



Antriebs- und Fahrwerktechnik

Simpack-Echtzeitmodelle für eine Mehrprozessor-HIL Anwendung

Uwe Heitz
ZF Friedrichshafen AG





Softwaretest bei ZF Friedrichshafen

Testmethode

HiL

SiL

MiL



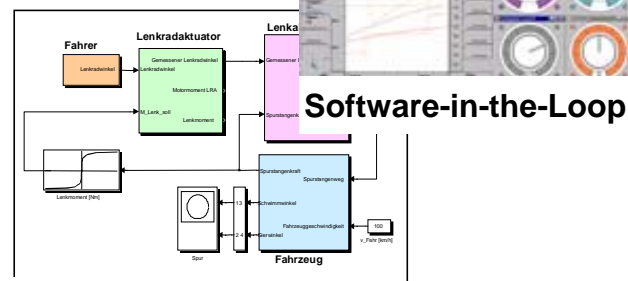
Prototyp



Verbundtest



Hardware-in-the-Loop



Software-in-the-Loop

Model-in-the-Loop

Integrationssebene

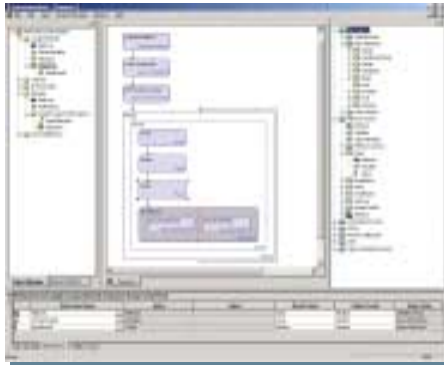


ZF-Vernetzungs-HIL





ZF-Vernetzungs-HIL - Tools



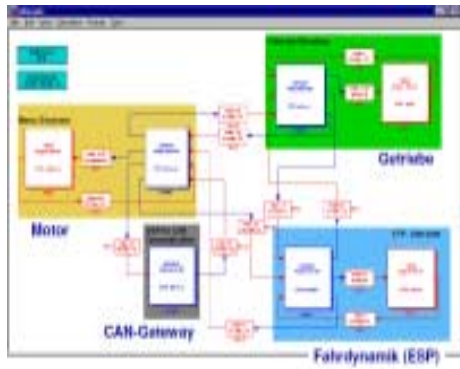
AutomationDesk
Testautomatisierung



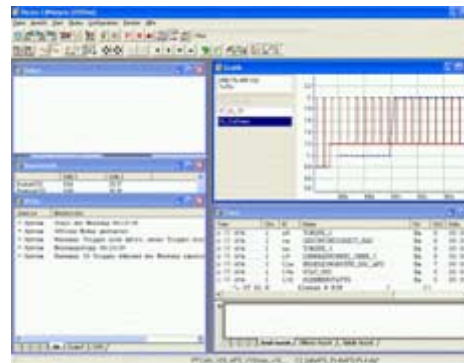
ControlDesk
Bedienoberfläche



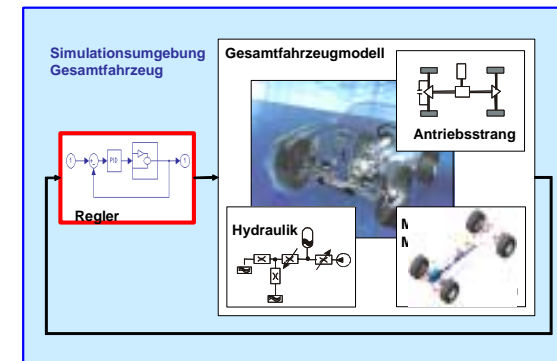
MotionDesk
Visualisierung Fahrzeugverhalten



Matlab /Simulink
Modell, CAN Block



Canalyzer
Busmonitor



Simpack / Dymola
Gesamtfahrzeugmodell



Fahrzeugvermessung (fka, Aachen)



→ Kinematik

- ◆ Spur-, Sturz-, Spurweiten- und Radstandsänderung beim Hub- und Wankfedern
- ◆ Übersetzungen Feder-/Dämpferbein vorne, Feder und Dämpfer hinten

→ Elastokinematik

- ◆ Spur-, Sturz-, Spurweiten- und Radstandsänderung unter Längs- und Seitenkraft



Fahrzeugvermessung (fka, Aachen)

- Kraftelemente
 - ◆ Radaufstandskräfte beim Hub- und Wankfedern
 - ◆ Nebenfederraten
 - ◆ Kennlinien der Druckanschlüge
- ungefederte Massen aus Radaufstandskräften ohne Aufbaufeder (Verschraubung Gummilager gelöst)
- Radlasten bei Beladung für Fahrversuch
- statische Spur- und Sturzwerte

