

# Simulation alternativer Fahrzeuge mit Dymola/Modelica

Dragan SIMIC  
arsenal research

# Einleitung

- Motivation
- Modelica/Dymola
- Entwickelte Libraries in Modelica
  - *SmartElectricDrives* Library
  - *SmartHybridElectricVehicles* Library
- Fahrzeugkonzepte
- Einsparungspotenzial eines elektrischen Kraftfahrzeugs

## Motivation

- Gesamtfahrzeugsimulation inklusive elektrischen-, mechanischen- und thermischen Komponenten
- Energieverbrauch (Kraftstoffverbrauch) von unterschiedlichen Kraftfahrzeug-Hybridkonzepten
- Reduzierung von Abgasausstoß (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>X</sub>, HC, PM...), Emissionsuntersuchung
- Optimierungspotential, Analyse des Betriebspunktes der Verbrennungskraftmaschine
- Optimierungsmöglichkeiten und Gesamteinsparungspotential des Fahrzeuges

## Warum wird in Modelica/Dymola simuliert?

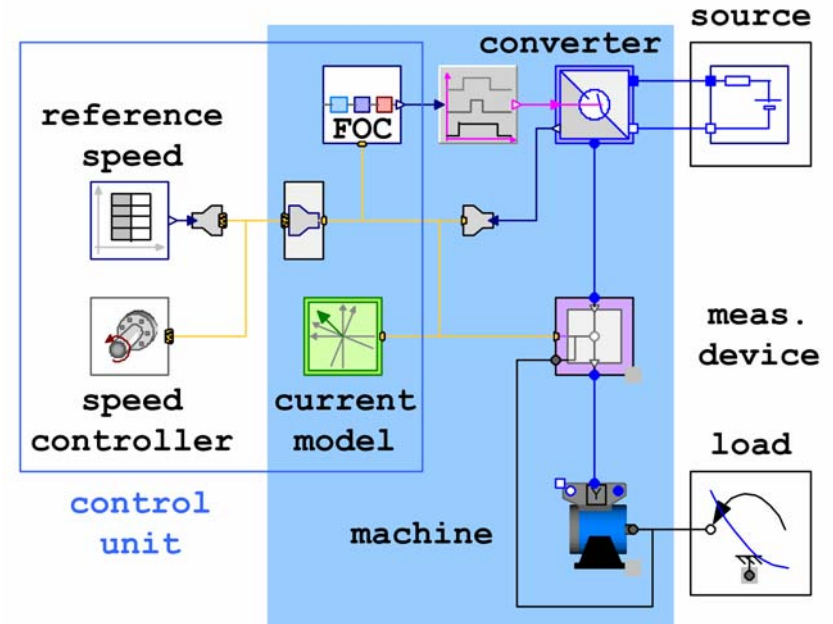
- Tool zur Simulation von elektrischen-, pneumatischen-, hydraulischen- und mechanischen Komponenten
- Physikalische Modellierung – besonders im automotiven Bereich finden wir eine Vielzahl von physikalischen Systemen
- Schon vorhandene Modelica Modellbibliotheken
  - *Modelica.Standard* Library
  - *PowerTrain* Library
  - *SmartElectricDrives* Library
  - *SmartElectricHybridVehicles* Library
- Eigene Modelbibliothek, einmalige Modellierung
- Performances, und Bedienung

