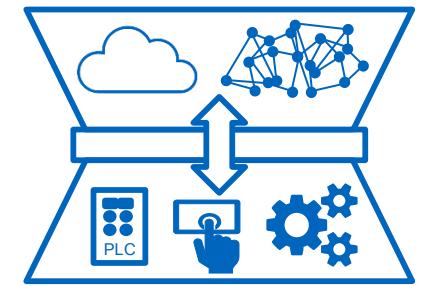
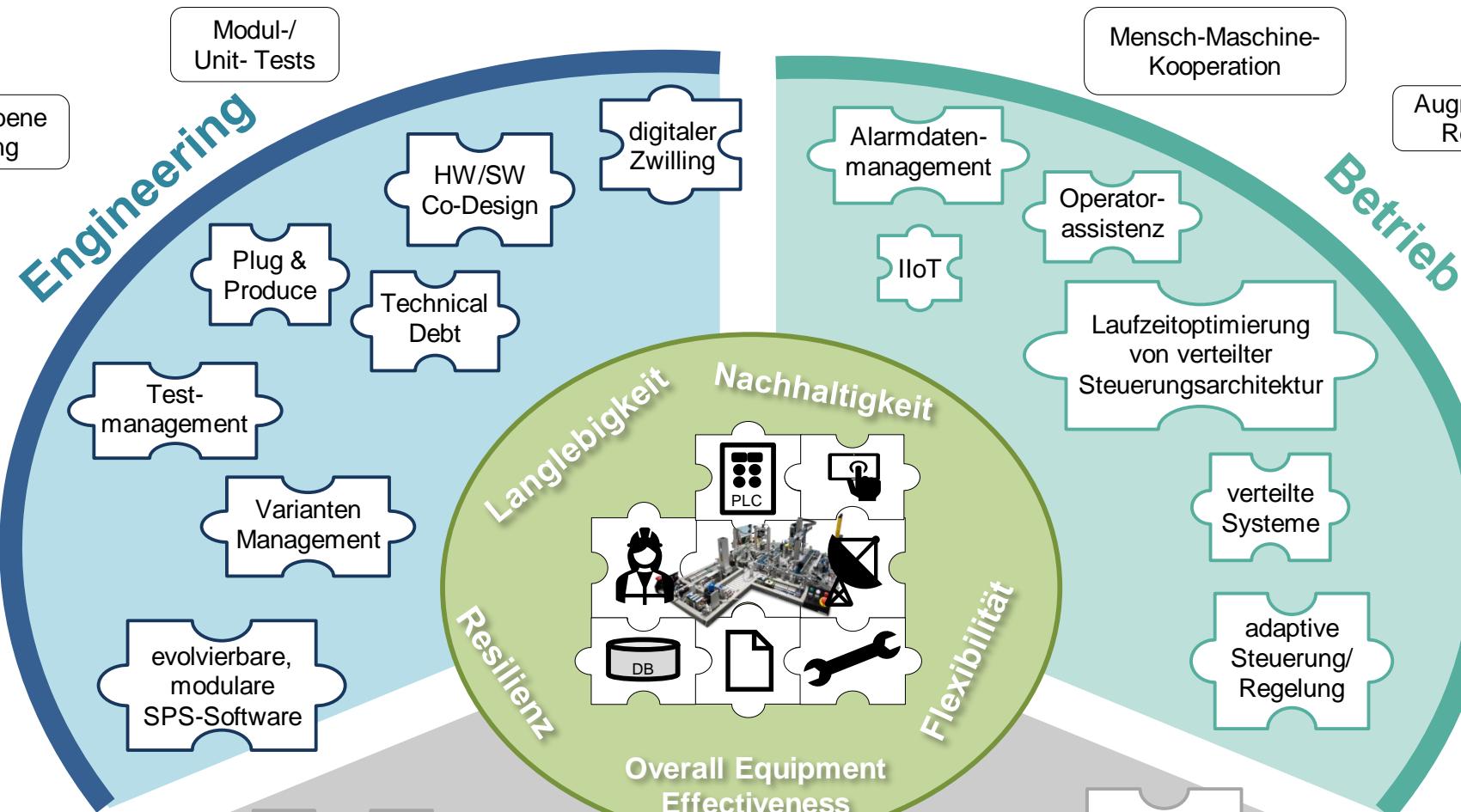




