

ASIM 2002 Rostock

Hardware in the Loop Simulation mechatronischer Systeme mit VHDL-AMS-RT

Walter Commerell
VIAx Solutions GmbH

www.VIA-x.de



Inhalt

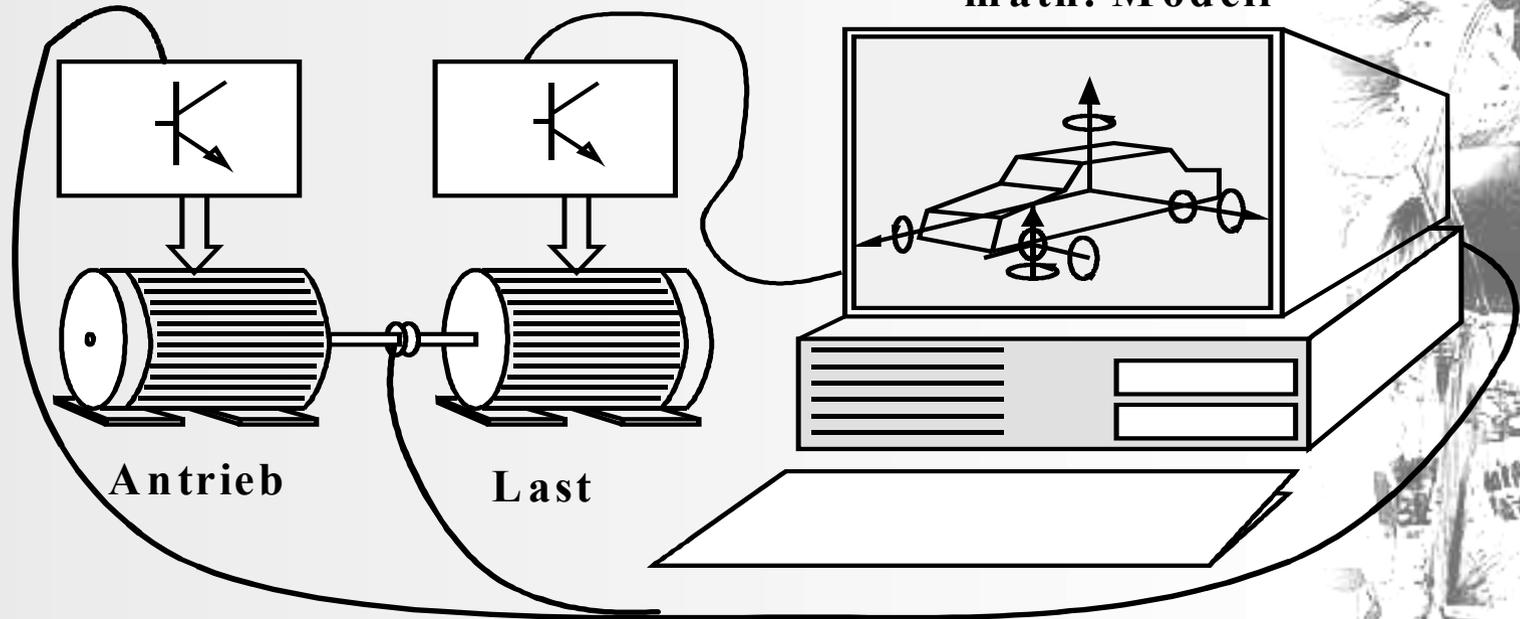
- HIL-Simulation eines Elektrofahrzeuges
- VHDL-AMS-RT HIL Simulator
- Ergebnisse der HIL-Simulation
- Ausblick



HIL-Simulation - Was ist das?

Hardware Teile des Systems

Teilsystem als
math. Modell

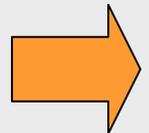
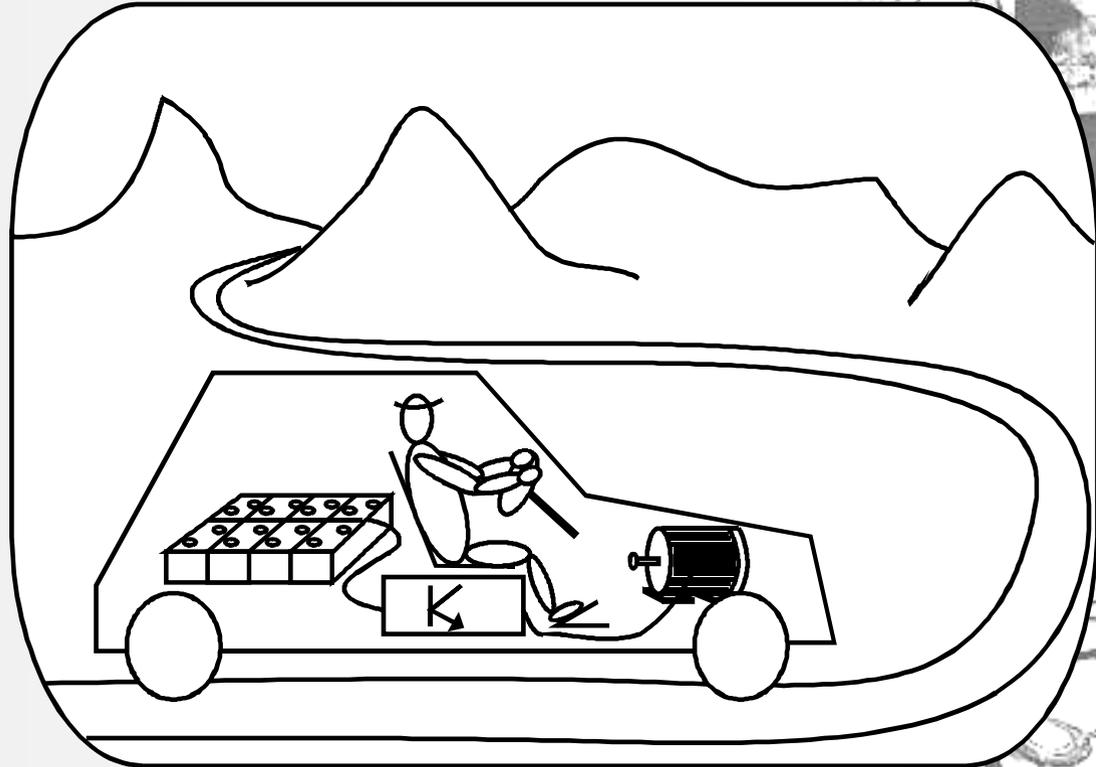


