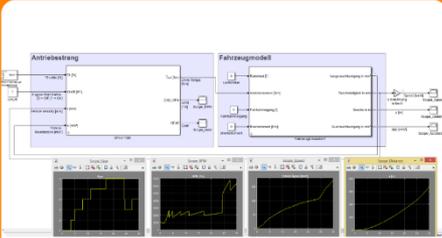


# Effiziente Hardware-in-the-Loop Lösung mit verteiltem, modularem Aufbau basierend auf Matlab Simulink Real-Time

MATLAB EXPO 2016, 10.05.2016

Dipl.-Ing. Univ. Florian Amper  
florian.amper@in-tech.de

## Matlab / Simulink Rechner



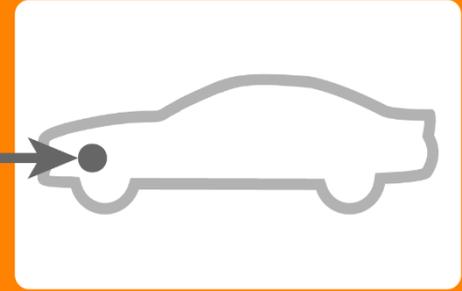
Ethernet

## Target / HiL Rechner



I/O

## Steuergerät / unit under test



# Simulink Real-Time – Allgemeines Schema

## 1. Hardware-in-the-loop (HiL) Systeme beim Dienstleister

## 2. Warum Simulink Real-Time?

## 3. Komponenten orangeHiL System

## 4. Anwendungsbereiche und -beispiele

1. Klassischer HiL Betrieb
2. Stand-Alone Echtzeit-Lösungen
3. Modulares HiL Konzept mit EtherCAT
4. Modelle, Parameter und Variantenmanagement

## 5. Zusammenfassung



Automotive

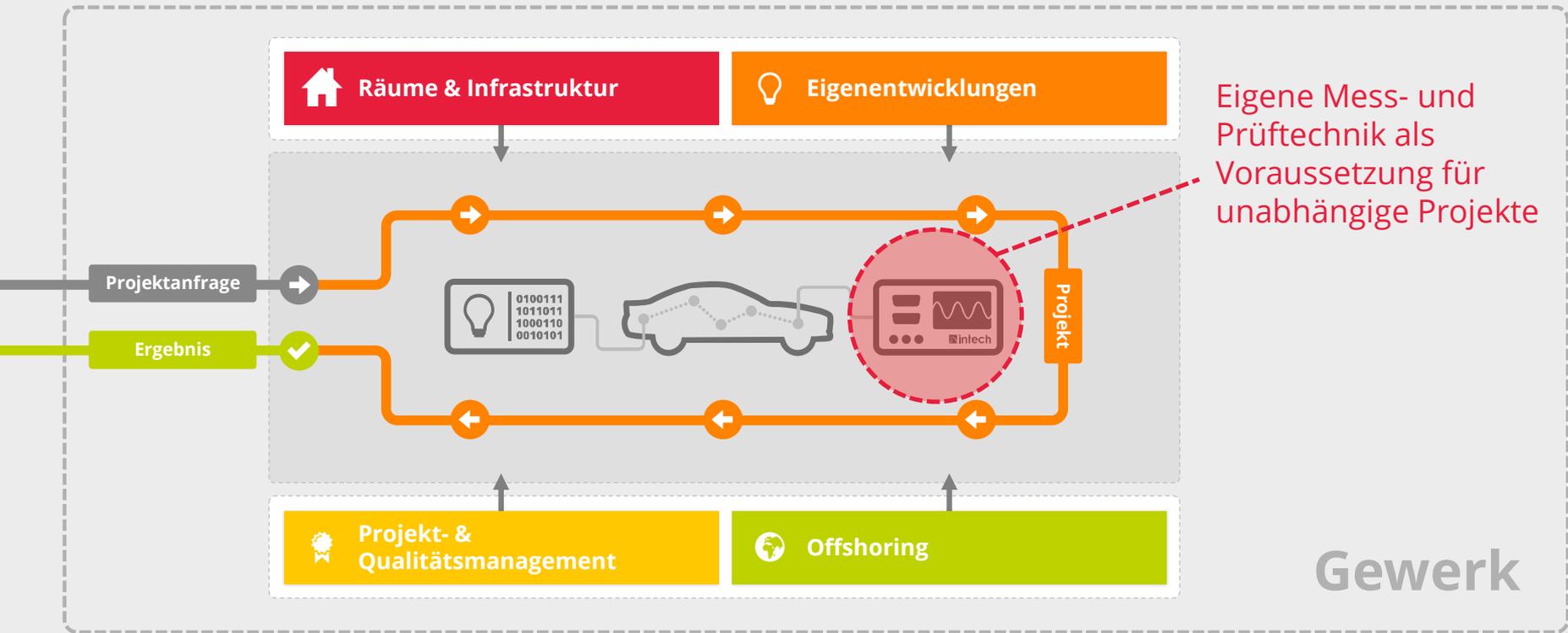


Maschinenbau



Verkehrssysteme

# Gliederung und Übersicht

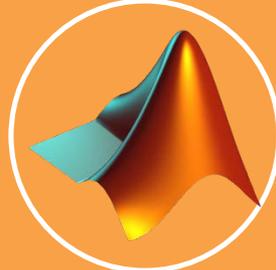


## Warum eigene HiL-Systeme?

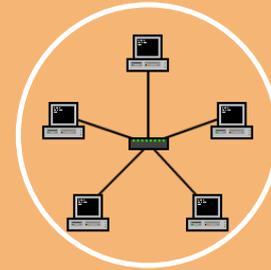
Besonderheiten von ausgelagerten Projekten in der Automobilindustrie