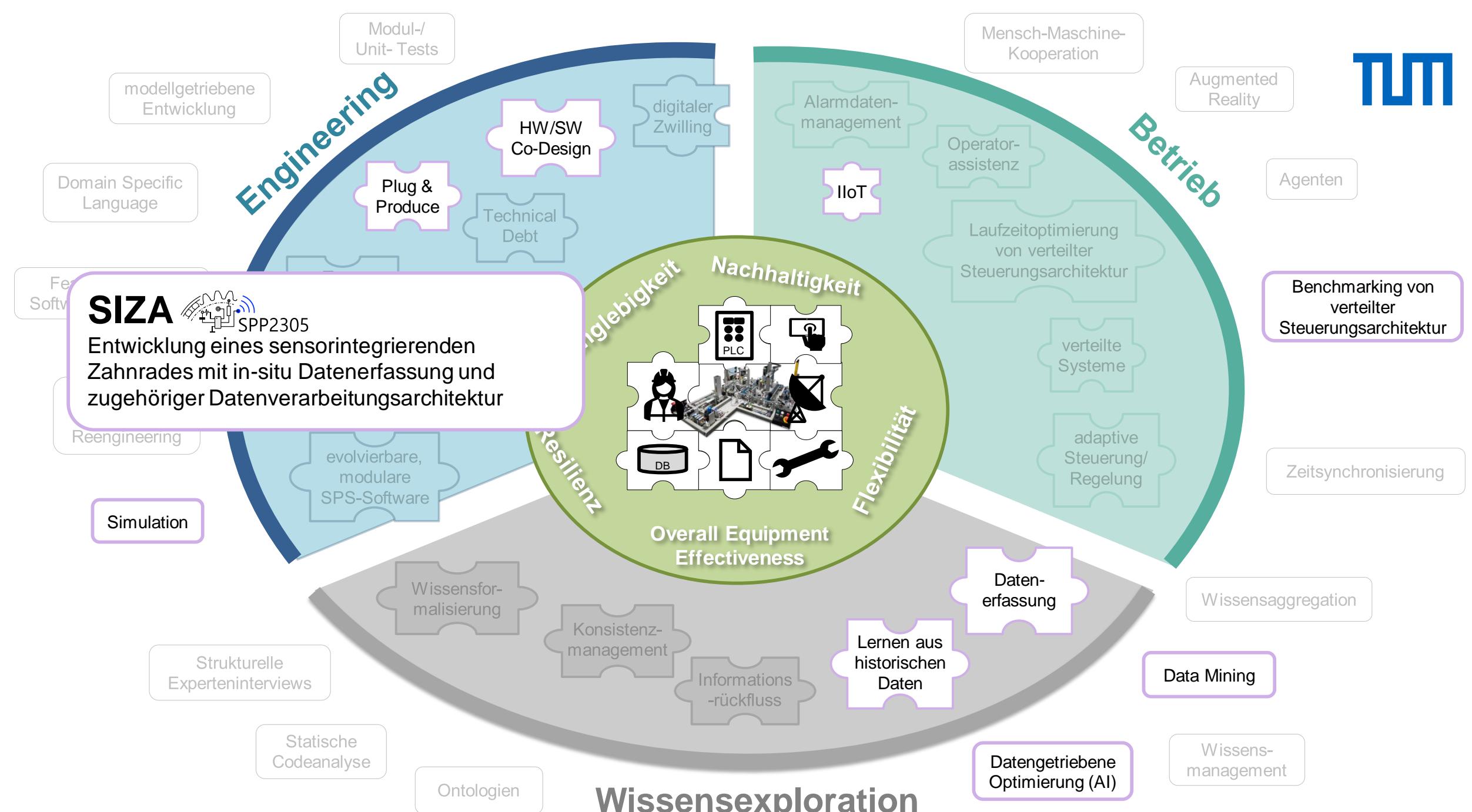
Lehrstuhl für Automatisierung
und Informationssysteme
Technische Universität München



