

PD DR. STEFAN BOSSE

Fachbereich Mathematik und **Informatik**

Universität Bremen

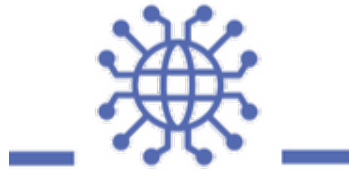
Fakultät Maschinenbau

Universität Siegen

Profil Engineering



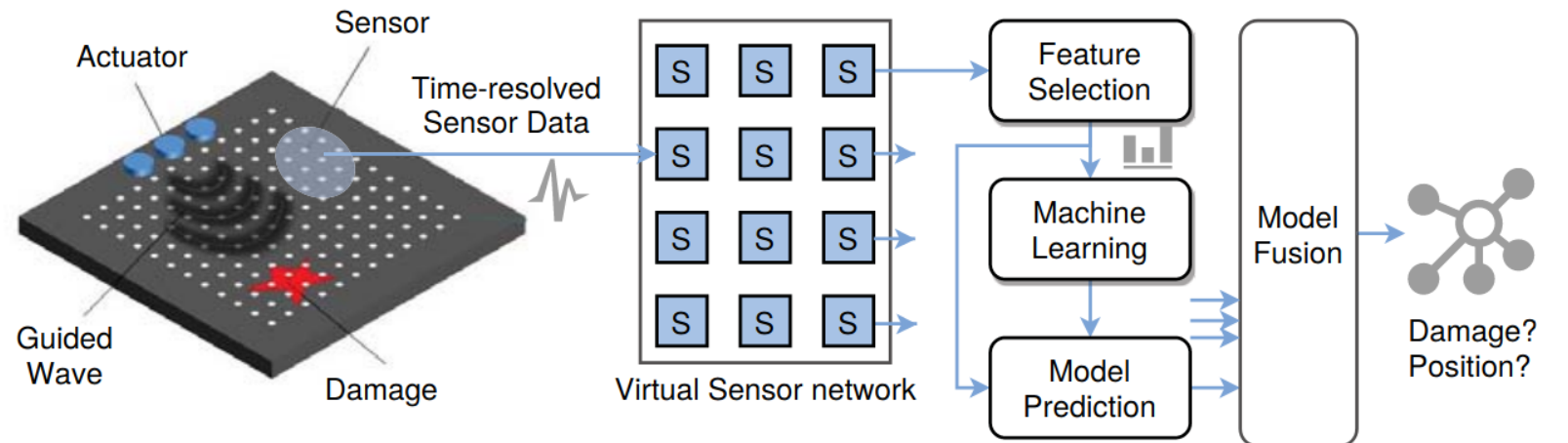
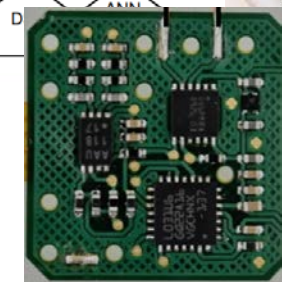
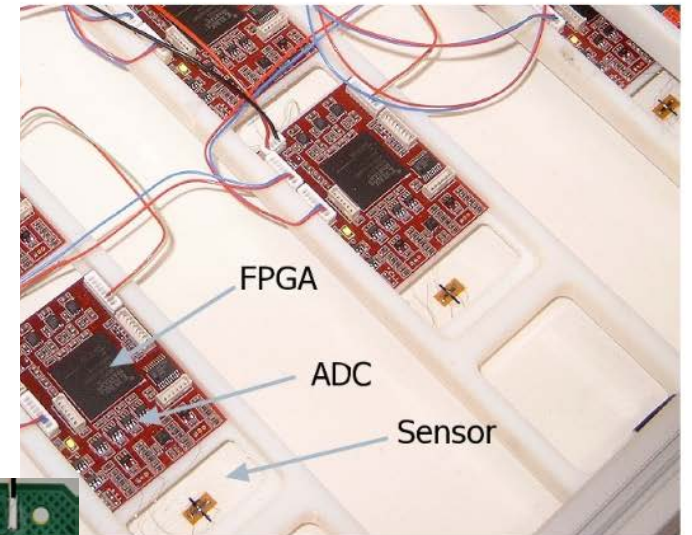
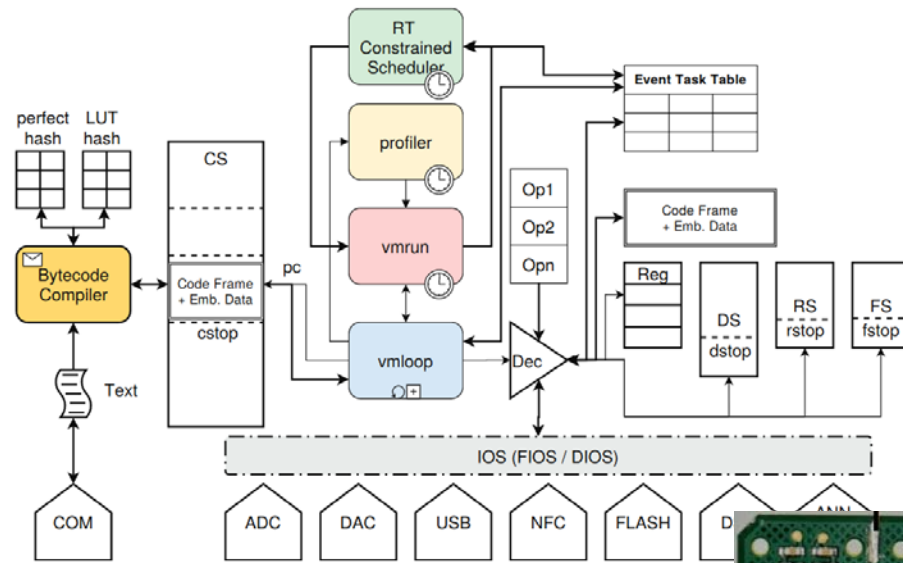
Universität
Bremen