**Full-Size  
HiL  
Systeme**



**orangeHiL  
&  
Simulink  
Real-Time**



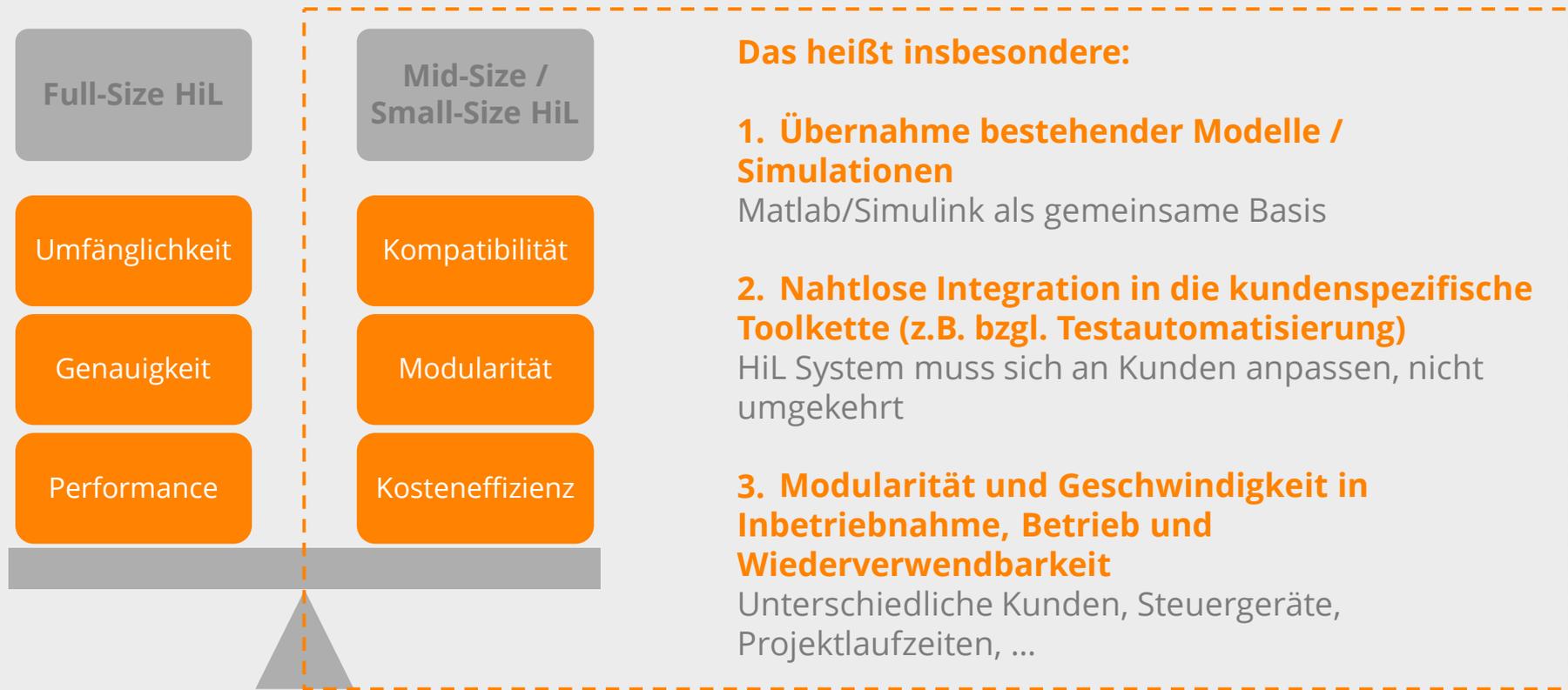
**Restbus-  
simulation**



**Verschiedene Anwendungsbereiche**

## **Welches Testsystem ist dafür das Richtige?**

Verschiedene Anwendungsfälle erfordern unterschiedliche Testsysteme



## Unterschiedliche Anforderungen an HiL Systeme

Vergleich verschiedener HiL Systeme

## Hardware und Schnittstellen



### Hardware Support

- ✓ Unterstützung verschiedenster Hardware (Einkauf und Eigenbau)
  - ✓ Modularer Aufbau dank verschiedener Schnittstellen und eigener Erweiterungen
  - ✓ Diverse Hardware Interfaces über interne Steckkarten oder EtherCAT-Klemmen
  - ✓ Verschiedene Aufbauvarianten
- ✓ Maximale Modularität  
✓ Hohe Wiederverwendbarkeit der Hardwarekomponenten

## Simulation / Echtzeitumgebung



### Matlab Simulink Real-Time

- ✓ Maximale Kompatibilität zu vorhandenen Matlab / Simulink Modellen, Funktionen und Skripten
  - ✓ Simulation von nahezu beliebigen Systemen
  - ✓ Betrieb als Stand-Alone System ohne separate Matlab/Simulink Lizenz für jeden Prüfstand
- ✓ Übernahme bestehender Modelle  
✓ Integration in Toolkette zur Modellerstellung

## Bedienung und Testautomatisierung



### Simulink Real-Time .NET/C API

- ✓ Grafisches User Interface (GUI) modular an Anwendungsfall anpassbar
  - ✓ Einsatz von orangeCtrl auf Tablet (Steuern, Überwachen, Buszugriff und Diagnose)
  - ✓ Kompatibel zu verschiedenen Testautomatisierungen (Simulink Test, ECU-TEST, EXAM, ...) mit teilweise eigenen Schnittstellen
- ✓ Integration in Toolkette bei Kunde  
✓ Übernahme bestehender Testfälle (ECU-Test, EXAM, ...)