## SmartElectricDrives (SED) Library

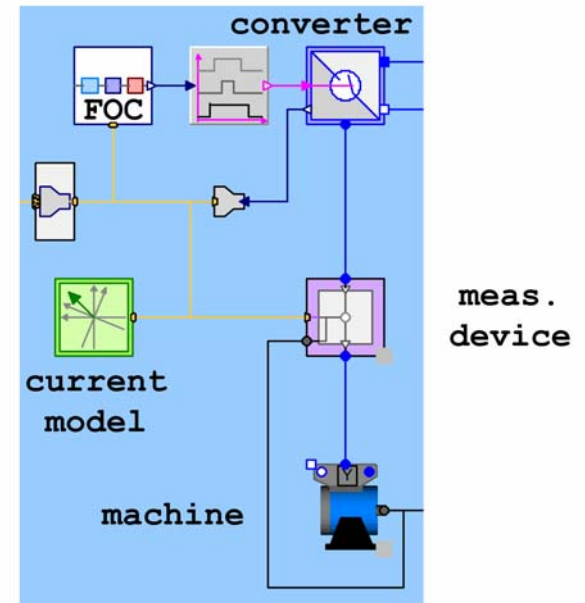
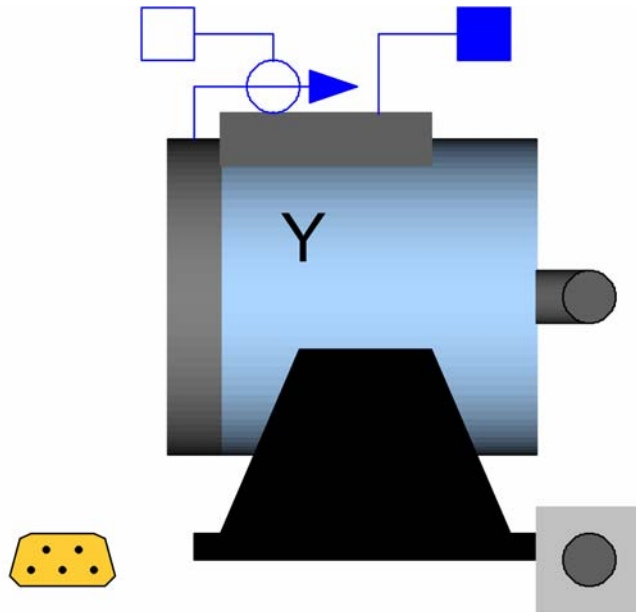
- Hauptkomponenten der SED Library
  - Asynchronmaschinen,  
Permanentmagnet-erregte Synchronmaschinen,  
Gleichstrommaschinen
  - Feldorientierte Regelung, Brushless DC control
  - Konverter (ideal, schaltend), Quellen (Batterien, Supercaps, Brennstoffzellen)
- Anwendungsbeispiele
  - Hybridfahrzeuge (HEVs), elektrische Fahrzeuge (EVs)
  - Starter/Generator, elektrisch betriebene Nebenaggregate
  - Roboter
  - Papiermaschinen, Bergbau
  - Maschinenbau, Montagestrassen
  - etc.

# Komponenten von elektrischen Antrieben

- Quellen
- Konverter/Umrichter
- Elektrische Maschinen
- Messgeräte/Sensoren
- Regler
- Mechanische Lasten

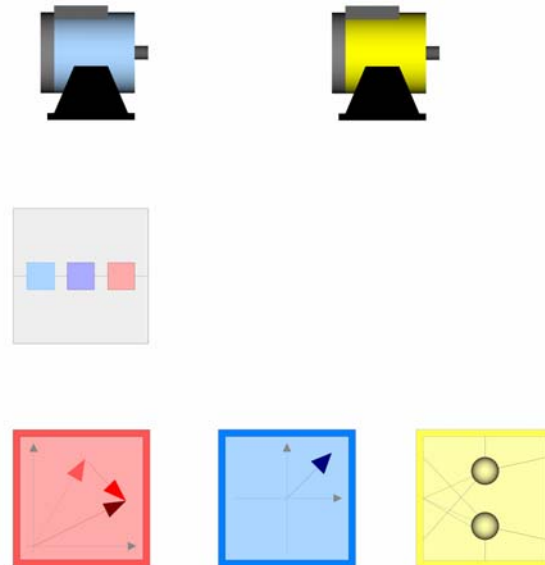


# „Ready to use“ Modelle



## „Ready to use“ Modelle

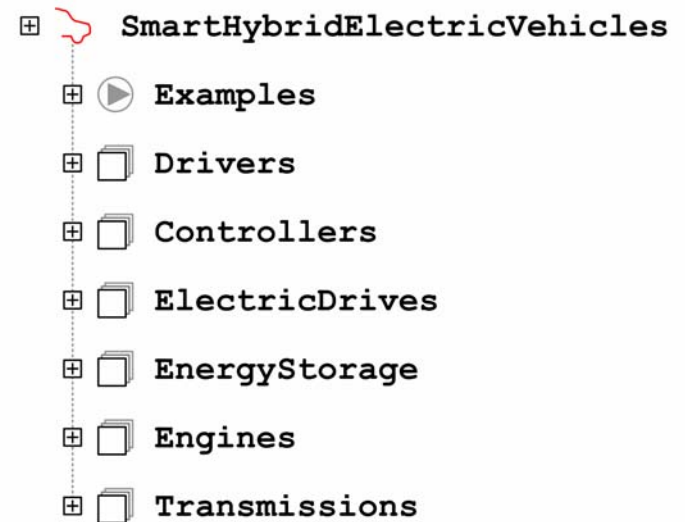
- Modellen geregelte Maschinen
- Antriebsregelung
- Elementare Regler-Bausteine