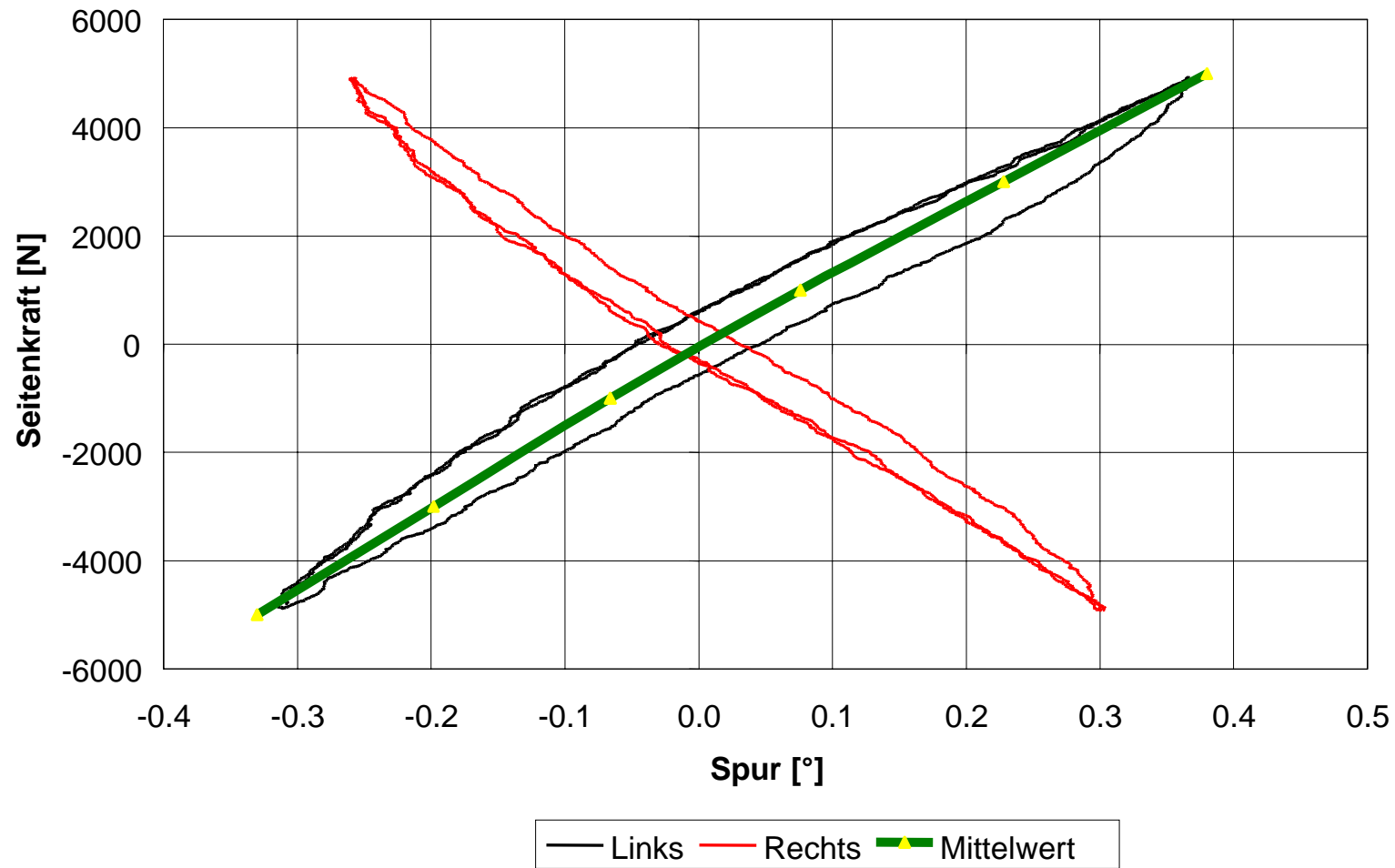


Weitere Fahrzeugdaten

- Lenkkinematik in Konstruktionslage gemessen in FEZ-Werkstatt, abgeglichen mit Daten aus ERC-Projekt
- Schwerpunkthöhe, Massenträgheiten Gesamtfahrzeug skaliert aus Fahrzeugdaten anderer Projekte
- Radstand, Spurweite, Luftwiderstand aus Veröffentlichungen
- Reifenkennfelder (MF-Tire) vom Hersteller

