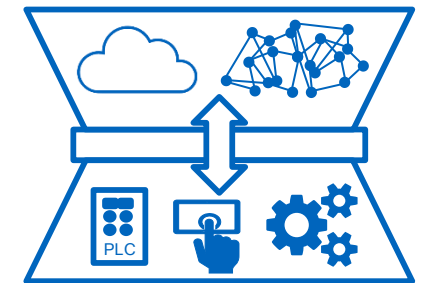
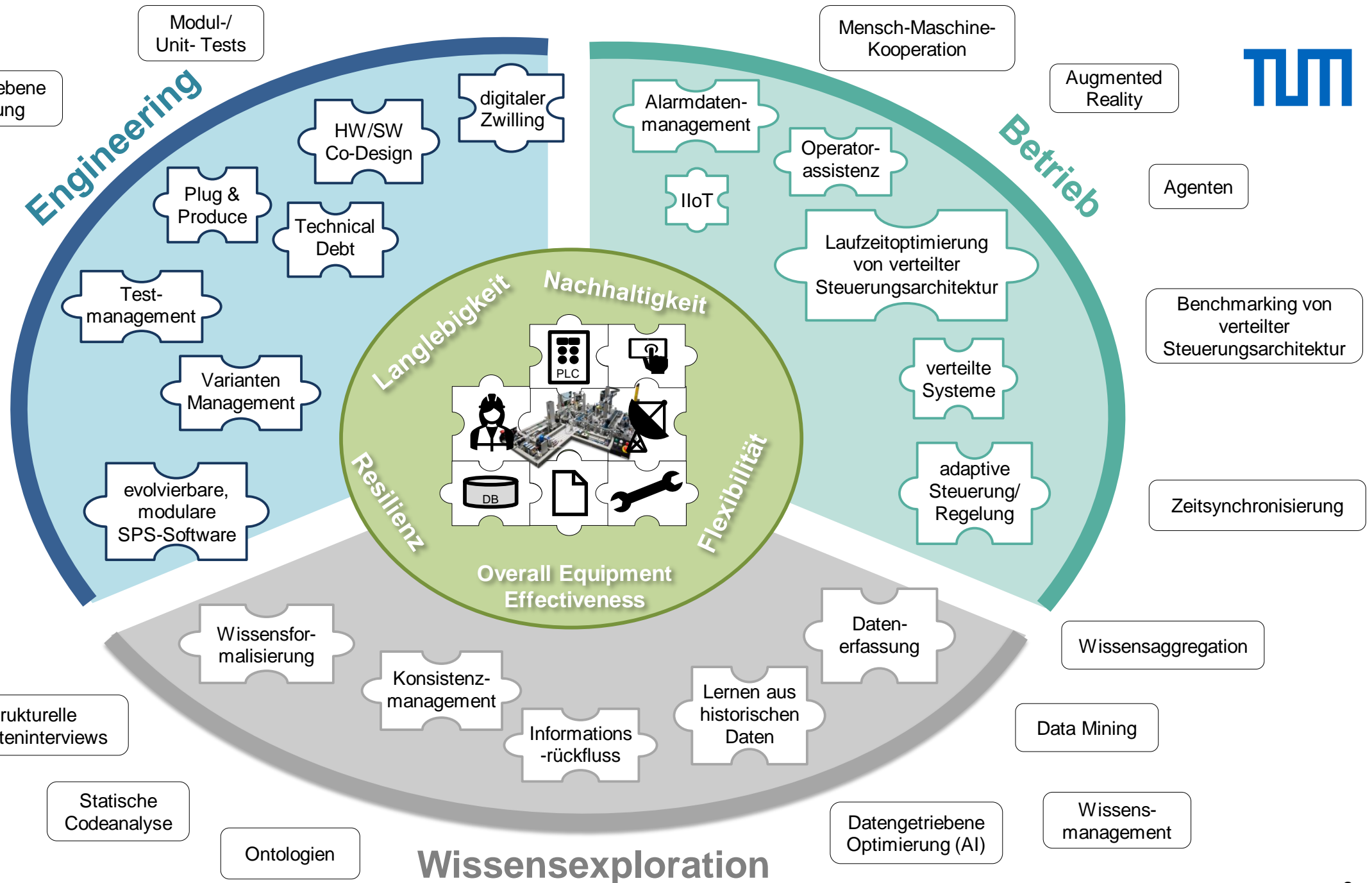
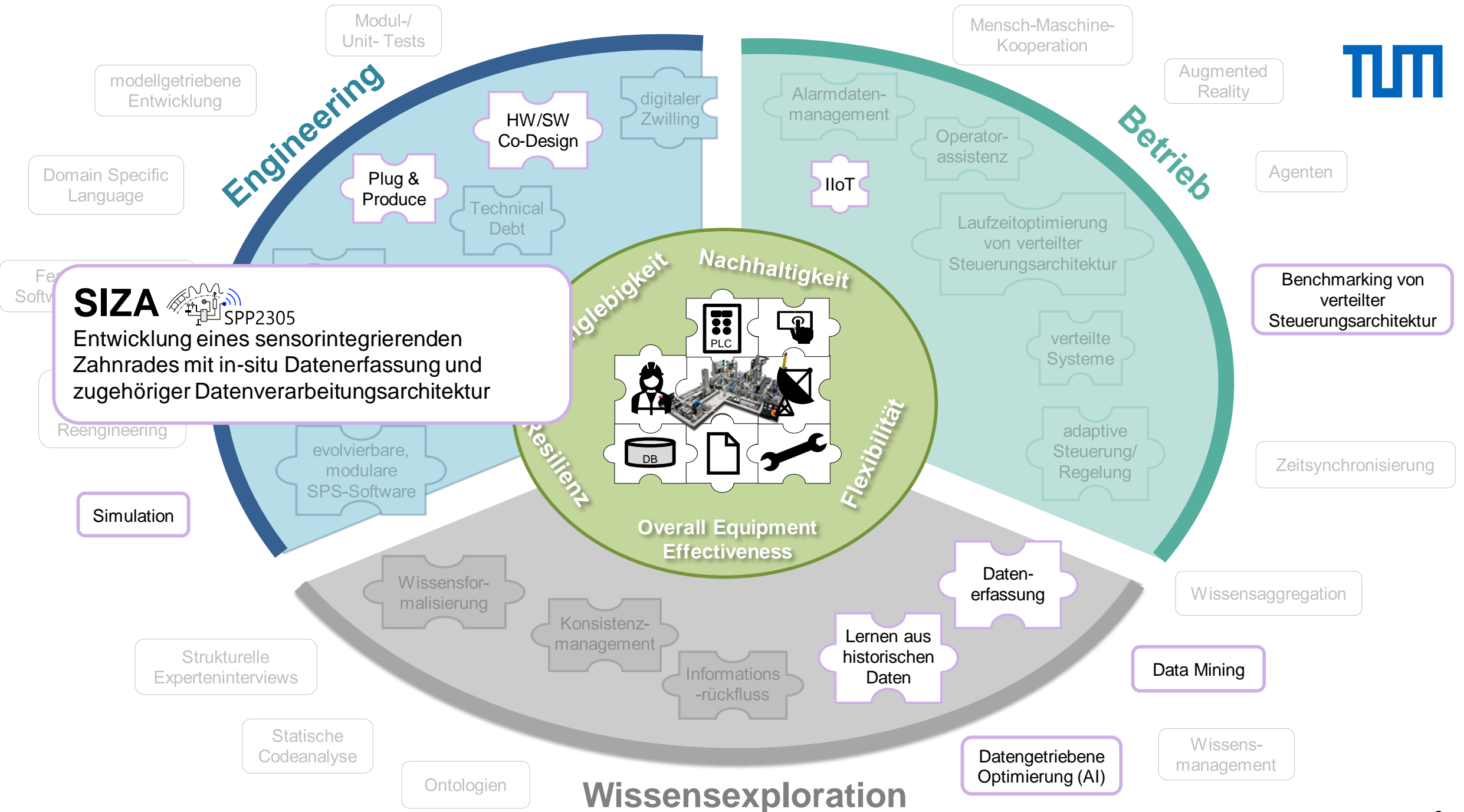