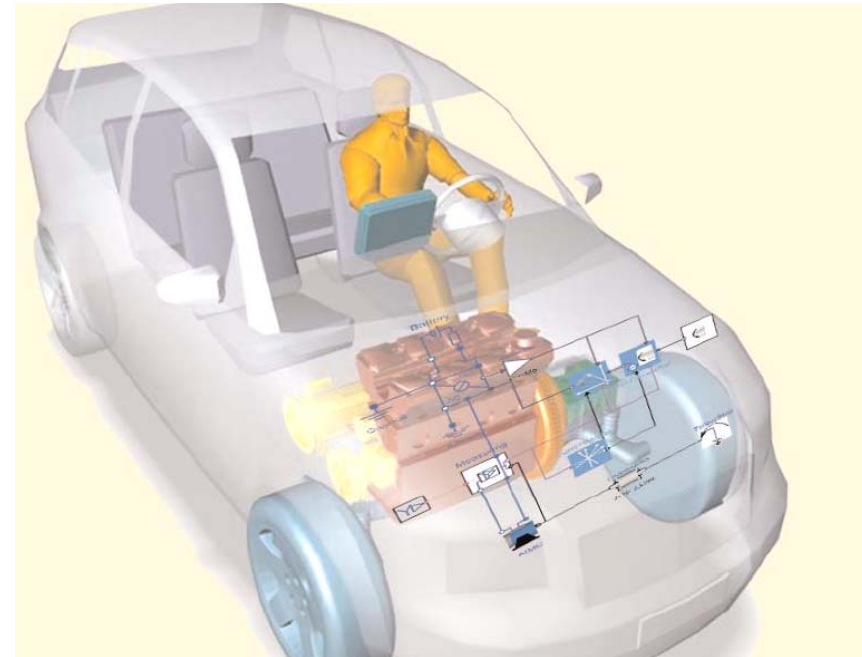
## SmartHybridElectricVehicles (SHEV) Library

- Fahrzeugtypen
- Virtuelle Fahrer
- Regler; VKM, el. Maschine
- Traktion Maschinen
- Batterien
- VKM, Kennlinienbasiert
- Automatikgetriebe,  
Manuelschaltgetriebe...