EINFÜHRUNG

Realer Einsatz von vernetzten hochminiaturisierten Rechnersystemen ist eine Herausforderung und Wissenschaftsschwerpunkt aufgrund harter zu erfüllender Randbedingungen.

Robustheit und Resilienz kann durch geeignete Methoden und Selbst-* Eigenschaften erreicht werden.



FORSCHUNG UND LEHRE

Hardware

- Automatisierter Entwurf anwendungsspezifischer System-on-Chip Schaltkreise
- Virtualisierung und Tiny ML
- Rechnerarchitekturen, Kommunikationssysteme
- Sensor-Elektronik Integration
- Hybride funktionale Analog-Digital Systeme
- Hardwarebeschleuniger

Software

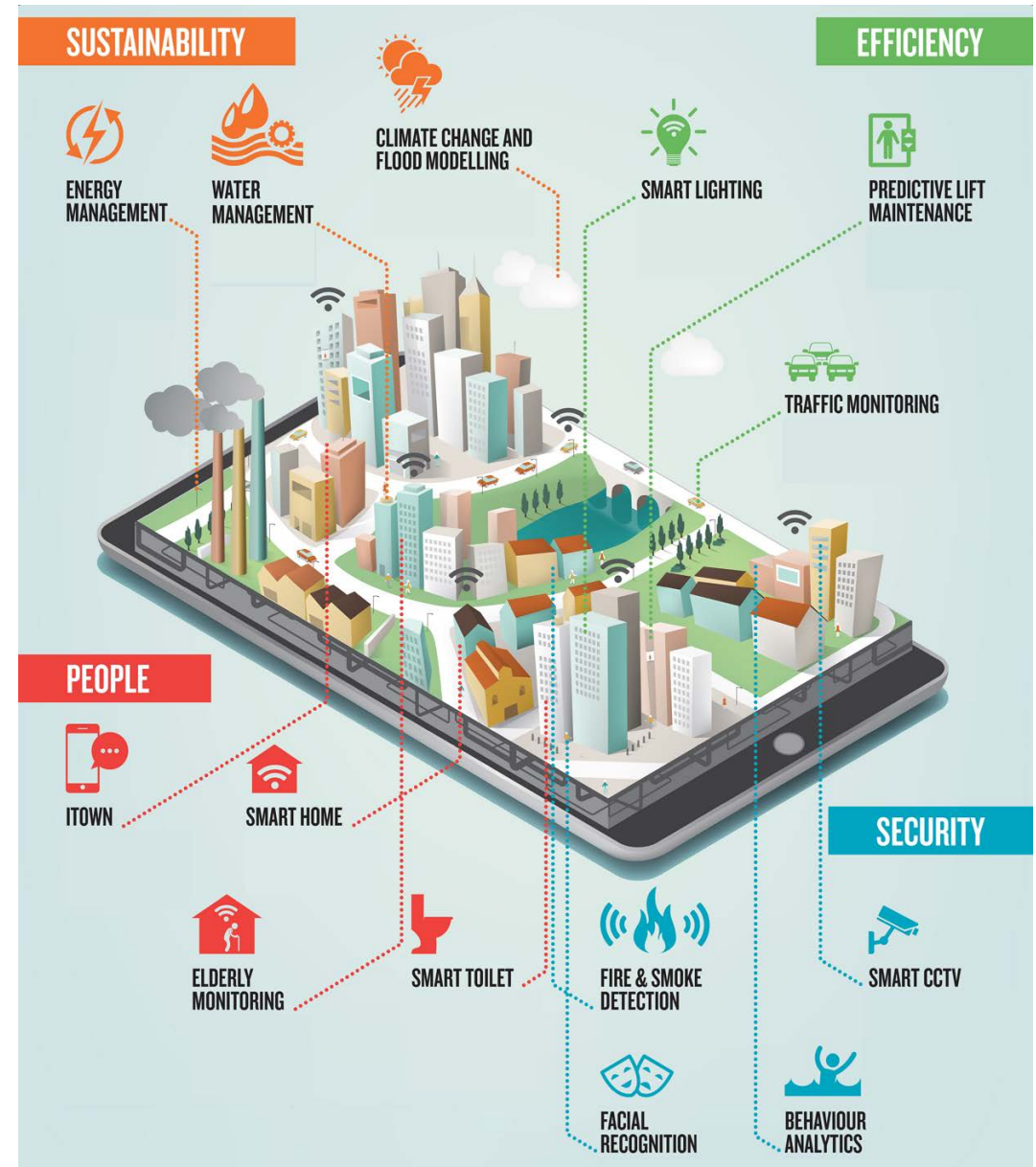
- Virtuelle Maschinen
- Kommunikationsprotokolle
- Mobile Agenten, Agentenplattformen
- Datengetriebene und modellunterstützte Modellierung (Klassifikation, Regression, ML)
- Algorithmische Skalierung, Funktionale Reduktion (Tiny ML)
- Sensorfusion