- HIL-Simulation:
"Geschlossene Simulation realer, in Hardware vorhandener Komponenten, mit einem Simulationsmodell der noch nicht in Realität vorhandenen Komponenten"

Das System Elektrofahrzeug

- Systemgrenze
Umgebung

- Fahrzeug
 - Fahrzeugmechanik
 - Antrieb-Stellglied
 - Fahrer



Mechatronisches System

Simulatorlösungen

Fachgebiet
„domain“

Mechanik

Elektronik

Regelungs-
technik

Beschreibungs-
Sprache,
Simulator

Adams,
SIMPACT,
NEWTECH,
...

Spice,
Saber,
VHDL,
...

MATLAB-
SIMULINK,
MatrixX,
...

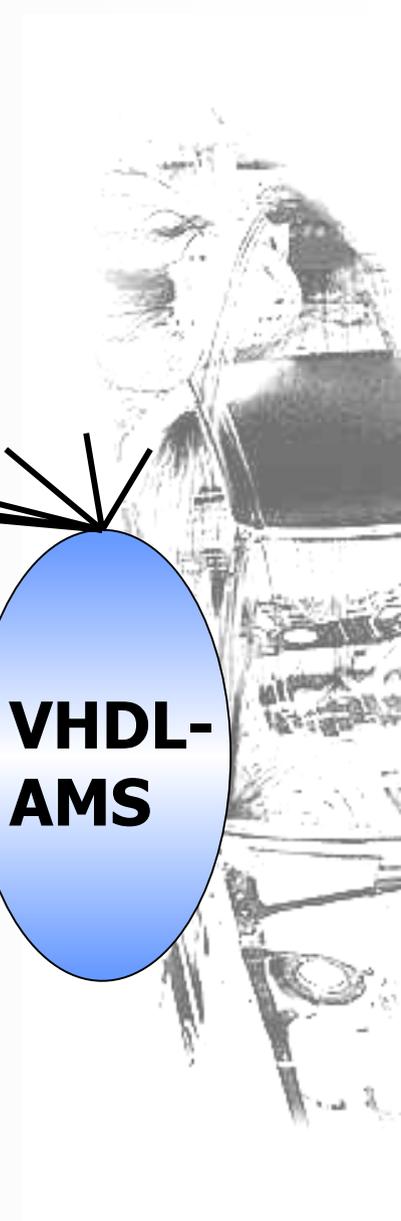
**VHDL-
AMS**

Hardware-
anbindung

AD/DA

AD/DA

AD/DA



Lösungsvarianten für HIL-Simulation mit VHDL-AMS

Lösungsvarianten

1. Entwicklung eines VHDL-AMS-Simulators mit Hardwareanbindung
2. Hardwareanbindung an einen existierenden Simulator
3. Übersetzung der VHDL-AMS-Modelle in einen Simulator mit Hardwareanbindung

