

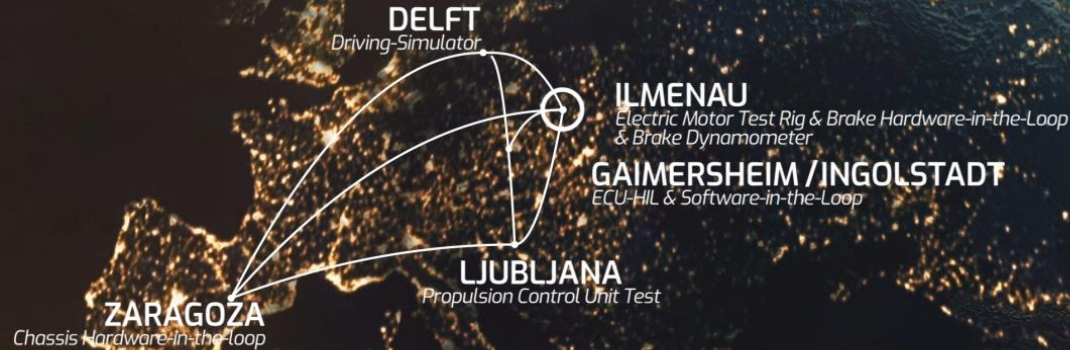
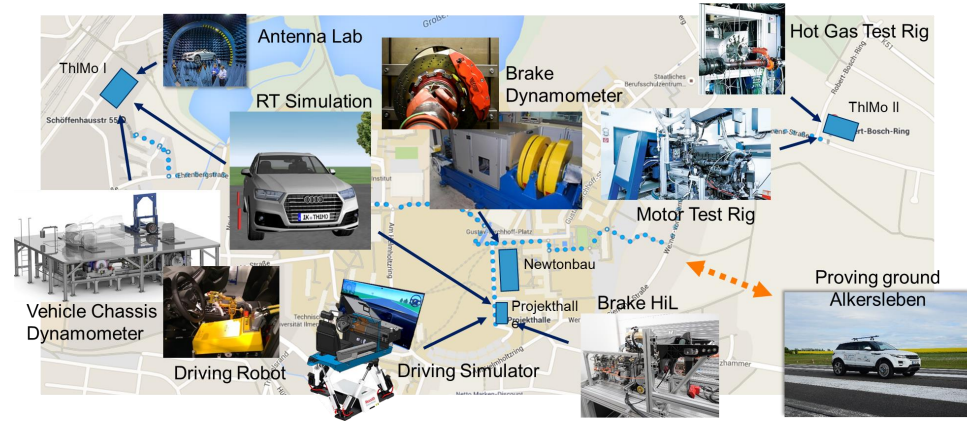
Vernetzte Testverfahren als effizientes Entwicklungstool für umweltfreundliche und automatisierte Fahrzeuge

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Bachmann

Fachgebiet Fahrzeugtechnik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Bachmann
Leiter des Fachgebiets Fahrzeugtechnik