Complete

- Verteilte Netzwerke und Systeme, Verteilte KI
- Verteilte Sensornetzwerke
- Strukturüberwachung
- Smart City, IoT, Edge Computing (Tiny ML)
- Mobiles verteiltes Crowdsensing
- **Materialintegrierte Intelligente Sensornetzwerke und Systeme**







SMART CITY IN A BOX

- Stark heterogene Umgebungen mit sensorischen und aktuatorischen Geräten
- Mensch-Maschine Interaktion
- Rechnergrößen von 10cm² bis 0.1mm²
- Elektrische Leistungsaufnahme 100 W bis 100 μW
- Kommunikation ist datengetrieben anstelle adressiert (IP)
- Einsatz von agentenbasierten Verfahren für semantisch getriebene Vernetzung der Systeme
- Einsatz verteilter Algorithmen, Sensorfusion, Aggregation, und Applikation (Datenanalyse mit ML Verfahren)
- Lokale Zustandsschätzung mit lokalen Daten, globale Fusion

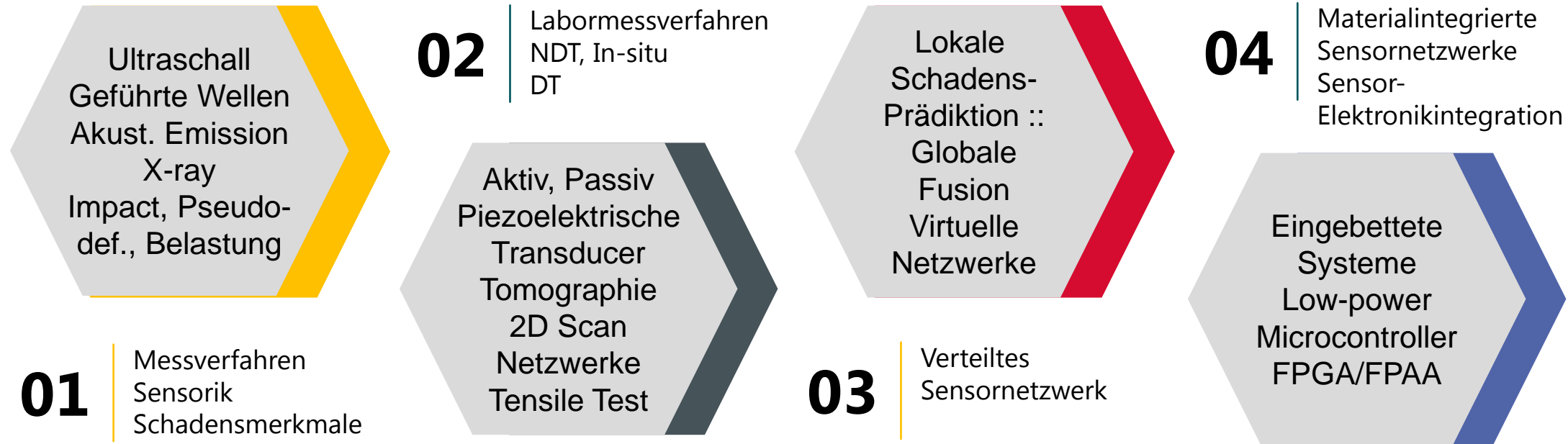


RANDBEDINGUNGEN VON MATERIALINTEGRIERTEN SENSORISCHEN SYSTEMEN

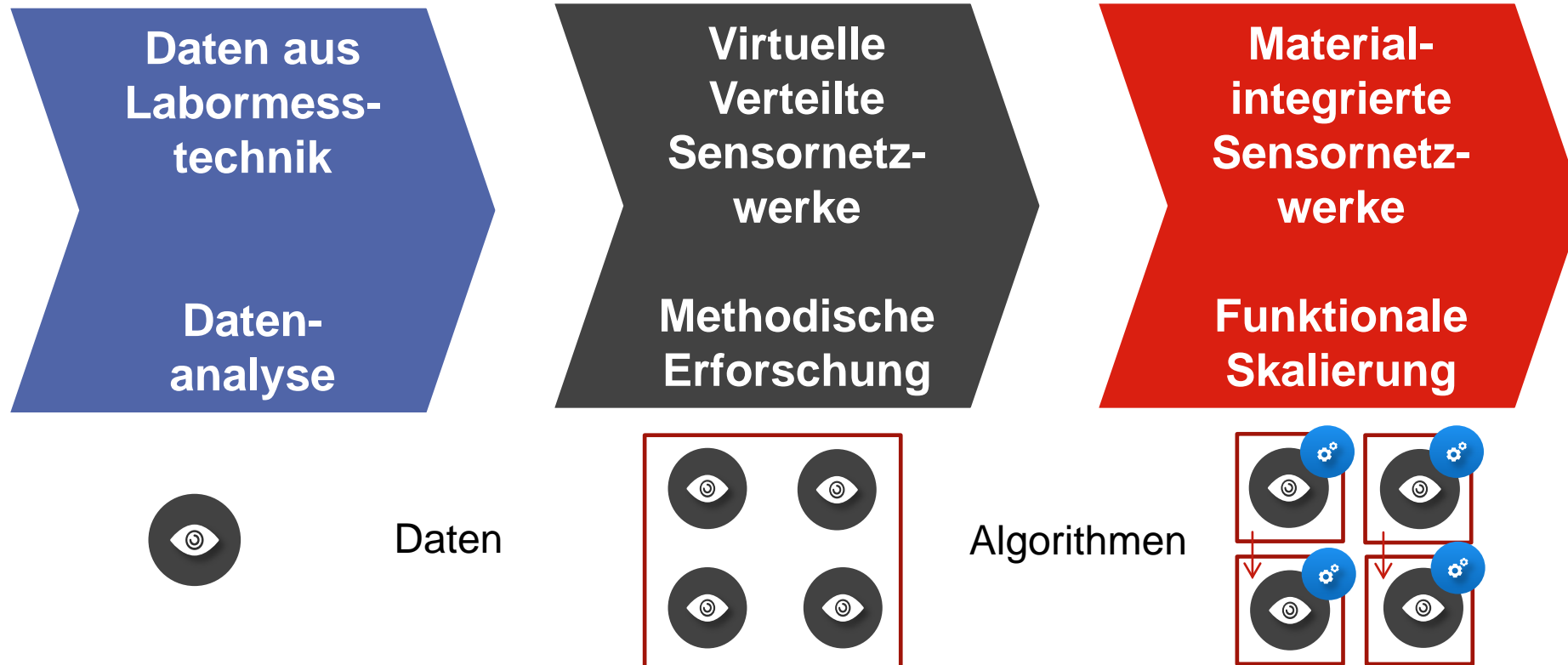


-  Ressourcen: Energie, Rechenleistung, Speicher
-  Rauschen, Fehler, Ausfall von Sensoren und Signalverarbeitung/ICT
-  Sensorstreuung, nichtlineare Kalibrierungsfunktion, Drift, Kopplung.
-  Räumliche Verteilung, Zeitliche Synchronisation
-  Fehlende Wartung, Software Updates, Fehlersuche, Reparatur
-  Mechanische, thermische, und elektromagnetische Störung des Hostmaterials durch Sensorknoten