➔ VHDL-AMS-RT Compiler für MATLAB/Simulink



Der VHDL-AMS-RT-Compiler Struktur

Hauptmodell
*.vhd

Unterm Modelle
*.vhd



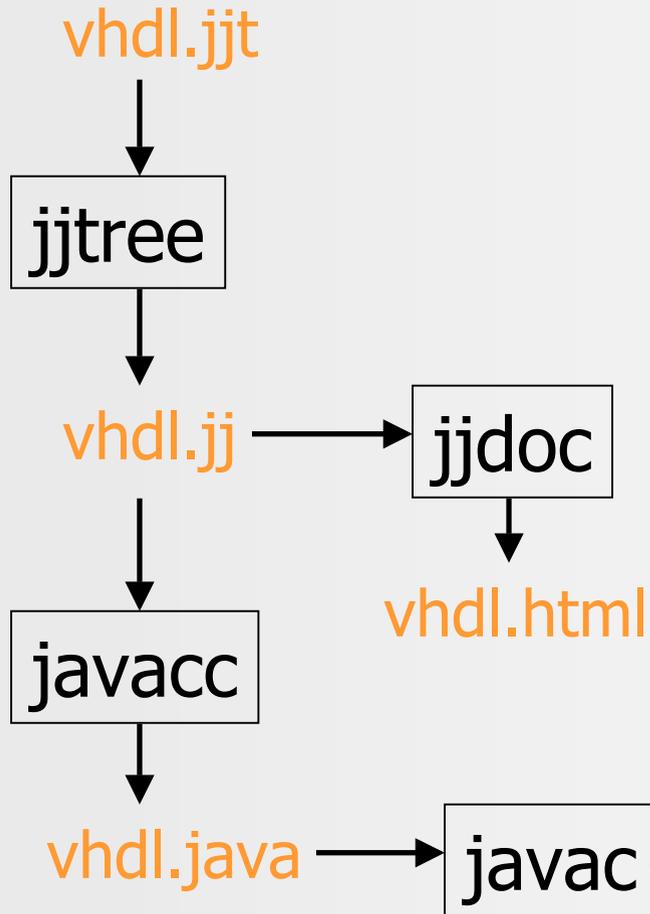
Dsc-File

Matlab M-File

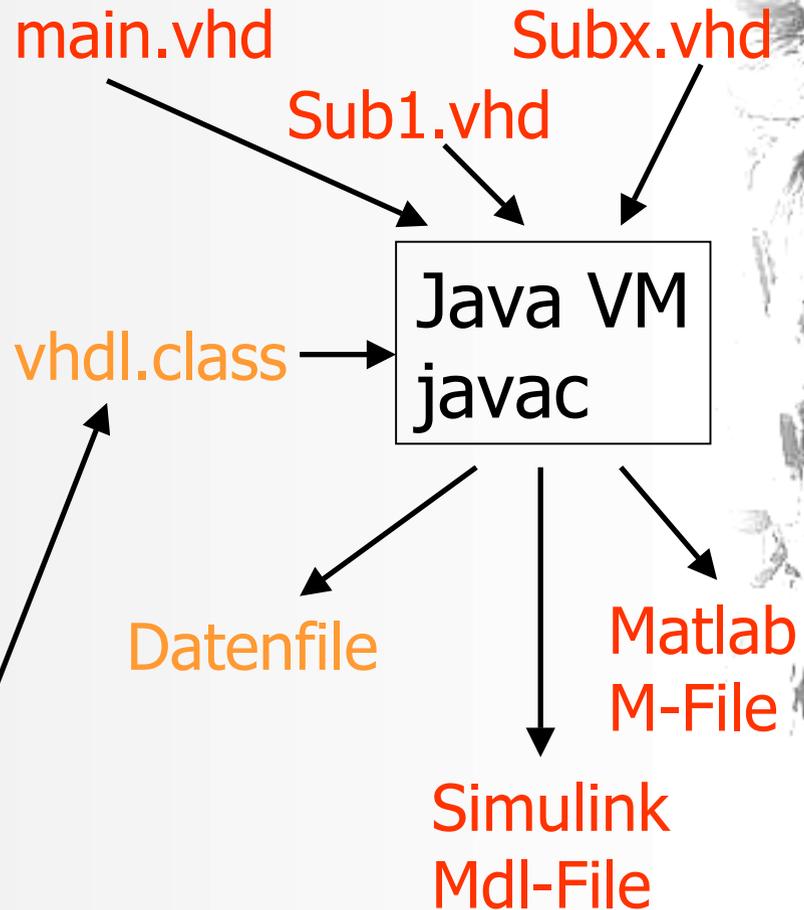


Compilerentwurf mit JavaCC

Entwurf



Anwendung

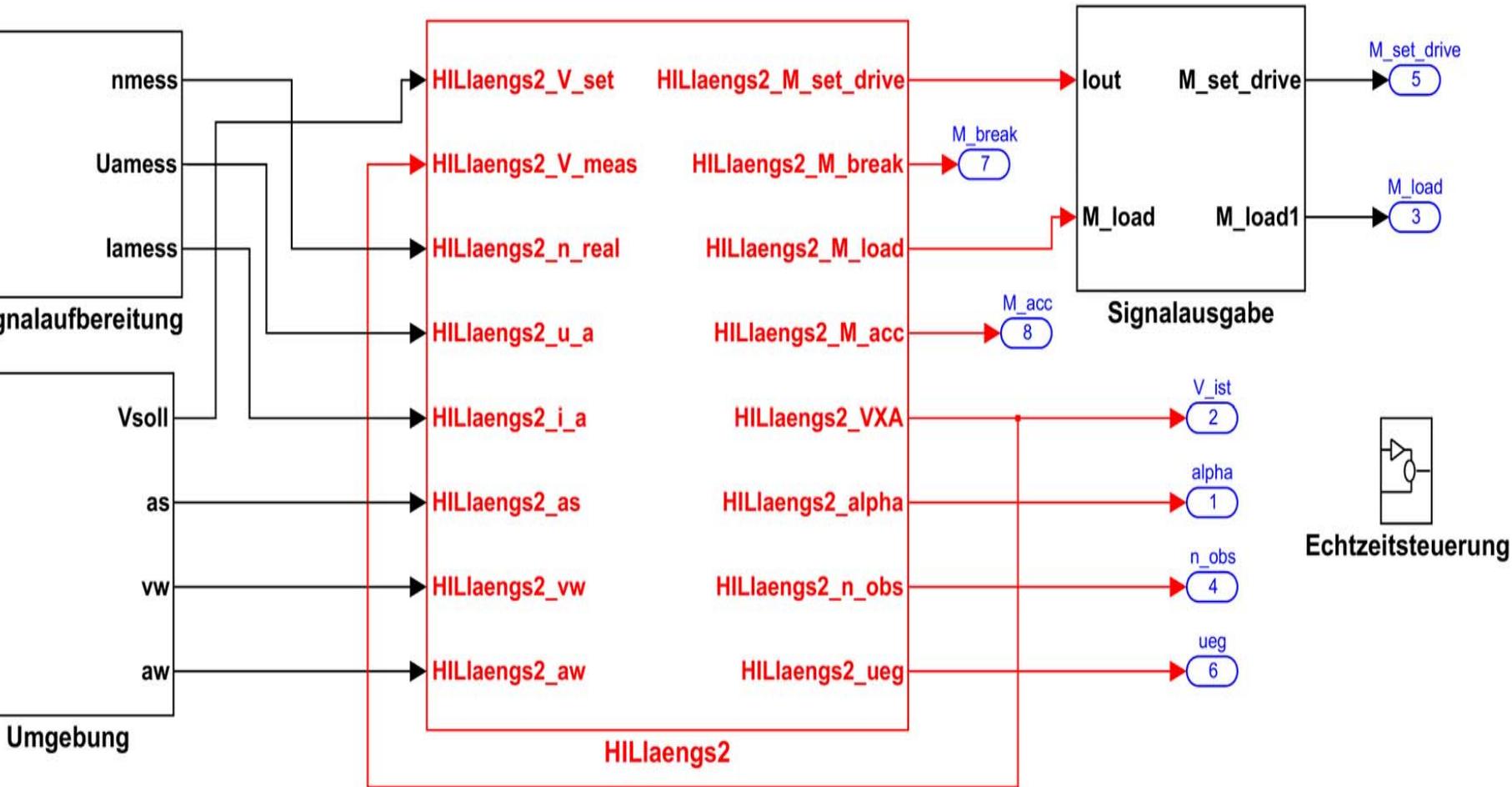


Struktur des Matlab M-Files

- mdlInitializeSizes
 - Festlegung der Systemgröße