Lehrstuhl für Automatisierung
und Informationssysteme
Technische Universität München

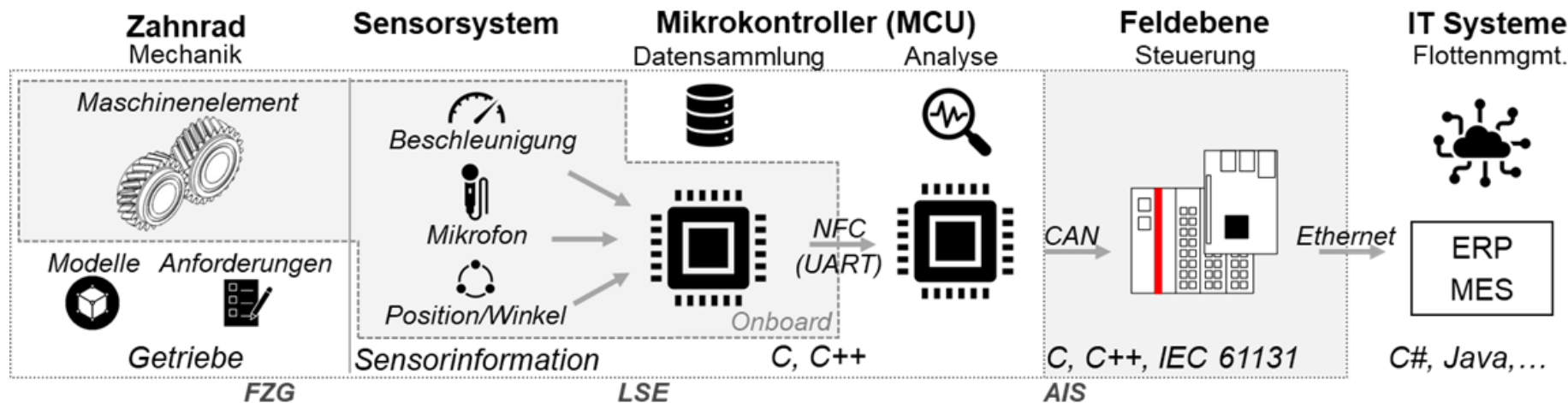






SensorIntegrierendes Zahnrad (SIZA)

