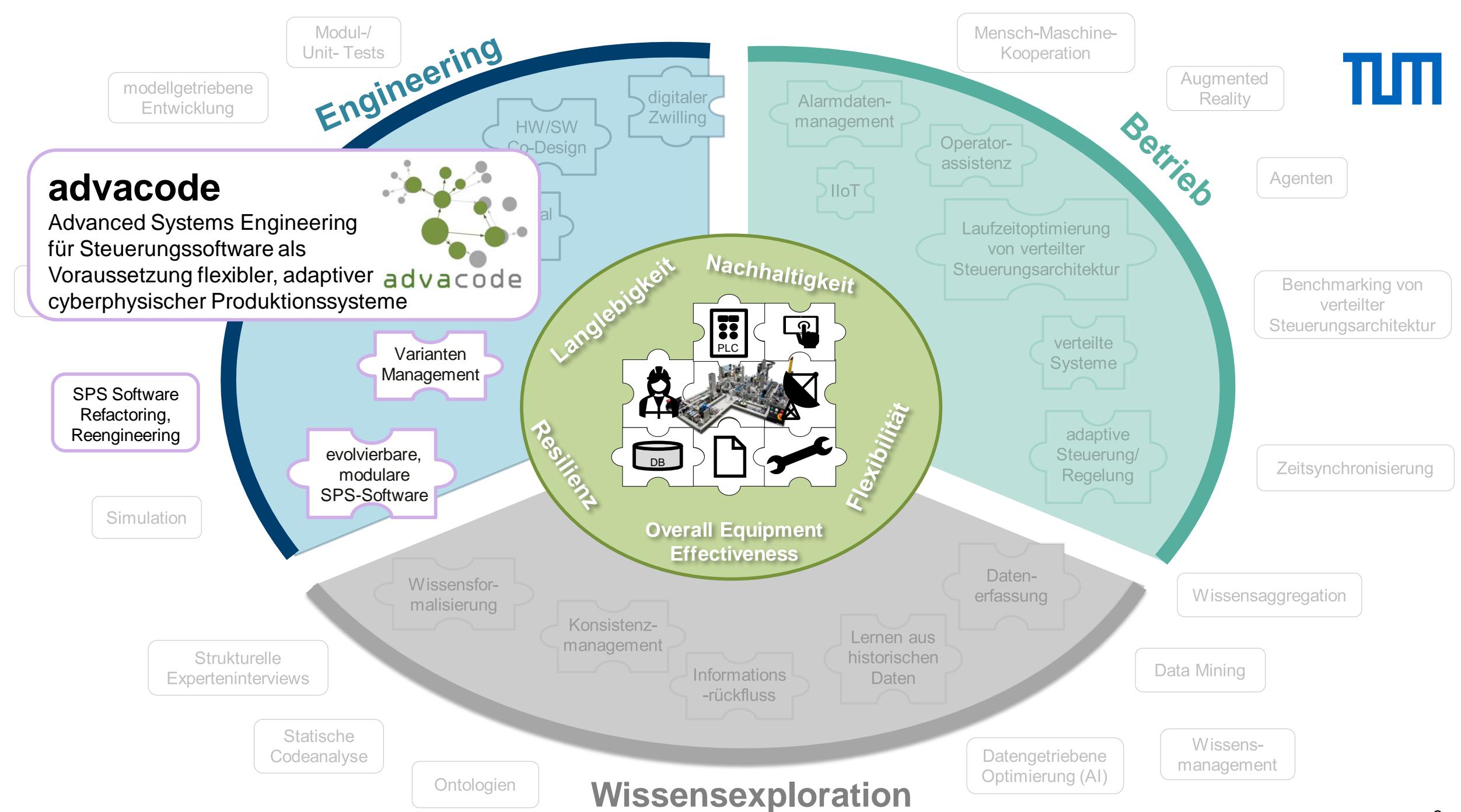


Lehrstuhl für Automatisierung
und Informationssysteme
Technische Universität München



Wissensexploration

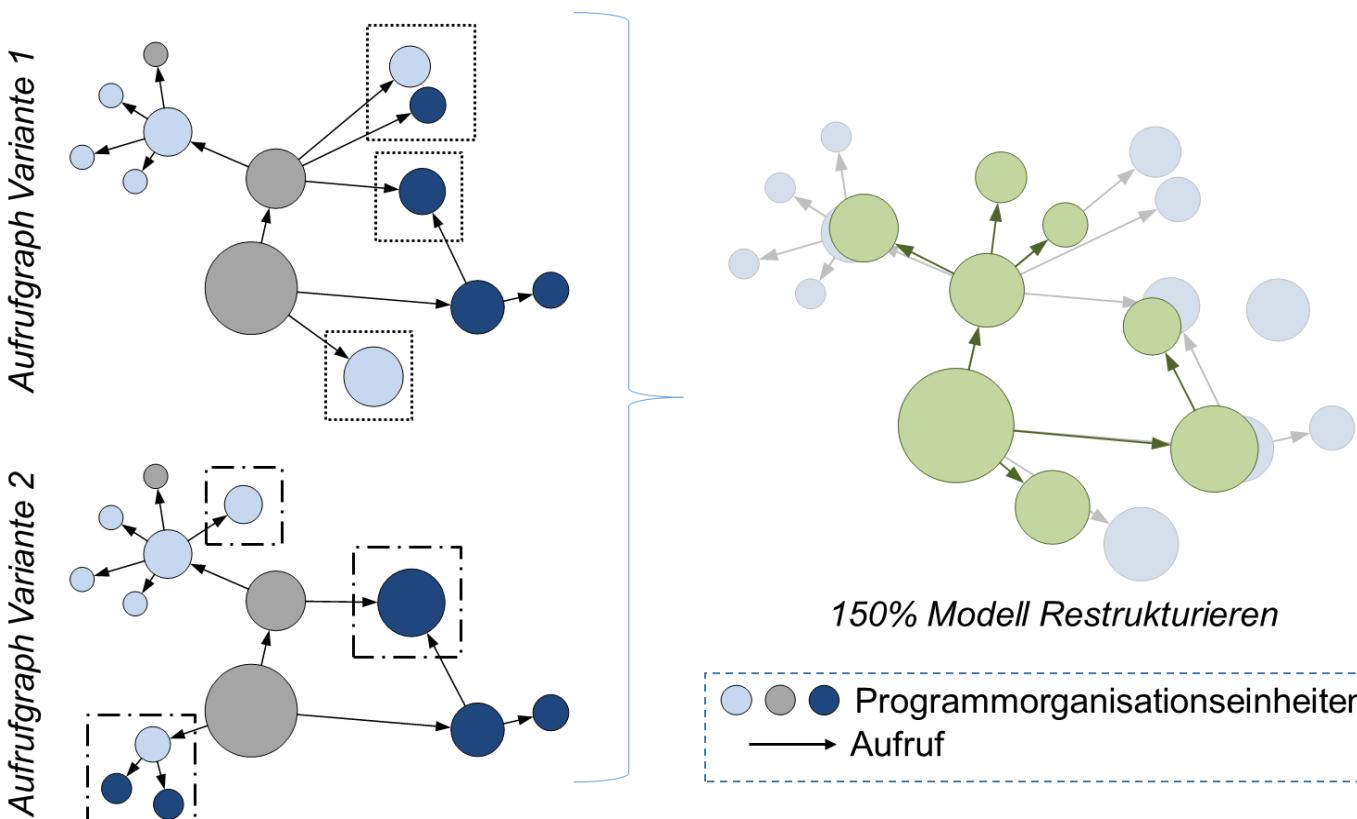




Steuerungssoftware für evolvierbare Systeme

Ziele: Unterstützung von Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau bei der gezielten **Refaktorisierung** historisch gewachsener Steuerungssoftware für verbesserte Wiederverwendbarkeit durch **systematische Codeanalyse**:

- Identifikation **komplexer Softwareteile** für Funktionalitätsaufteilung
- Kategorisierung und Identifikation **kritischer Abhängigkeiten** durch Datenaustausch
- Identifikation von **Code Clones** in verschiedene Sprachen



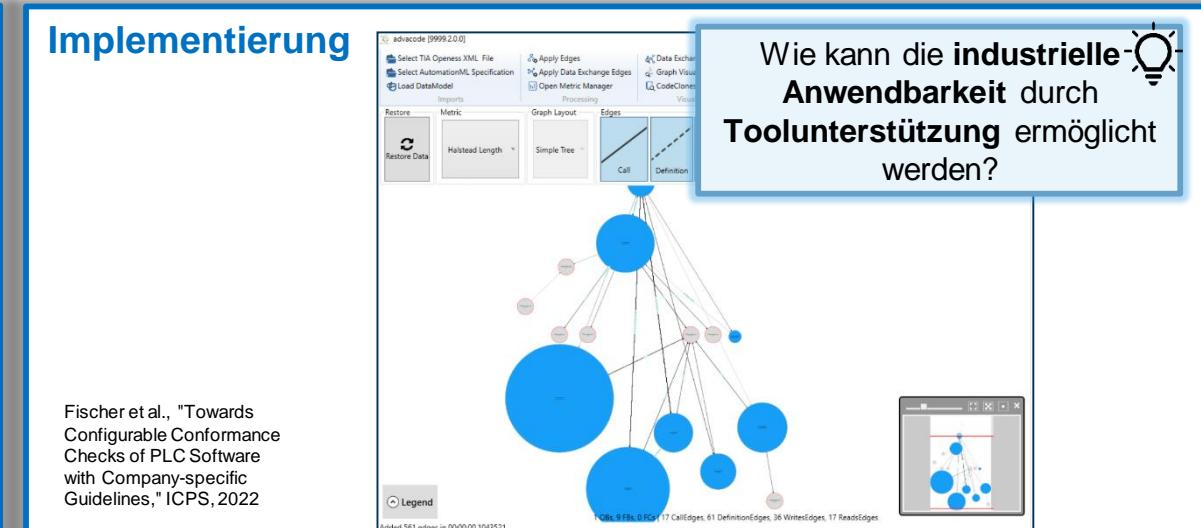
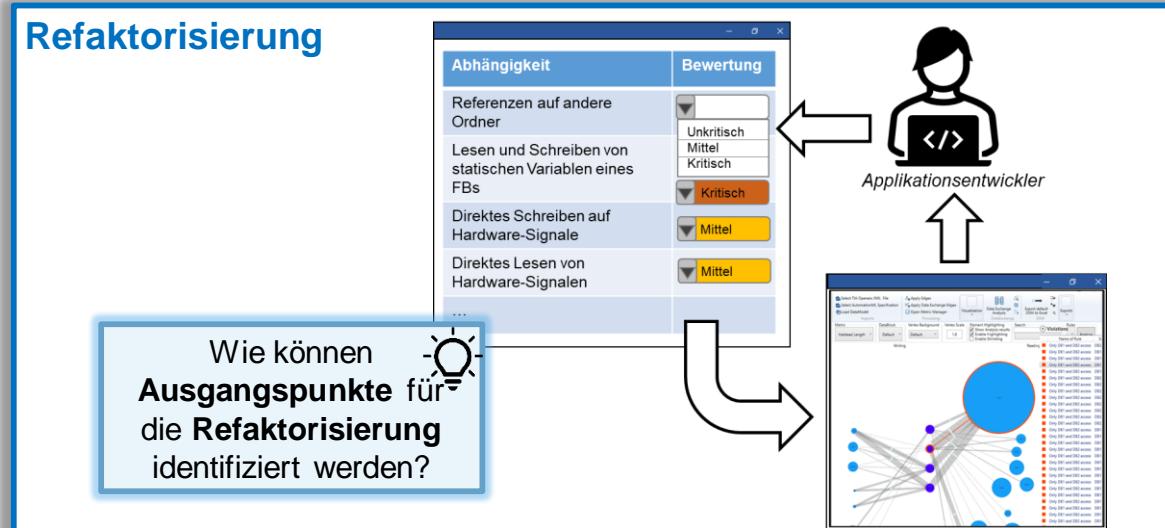
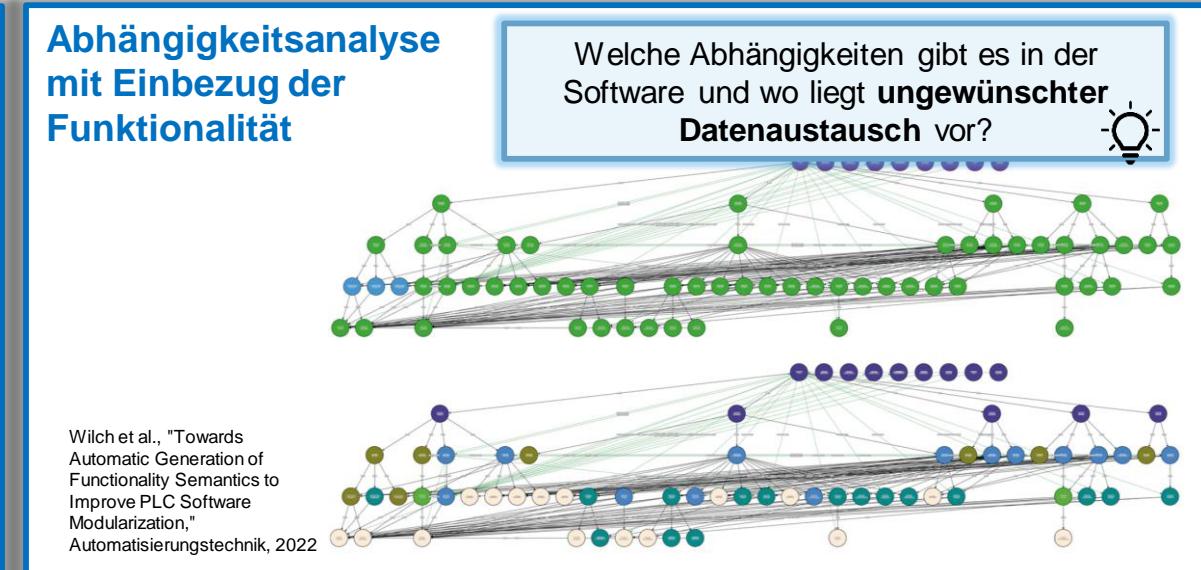
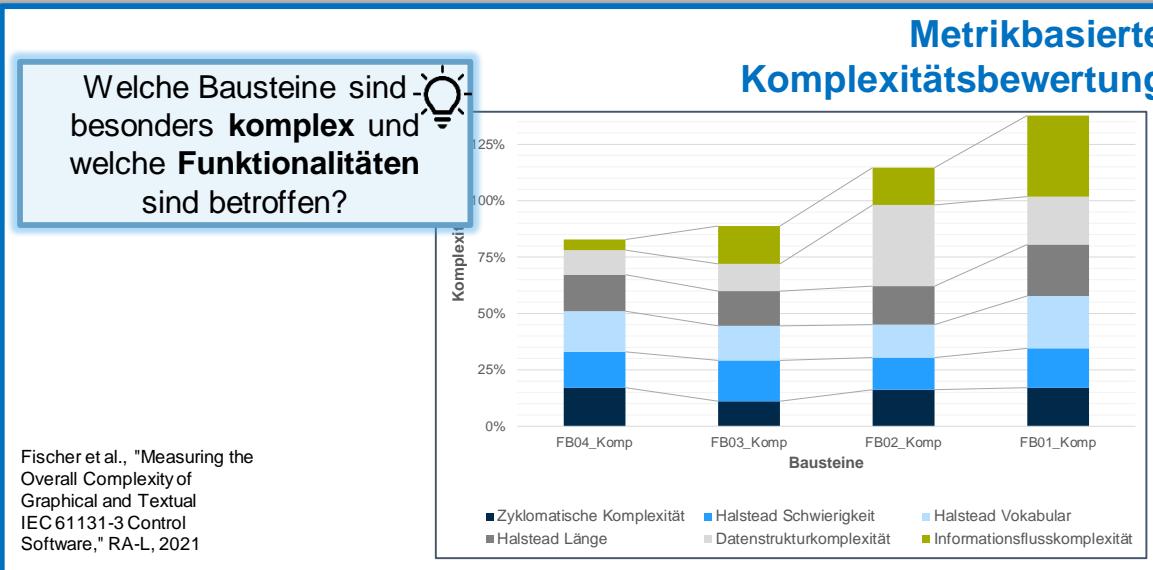
Herausforderung: Heterogenität und Komplexität von Steuerungssoftware im Maschinen- und Anlagenbau