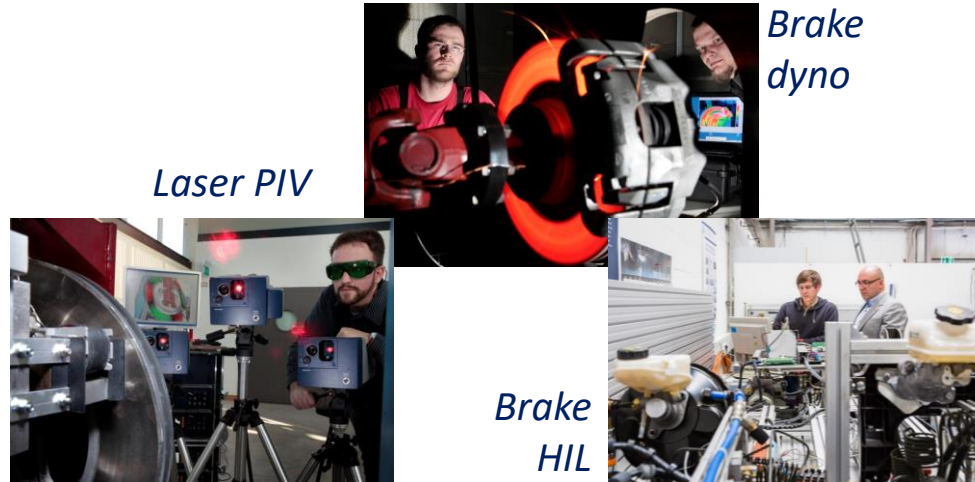
Die Geschichte hinter XILforEV



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No 824333

2010: Untersuchung komplexer Phänomene

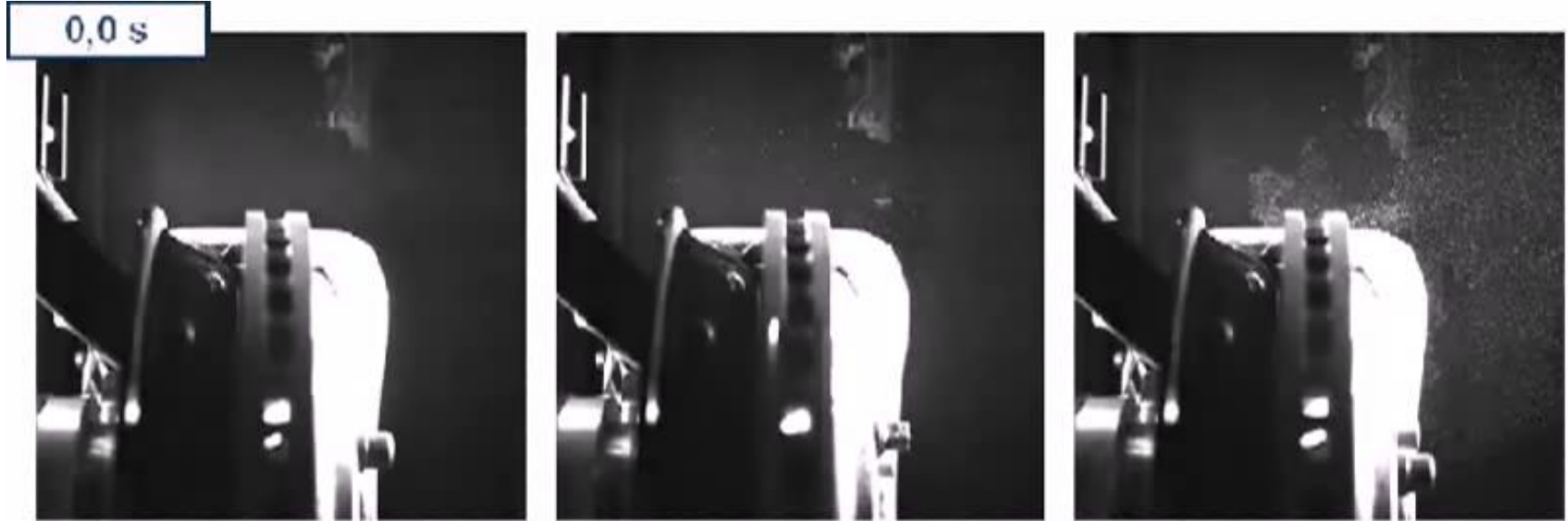
- **Aufgabe:** Beeinflusst das ABS die Bremspartikelemissionen?
- **Herausforderung:**
 - Nicht-lineare, unbekannte und nicht vorhersehbare Abhängigkeiten
 - Keine Möglichkeit für Echtzeit Hi-Fi Modelle
- **Idee:** Test-rig-in-the-loop (TRIL)



2010: Untersuchung komplexer Phänomene

Erkenntnis 1: Test rigs als Lego

Es funktioniert!