# Lösungsansatz mit Simulink Real-time

Erweiterung der Möglichkeiten mit eigenen Tools und eigener Hardware

**1** Aufbau als zentrales HiL System

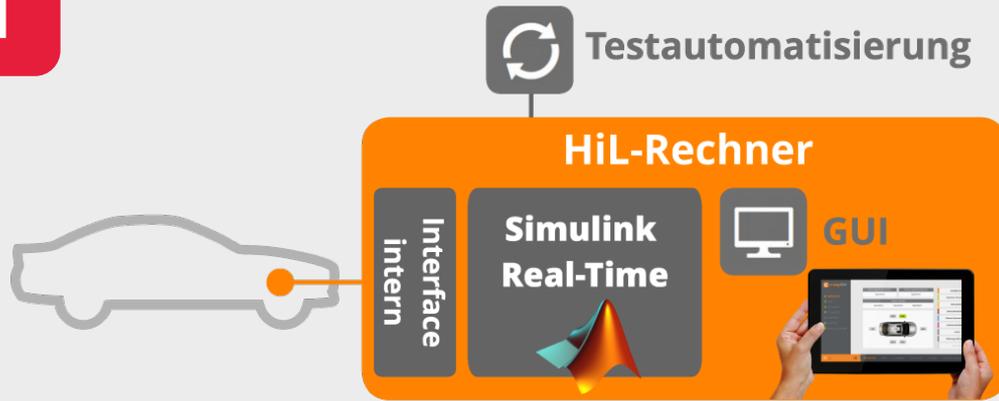
**2** Erweiterung eines bestehenden Testsystems

**3** Dezentraler, verteilter Aufbau mit EtherCAT

**4** Modelle, Parameter und Variantenmanagement

## Anwendungsbereiche

Beispiele aus der Praxis



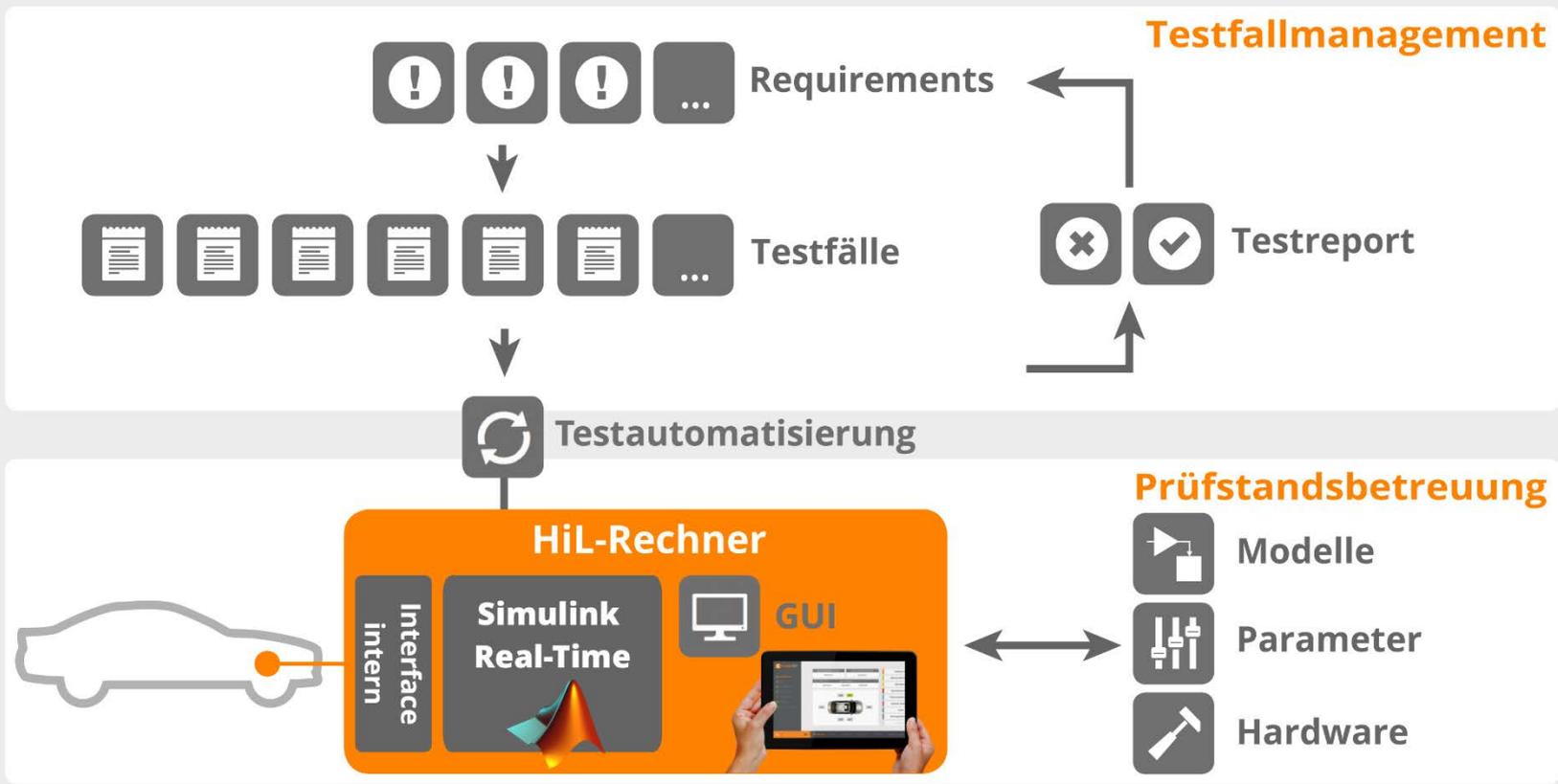
## Typischer Einsatzbereich: Absicherung von einzelnen Steuergeräten oder kleineren Systemverbunden