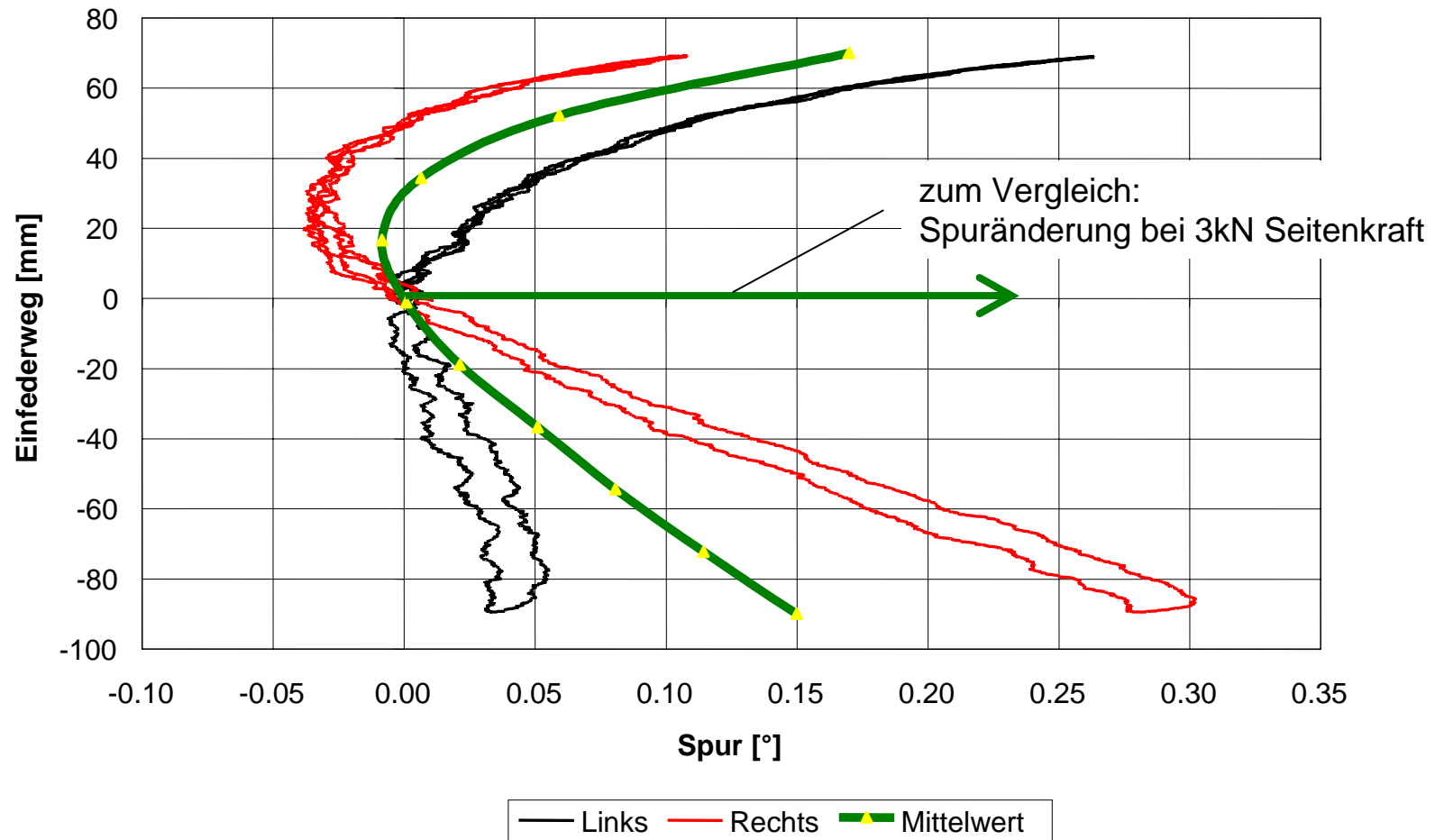


elasto-kinematisches Kennfeldmodell Spuränderung unter Seitenkraft



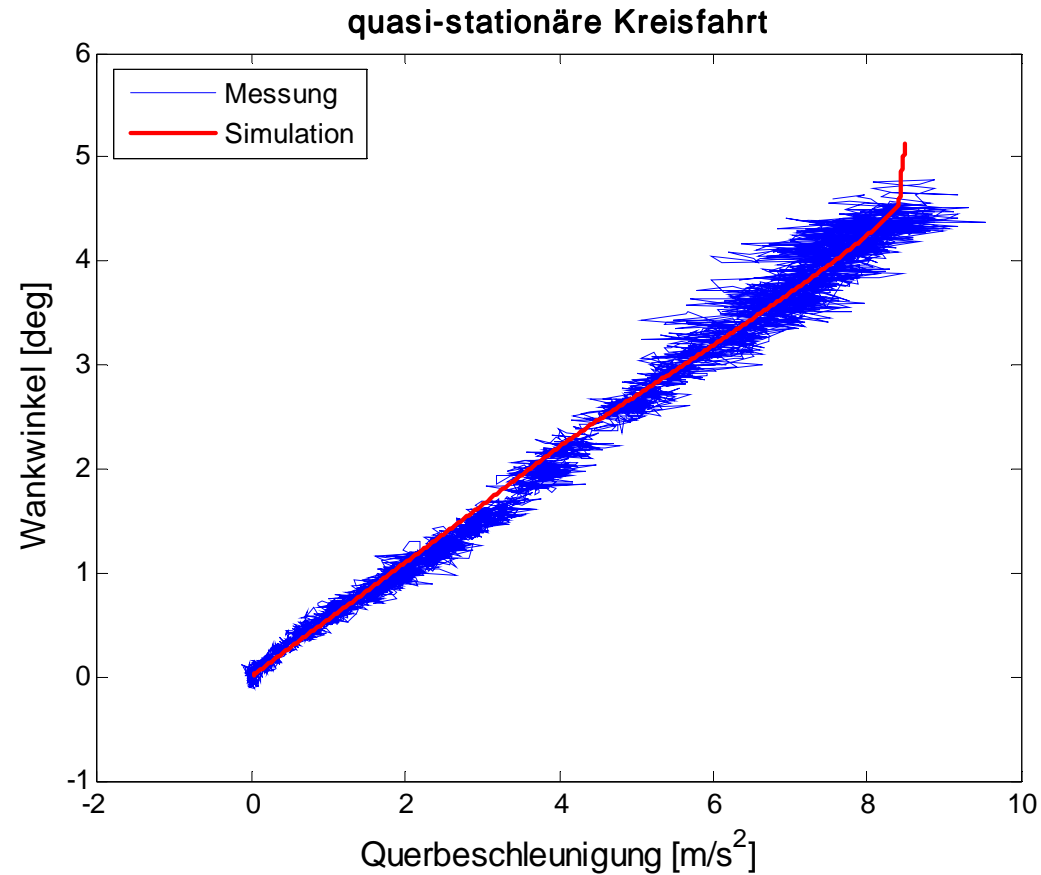