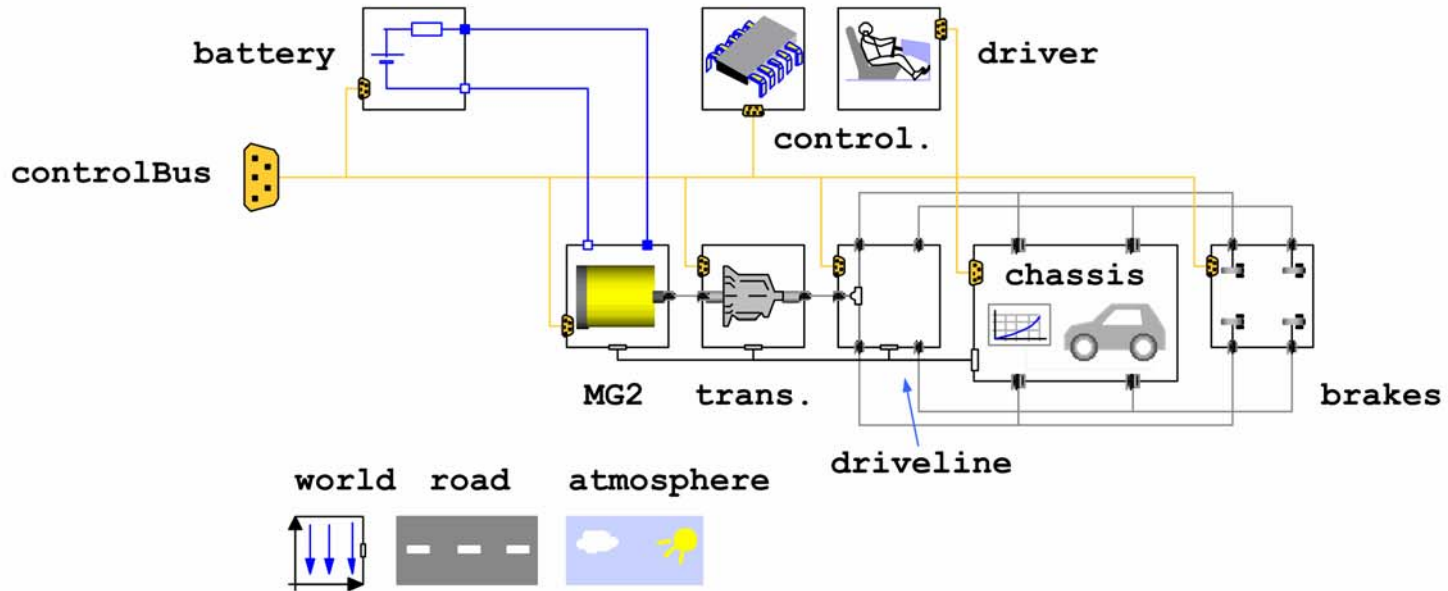


# Fahrzeugkonzepte

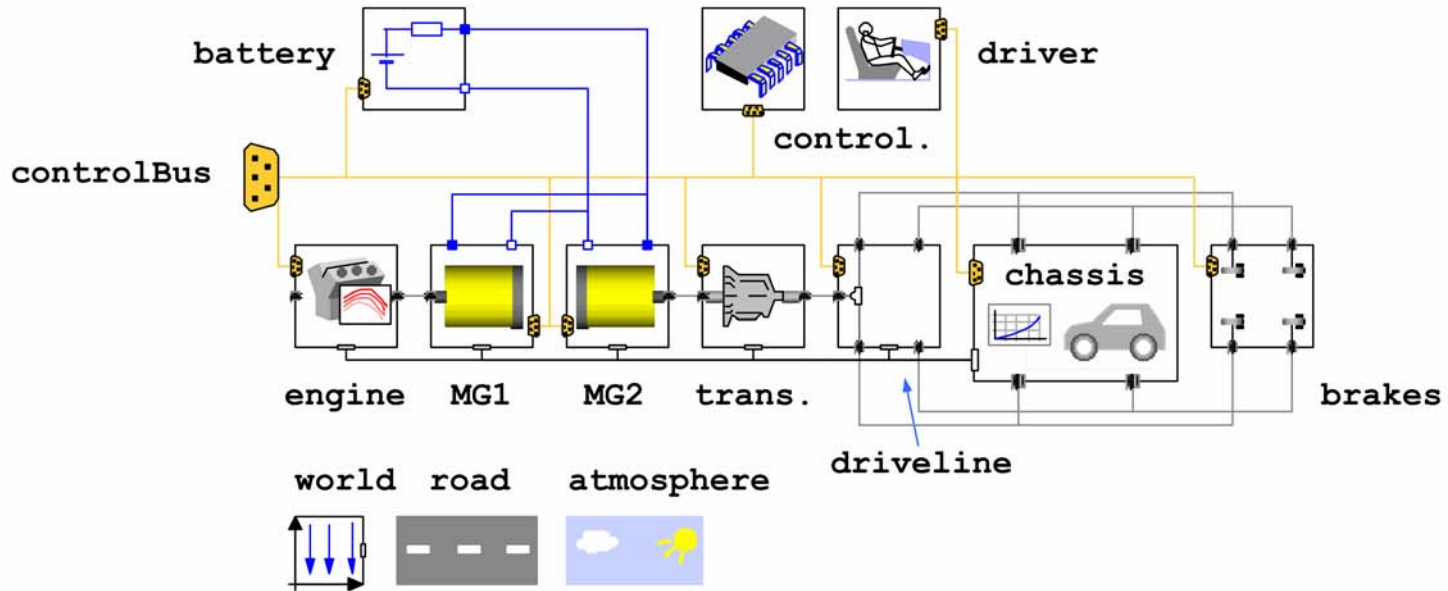
- Antriebsstrang
  - Elektrisch
  - Seriell
  - Parallel
  - Kombiniert
- Hybridisationsgrad
  - „Mild“ Hybrid
  - „Power assist“ Hybrid
  - „Full“ Hybrid
  - „Plug-in“ Hybrid