- Ansteuerung direkt aus Matlab oder über Tablet
- Testautomatisierung mit gängigen Tools
- Projekte mit längeren Laufzeiten (wenig Anpassungen im Betrieb)
- Einsatz zum Rapid Control Prototyping



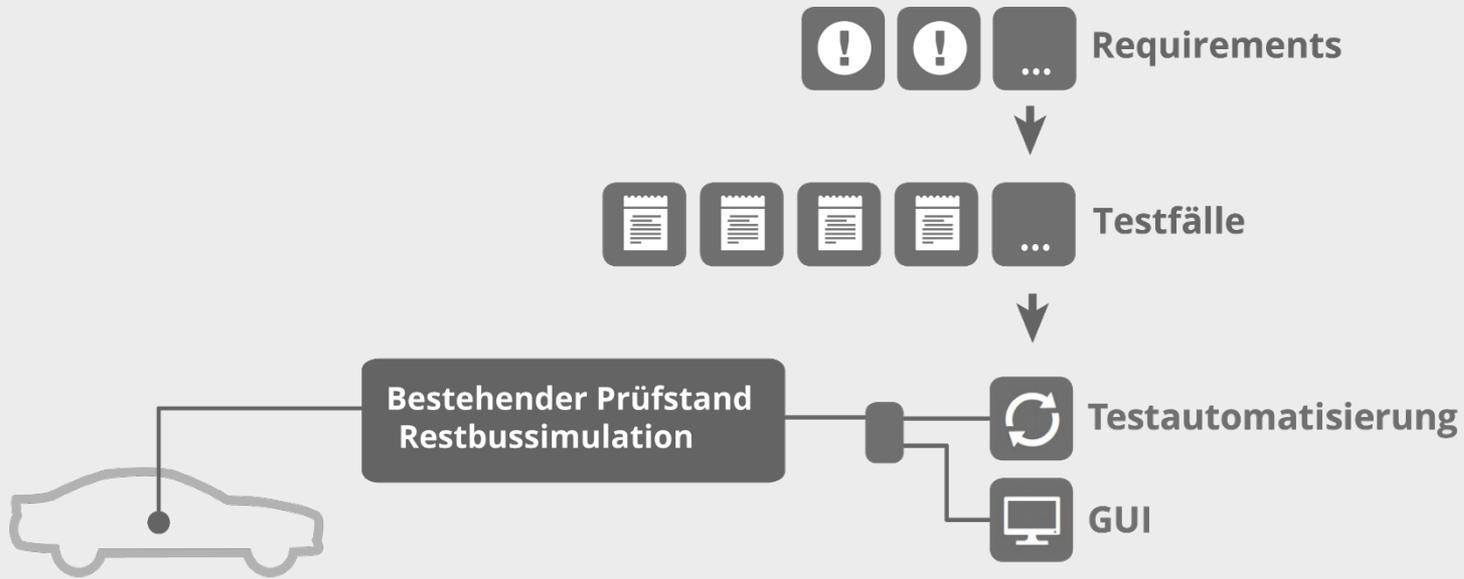