Ansatz: Systematische Codeanalyse inklusive Erarbeitung von **Softwarekomplexitätsmetriken**, Klassifikation von **Abhängigkeiten** und **Ähnlichkeitsanalyse**

Ergebnis: Systematische Ansätze und **prototypische Implementierung** zur gezielten Identifikation von Optimierungspotentialen für **Modularität**, **Wiederverwendbarkeit** und **Evolvierbarkeit**

- Beginn: Q1/2020
- Dauer: 2,5 Jahre (abgeschlossen Q2/2022)
- Fördergeber: VDI/VDE/IT

Mittel zur Qualitätssicherung von Steuerungssoftware

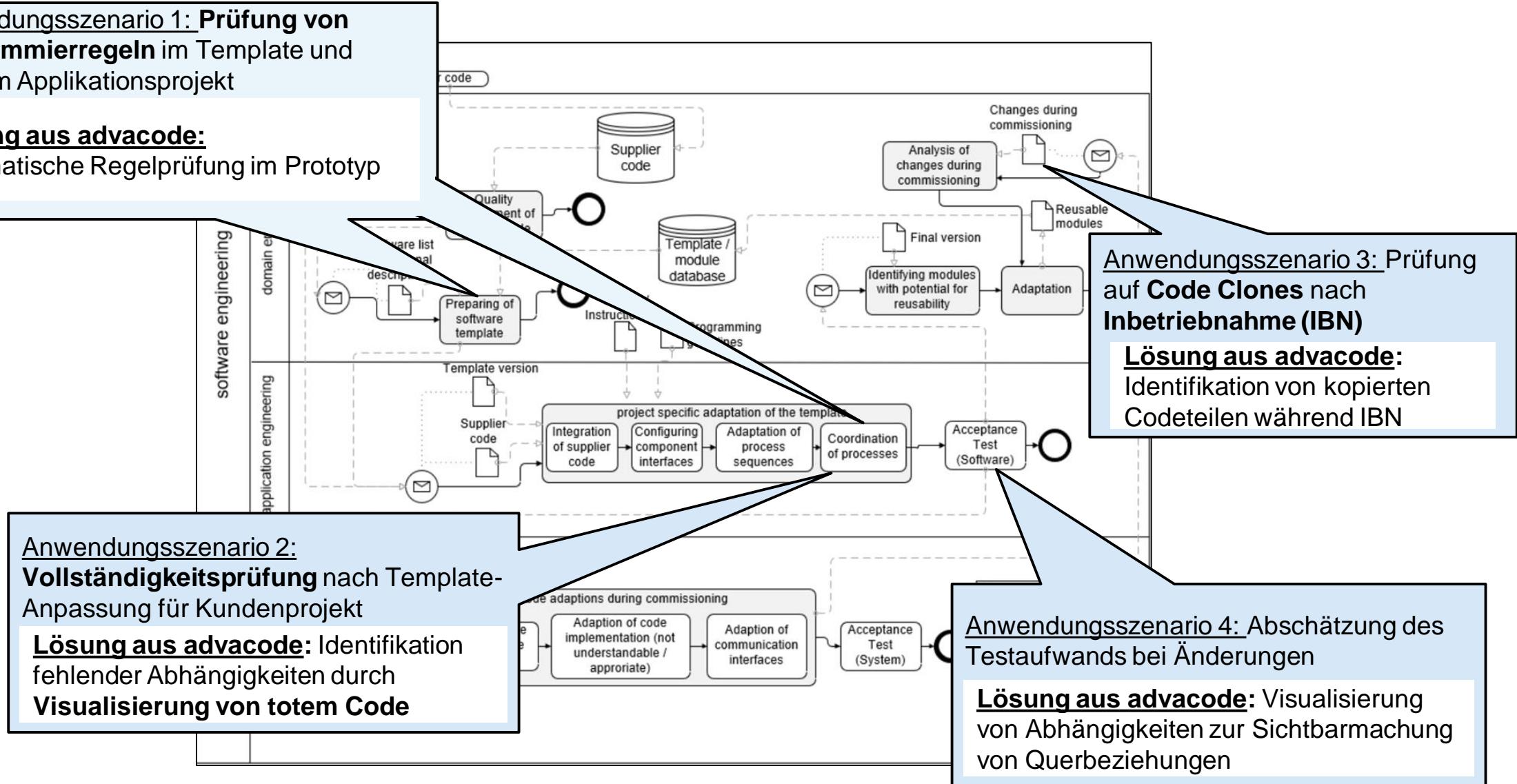


Qualitätssicherung im Entwicklungsworkflow

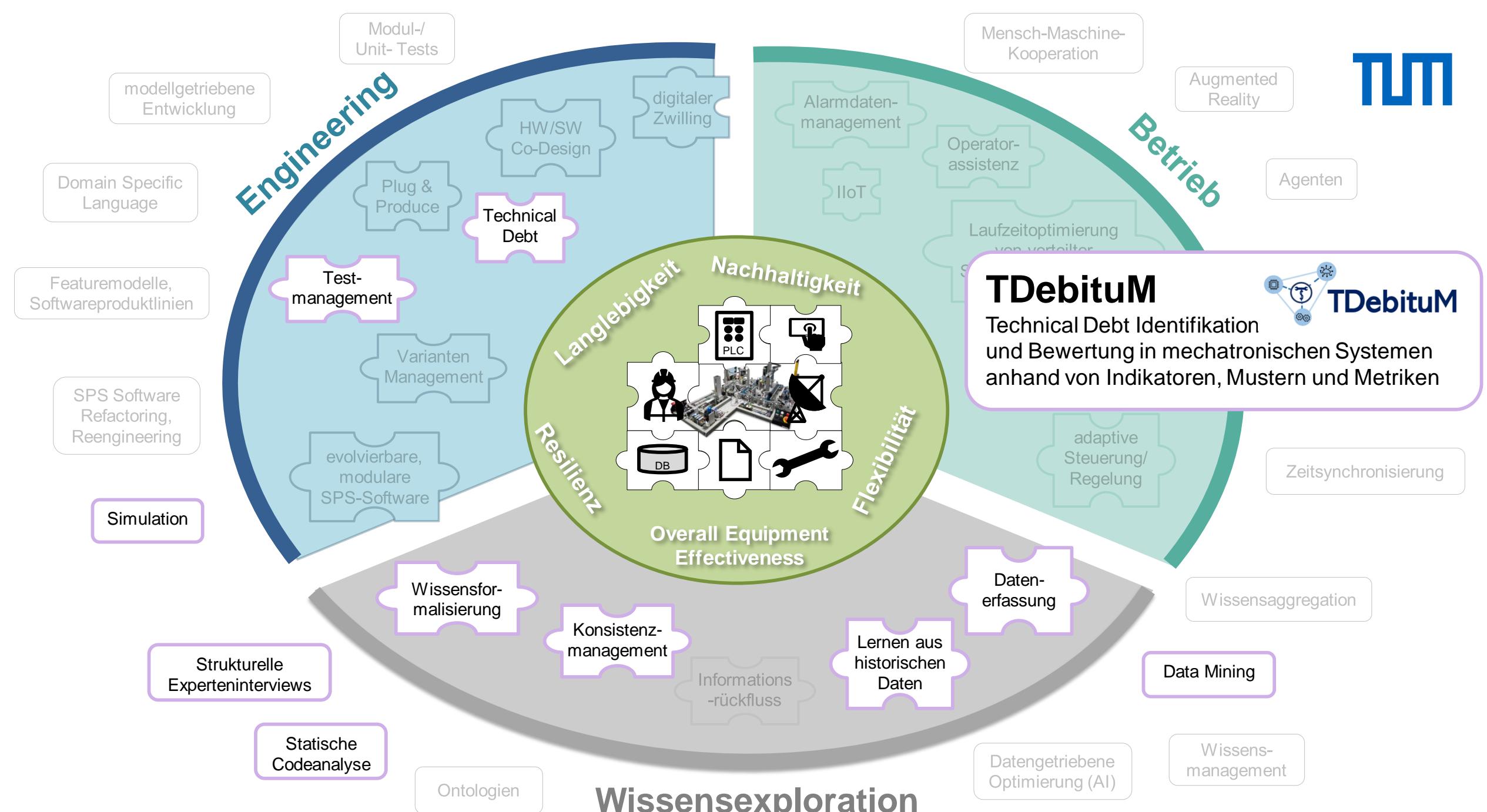
Anwendungsszenario 1: **Prüfung von Programmierregeln** im Template und fertigem Applikationsprojekt

Lösung aus advacode:

Automatische Regelprüfung im Prototyp



Wissensexploration



Was ist Technical Debt und woher kommt es?