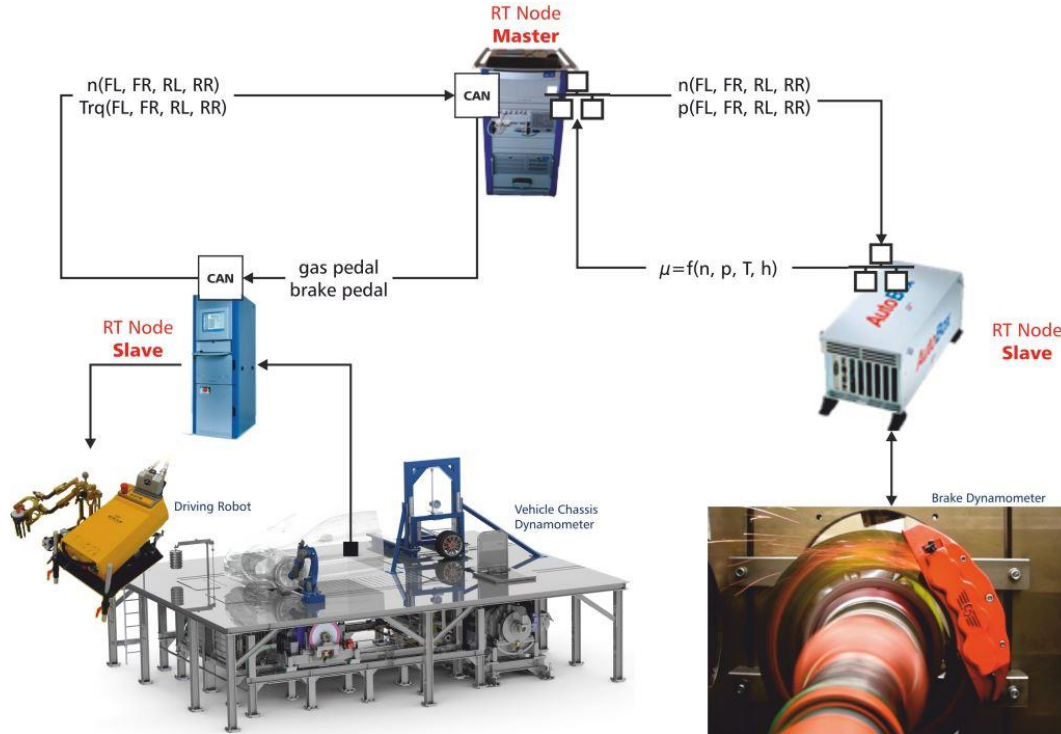
2012: Testen verbundener System

- **Aufgabe:** Rekuperationskontrolle unter Berücksichtigung der thermischen Prozesse und Schwankungen der Reibungsbremse
- **Herausforderung:**
 - 2 Domains (Reibungsbremse und Elektromotoren)
 - Keine Möglichkeit für Echtzeit Hi-Fi Modelle
- **Idee:** Verbindung über ein local network



2012: Testen verbundener System

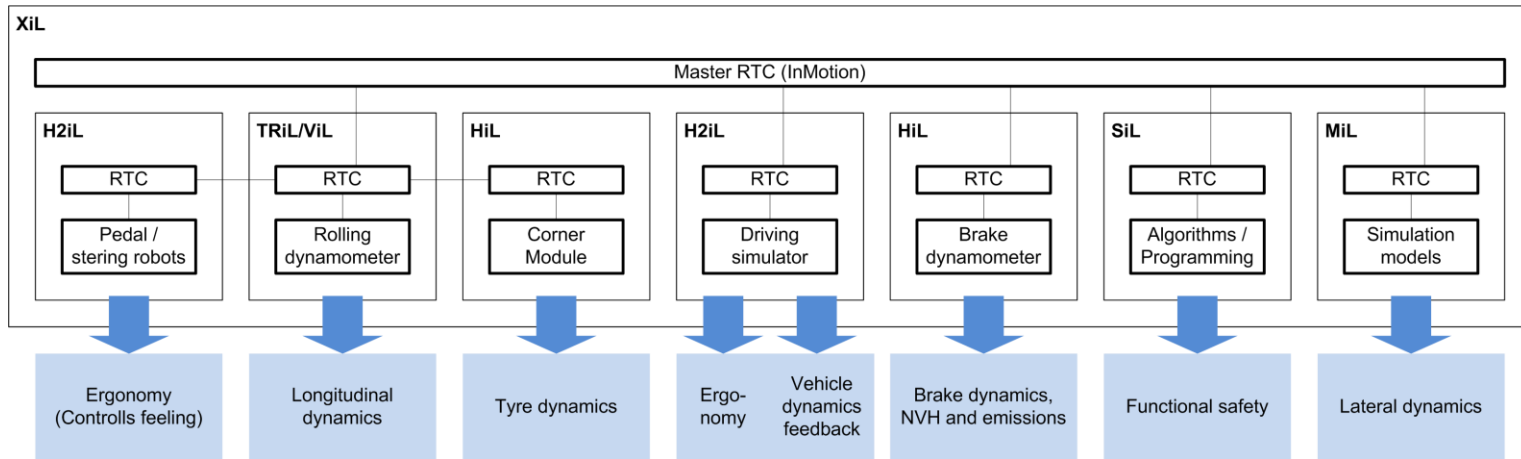
- Erkenntnis 2: Benutzen einer Master-Slave Architektur