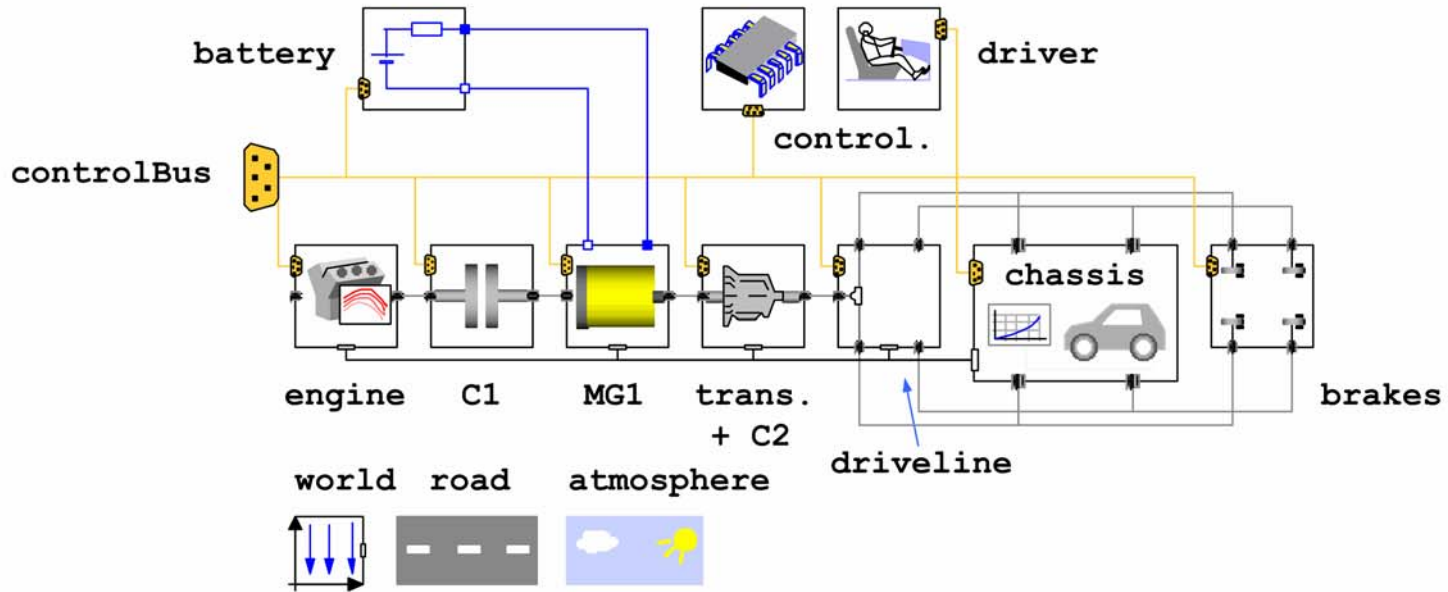
# Elektrisches Fahrzeug



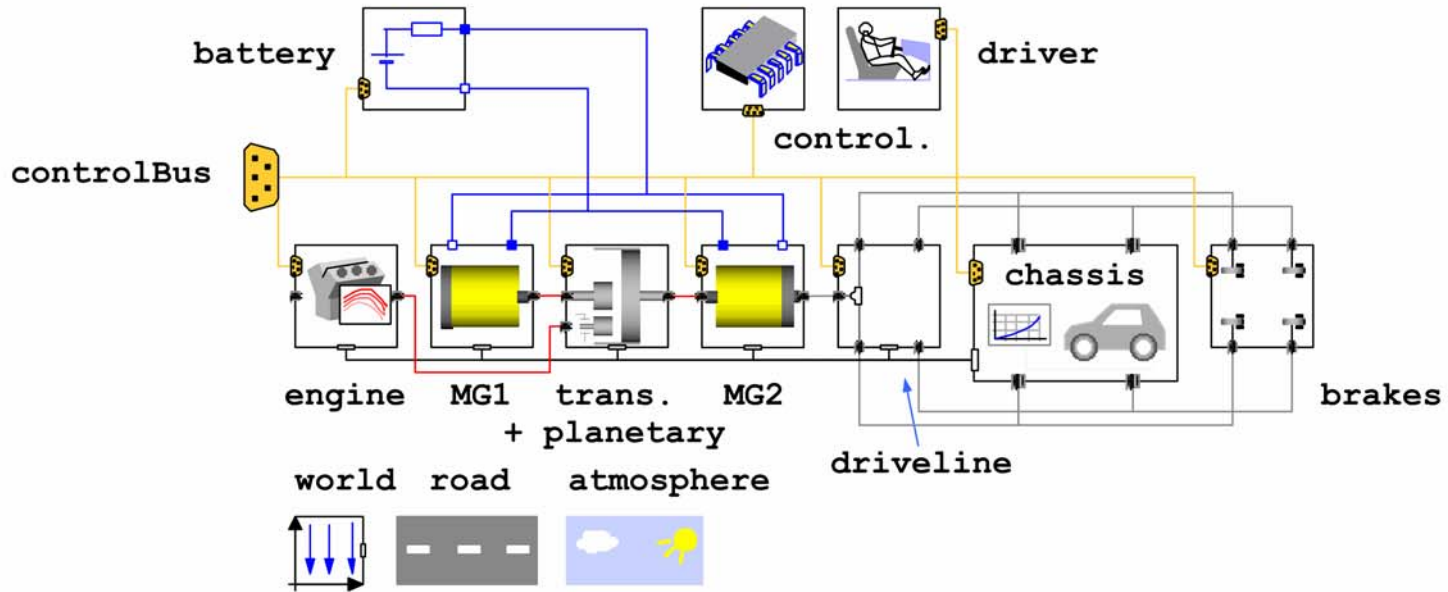
# Serielles Fahrzeug



# Paralleles Fahrzeug

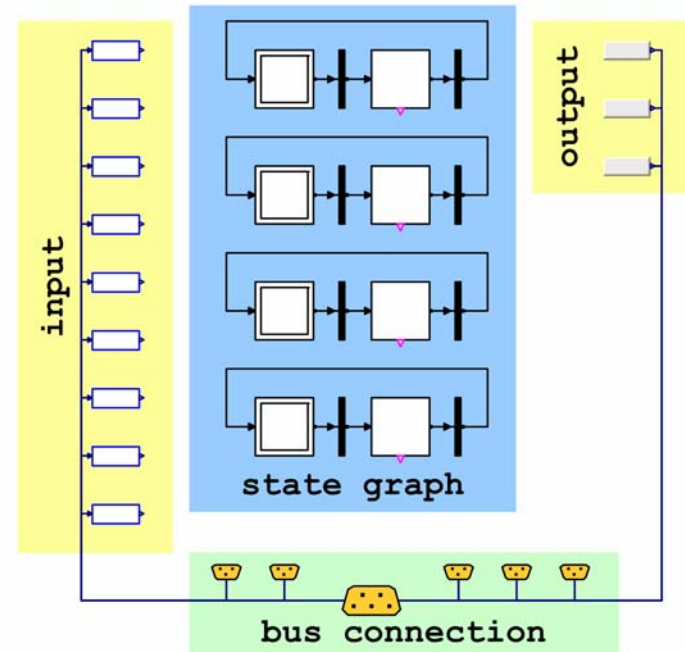


# Kombiniertes Fahrzeug



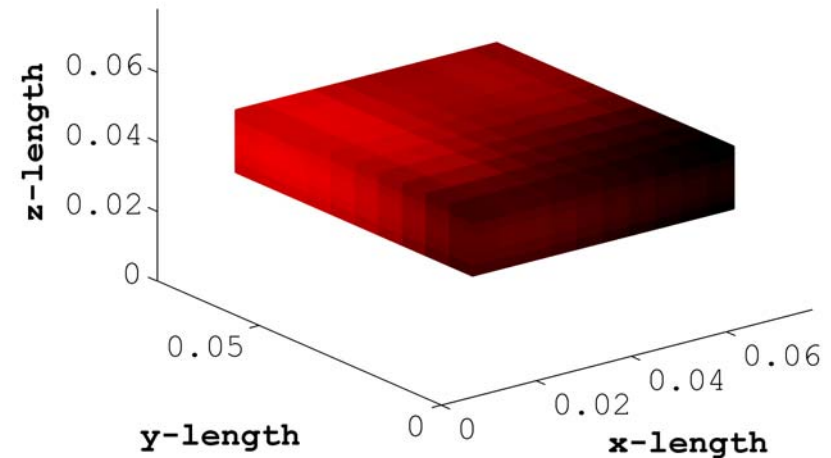
# Betriebsstrategie, elektrisches Fahrzeug

- Modellierung
  - *Modelica.StateGraph* Library
  - *VehicleInterfaces* Library
- Antriebsregelung
  - El. Maschine
  - Bremsen
- Batterie
  - SOC
  - Batterietemperatur