Softwareengineering definiert Technische Schuld als Schuld aus technischen Entscheidungen, die **kurzfristigen Nutzen** erbringen aber sich **langfristig als nachteilig und teuer** erweisen.

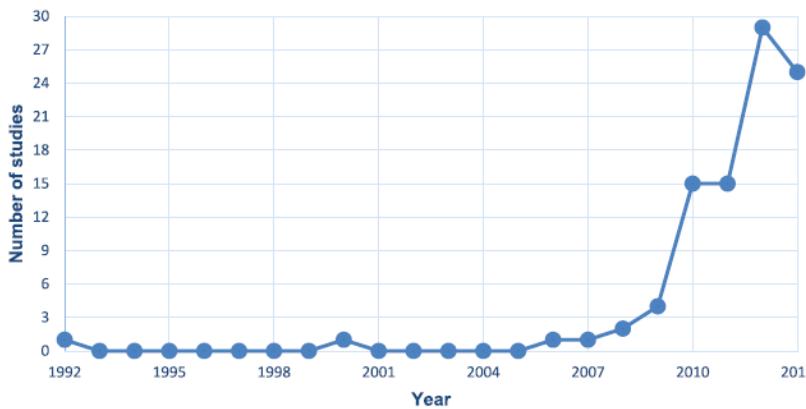
1992

2015

[Cunningham 1992]

Fokus in Softwareentwicklung auf:

- Code TD
- Architectural TD
- Test TD
- Documentation TD

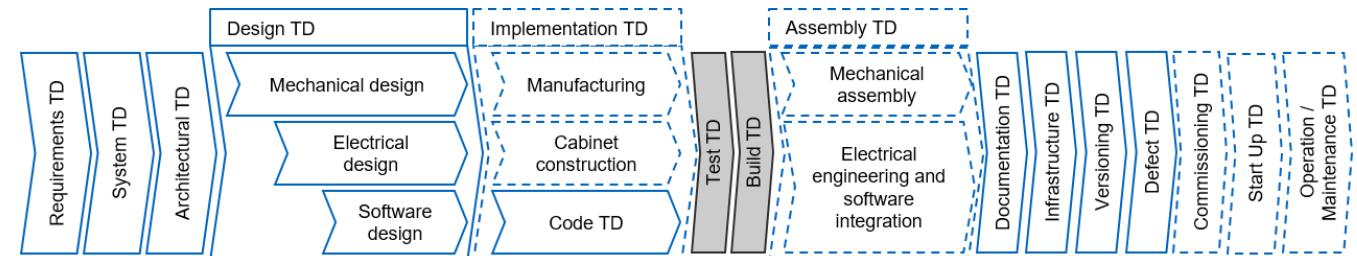


2013

Erweiterung auf Mechatronik:

Genereller Nachweis von TD-Vorfällen in Mechanik, Elektrotechnik, Software (+ Schnittstellen)

- Requirements TD
- Commissioning TD
- Start Up TD



[Vogel-Heuser & Rösch 2015]

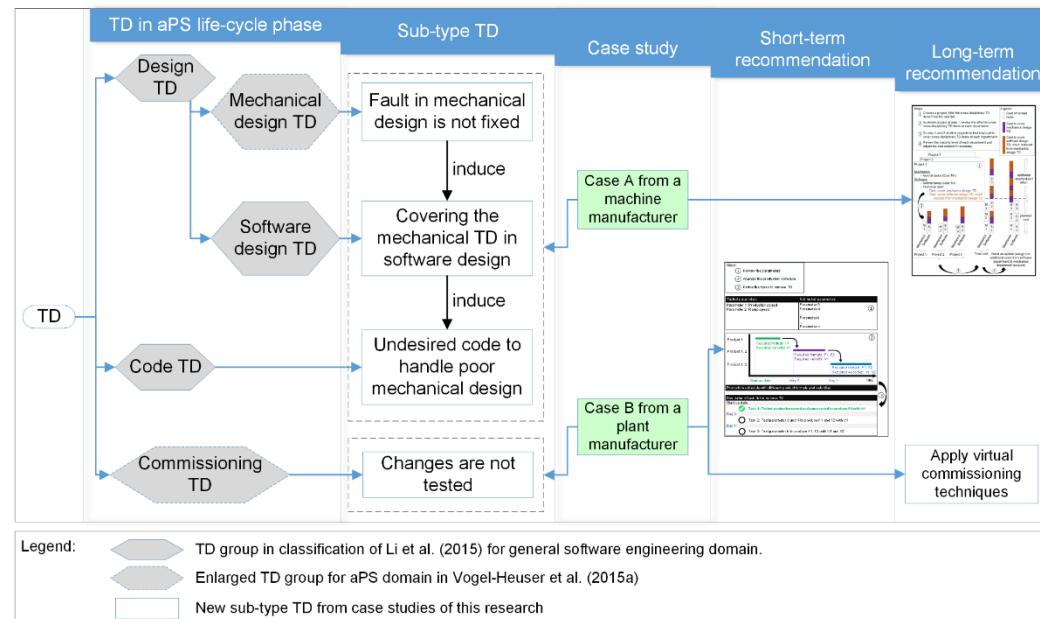
Fig. 5. Distribution of selected studies over time period. [Li et al. 2015]

Identifikation von Ausmaß und Effekten von TD in der Mechatronik (Ergebnisse qualitativer Studien)