2014: Lost in translation

- **Aufgabe:** Multi-platform Experimente
- **Herausforderung:**
 - Jedes Setup hat seine eigene einzigartige Software
 - Nicht alle **RT system interfaces** sind offen
- **Idee:** Weiterentwicklung FMI* mit einem non-proprietary Distributed Co-Simulation Protocol

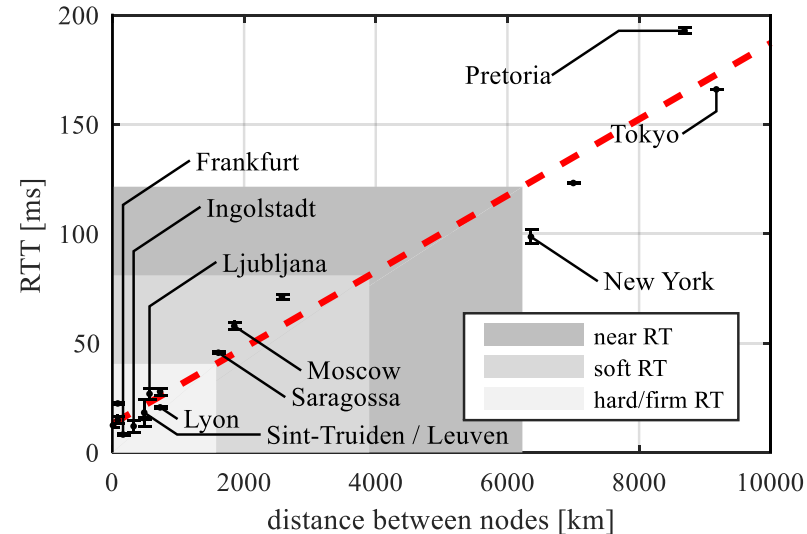
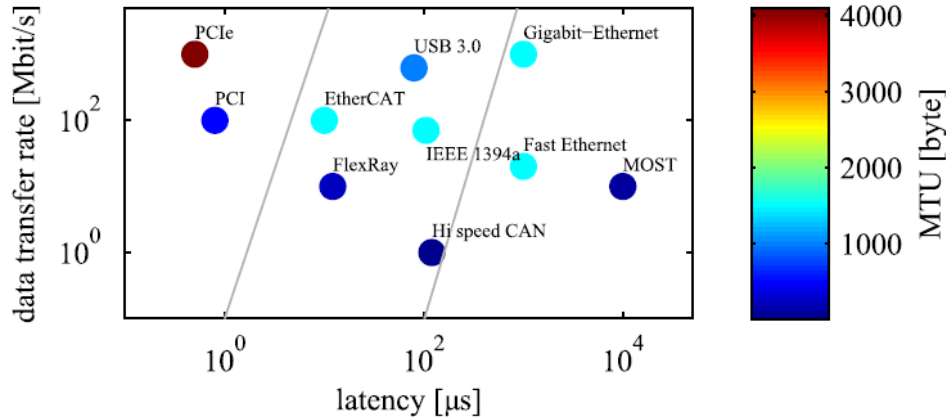
Erkenntnis 3: Functional Mock-Up Interface +



*FMI = Functional Mock-up Interface - definiert eine standardisierte Schnittstelle, mit deren Hilfe verschiedene Simulationssoftware gekoppelt werden können