 - Festlegung der Anfangswerte
- mdlDerivatives
 - Berechnung der Zustandsvariablen
- mdlOutputs
 - Berechnung der Ausgangsvariablen

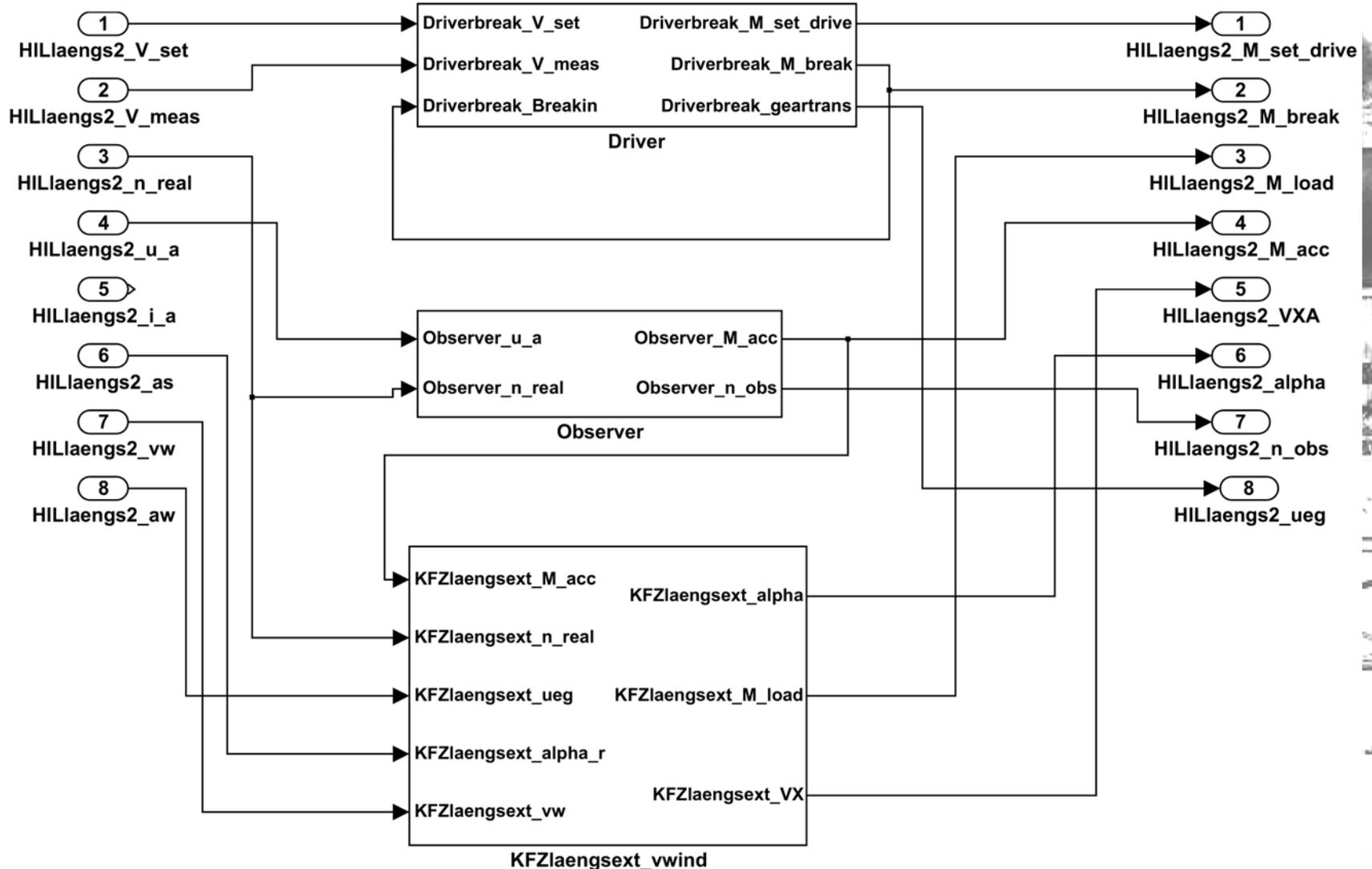


VHDL-AMS-RT-Compiler Ergebnis



VHDL-AMS-RT Compiler

Ergebnisstruktur



Das Elektrofahrzeug als MKS-Modell

- Bestimmung der symbolischen Bewegungsgleichungen mit NEWEUL
- Linearisierung mit MAPLE