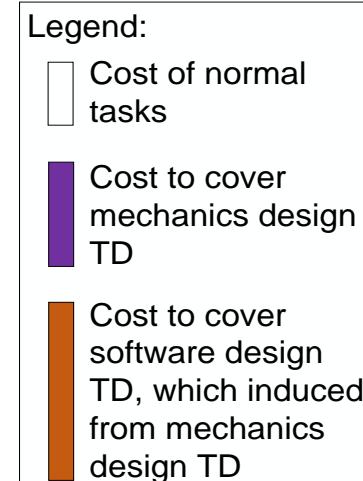
Einzelne Experteninterviews → Identifikation von „Contagiousness“ von TD im System

2018

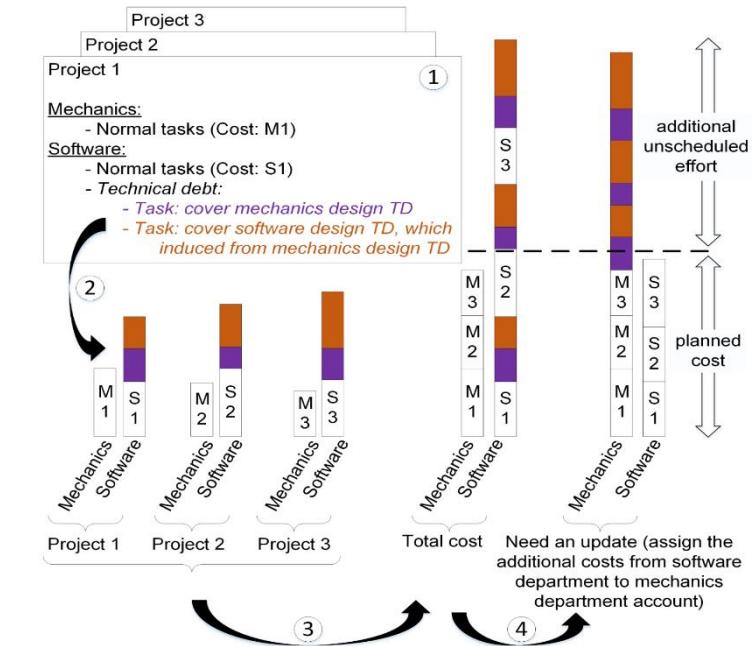
TD ist **ansteckend** und ein TD-Vorfall kann multiple Eigenschaften z. B. TD-(Sub-)Typen zugeordnet sein.



Berechnung von Einsparung und Mehrkosten für einzelne TD-Vorfälle → **Ableitung einer Entscheidungsempfehlung**



[Dong & Vogel-Heuser 2018]



Qualitative Studien unter internationalen Aspekten

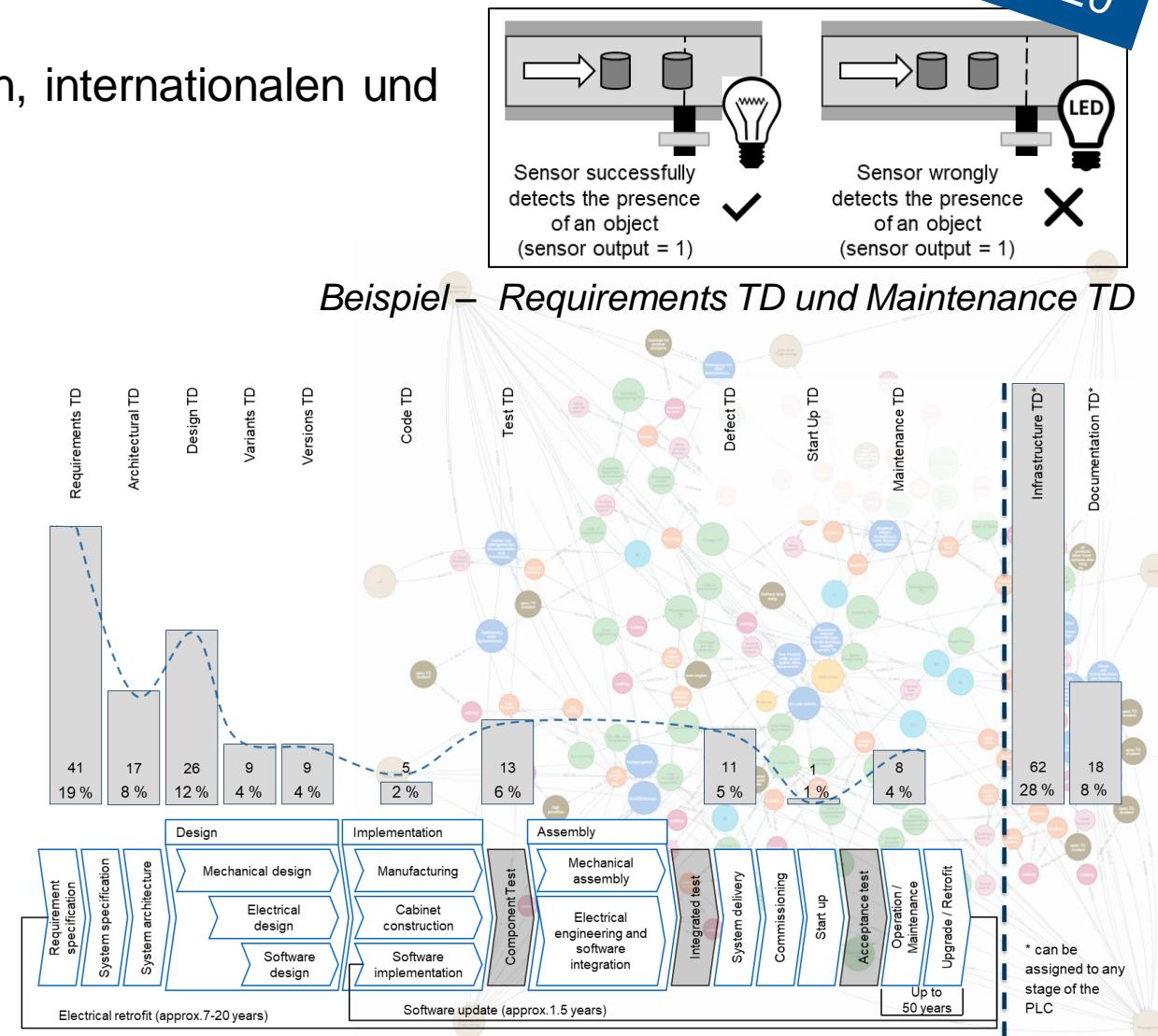
2020

Untersuchung von Technical Debt im interdisziplinären, internationalen und unternehmensübergreifenden Vergleich