2016: Einmal um die Welt in 80 ms

- **Erkenntnis 4: “Soft real-time”** genügt für die meisten Fahrzeugsteuergeräte
- Was wir brauchen um XIL als nutzbares Internet Framework zu verwenden:
 - UDP (User Datagram Protocol)
 - Prüfstände im selben VPN (Virtual Private Network)
 - Zustandschätzung im Falle von Datenverlust
 - Full-order models zu reduced-order models



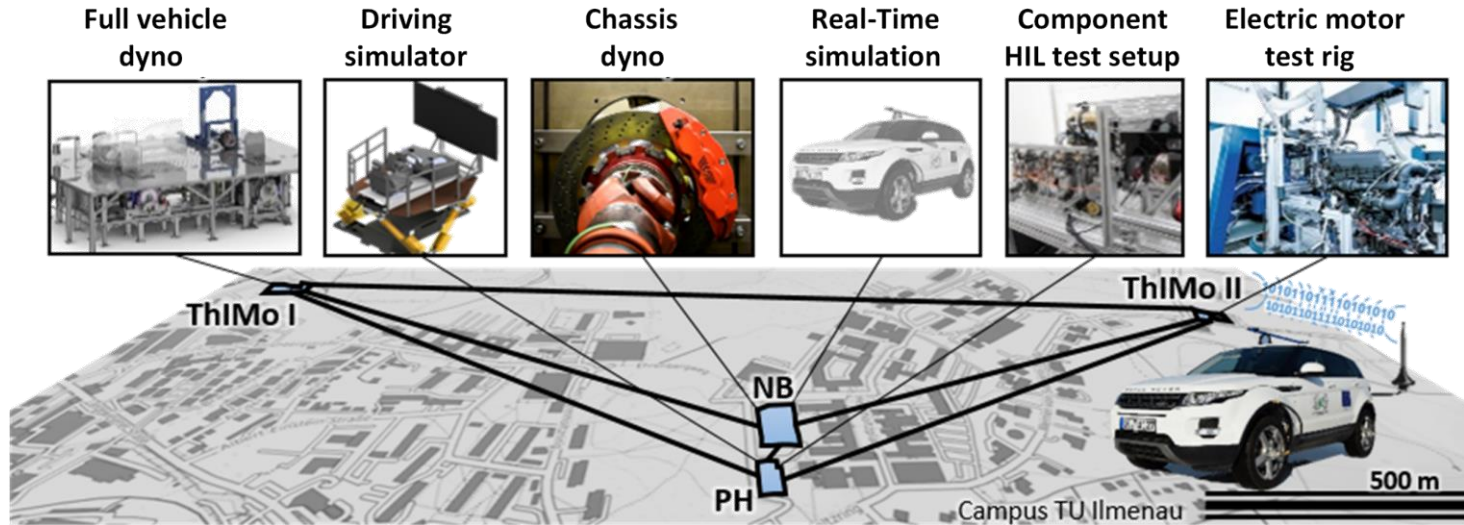
2018: Antragstellung

- **XILforEV Ziele:**
- Gemeinsame Nutzung von XIL Experimenten
- Ebene für Machine learning in XIL
- Hochsichere Modelle mit Kompatibilität mit FMI
- Reale Anwendungsfälle
- Projektdauer: 01.2019 – 12.2021



2022 und die Zukunft

- Erweiterung auf neue Partner (Guildford, UK, and Lommel, Belgium)
- XIL-to-Proving-Ground (Ilmenau, Germany – Compiegne, France)
- Interkontinentale full-scale tests (University of Tokyo, Japan, and Virginia Tech, Blacksburg, U.S.A.)