elasto-kinematisches Kennfeldmodell Spuränderung bei Hubfederung



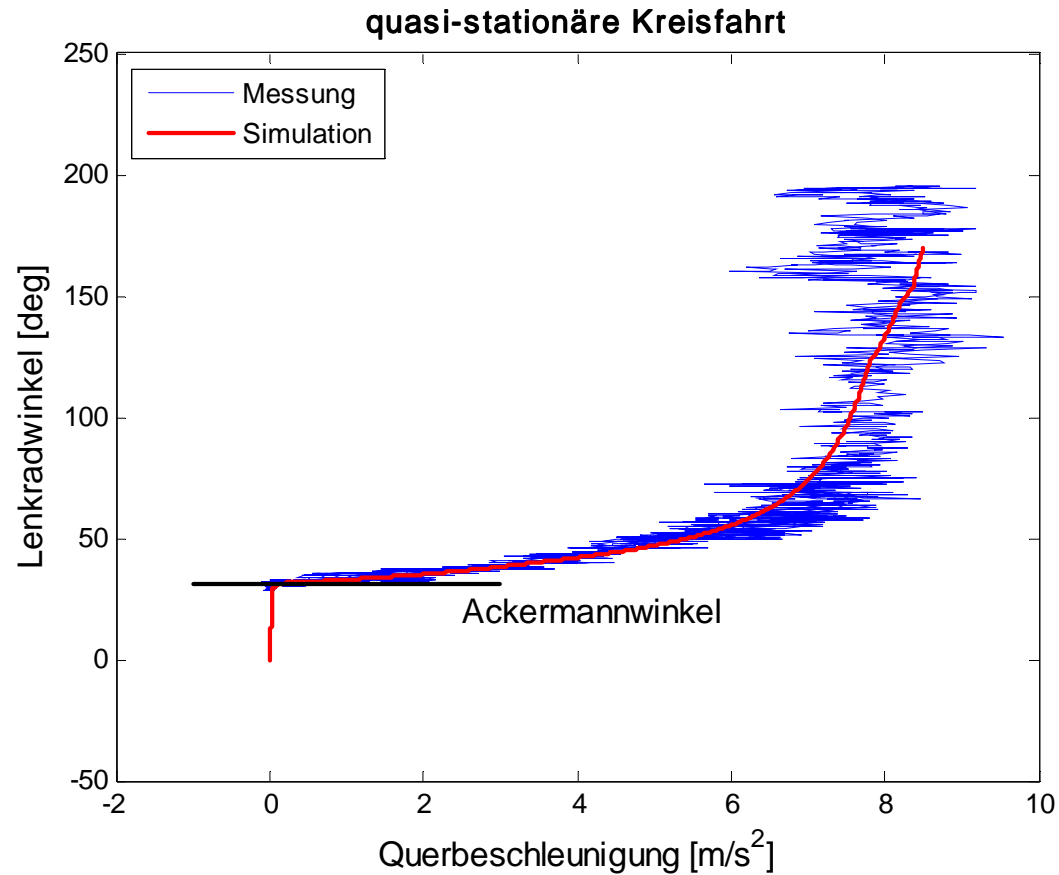


Abgleich mit Fahrversuchen (stationäre Kreisfahrt, R=100 m)



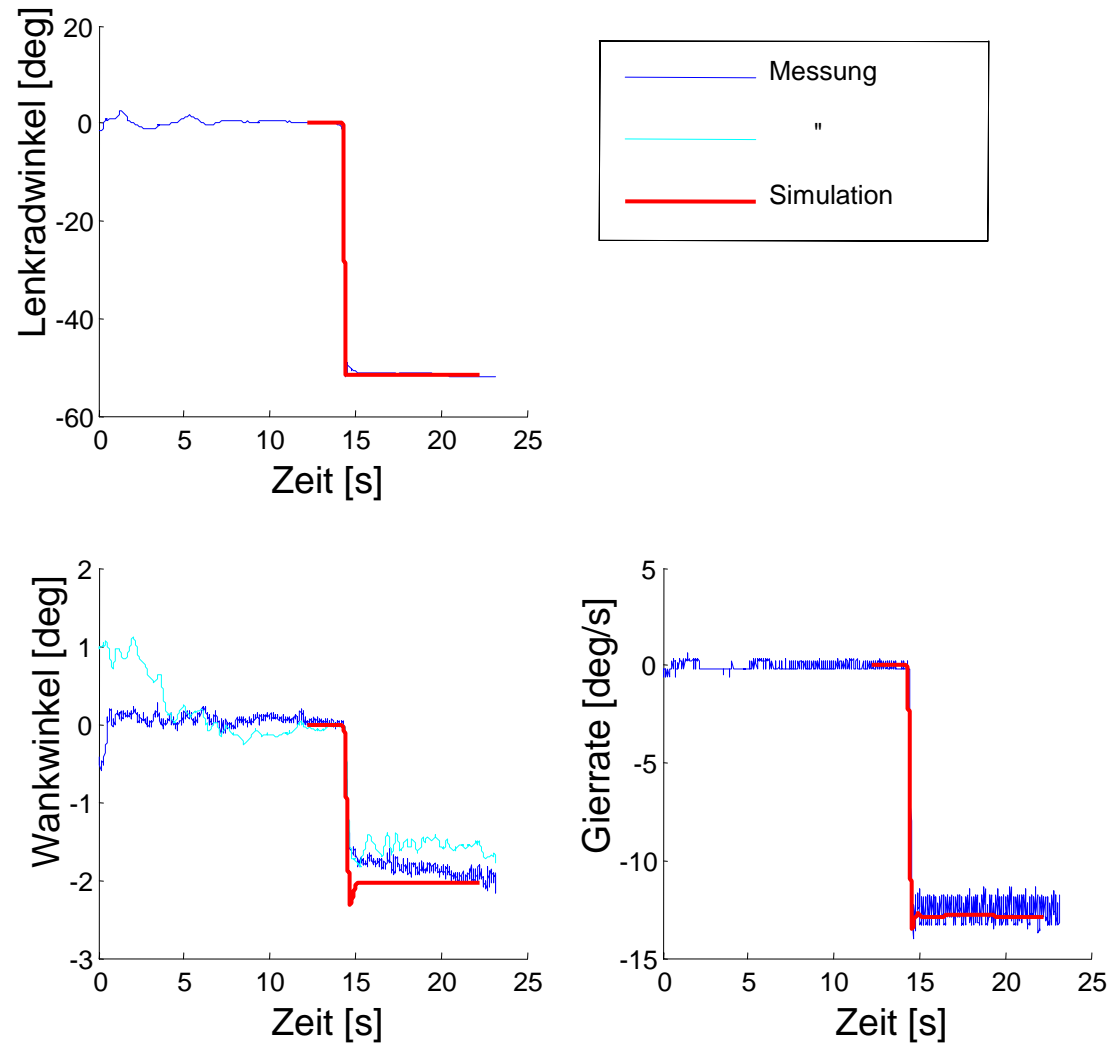


Abgleich mit Fahrversuchen (stationäre Kreisfahrt, $R=100$ m)