## Aufbau als zentrales HiL System

Die klassische Variante für viele Anwendungen



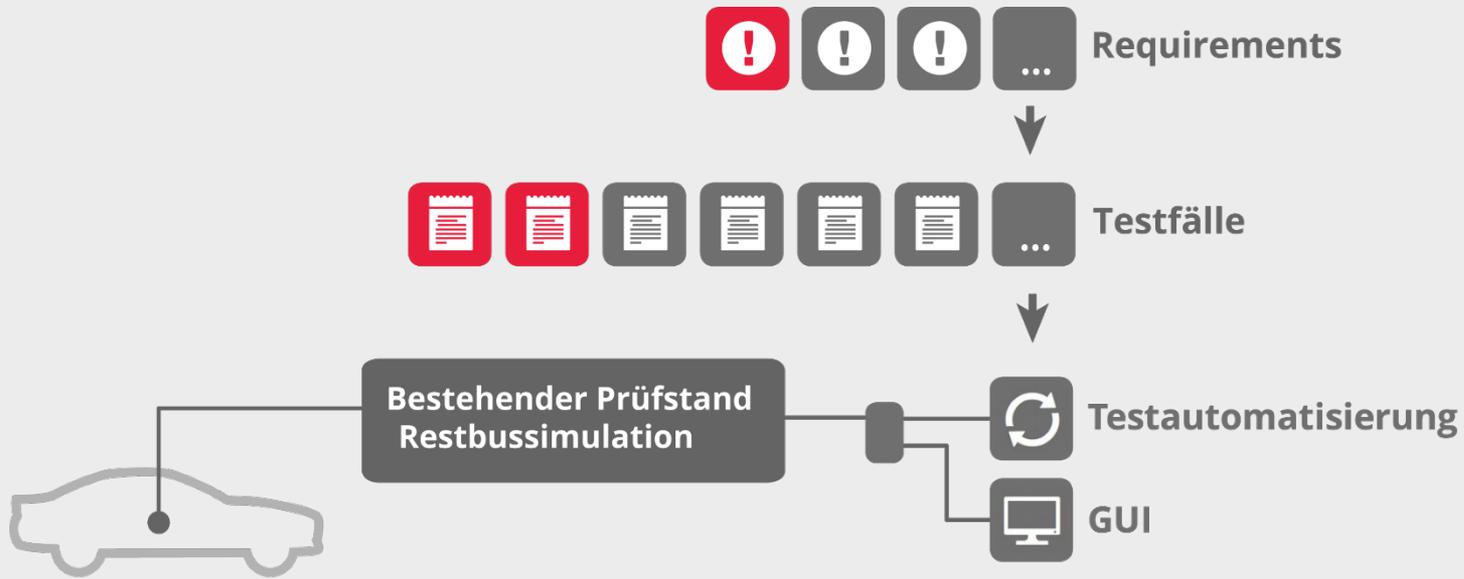
## Aufbau als zentrales HiL System

Typische Arbeitsabläufe und Aufgabenverteilungen



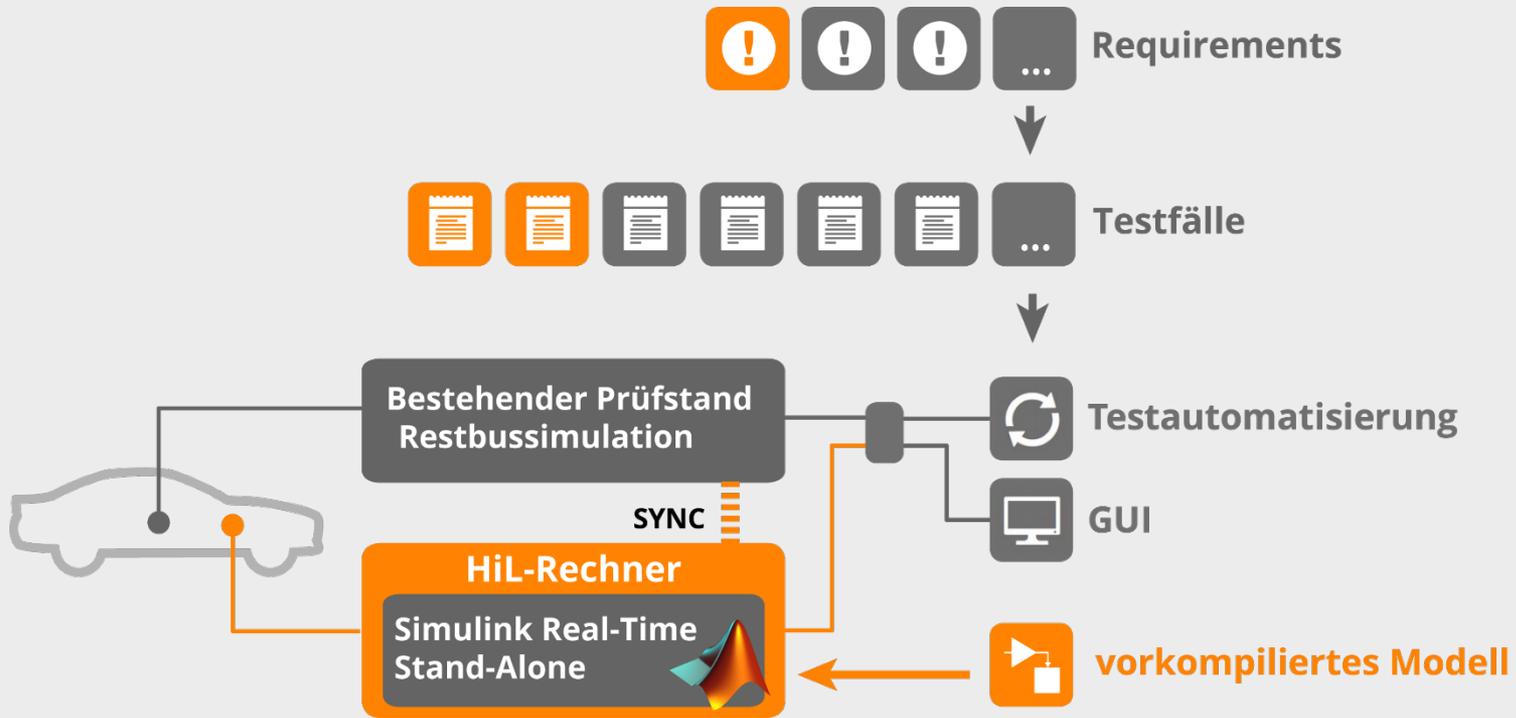
## Typische Ausgangssituation: laufender Testplatz