Wissensexploration

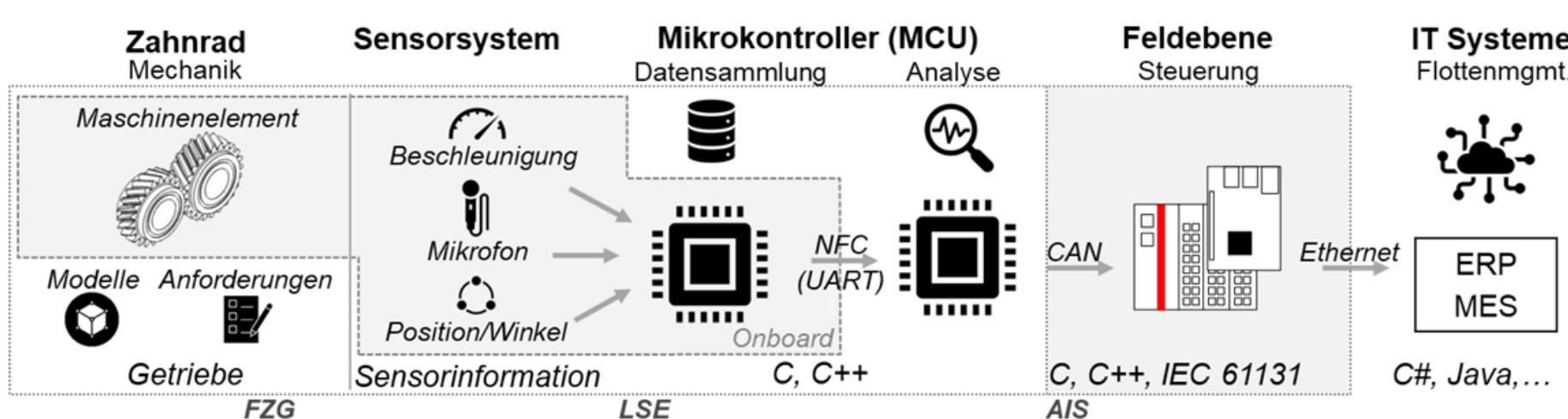


Wissensexploration



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:

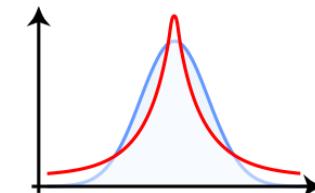
- Temperatur
- Hall
- Beschleunigung
- Microphone

Datenvorverarbeitung:

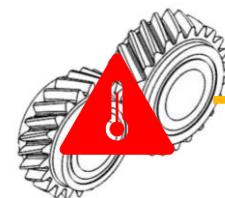
- Hoch/Tiefpass- Filter (z.B. Butterworth)
- Frequenzanalyse (z.B. FFT)
- Abweichung von Normalverteilung (z.B. Kurtosis)

Schadenserkennung:

- Schwellwertdetektion
- Klassifikationsalgorithmen

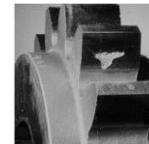


Überhitzung



Temperatur

Grübchen



Beschleunigung

Ausbrüche auf Zahnflanke beeinflusst Beschleunigung

Tiefpassfilter

Reduzierung Rauschen
(Signal mit geringer Dynamik)

Hochpassfilter, Kurtosis

Reduzieren Rauschen (Signal mit hoher Dynamik),
Grübchen führen zu erhöhten Kurtosis Werten
(-> Beschleunigungswerte weichen von Normalverteilung ab)