Lenkwinkelsprung bei 60 km/h





Notwendige Anpassungen für Echtzeitmodell

- Fahrbahnbeschreibung vereinfachen
- einfacheres Reifenmodell
- Modell testen mit Einschritt-Integrator (Euler)
- keine Parameter von File lesen (dSpace erlaubt kein File-IO)
- Umwandlung des exportierten Fortran-Codes in C-Code (mit dem Konvertierer ForC)



Notwendige Anpassungen für Echtzeitmodell

- Fahrbahnbeschreibung vereinfachen
 - ◆ Simpack-Track erfordert File-Zugriff, d.h. für dSpace nicht geeignet
 - ◆ Spurverlauf in d. Ebene aus Geraden, Klothoiden, Kreisen
 - ◆ Hilfsgrößen, (z.B. Krümmung) vorab berechnet und als Tabelle abgelegt
 - ◆ Preview-Sensor liefert seitl. Abweichung vom Sollkurs
 - ◆ Spurregler mit Vorsteuerung

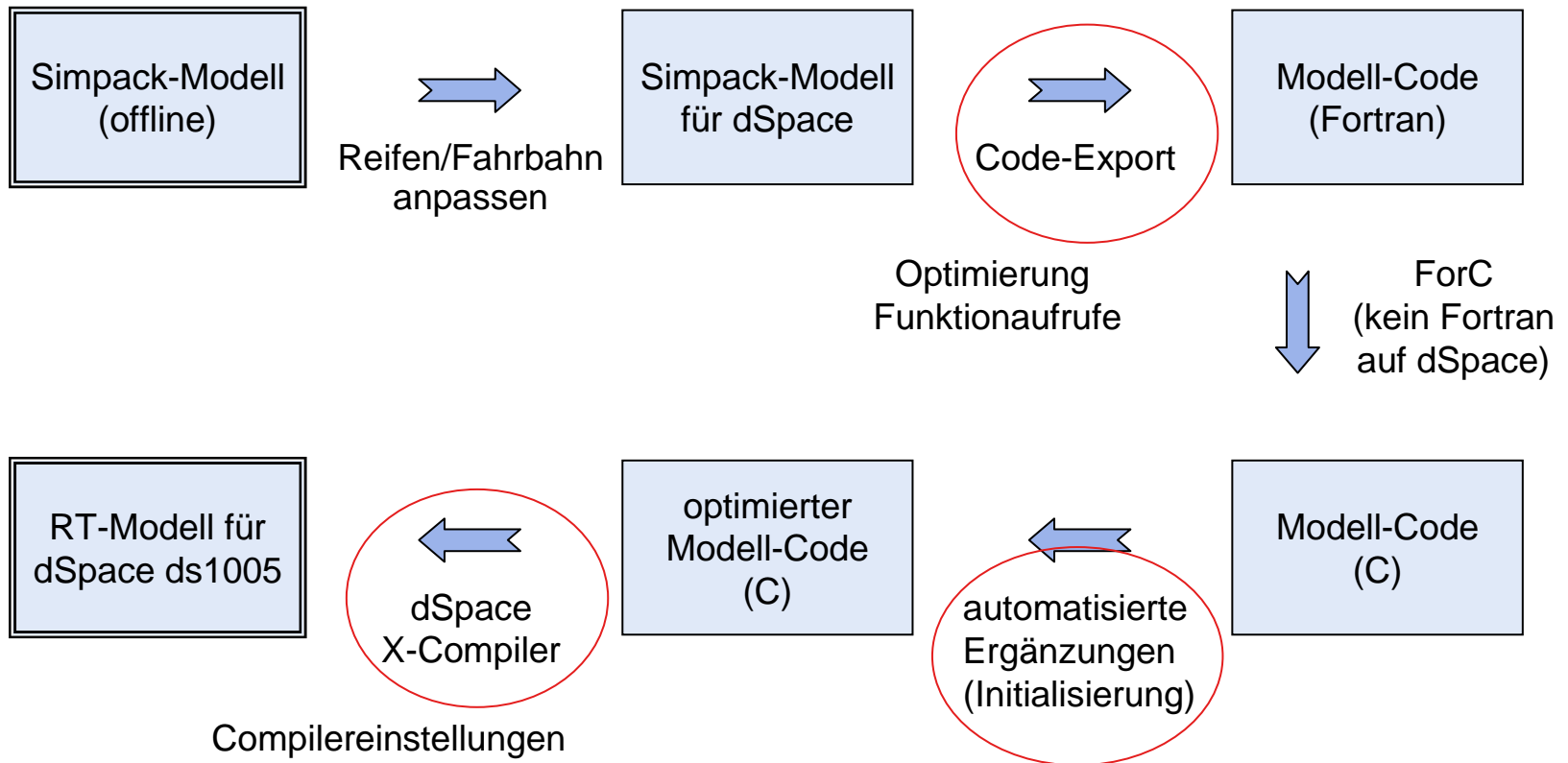


Notwendige Anpassungen für Echtzeitmodell

- einfacheres Reifenmodell
 - ◆ TM-Easy statt MFtire
 - ◆ kürzere Rechenzeiten
 - ◆ Anfahren aus dem Stand