Dieser deckt bereits etliche Requirements ab



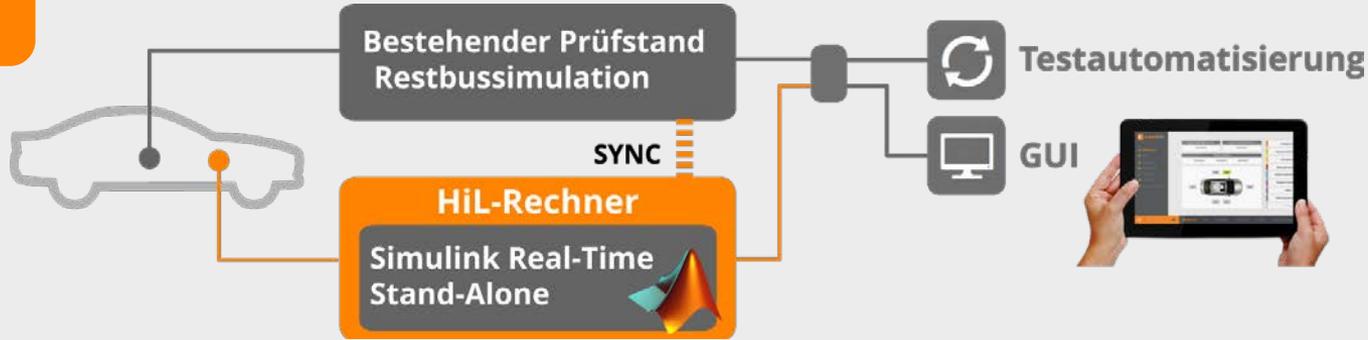
## Neue Requirements und Testfälle

Können vom bestehenden System aber evtl. nicht mehr getestet werden



## Erweiterung des bestehenden Testsystems

ohne bestehende Hardware, Tools oder Testfälle zu verändern



## Typischer Anwendungsfall: Erweiterung eines bestehenden Testsystems

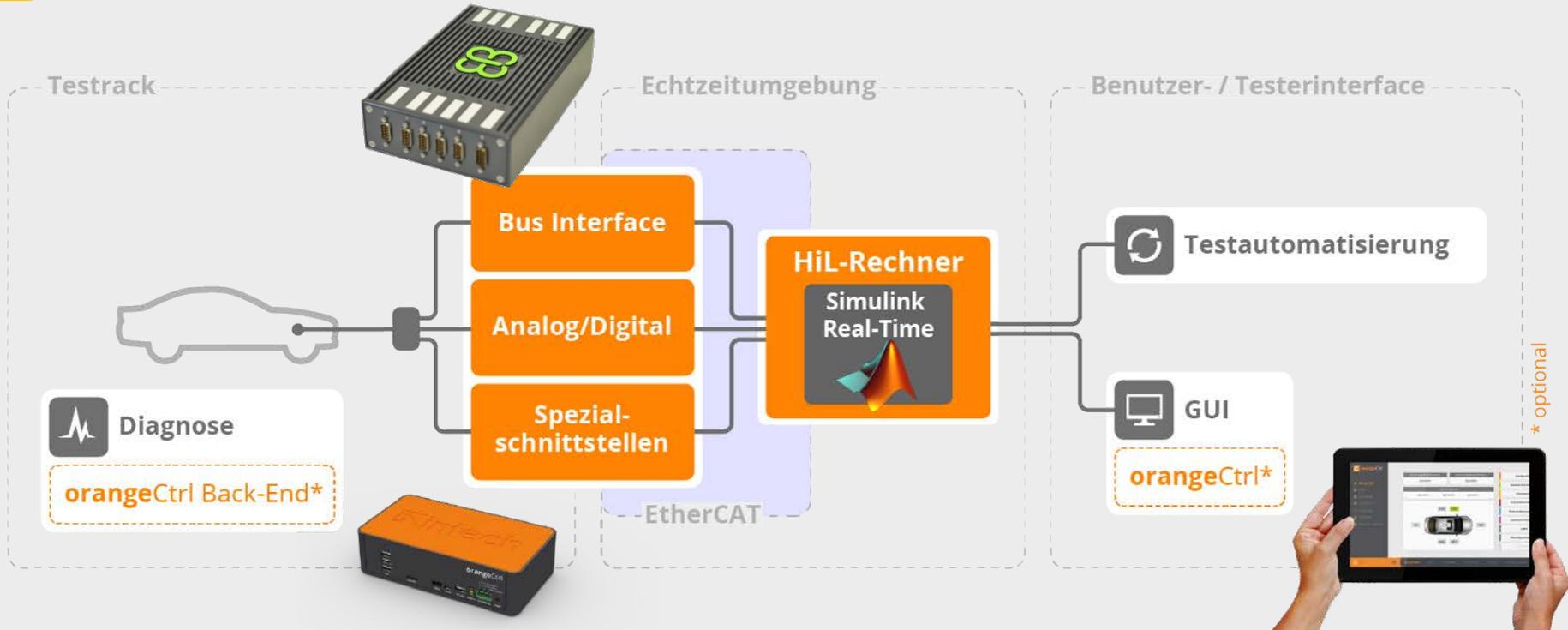
- Dank offener Matlab API nahtlose Integration in die bestehende Toolkette
- Kleine, echtzeitfähige Stand-Alone Systeme für verschiedene, zeitkritische Anwendungen
  - Simulation hochdynamischer, elektrischer Lasten
  - Regelung von Aktoren (z.B. Crash-Simulation)
  - Zeitkritische Messungen an bestehenden Systemen
  - ...