Max. Betriebstemperatur

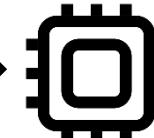
Schwellwert- erkennung

Max. Kurtosis Wert

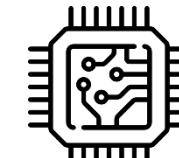
Herausforderung: Algorithmus Deployment



Digital/Analog



UART

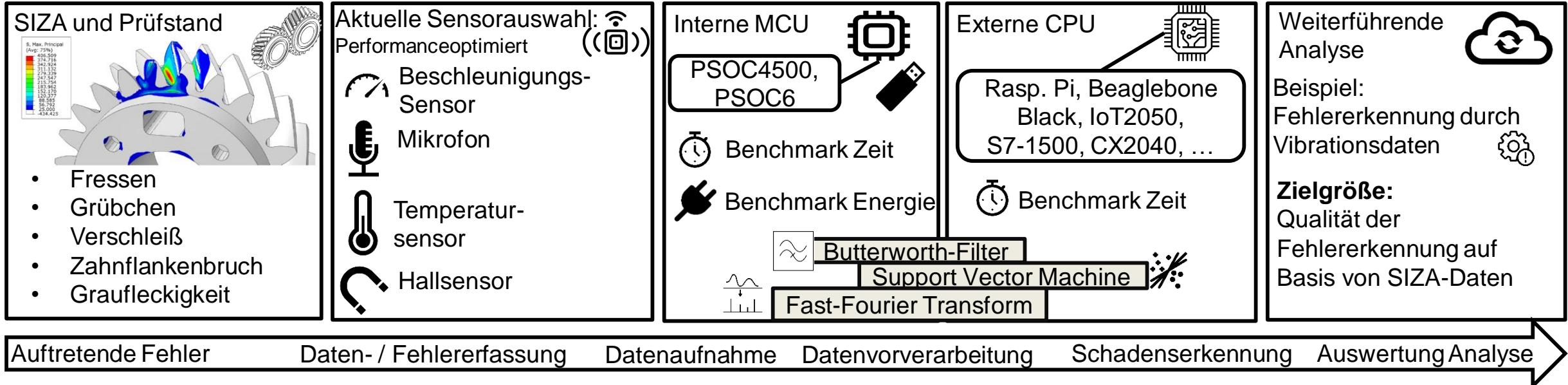


Externe CPU (z.B. Raspberry Pi)



Cloud

Auswahl der Algorithmen: Toolchain durch Benchmarking



Zentrale Fragestellungen der Algorithmenauswahl:

- Ausführungszeit 
- Speicherverbrauch 
- Energieverbrauch 
- Ergebnisgüte 

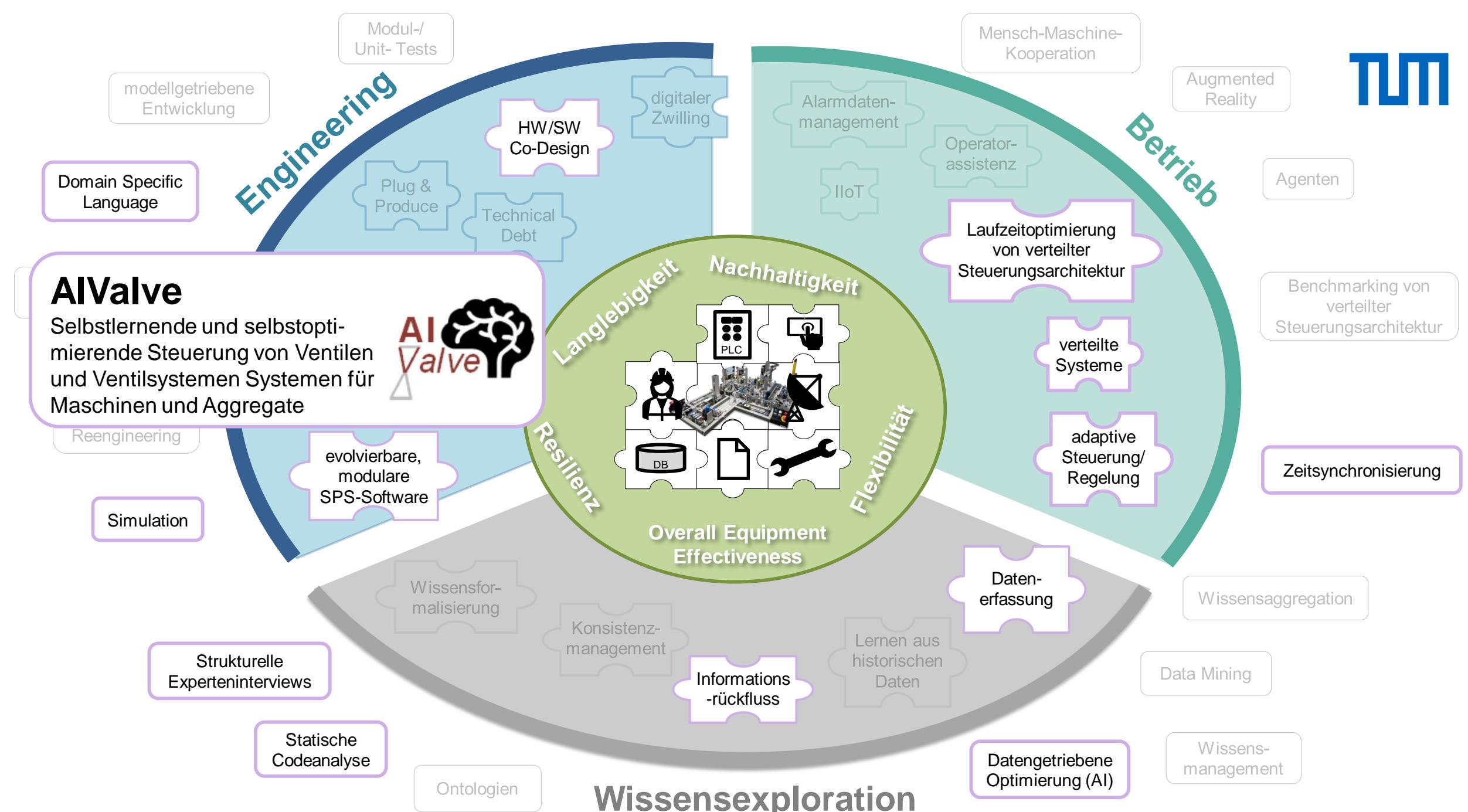


Algorithmen-Benchmarking auf unterschiedlichen Geräten nötig [1]

der Algorithmen auf unterschiedlichen Geräten

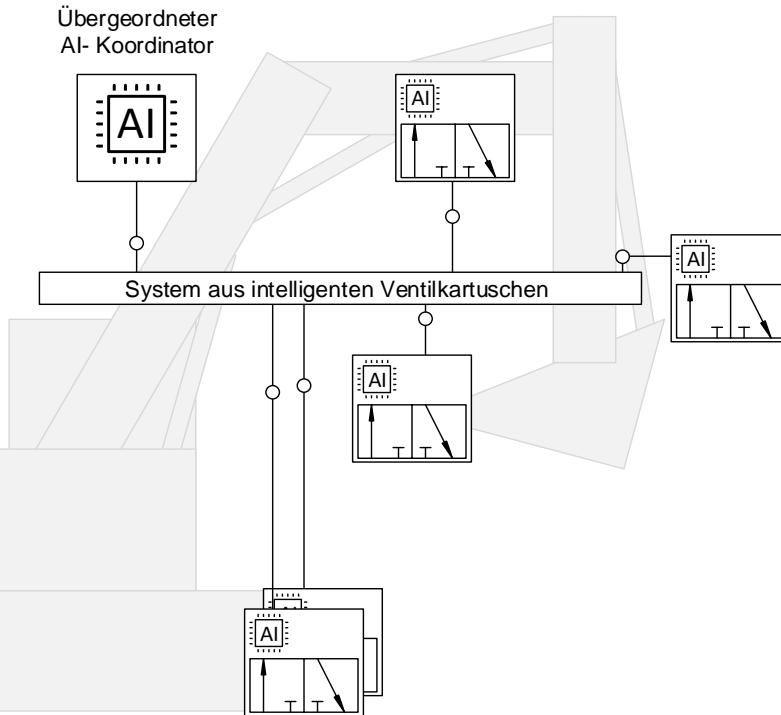
[1] B. Rupprecht, D. Hujo and B. Vogel-Heuser, „Performance Evaluation of AI Algorithms on Heterogeneous Edge Devices for Manufacturing“ in 2022 IEEE 18th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE), August 20-24, 2022. Mexico City, Mexico

Wissensexploration



Selbstlernende Regelung von Ventilsystemen über heterogene Kommunikationsnetze in mobilen Arbeitsmaschinen

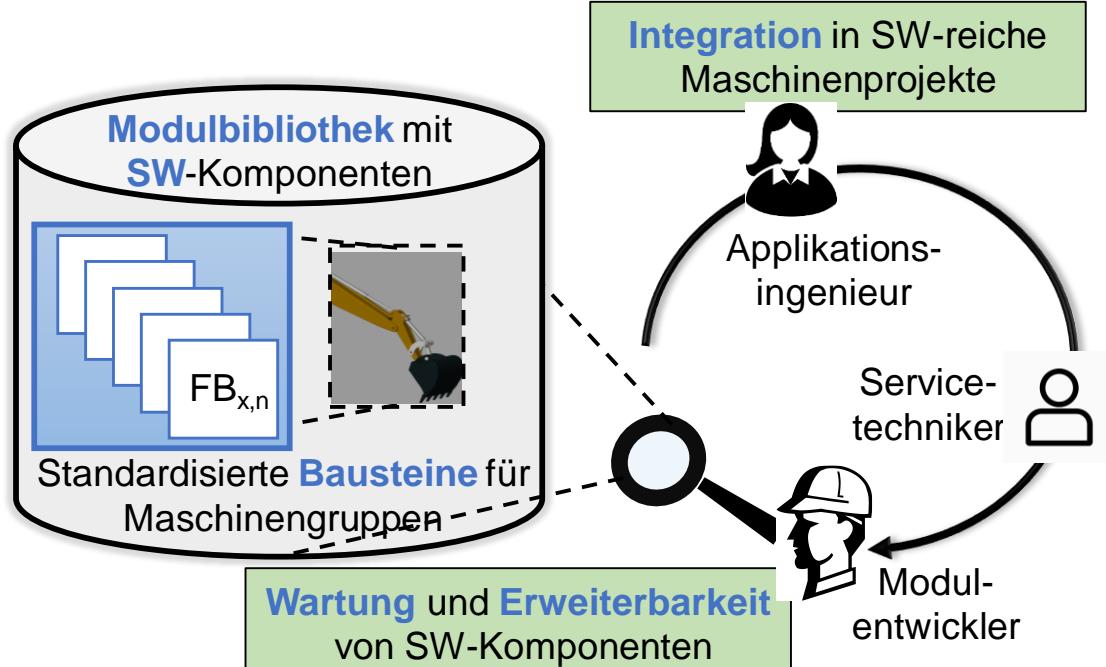
Selbstlernende und selbstoptimierende Steuerung von Ventilen und Ventilsystemen für hydraulische Maschinen und Aggregate