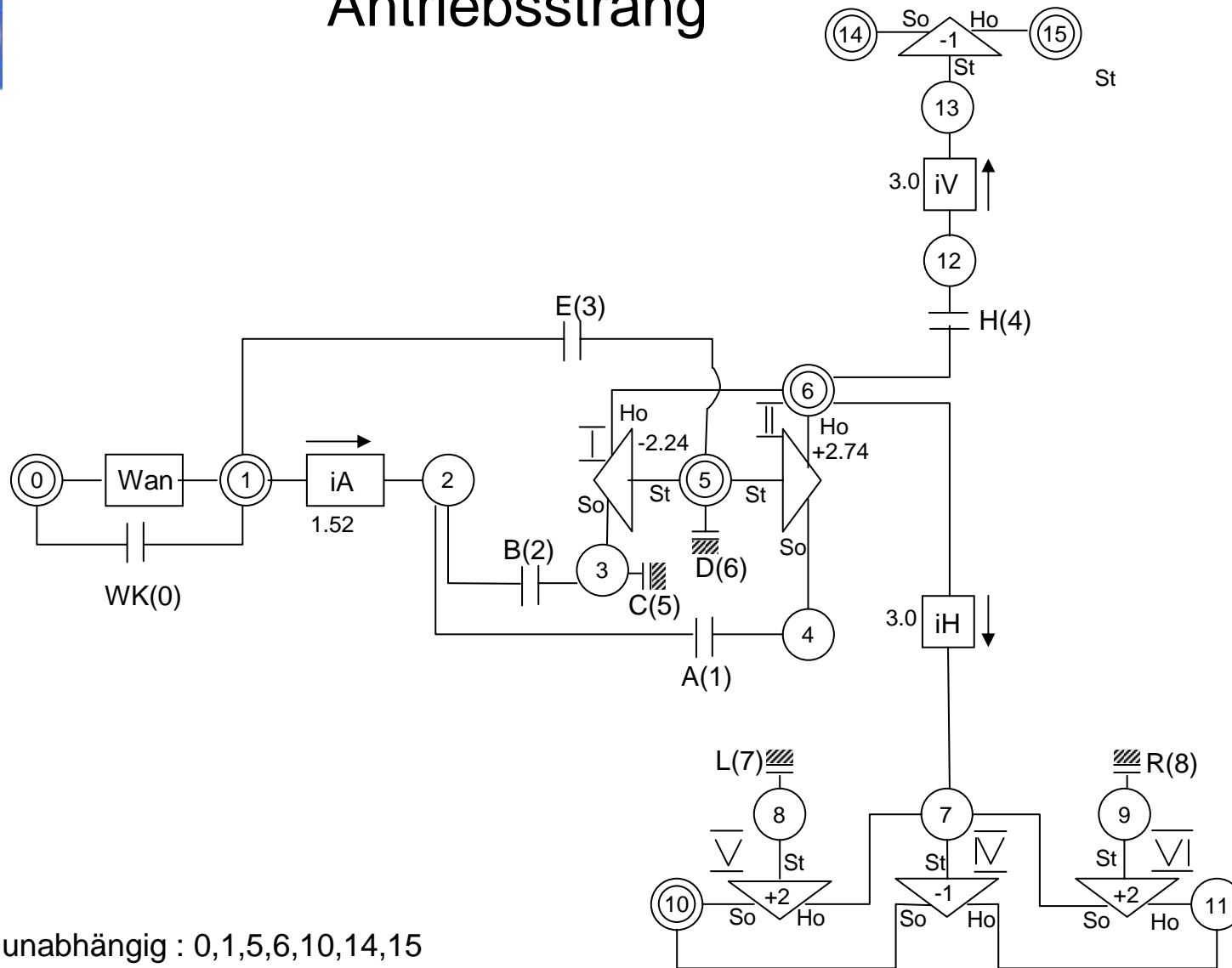


Prozess Modellaufbereitung für dSpace



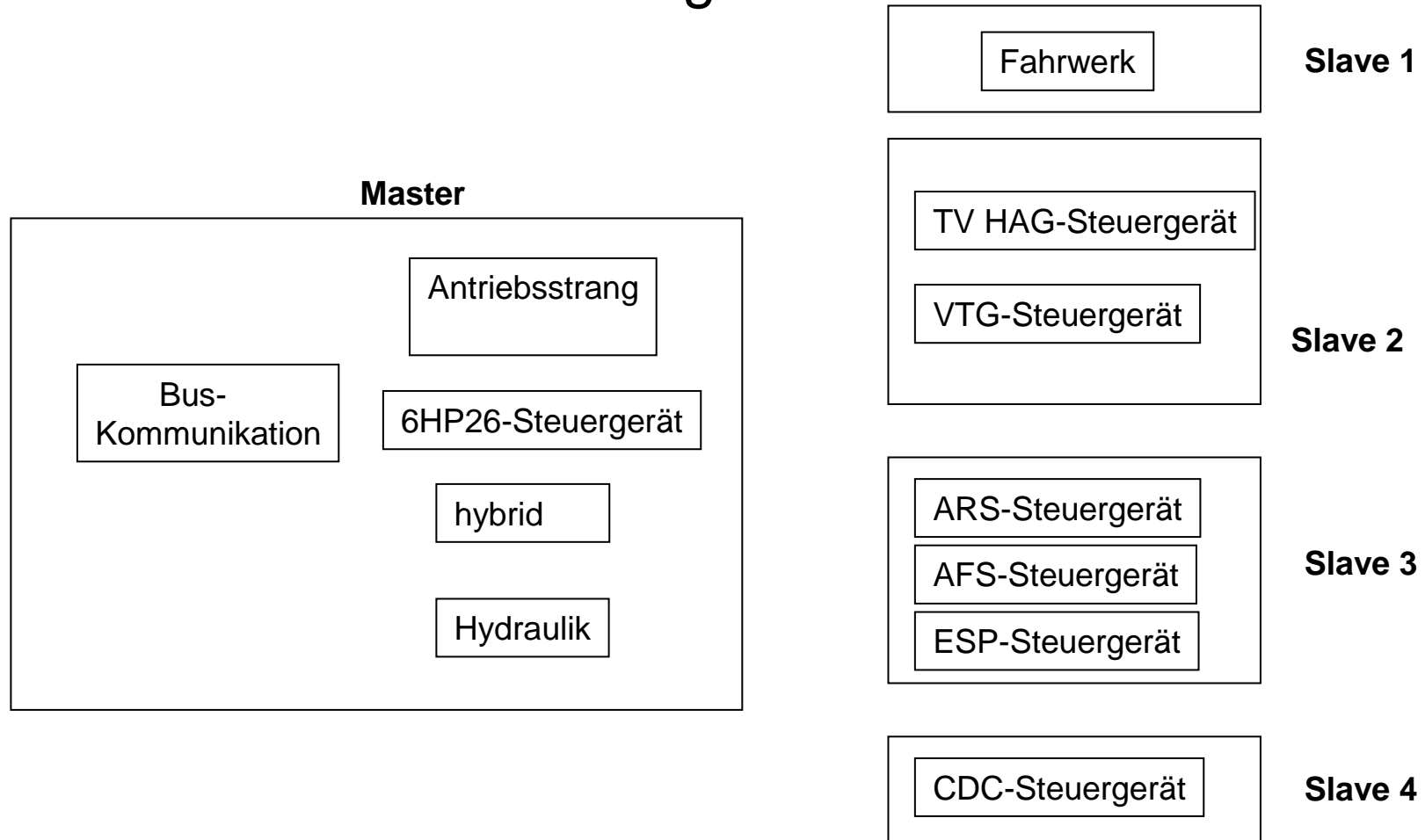


Antriebsstrang





Einsatz des Kennfeldmodells am Vernetzungs-HIL





Zusammenfassung Anforderungen – Entscheidung für Simpack

- muss alle Aktuatoren für ZF-Fahrwerkskomponenten beinhalten (Aktivlenkung , Wankstabilisierung, aktive Dämpfer)
- detaillierter Antriebsstrang erforderlich (Getriebe mit einzelnen Schaltelelementen, Allradkomponenten)
- Erweiterbarkeit für zukünftige Komponenten muss gewährleistet sein
- durchgängiges Tool für
 - ◆ Auslegung eigener aktiver Fahrwerke (vitesse-durabilitiy)
 - ◆ Entwicklung mechatronischer Fahrwerke (Gesamtfahrzeugmodell inclusive Bordnetzsimulation)
 - ◆ HIL-Simulation für Vernetzungstest



Ausblick

Wunsch : automatische Erstellung
Kennfeldmodell aus komplexem
Modell