# Betriebsstrategie, elektrisches Fahrzeug

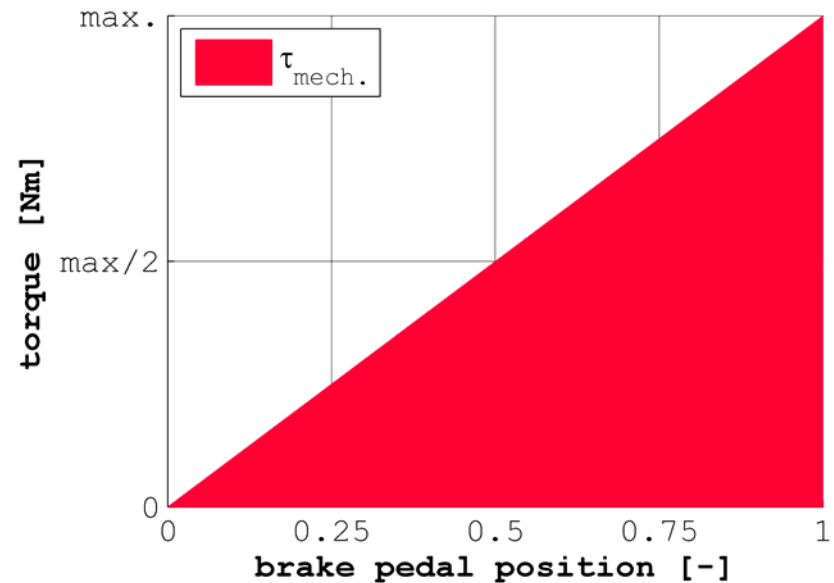
- Modellierung
  - *Modelica.StateGraph* Library
  - *VehicleInterfaces* Library
- Antriebsregelung
  - El. Maschine
  - Bremsen
- Batterie
  - SOC
  - Batterietemperatur





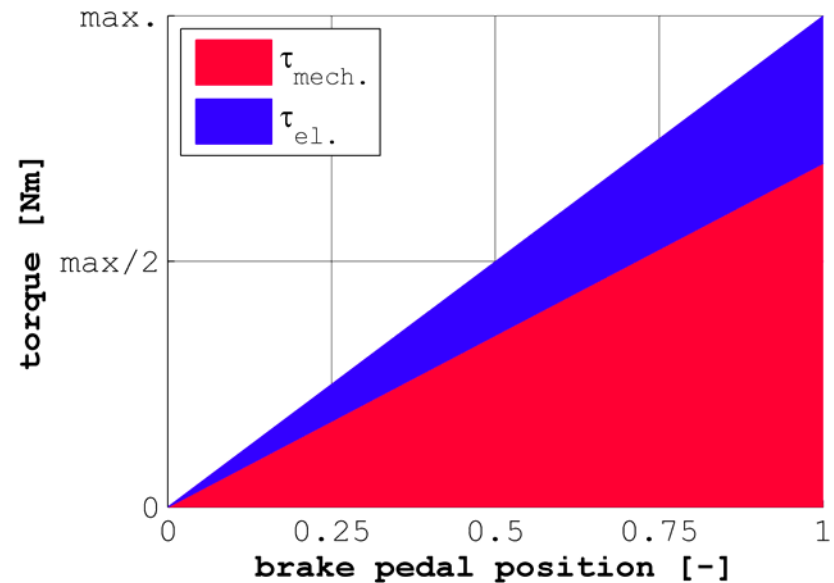
## Betriebsart

- Ohne „Recuperation“, (mode 1)
  - Nur positives el. Drehmoment
  - Bremsen nur mechanisch
- „Recuperation“, (mode 2)
  - El. Drehmoment direkt proportional zu mech. Bremsmoment
- „Recuperation“, (mode 3)
  - Zuerst elektrisch bremsen



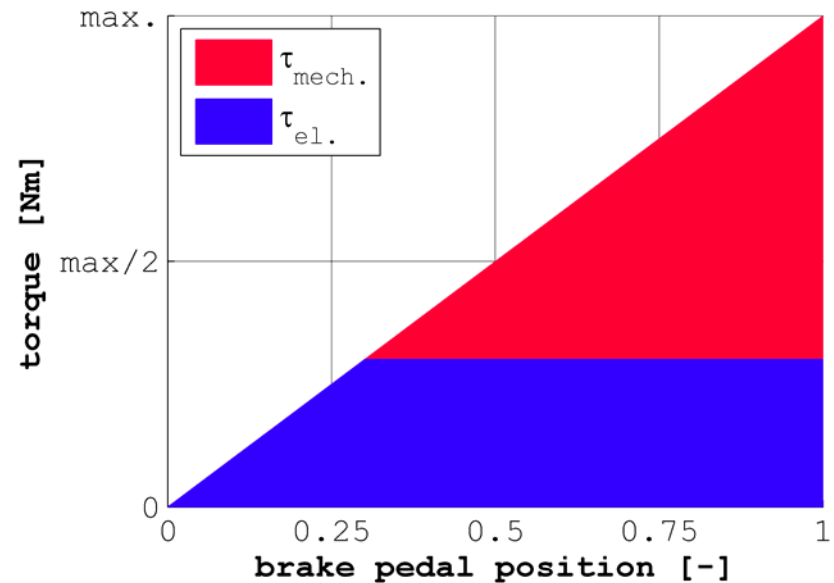
# Betriebsart

- Ohne „Recuperation“, (mode 1)
  - Nur positives el. Drehmoment
  - Bremsen nur mechanisch
- „Recuperation“, (mode 2)
  - El. Drehmoment direkt proportional zu mech. Bremsmoment
- „Recuperation“, (mode 3)
  - Zuerst elektrisch bremsen