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

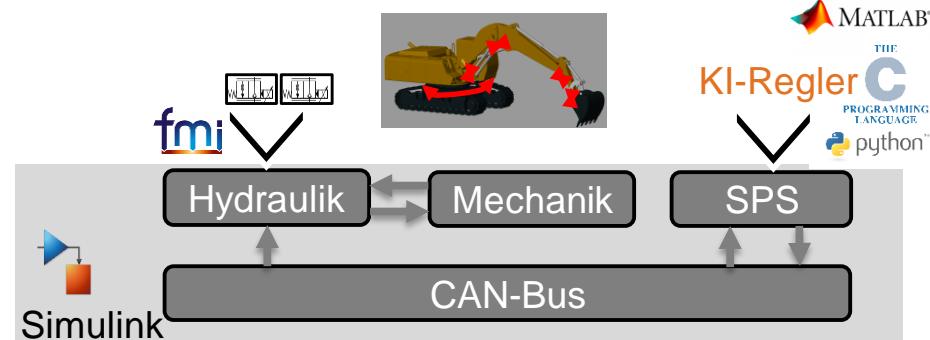
Entwickelte Ansätze zur Auslegung hydraulischer Systeme und Unterstützung bei der Inbetriebnahme

Inbetriebnahmeunterstützung:



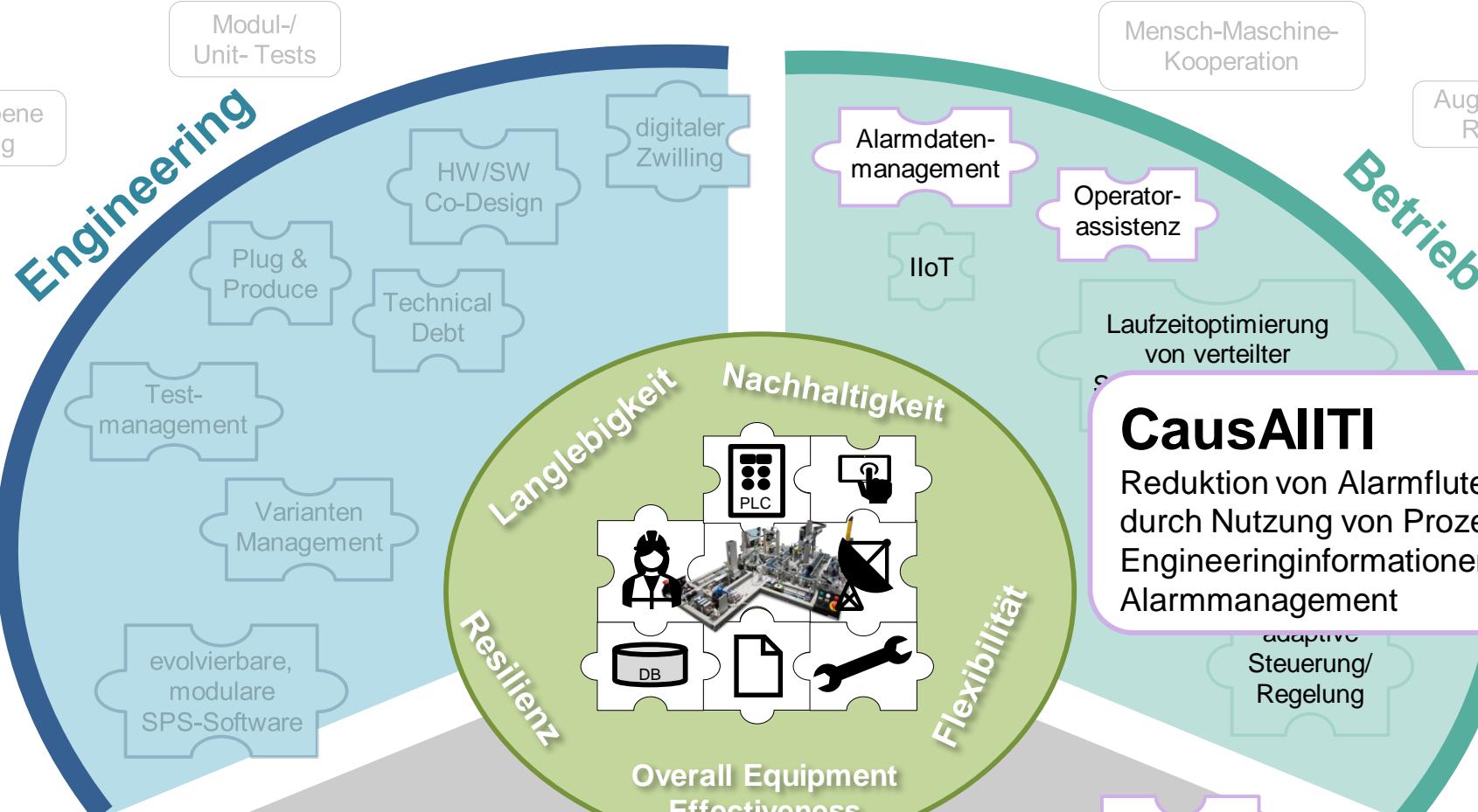
- **Assistenzsysteme** zur Erstellung von **Software** auf **Low-Code Plattformen**
- Erfassung und **Formalisierung von Expertenwissen** durch **mentale Modelle**

Modellierung und Simulation von verteilten Systemen:



- Modulares, baukastenartiges **Simulationsmodell**
← Informations- und Signal- fluss über Interfaces ✓ Modellschnittstellen
- **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