- **Forschungsfrage:** Können Sensor-/Auswerteeinheiten in Zahnrädern so realisiert werden, dass eine praxisgerechte, hochqualitative und vernetzte Datenbereitstellung möglich ist?
- **Herausforderungen:** Abwägung zwischen Energieeffizienz, algorithmischer Datenverarbeitung und Informationsqualität, Entwicklung einer Betriebsstrategie zur Datenerfassung
- **Herangehensweise:**
 - Ermittlung einer bedarfsgerechten Ressourcenallokation (z.B. Untersuchung geeigneter Software/Hardware-Coarchitekturen) durch Algorithmen-Benchmarking
 - Modellierung und Bewertung der Informationsqualität eines sensorintegrierenden Getriebes in Abhängigkeit von Sensordaten, Algorithmen und Energieverbrauch (Abwägung von Sensorleistung, Software und Informationsqualität)



Forschungspartner/ Fördergeber:

Gefördert durch

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FZG Lehrstuhl für Maschinenelemente

LSE: Lehrstuhl für Schaltungsentwurf

Zahnradzustandsüberwachung: Beispiele

Schadensarten:

- Überhitzung
- Grübchen
- Verschleiß
- Zahnflankenbruch
- Graufleckigkeit

Vorhandene Sensorik:

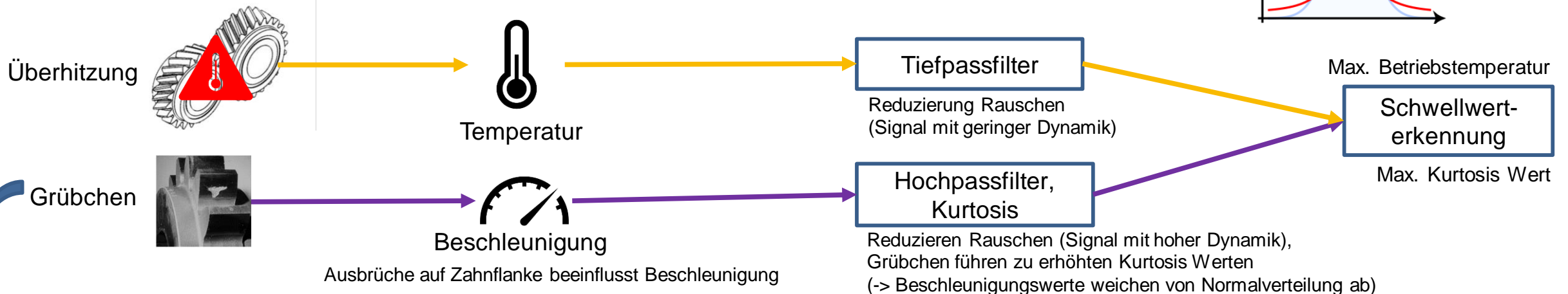
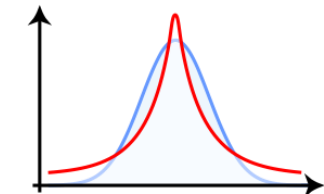
- Temperatur
- Hall
- Beschleunigung
- Microphone

Datenvorverarbeitung:

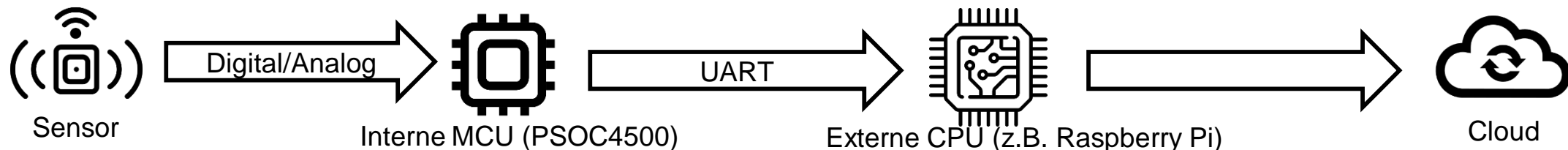
- Hoch/Tiefpass- Filter (z.B. Butterworth)
- Frequenzanalyse (z.B. FFT)
- Abweichung von Normalverteilung (z.B. Kurtosis)

Schadenserkennung:

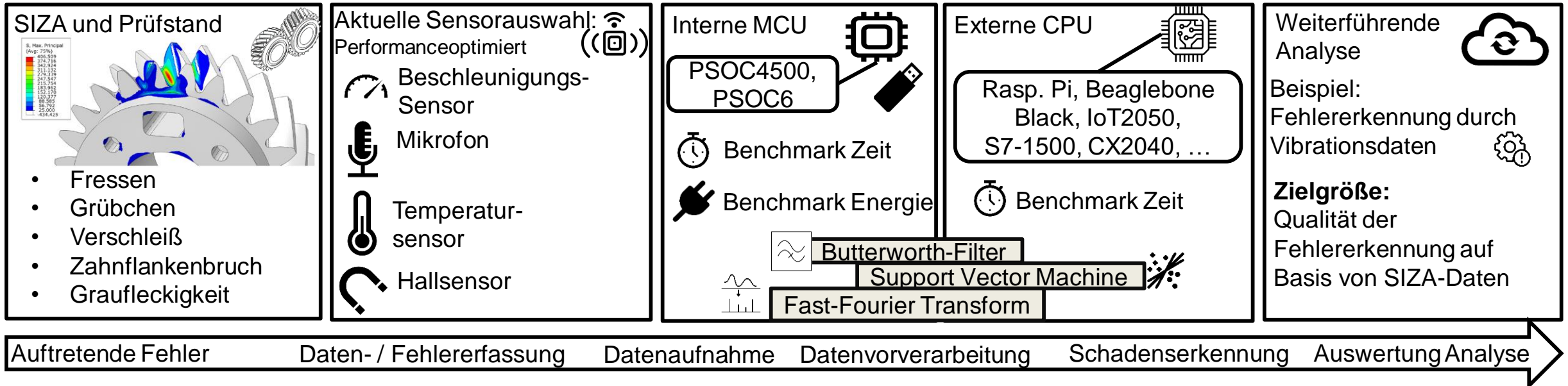
- Schwellwertdetektion
- Klassifikationsalgorithmen



Herausforderung: Algorithmus Deployment



Auswahl der Algorithmen: Toolchain durch Benchmarking



Zentrale Fragestellungen der Algorithmenauswahl:

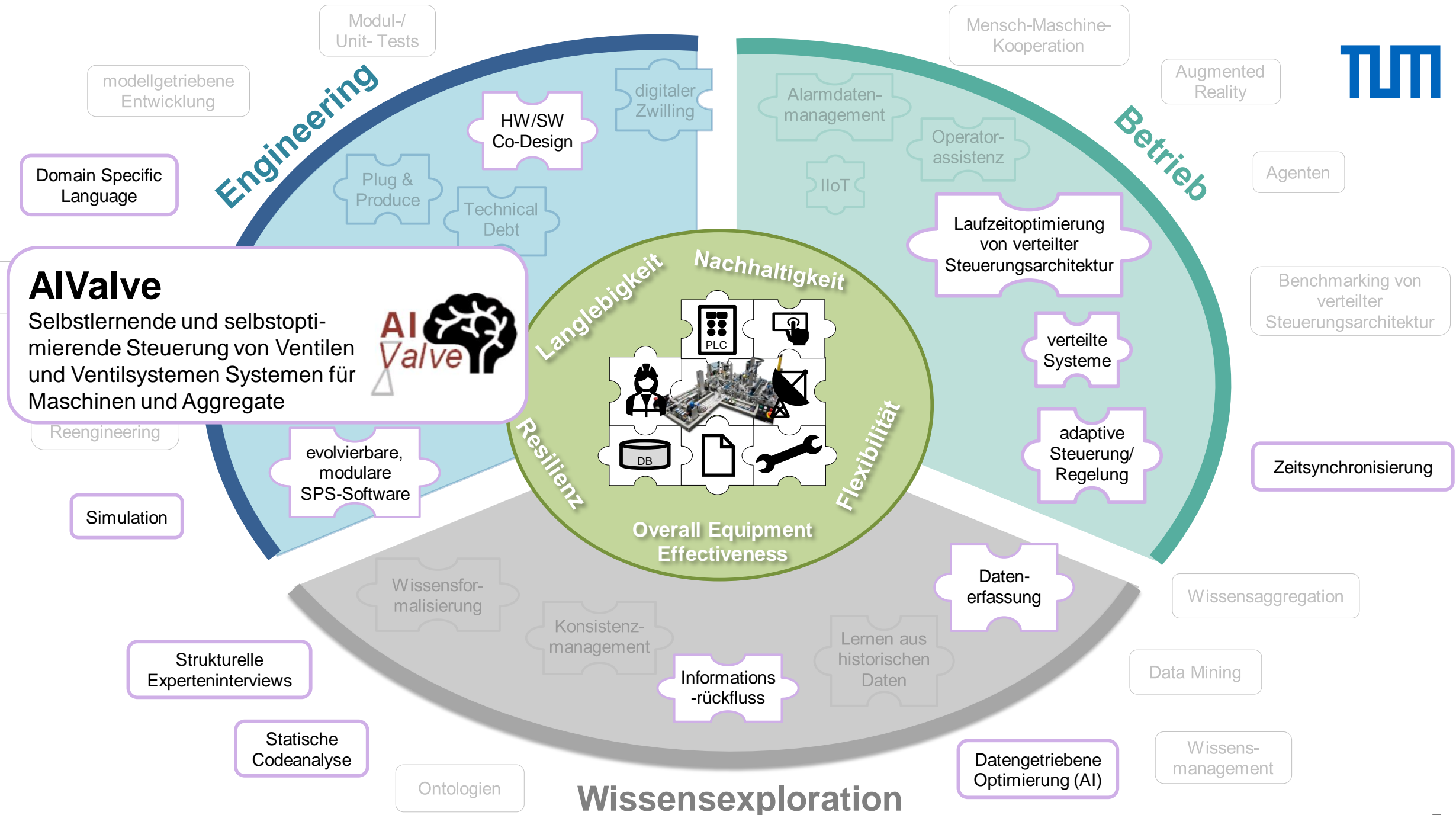
- Ausführungszeit
- Speicherverbrauch
- Energieverbrauch
- Ergebnisgüte