STRUKTURÜBERWACHUNG (SHM)

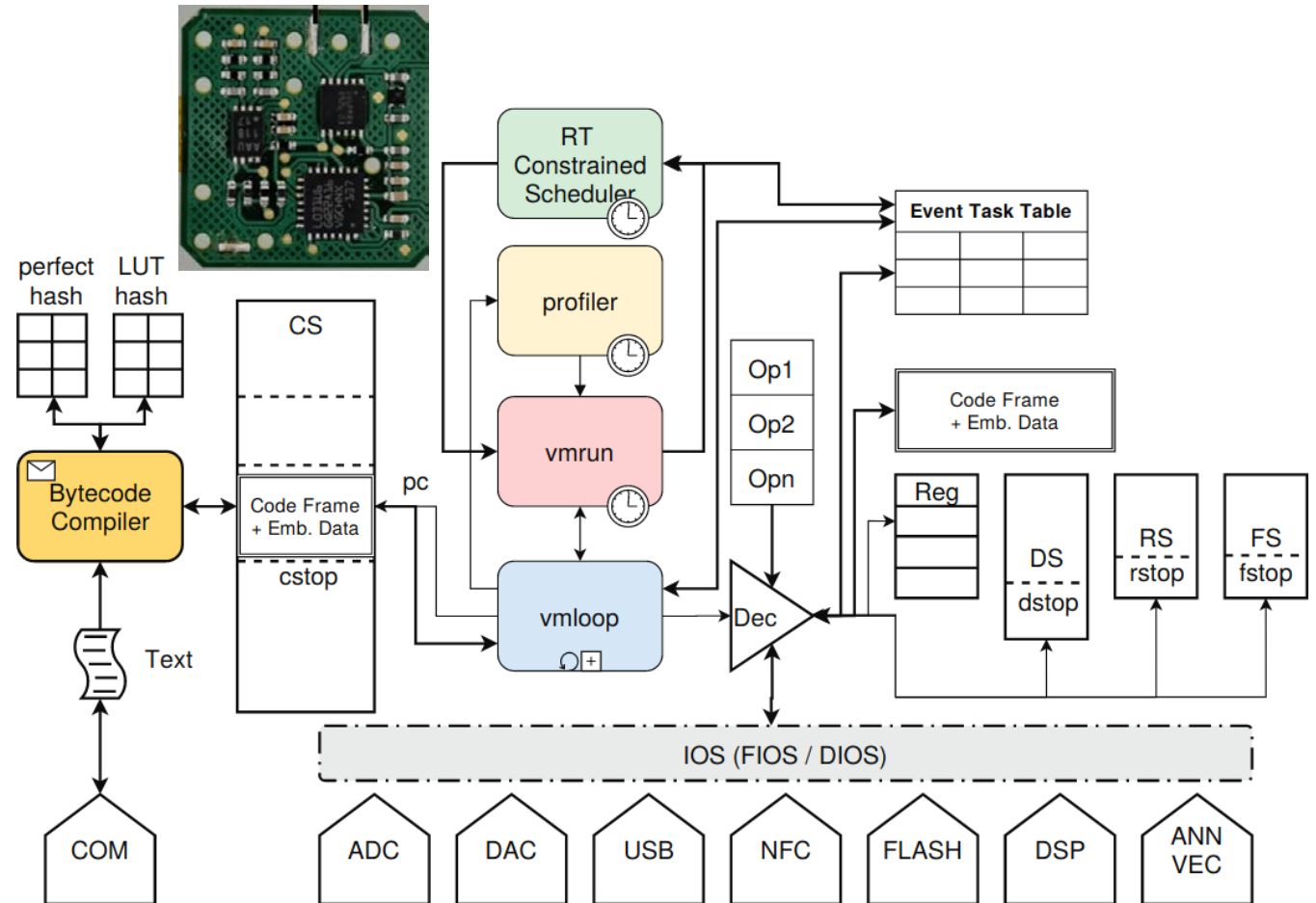


ENTWICKLUNGSTUFEN



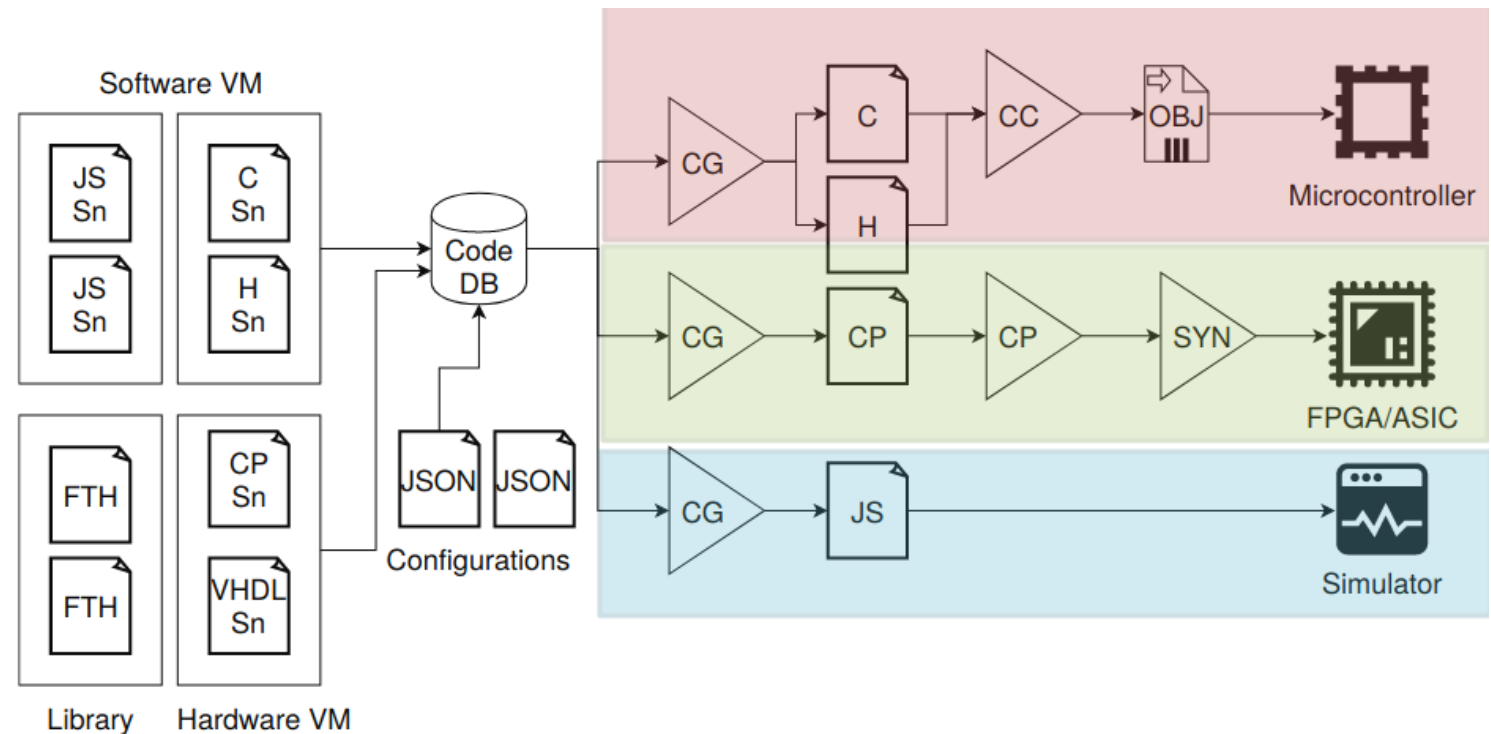
VIRTUELLE MASCHINEN

- Virtualisierung für hochminiaturisierte und stark eingeschränkte Rechnersysteme
- Abstraktion von Sensoren, Kommunikation, Numerik, ML usw.
- Komposition komplexer Systeme mit Mikroservices
- Bietet Sicherheit, Robustheit, Service, Updates
- Beispiel STM32 mit ARM Cortex M0 Prozessor: 8 kB RAM, 32 kB ROM!
- Neben SW Implementierung auch operational äquivalente HW Implementierung (FPGA)
- Einheitlicher Entwurfsprozess