Wissensexploration

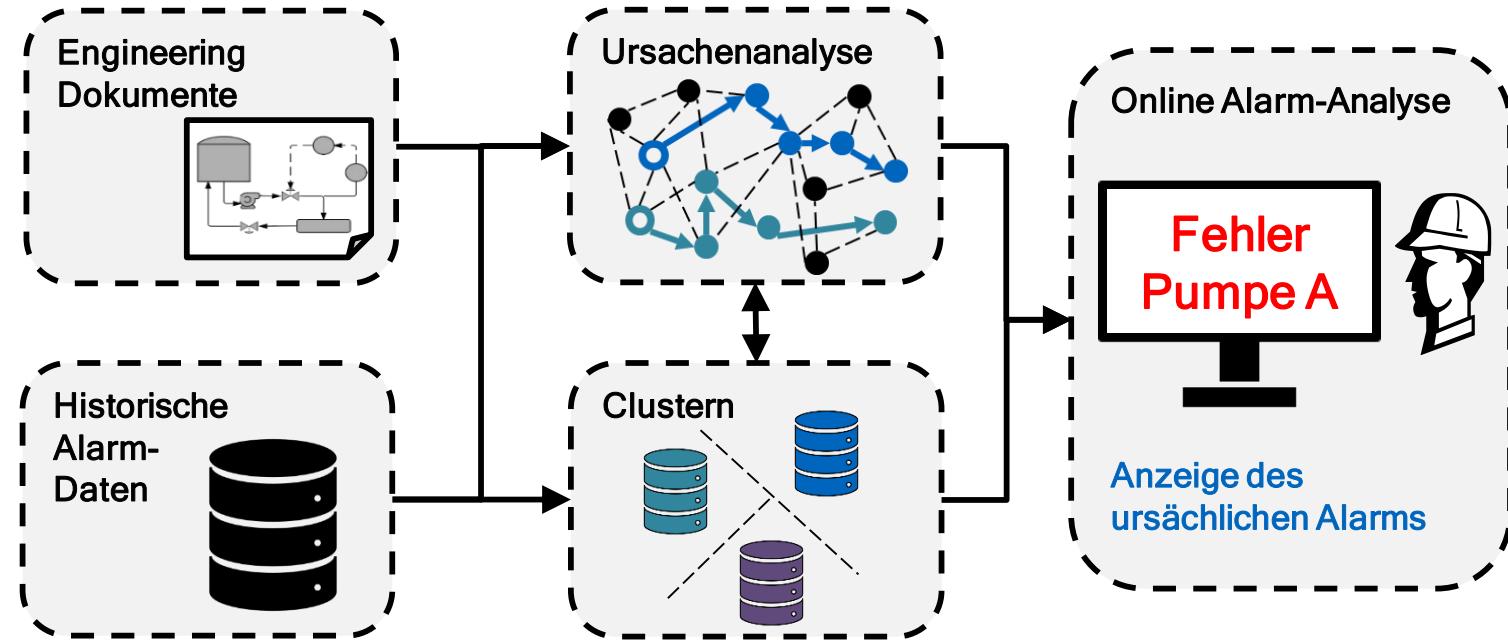
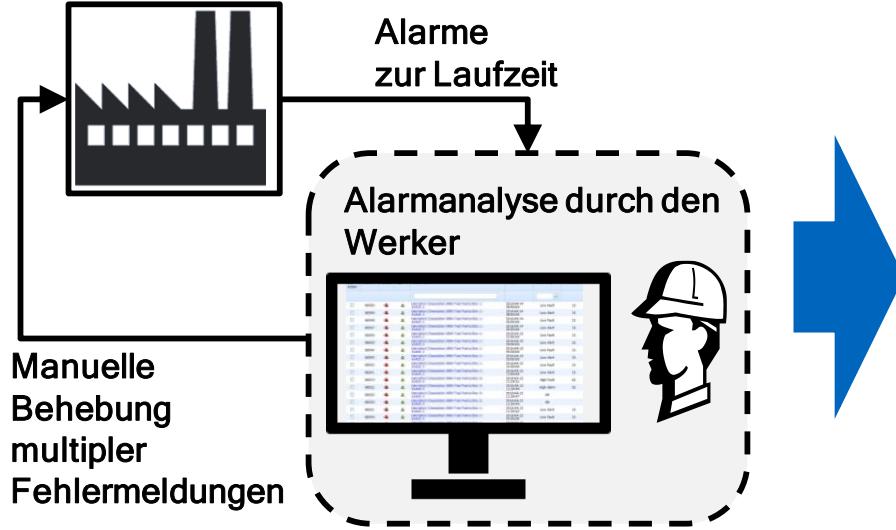


CausAIITI

Reduktion von Alarmfluten in Industrieanlagen durch Nutzung von Prozess- und Engineeringinformationen für ein verbessertes Alarmmanagement

Pattern Recognition von Alarmdaten (CausAIITI)

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

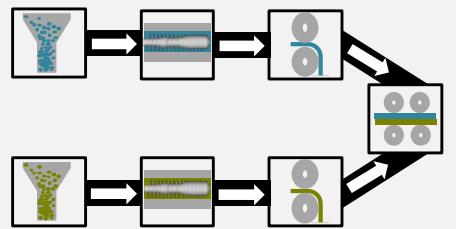


Ausgangslage:
Überforderung des Werkers durch
Flut von Alarmen

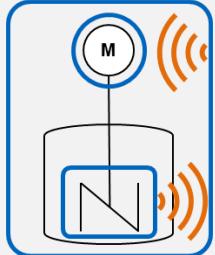
Forschungsansatz:
Analyse von historischen Alarmdaten unter Einbezug von
Engineering-Dokumenten und Prozesswissen

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

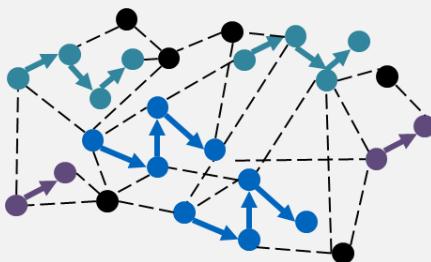
Material-, Informations- und Signalfluss



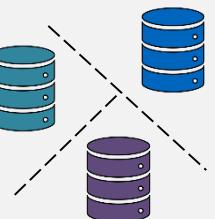
Propagation über Hierarchieebenen



Sequenzanalyse (Pattern Recognition)



Clustern von Sequenzen



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 CausAlITI:

- 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

DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft


Automatisierungstechnik

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