der Algorithmen auf unterschiedlichen Geräten



Algorithmen-Benchmarking auf unterschiedlichen Geräten nötig [1]

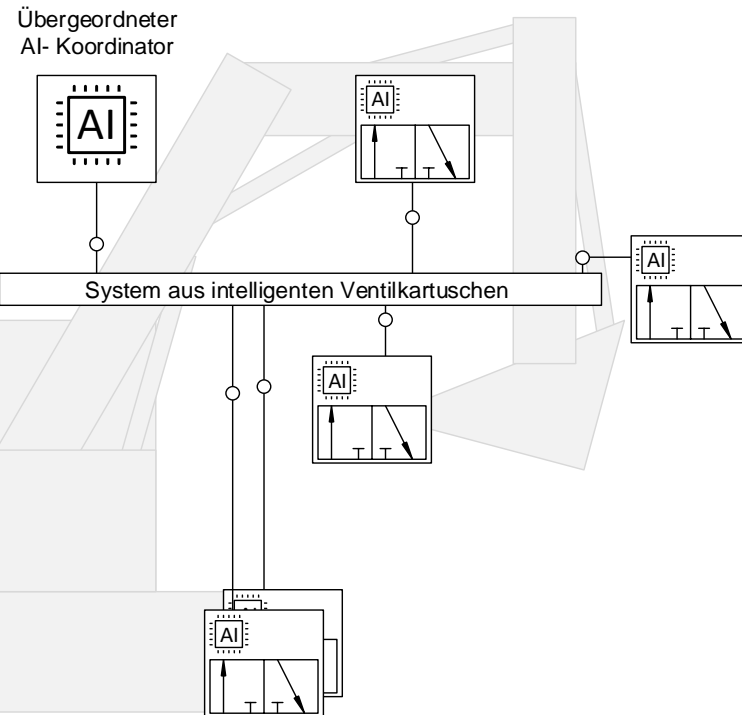
[1] B. Rupprecht, D. Hujo and B. Vogel-Heuser, „Performance Evaluation of AI Algorithms on Heterogeneous Edge Devices for Manufacturing“ in 2022 IEEE 18th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE), August 20-24, 2022. Mexico City, Mexico



Selbstlernende Regelung von Ventilsystemen über heterogene Kommunikationsnetze in mobilen Arbeitsmaschinen



Selbstlernende und selbstoptimierende Steuerung von Ventilen und Ventilsystemen für hydraulische Maschinen und Aggregate



Ziele: Optimale Regelung und Steuerung von Ventilen und Ventilgruppen, Reparametrisierung von Ventilen nach der Auslieferung, automatische Inbetriebnahme für universelle Anwendungsfälle

Herausforderungen: Kopplung und Verknüpfung von Ventilsystemen über komplexe und heterogene Kommunikationsnetze

Ansätze: Selbstlernende Regelung, Networked Control Systems, Domänenspezifische Sprache, Methoden zur Formalisierung von Expertenwissen

Ergebnisse: Adaptive Ventilgruppen für mobile Maschinen

Gefördert durch:

<https://www.mw.tum.de/ais/forschung/aktuelle-forschungsprojekte/aivalve/>

Lehrstuhl AIS
Lehrstuhl RT
Maschinenwesen

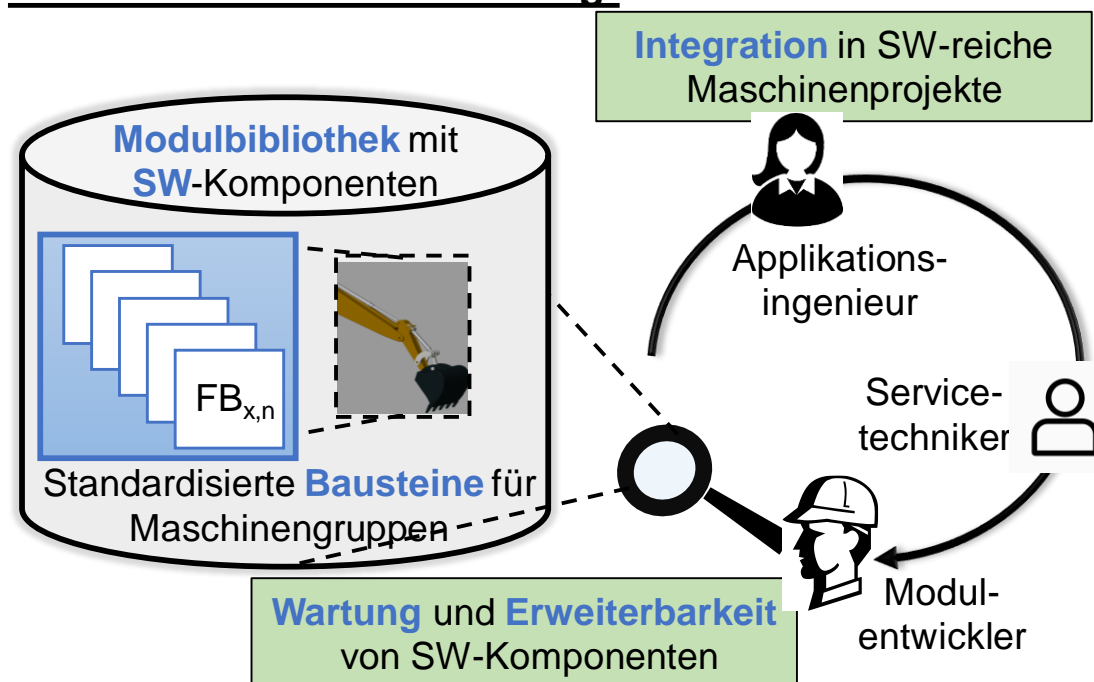


Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie



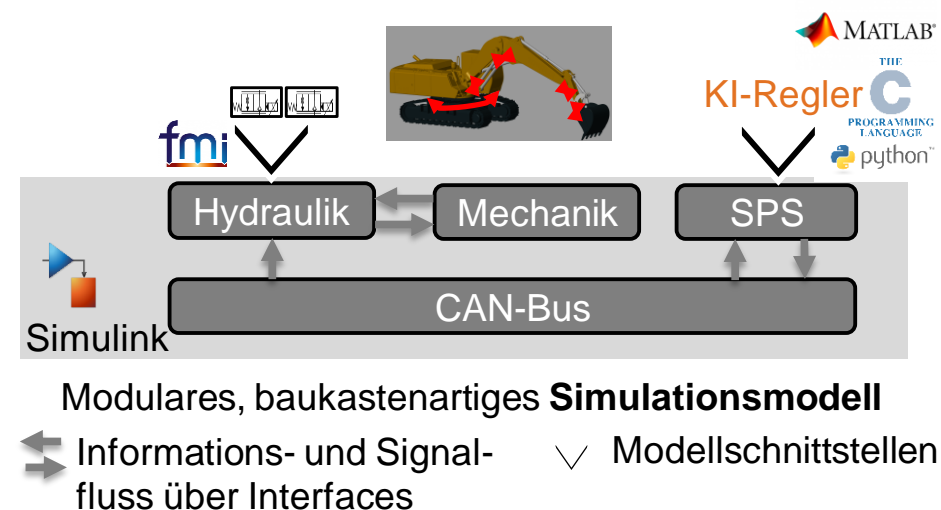
Entwickelte Ansätze zur Auslegung hydraulischer Systeme und Unterstützung bei der Inbetriebnahme

Inbetriebnahmeunterstützung:

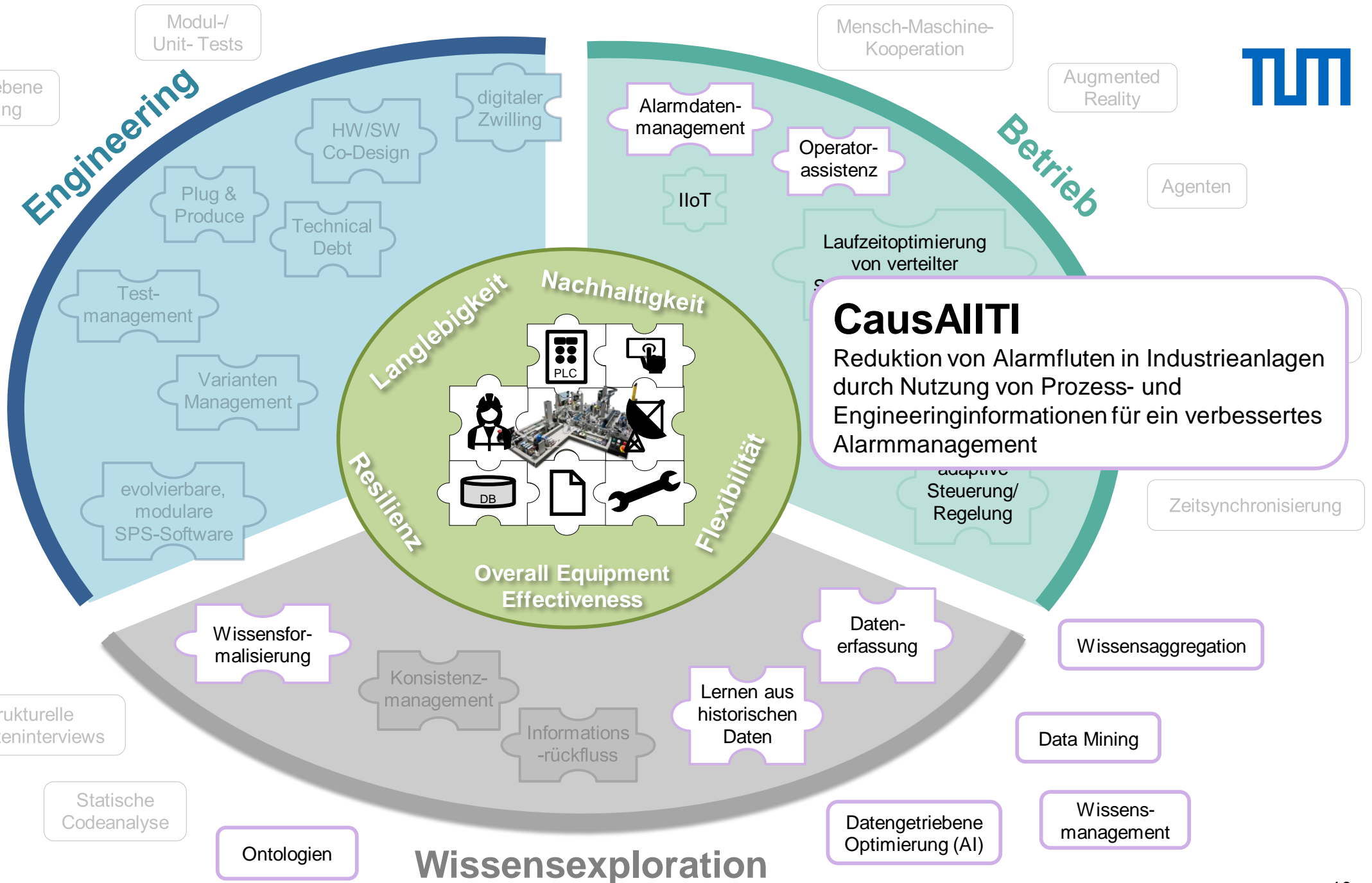


- **Assistenzsysteme** zur Erstellung von **Software** auf **Low-Code Plattformen**
- Erfassung und **Formalisierung von Expertenwissen** durch **mentale Modelle**

Modellierung und Simulation von verteilten Systemen:

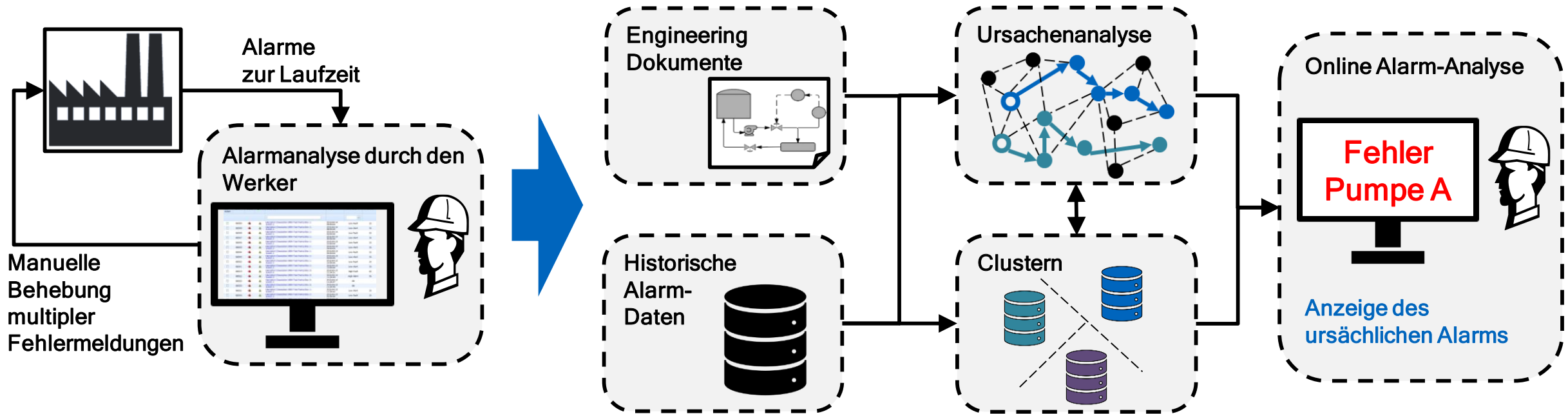


- **Modellierung** des **Zeitverhaltens** durch eine **domänenspezifische** Modellierungssprache (DSL)
- Modulare, **baukastenartige** Model-in-the-Loop **Simulation** von **Kommunikation, Mechanik, Hydraulik** und **SPS**
- Untersuchung des **Laufzeitverhaltens** von **KI-Algorithmen** auf **ressourcenbegrenzten** Steuerungen