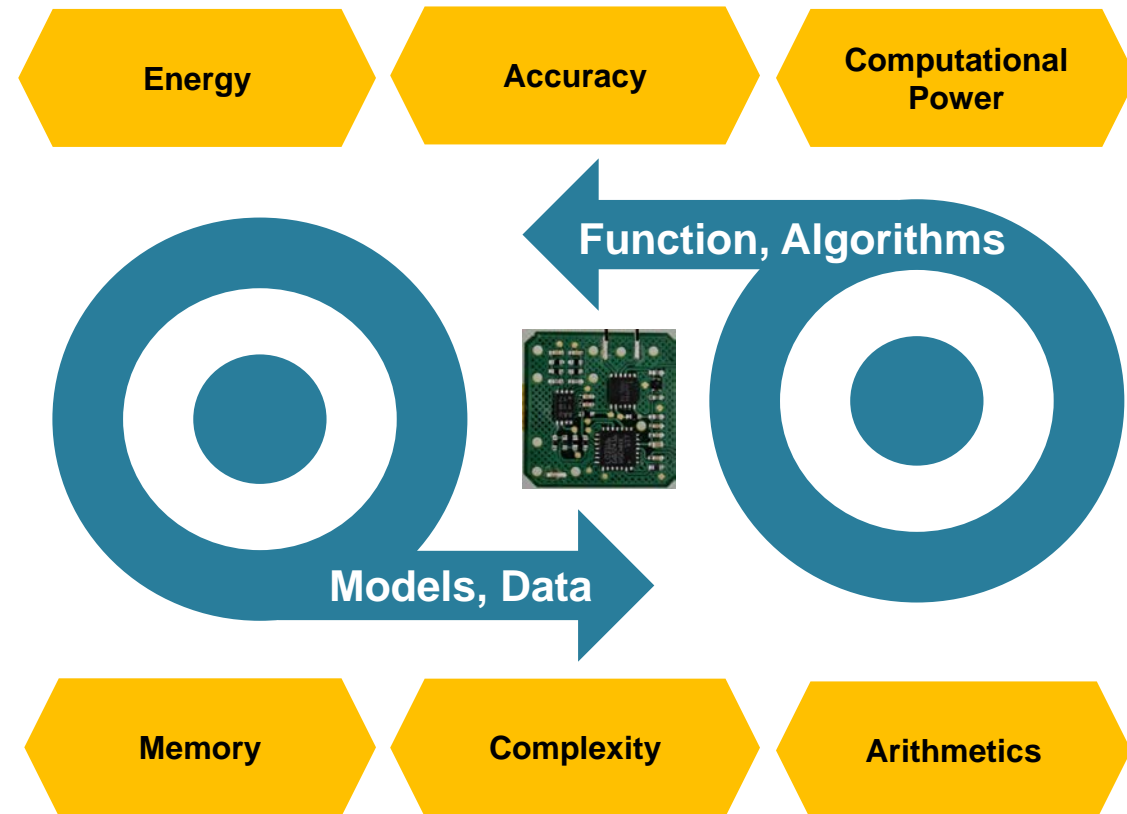
AUTOMATISCHER HW/SW/SIMULATION ENTWURF

- Einheitlicher Entwurfsprozess von parametrisierbaren und konfigurierbaren VM und Signalverarbeitung
- Einheitliche operationale Plattformen unabhängig von Technologie und Simulation
- Nutzung von Codegeneratoren
- Datenbank enthält Code Templates, Konfiguration, Parameter
- High-level Synthese von digitalen Schaltkreisen mit ConPro Compiler und VHDL RTL Werkzeugen auf alg. Ebene (Concurrent Communicating Sequential Processes Modell)