Problematik der Fahrzeugentwicklung

- Herausforderungen bei der Entwicklung moderner Fahrzeuge
- Komplexere On-Board-Software im Vergleich mit anderen Verkehrsmitteln
- Erhöhung der Anbaurrate von intelligenten Fahrzeugsystemen (8% in 2015 vs. 109% in 2025)
- Extrem umfangreiche virtuelle und reale Testprogramme (>14 Mrd. km, oder oder ca. 1 Million Mal die Strecke zwischen Brüssel und Kapstadt)



Spezifische Probleme für automatisierte und elektrifizierte Fahrzeuge

- Höhere Anforderungen an die Fehlertoleranz und Robustheit
- Sicherstellung der erforderlichen Nutzerakzeptanz für neue Funktionen



**Bedarf an
neuen
Testverfahren**

Methodologie der vernetzten Testverfahren

Faktor 1:

Vereinigen von
Testplattformen aus
verschiedenen physikalischen
Bereichen



Faktor 2:

Zusammenführung von
Testplattformen an
verschiedenen geografischen
Standorten



Vernetzte und gemeinsame Echtzeit-Experimente :

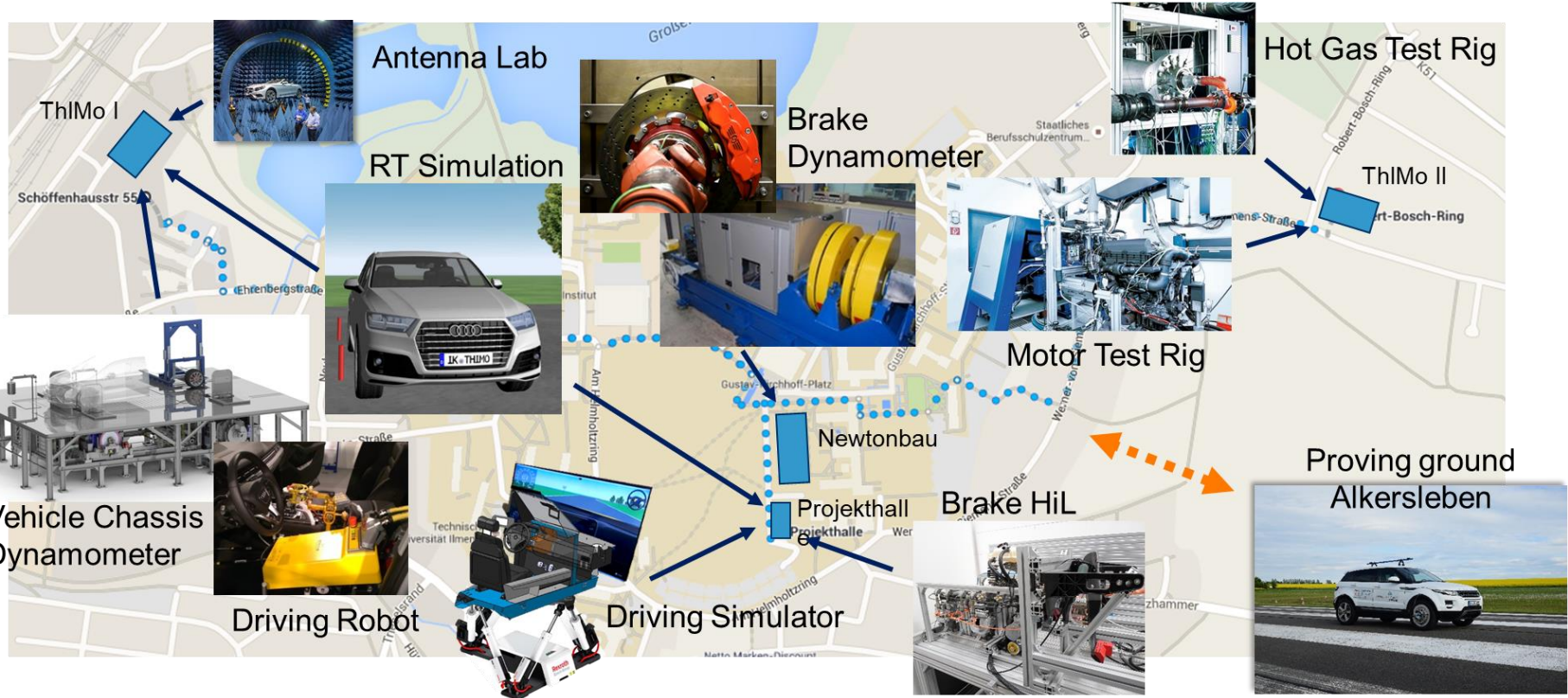
- Echtzeit-Kopplung von Testplattformen
- Durchführung von Testszenarien auf allen angeschlossenen Plattformen
- Gemeinsame Echtzeitmodelle von Objekten und Betriebsumgebungen