Elektrische Antriebe

- Gleichstrommaschine
- Asynchronmaschine
- Synchronmaschine

Beschreibung durch transformierte
Spannungs- und Flussgleichungen



Fahrzeuglenker

- Geschwindigkeitsregelung durch PI-Regler

$$y(t) = Kr \left(u(t) + \frac{1}{Tn} \int u(t) dt + y0 \right)$$

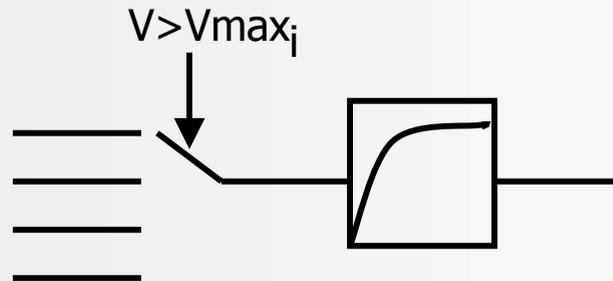
- Bremseingriff durch Zweipunktregler

IF $-(V_set - V_meas)/V_set > \text{Threshold}$ USE

$y == 0.0;$

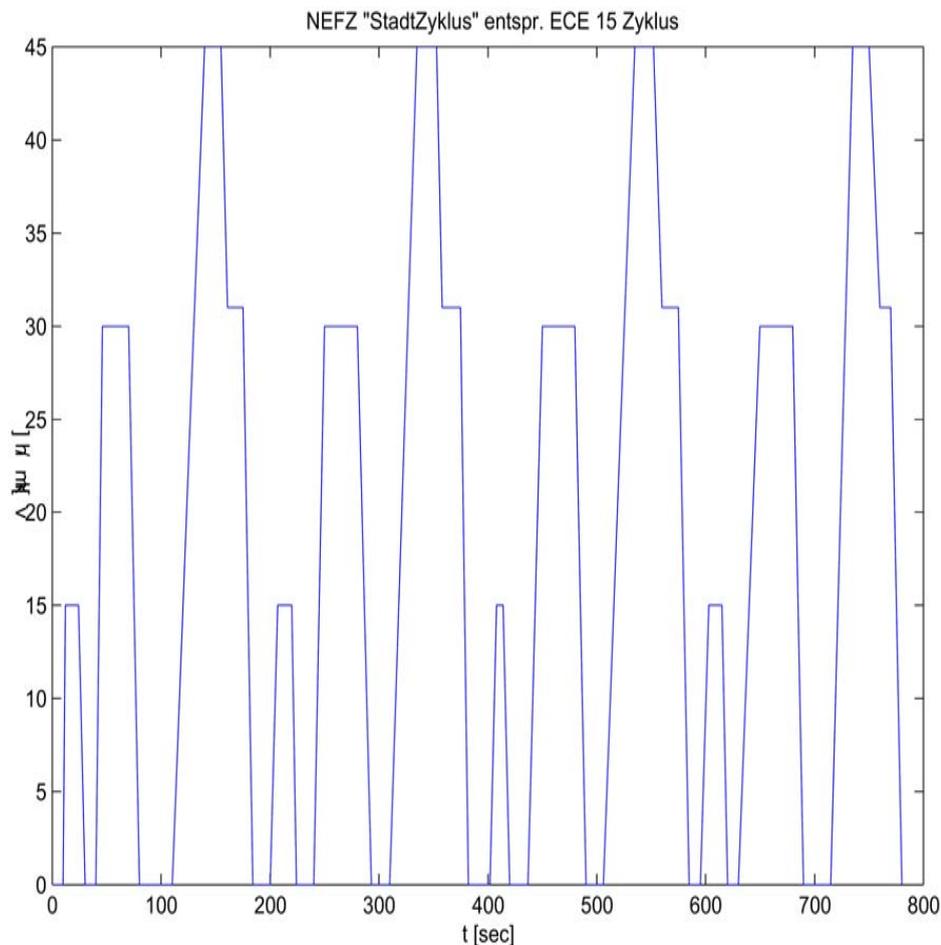
$M_break == Mbreakmax; \dots$

- Schaltverhalten



Umgebung

- Geschwindigkeitsfahrzyklen für Verbrennungsfahrzeuge
 - ECE (European Steady State Cycle)
 - NEFZ (Neuer Europäischer Fahrzyklus)
 - FTP (Federal Test Procedure)