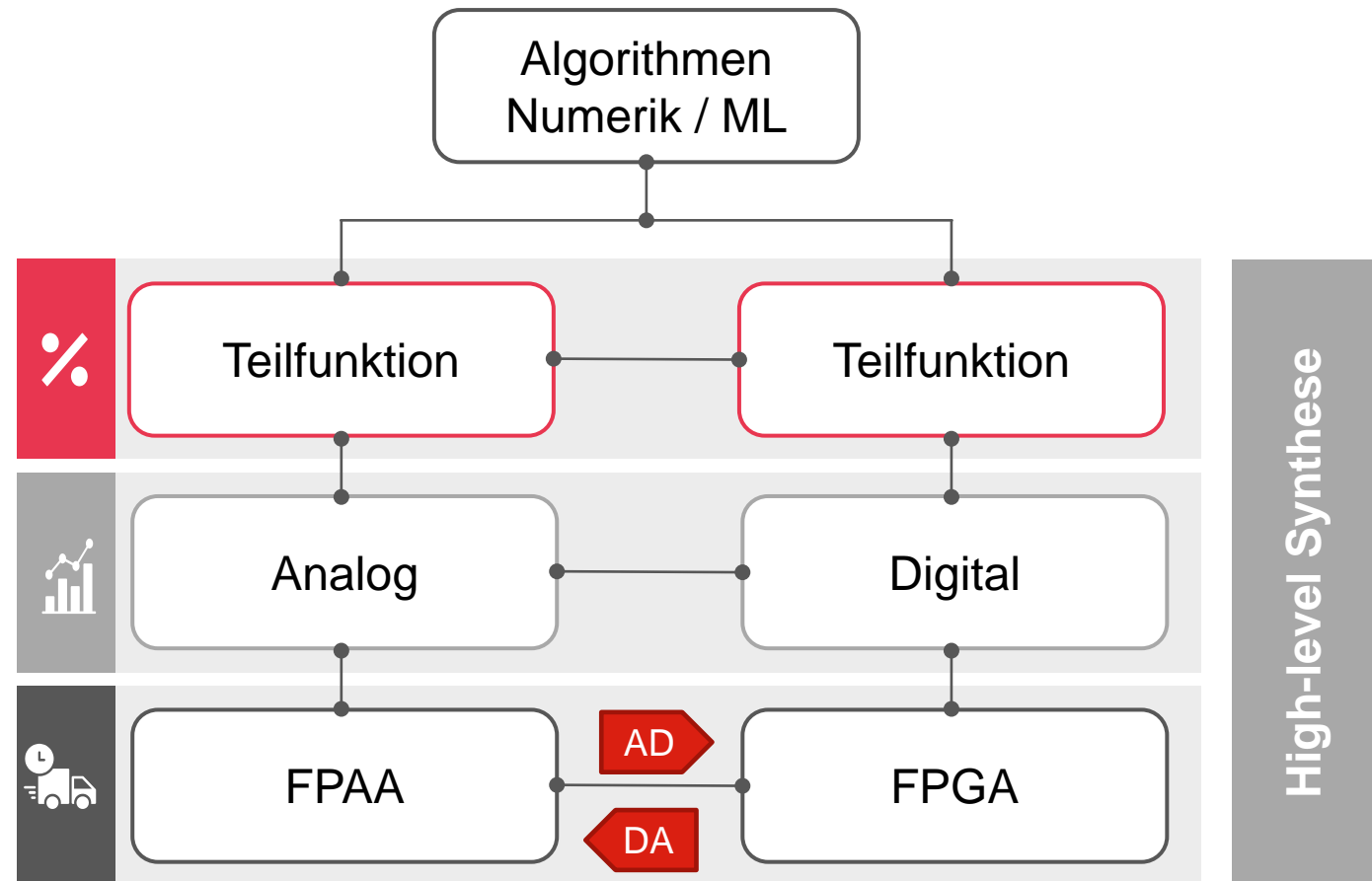
ALGORITHMISCHE UND FUNKTIONALE SKALIERUNG

- Funktionale Skalierung: Transformation von Berechnung, Kommunikation, und Signalverarbeitung (inkl. ML Modellen und Algorithmen) auf wesentliche Funktionalität (Reduktion) geeignet für low-ressource Eingebettete Systeme
- Reduktion von Daten und Algorithmen hinsichtlich Auflösung und Wertebereich (z.B. Fließkomma- → Ganzzahlarithmetik)
- Approximation von Funktionen und Datenmodellen in Signalverarbeitung und Tiny ML (z.B. Berechnung von Analytischen Signal mittels Filterfunktion)
- Ersetzen von digitalen Algorithmen und Funktionen durch analoge Schaltungen (Analogcomputer, Beschleuniger)



HYRBIDE ANALOG-DIGITAL RECHNER

- Partitionierung von Algorithmen in digitale und analoge Einheiten
- Analoge Einheiten bilden mit OPAMP, Multiplexern, und diskreten Komponenten Analogrechner (oder Hardware Beschleuniger)
- Schnittstelle zwischen analogen und digitalen Rechnerkomponenten mittels AD/DA Wandlung
- Automatisierter und programmgesteuerter Entwurf komplexer Berechnungsfunktionen



PD DR. STEFAN BOSSE

Fachbereich Mathematik und Informatik

Universität Bremen

Fakultät Maschinenbau

Universität Siegen

Profil Engineering



Universität
Bremen