Vorteile:

- Verkürzung Design- und Entwicklungszeit
- Erforschung schwer identifizierter Designphänomene
- Einfacher On-Demand-Zugang zu den Testprogrammen für eine breite F&E-Community

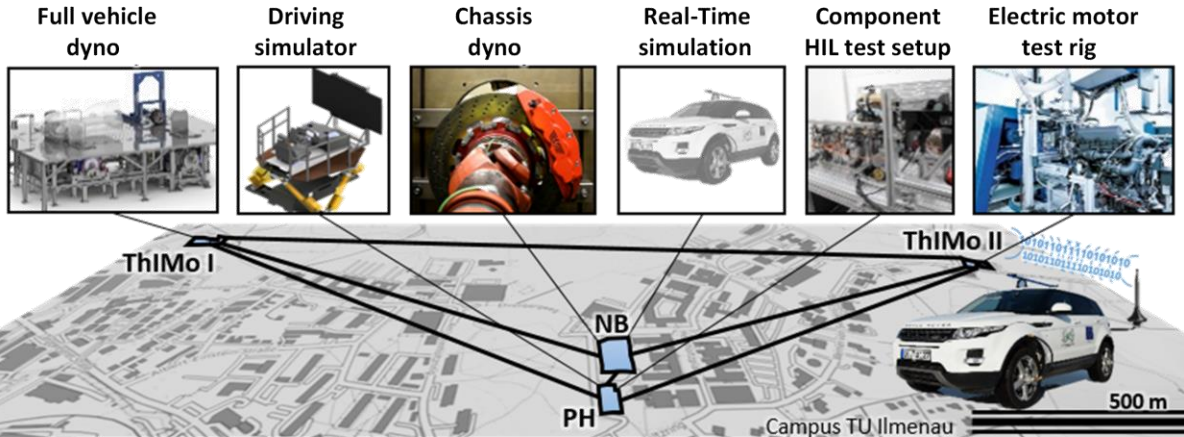
Lokale Vernetzung (Ilmenau)



XIL: Weitere Entwicklungen

Integration: XIL-Campus - Fahrzeug

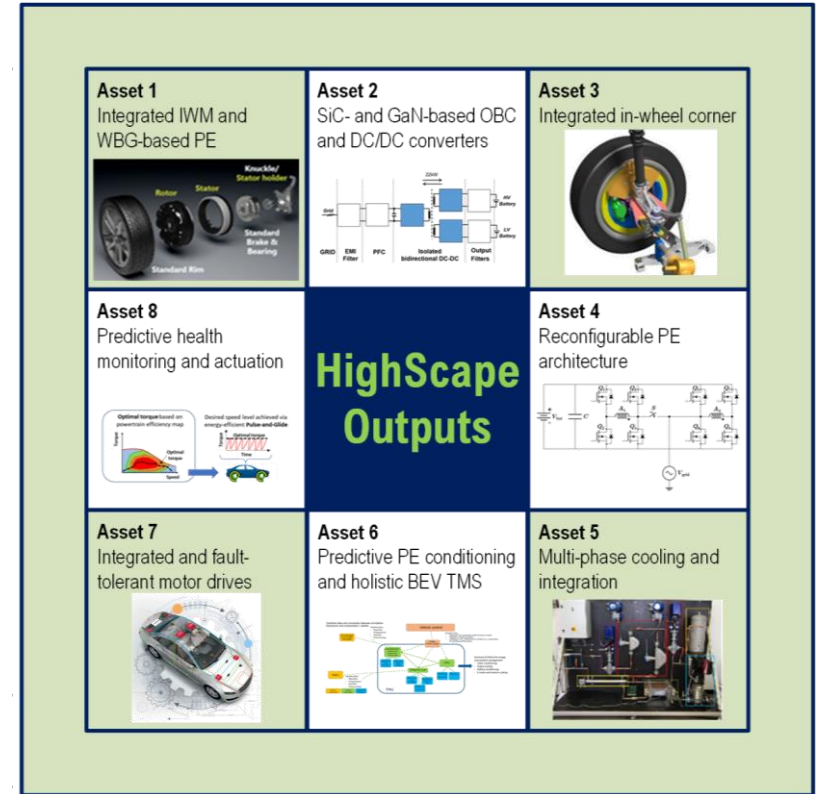
- Ableitung objektiver Bewertungsgrößen und Definition möglicher KPIs zur Beurteilung der Fahrruhe in den autonomen Fahrzeugen
- Validierung der Non-Exhaust-Emissionsmodelle