## Erweiterung eines bestehenden Testsystems

Kosteneffiziente Zusatzlösungen für eine Vielzahl an Anwendungen



## EB 2200 EtherCAT



\* optional

## Modulares, dezentrales HiL Konzept mit EtherCAT

Maximale Modularität bei Aufbau und Betrieb

## Schnelle Kommunikation über EtherCAT

Freies Mapping von Bus-Signalen und Botschaften auf EtherCAT Prozessdaten

## Reduzierter Modellumfang

dank Trennung von physikalischer Simulation und Restbussimulation

## Automatische Erstellung der Restbussimulation

gemäß AUTOSAR mittels EB tresos Busmirror (inkl. Timing, Checksummen, ...)



## Trennung in einzelne Komponenten

gewährt maximale Modularität bei Aufbau und vermeidet zeitaufwändige Umbauten

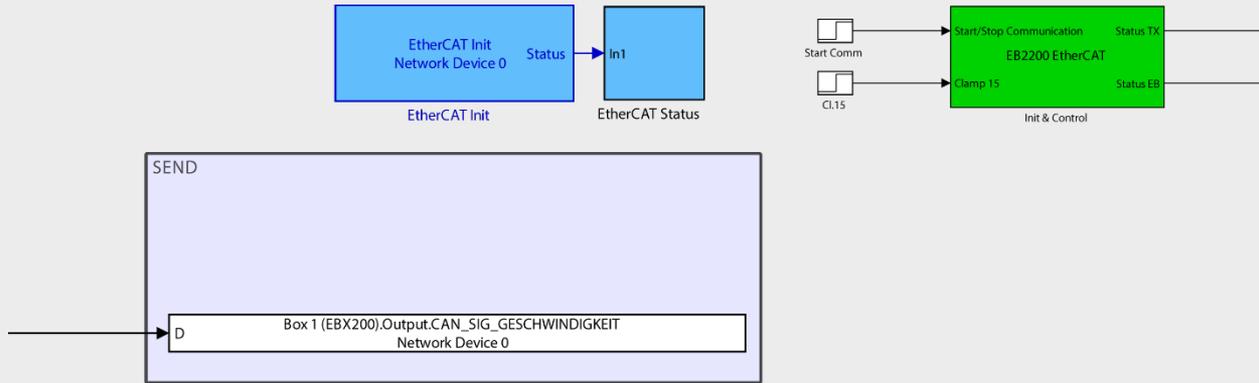
## Hohe

## Wiederverwendbarkeit

kaum Spezial-Hardware nötig, leicht auch im Betrieb erweiterbar

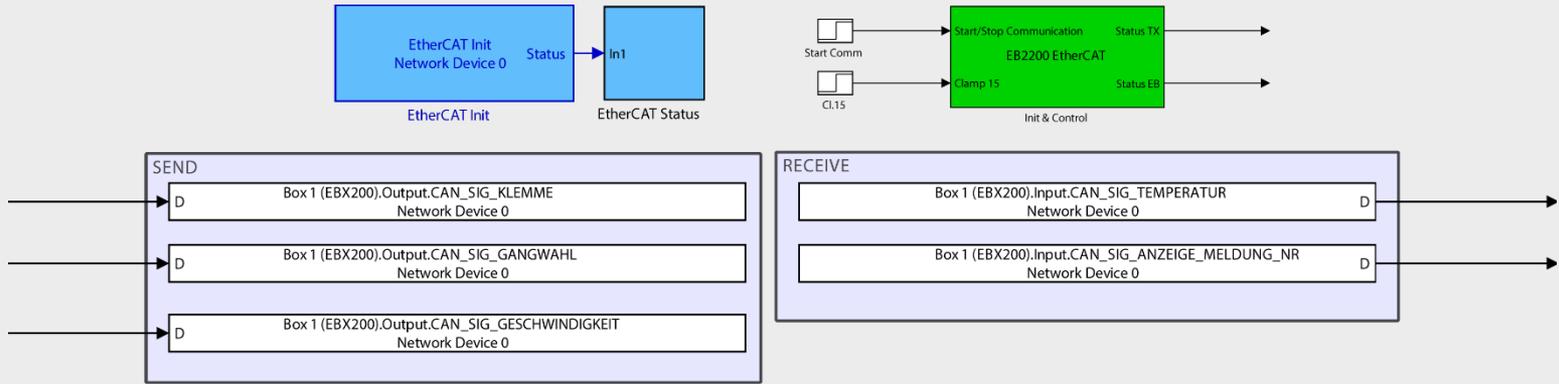
# Modulares, dezentrales HiL Konzept mit EtherCAT