Pattern Recognition von Alarmdaten (CausAIITI)

Causal Alarm pattern analysis by the **I**ntegration of **T**echnical **I**nformation from engineering documents



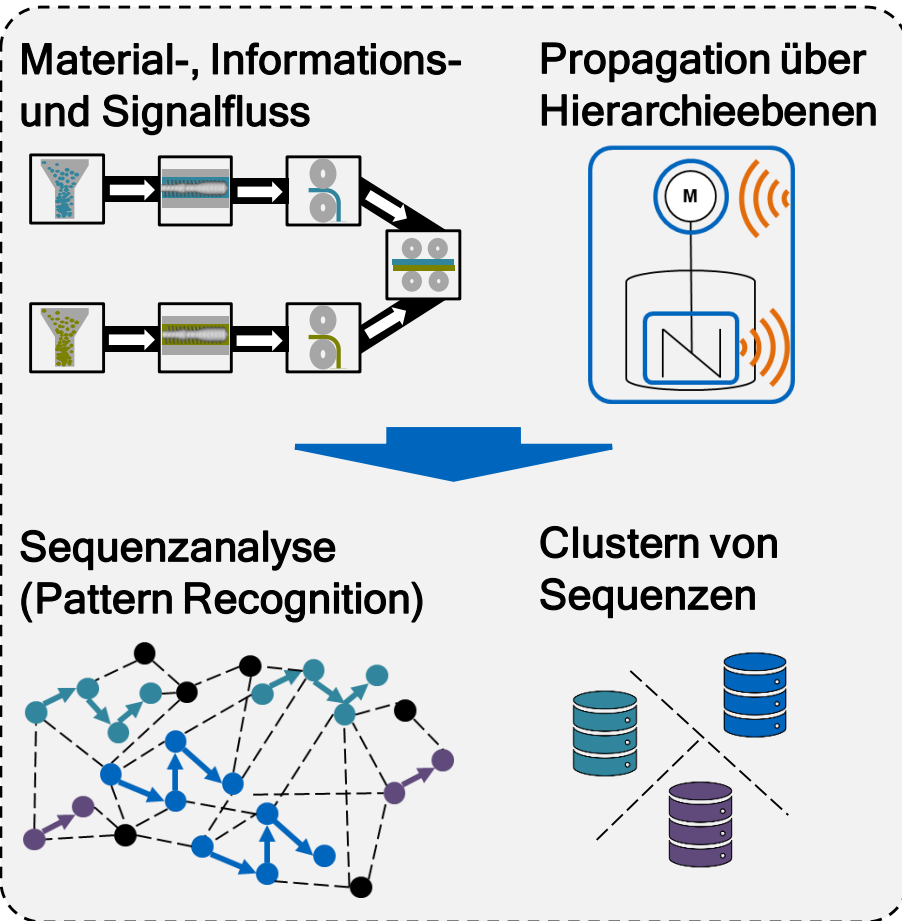
Ausgangslage:

Überforderung des Werkers durch Flut von Alarmen

Forschungsansatz:

Analyse von historischen Alarmdaten unter Einbezug von Engineering-Dokumenten und Prozesswissen

Forschungsansatz: Nutzen von Engineering-Wissen für die Root-Cause Analyse von Alarmdaten



Bisherige Forschungsansätze:

- **Datengetrieben**, d.h. Finden von Alarmsequenzen auf Basis von Alarm-IDs und Zeitstempeln
- **Problem**: ohne Berücksichtigung von Wissen über Aufbau der Anlagen **fehlerhafte oder unzufriedenstellende Alarmzuordnung**
- **Big Data**: Umgang mit **großen, heterogenen Datenmengen** ohne zusätzliches Wissen schwierig

Ansätze in CausAITI:

- Eine Alarmursache führt zu einer ähnlichen Sequenz von Folgealarmen
- **Prozess- und Engineering Wissen** nutzen, um Machine-Learning-Algorithmen zu optimieren oder zu plausibilisieren
- Genutzt werden bspw. Informationen über:
 - **Vorgänger- und Nachfolger-Beziehungen**
 - Hierarchieebenen, um **Alarm-Propagationen** zu erkennen
 - **Zeit-Informationen** des Prozesses, um **zeitliche Abfolgen** von Alarmen zu plausibilisieren

Forschungspartner/Förderer:

Gefördert durch



Deutsche
Forschungsgemeinschaft



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