XIL: Weitere Entwicklungen

Horizon Europe Projekte HighScope und HiPE

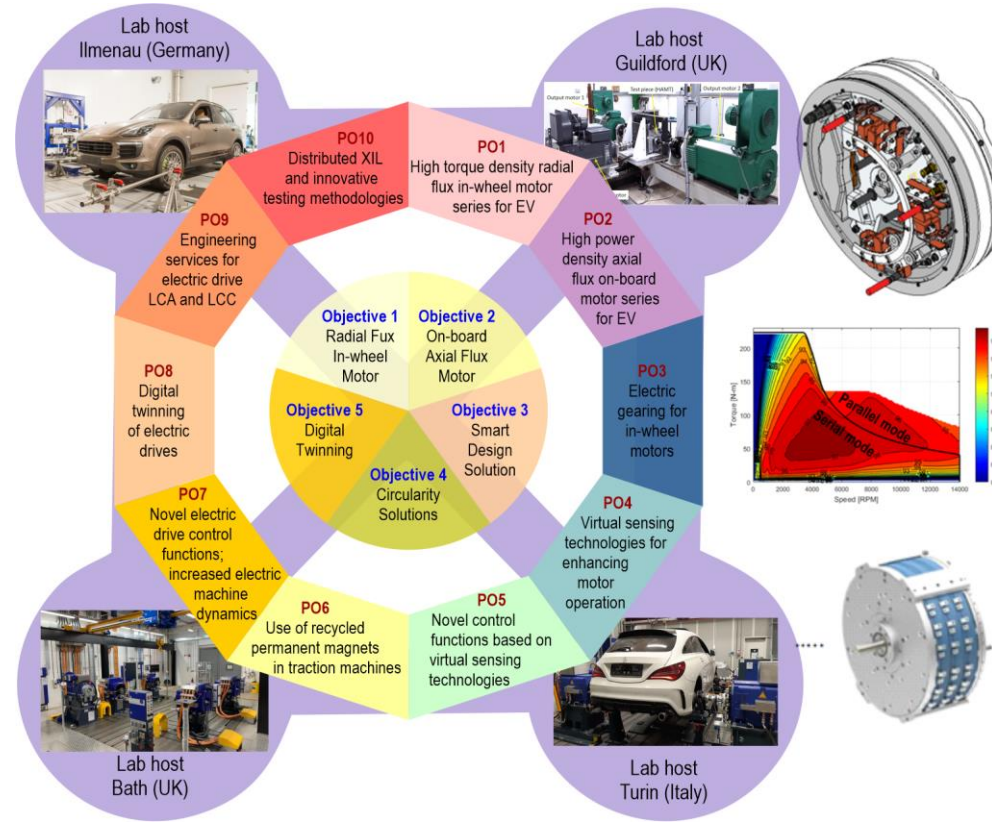
- Dauer: 2022-2025
- XIL für die Entwicklung neuartiger E-Achsen und E-Corner mit der innovativen Leistungselektronik
- in Kooperation mit Skoda Auto, Nexperia, Marelli, Elaphe, Audi und AVL



XIL: Weitere Entwicklungen

Horizon Europe Projekt EM-TECH “Innovative e-motor technologies covering e-axes and e-corners vehicle architectures”

- Dauer: 2023-2025
- Neues Test-Netzwerk zwischen TU Ilmenau, Politecnico di Torino, University of Surrey und University of Bath
- für die Validierung der Technologien von AVL, Elaphe und Vaionic



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