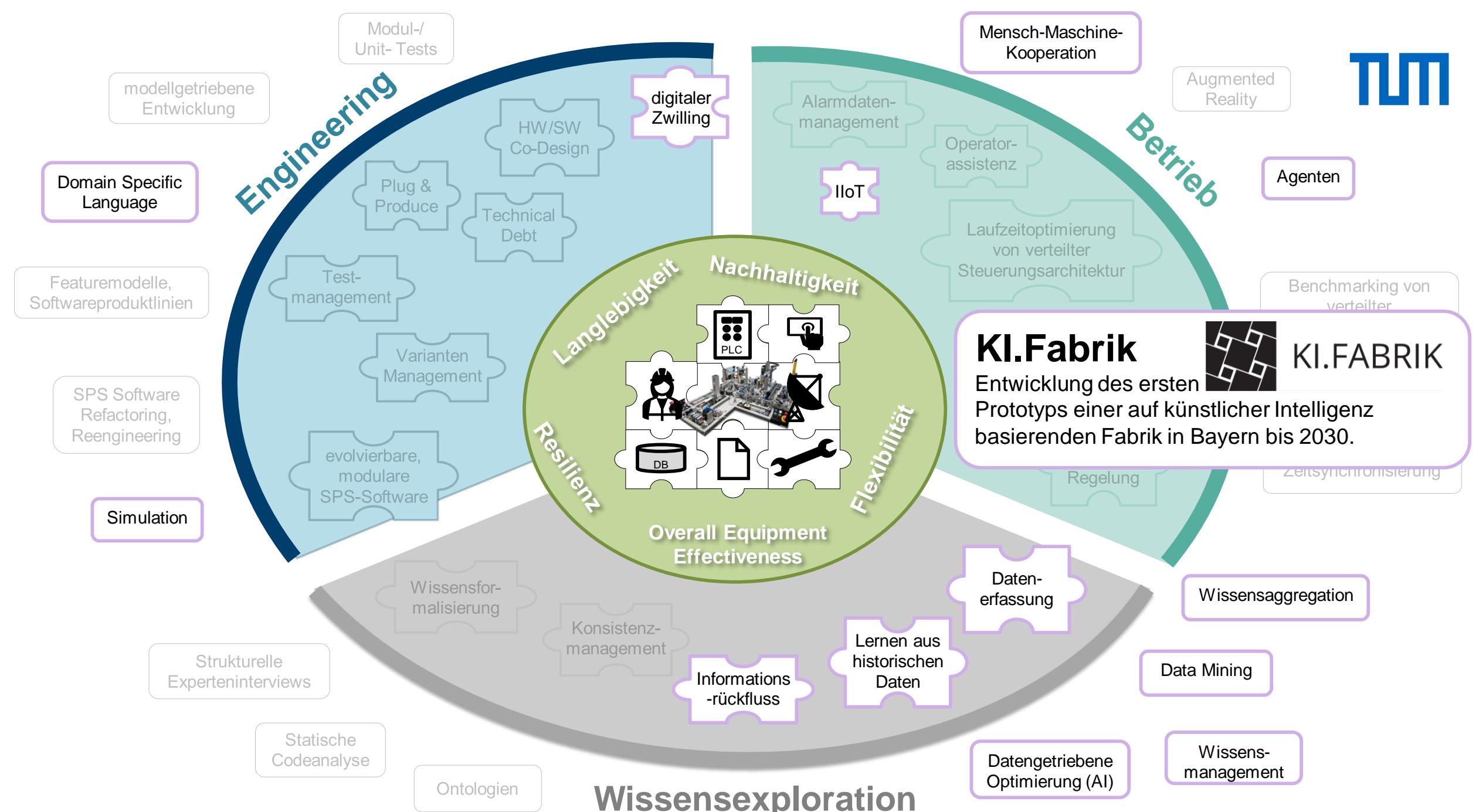
Profitieren Sie von uns:

- Sie erhalten detaillierte Informationen über den Status Ihres Unternehmens bezüglich TD
- Nutzung großer langfristiger Kosteneinsparungen und Reduzierung der Zeit bis zum Kunden
- Unterstützung der Entscheidungsfindung in komplexen Designprozessen
- Informieren Sie sich über den Stand der Praxis bezüglich TD im Allgemeinen

Selbstverständlich werden Ihre Daten **vertraulich behandelt** und es fallen **keine Kosten oder Folgekosten** an.



Wissensexploration





Themen/Anforderungen

- Roboterhardware, Sensorik, Greifen, ...
- Vernetzung, Fusion
- (kollektives) Lernen
- Production-as-a-Service (PaaS) Koordination und Planung
- PaaS im laufender Betrieb
- Multi-Roboter Koordination
- Avatar Station
- Immersive Telepräsenz
- Digitale Zwillinge
- Lernen Mensch → Maschine
- Modellierung
- Design und Entwurf
- Kooperative Robotik
- Motion
- Schnittstellen
- Datenmodelle
- Architekturen

Roboter/Anlagen soll...

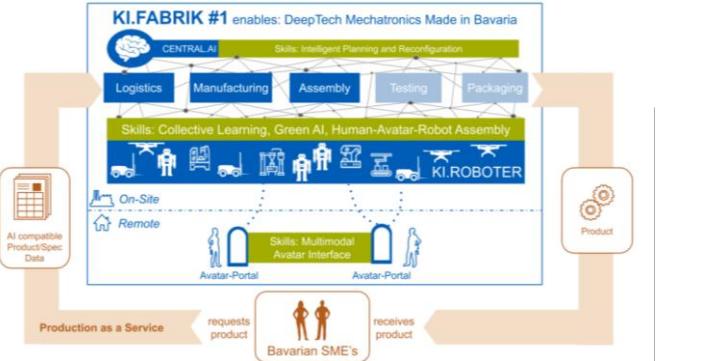
- ... selbstständig neue Aufgaben erfüllen
- ... durch ihre Vernetzung mit anderen Robotern/Anlagen kooperieren
- ... fähig sein, neue Skills selbstständig zu erlernen
- ... erlangtes Wissen mit anderen Systemen austauschen

Production-as-a-Service (PaaS) soll...

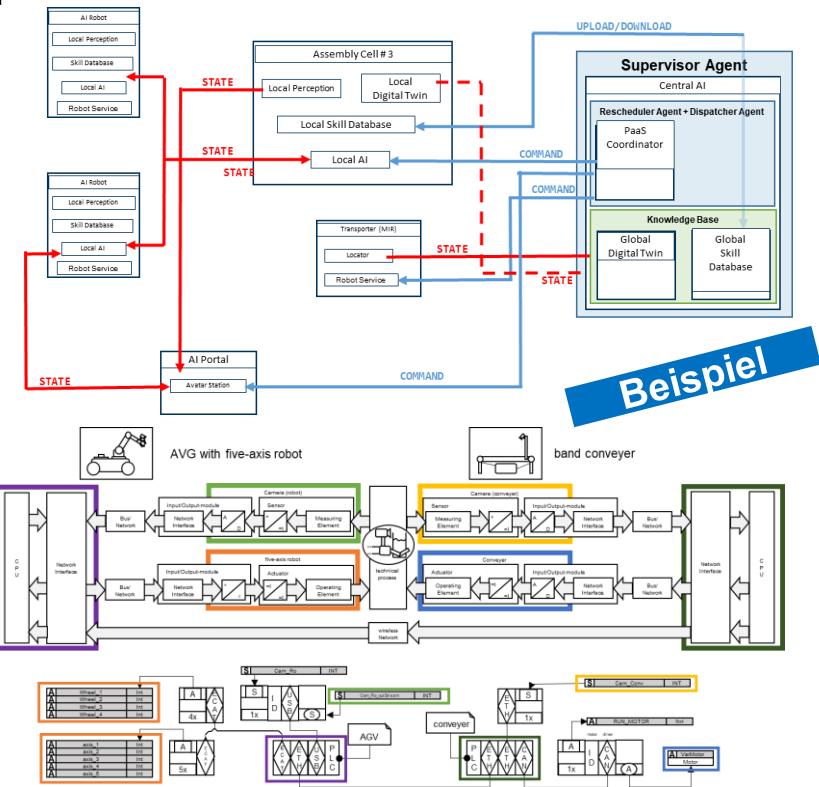
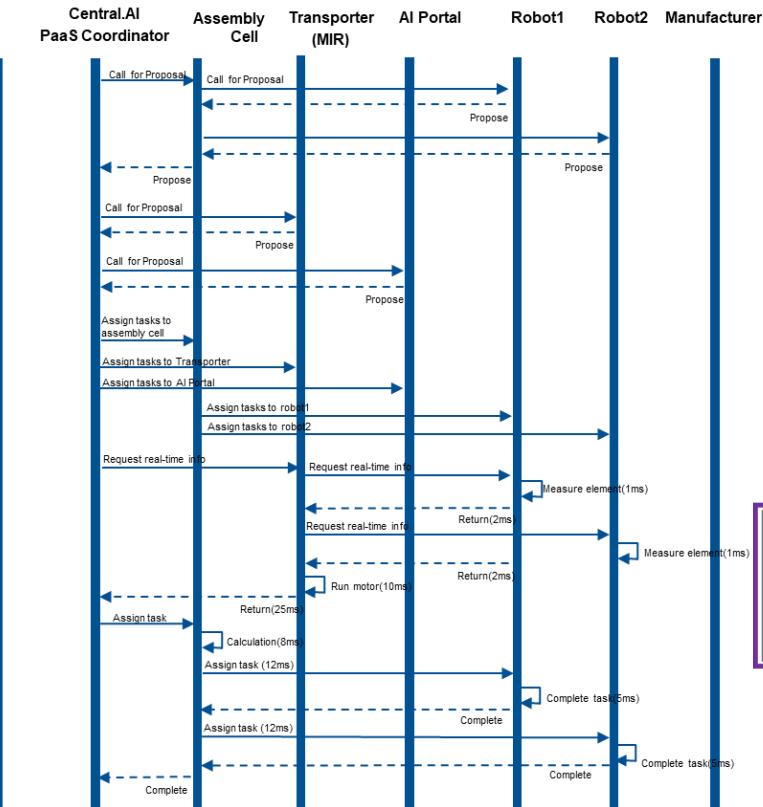
- ... Verwaltung von Produktionsabläufe, Aufgabenverteilungen koordinieren
- ... optimale Planung des Prozesses vom Ressourceneingang bis zum Versenden des fertigen Produkts überwachen