Unterschiede im Vergleich zum klassischen Aufbau



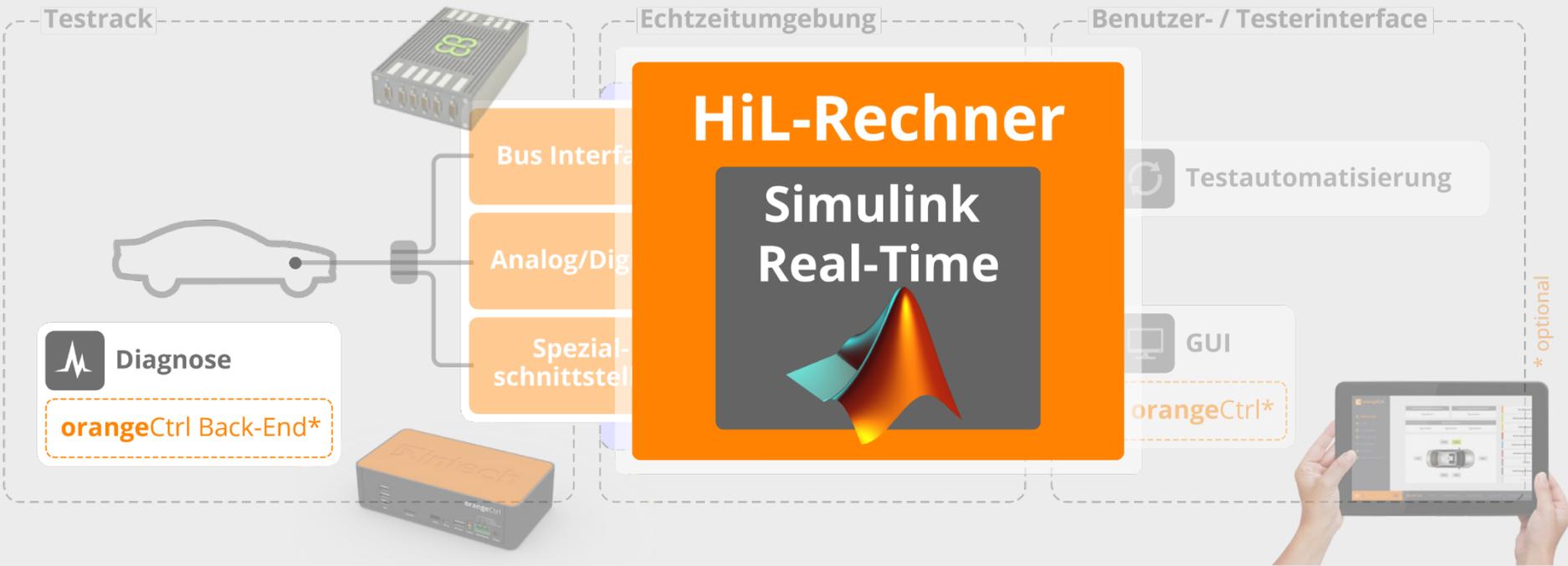
# Modulares, dezentrales HiL Konzept mit EtherCAT

Vereinfachungen im Matlab Modell durch Abspaltung der Bus-Simulation



# Modulares, dezentrales HiL Konzept mit EtherCAT

Vereinfachungen im Matlab Modell durch Abspaltung der Bus-Simulation



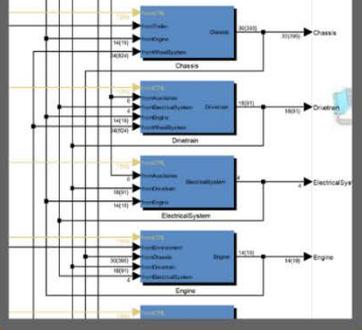
## Modelle, Parameter und Variantenmanagement

Woher kommen die Modelle und wie verwaltet man diese?

DYNA4

## HiL - System

Hardware Interface

Modelle  
(Fahrndynamik, FAS, ...)Simulation  
FrameworkTESIS  
DYNAwareModellverwaltung  
Daten und Parameter  
Manöver

Testautomatisierung

## 3D-Animation



Versionierung

**Modelle, Parameter und Variantenmanagement**  
mit TESIS DYNAware DYNA4

- **Ausgelagerte Projekte** stellen uns vor neue Herausforderungen
- **Eigenes Testsystem basierend auf Simulink Real-Time** als Ergänzung zu aktuellen Tools und HiL-Systemen
- **Kompatibilität, Modularität und Kosteneffizienz als Haupt-Kriterien.**  
Das betrifft auch die Geschwindigkeit bei der Inbetriebnahme, die Weiterverwendbarkeit und Nutzerfreundlichkeit
- **Verschiedene Anwendungsbereiche und Varianten**  
Vom zentralen HiL System bis hin zum komplett verteilten, hochmodularen System mittels EtherCAT

## Einsatzbereiche Simulink Real-Time

Hardware-in-the-Loop

Stand-Alone  
Testsysteme

Verteilte Systeme

Virtuelle Testfahrten

## Ihre Ansprechpartner

### Florian Amper

Teamleitung Entwicklung orangeHIL

Mobil: +49 (0) 172 30 46 30

E-Mail: [Florian.Amper@in-tech.de](mailto:Florian.Amper@in-tech.de)

### Anja Rothe

Geschäftsentwicklung

Mobil: +49 (0) 151 10 84 66 43

E-Mail: [Anja.Rothe@in-tech.de](mailto:Anja.Rothe@in-tech.de)

### in-tech GmbH

Parkring 2

D-85748 Garching

[www.in-tech.de](http://www.in-tech.de)