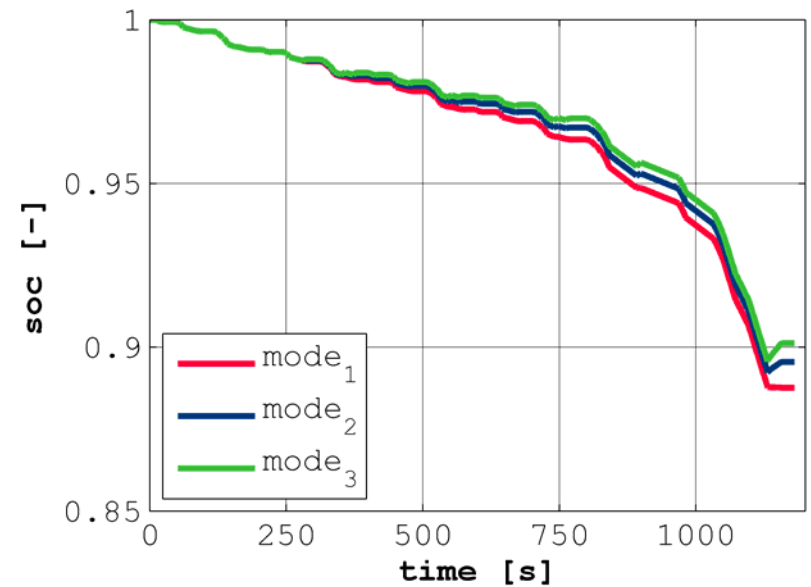
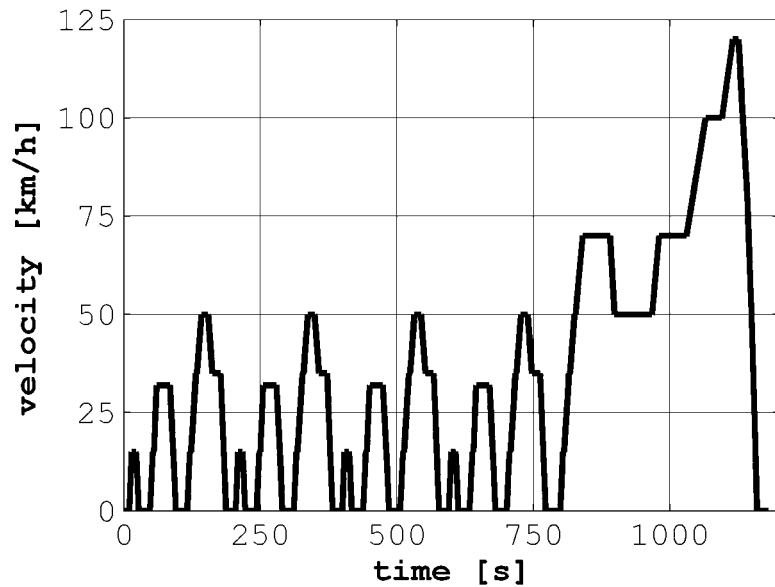


# Betriebsart

- Ohne „Recuperation“, (mode 1)
  - Nur positives el. Drehmoment
  - Bremsen nur mechanisch
- „Recuperation“, (mode 2)
  - El. Drehmoment direkt proportional zu mech. Bremsmoment
- „Recuperation“, (mode 3)
  - Zuerst elektrisch bremsen



# Ergebnis



## Zusammenfassung

- Die SED und die SHEV sind sehr leistungsstarke Tools zur Simulation elektrischer Antriebssysteme und HEVs
- Schnelle Untersuchung mechanischer und elektrischer Antriebskonzepte von HEV
- Anpassung von Komponenten an das Gesamtfahrzeug
- Optimierung und Design der HEVs mittels Simulation
- Analyse des Verbrauchs und Energieflusses

Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit!!

DI Dr. Dragan SIMIC

arsenal research

[dragan.simic@arsenal.ac.at](mailto:dragan.simic@arsenal.ac.at)

[www.arsenal.ac.at](http://www.arsenal.ac.at)