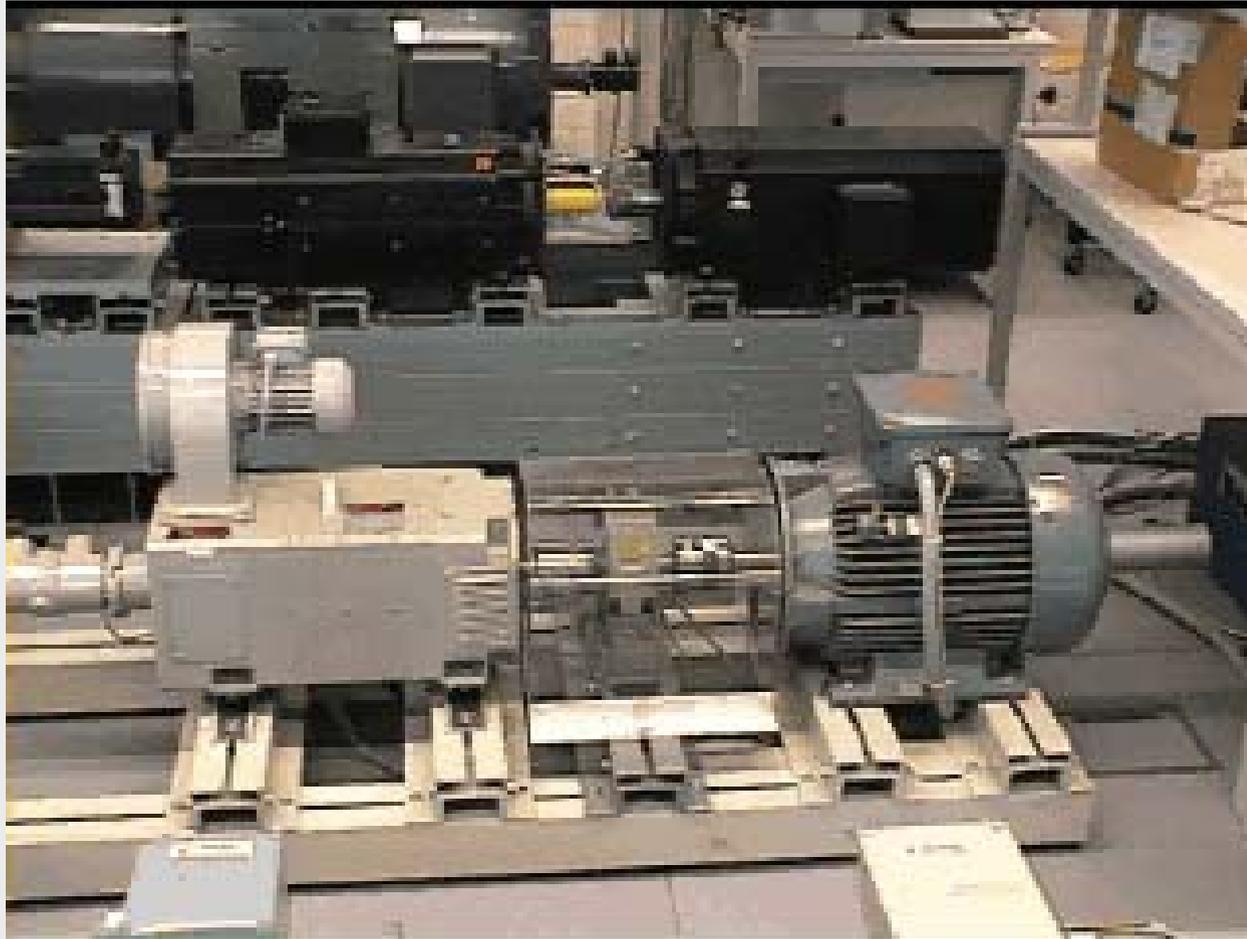
Vergleichsfahrzeug

Subaru City Car: 848 kg v_{max} 105 km/h 16kW DC-Antrieb

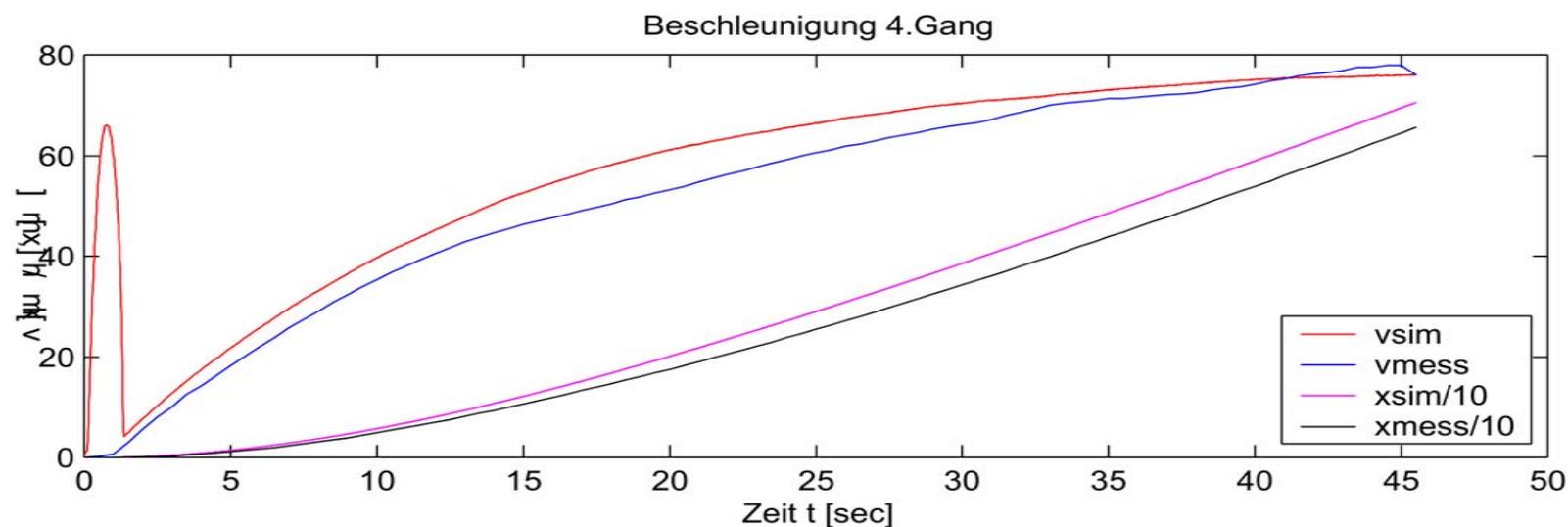
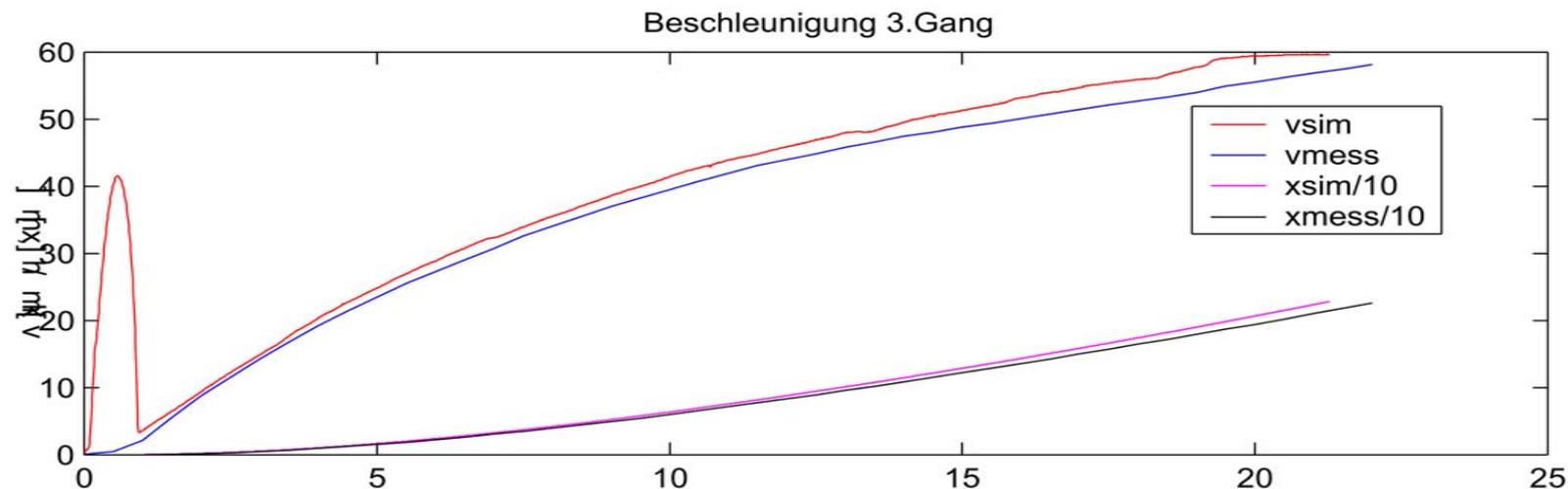