Digitaler Zwilling...

- ... als konsistente virtuelle Realität soll sämtliche Roboter/Anlagen und Intralogistiksysteme repräsentieren.
- ... ermöglicht menschlichen Facharbeiter*innen sich über beliebige Entfernungen hinweg mit und den Robotern zu verbinden und zu interagieren.



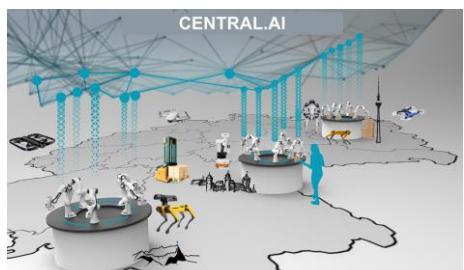
KI.FABRIK @
Forum der
Zukunft im
Deutschen
Museum



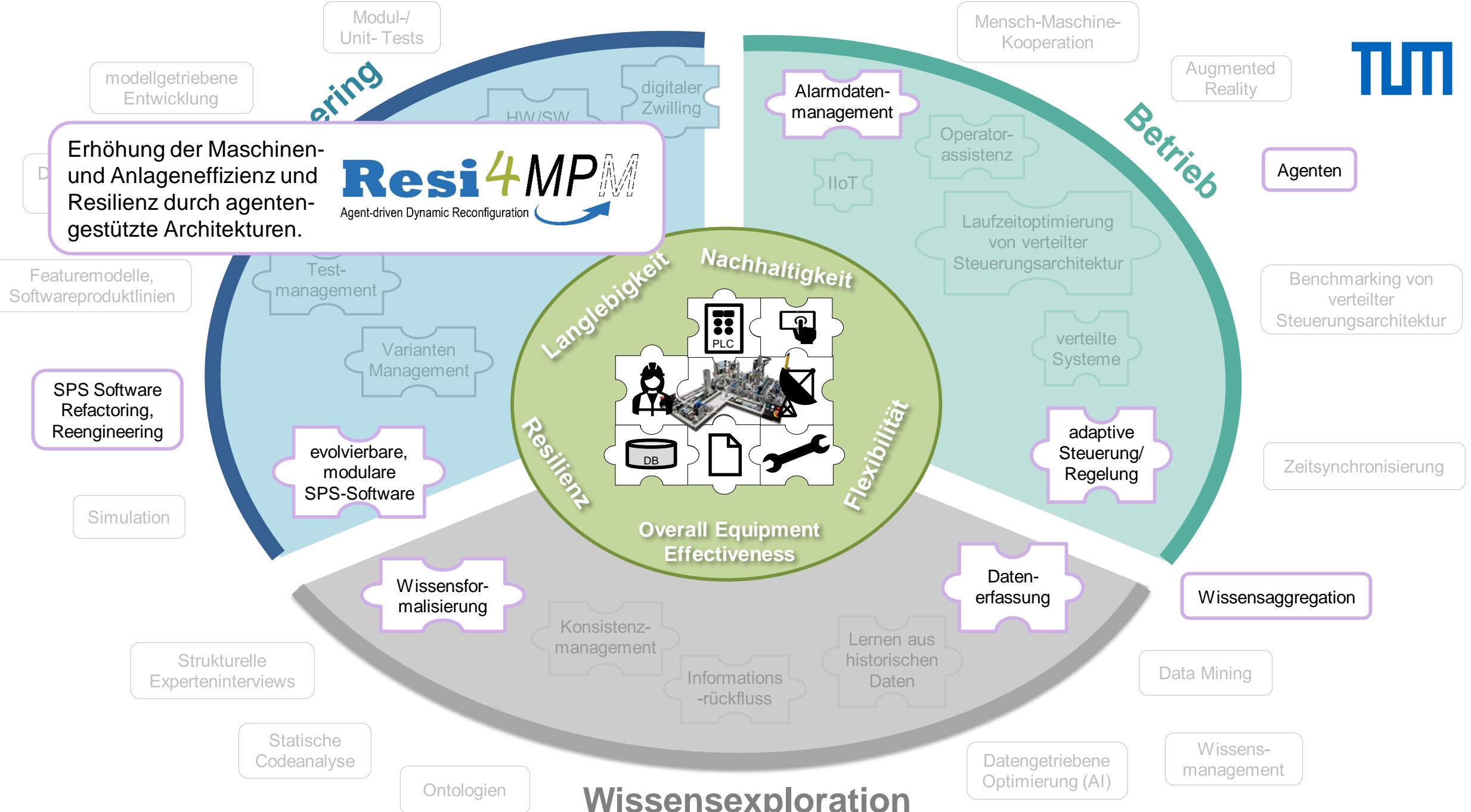
Beispiel

Anforderungen an die SW-Architektur

- Was möchte man in der Fabrik der Zukunft erreichen?
- Wie würde man die Architektur auslegen?
- Wie findet die Roboterintegration statt?
- Was bedeutet die Asset Administration Shell und der Digital Twin (auch in der Umsetzung)?
- Wie kann die aktuelle Architektur zur neuen evolvieren?



Wissensexploration

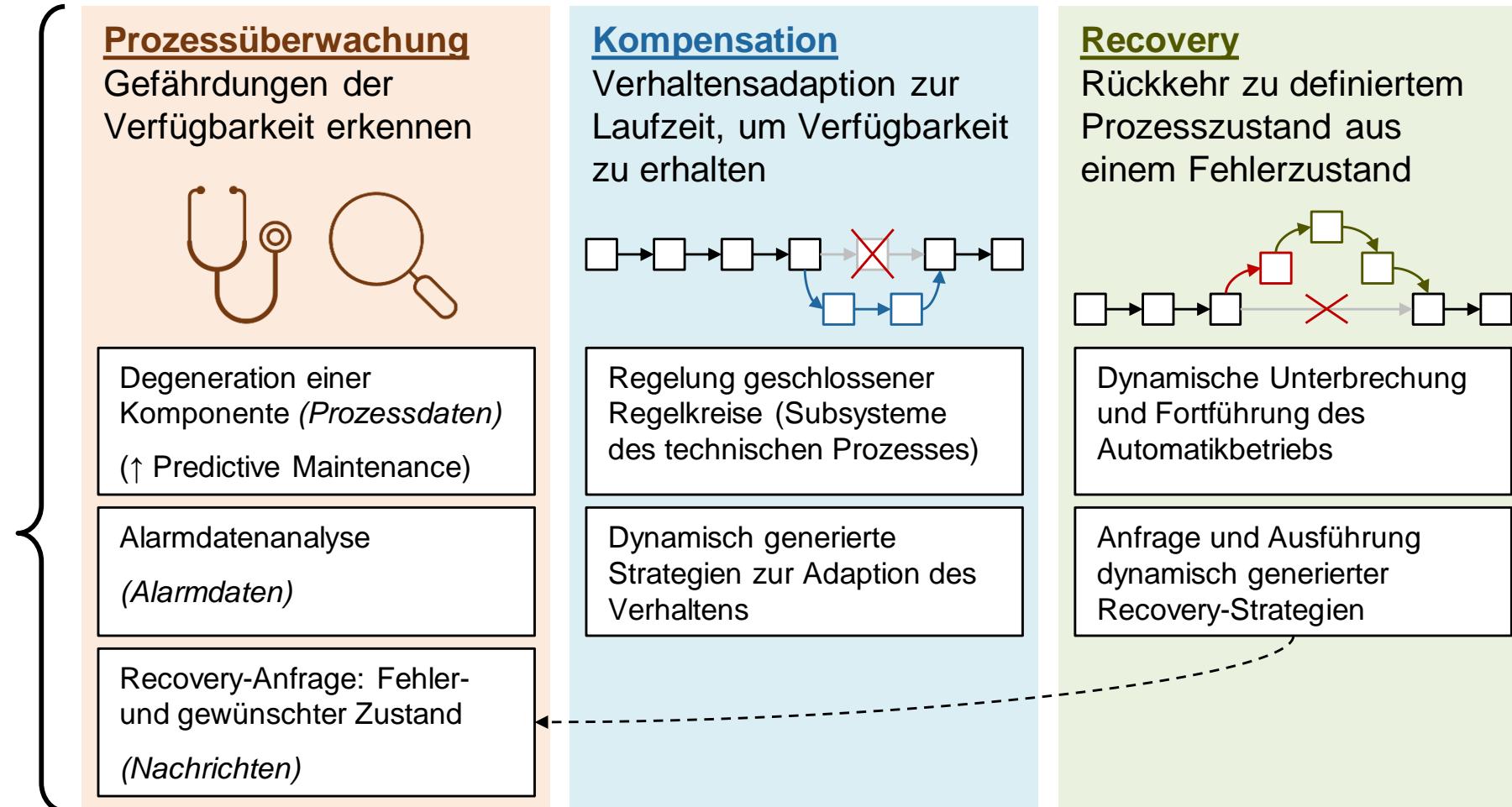


Resilienz durch dynamische Rekonfiguration

Enhancement of the **Overall Equipment Effectiveness** in Factories –
Development of **Resilient Agent-based Automation Systems for Machine and Plant Manufacturing**

- Beginn: Q4/2021
- Dauer: 3 Jahre
- Fördergeber: DFG

OEE =
Verfügbarkeit
x Leistung
x Qualität



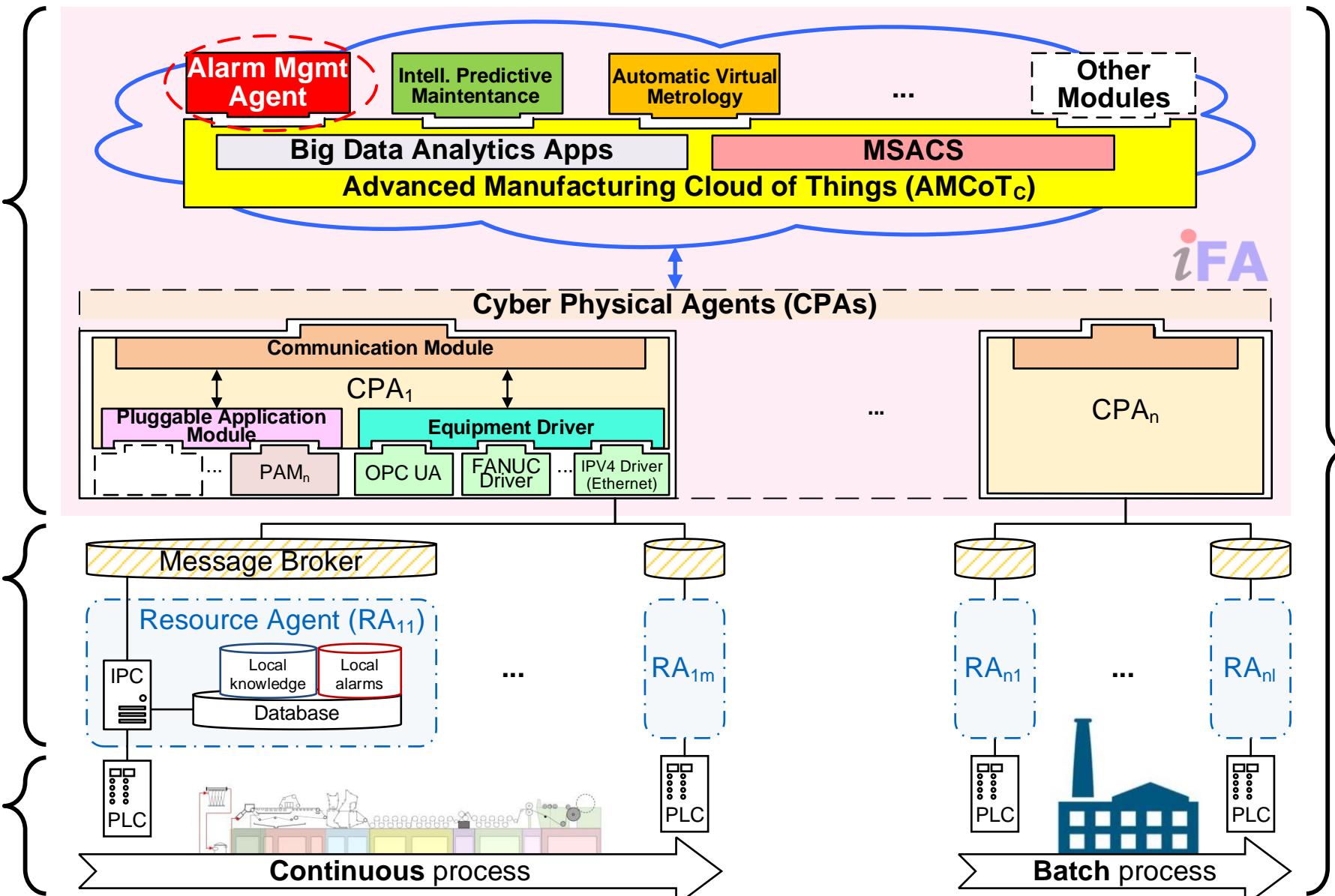
Skalierbarkeit durch verteilte Architektur

intelligent Factory
Automation des
Projektpartners
NCKU Taiwan



Industrie 4.0
Konnektor für
heterogene
Steuerungssysteme

SPSen und DCS
verschiedener
Prozess- und
Industrietypen



Flexibilisierung der Steuerungs-, Kommunikations- und Rechenarchitektur für dynamische Rekonfiguration bei
Erhalt von Zuverlässigkeit und Zeitanforderungen

Kontakt

Technische Universität München
TUM School of Engineering and Design
Department of Mechanical Engineering

Lehrstuhl für Automatisierung und Informationssysteme

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Birgit Vogel-Heuser

Boltzmannstr.15
85748 Garching bei München
Tel.: 089/289-16400
Fax: 089/289-16410
info.ais@ed.tum.de
www.mec.ed.tum.de/ais