Der DC-AC Prüfstand

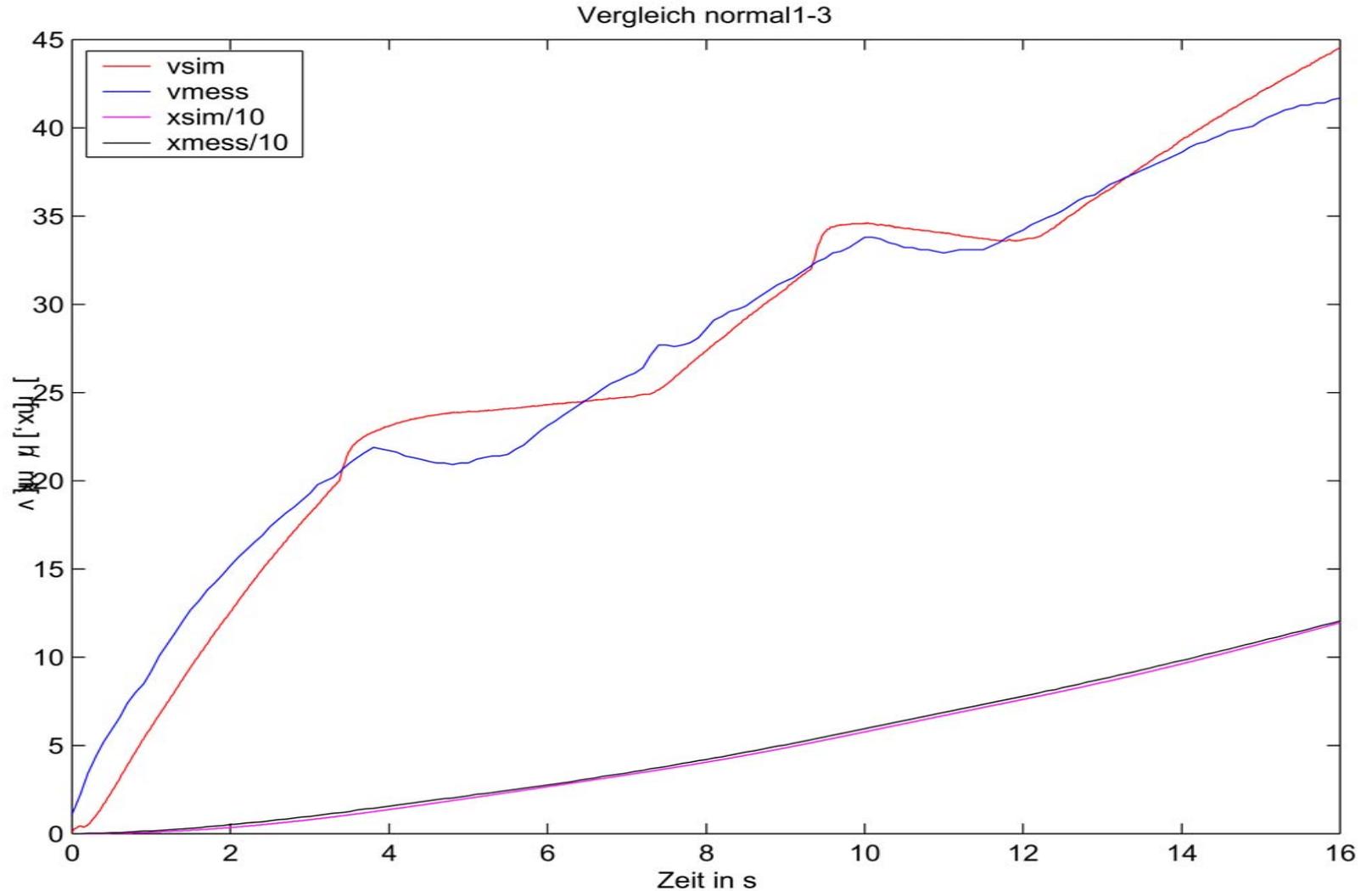
Simulationslauf am Prüfstand



Modellvalidierung Beschleunigung

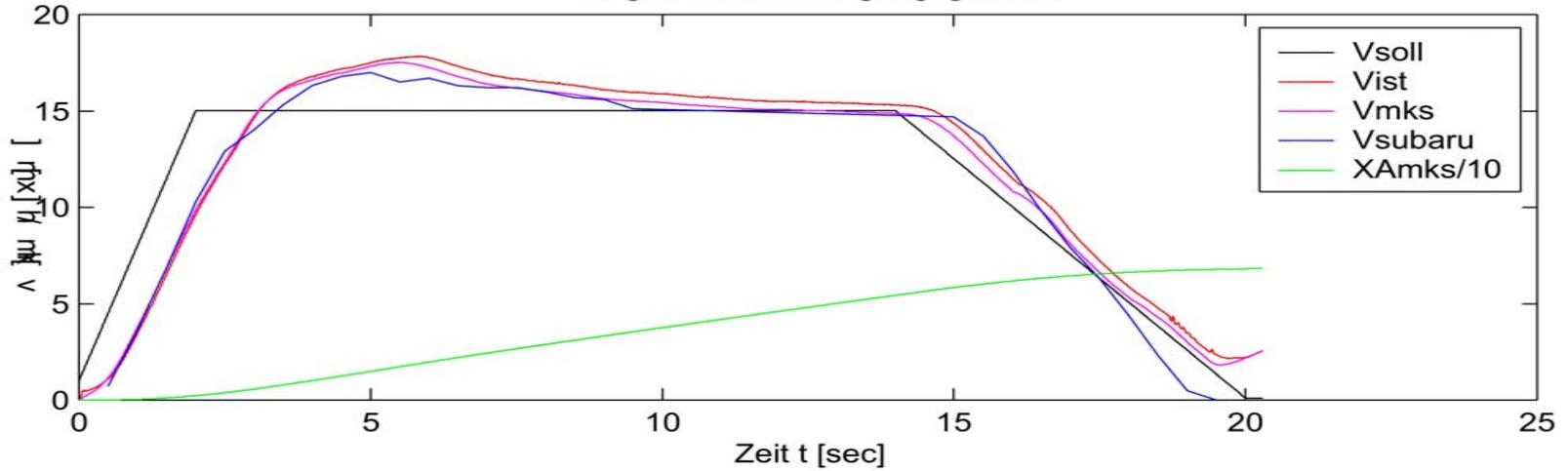


Modellvalidierung Schaltvorgang

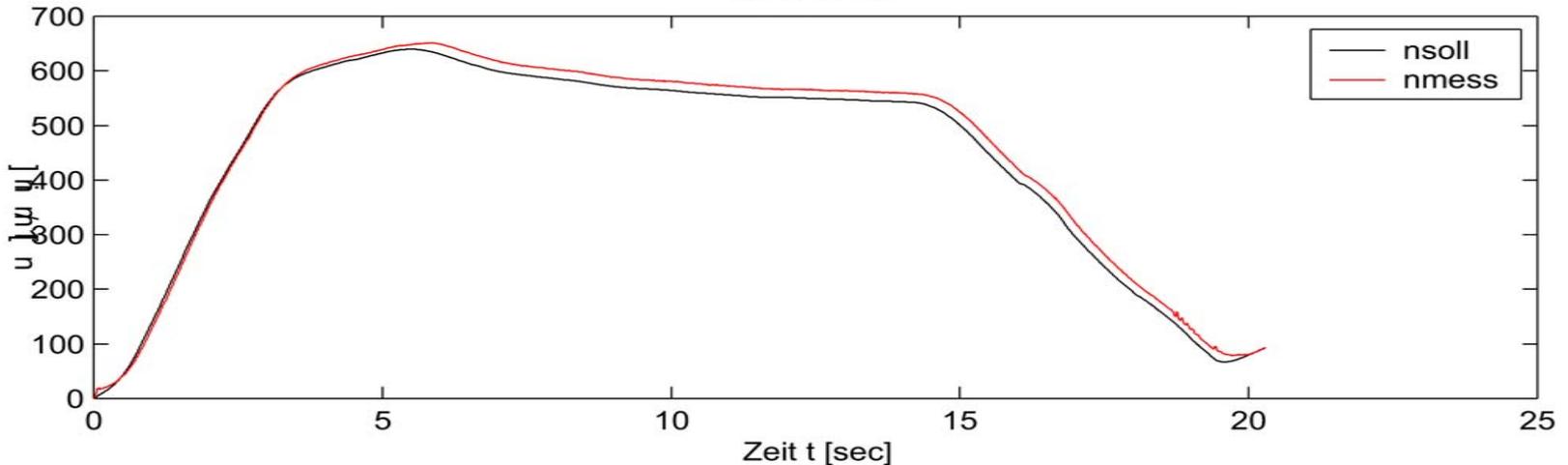


Prüfzyklus NEFZ Bewegungsgrößen

Vergleich der Bewegungsgrößen



Drehzahlen



Redesign des Compilers

- Compiler generiert C++Mex Code
- JavaCC für Parsing, Translation
- „Black Box“ für VHDL-AMS Modell
- Schnelle Ausführung, keine Debug-Möglichkeit
- Integration von Vektoren, Break, ...



Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit

