

# Konzeption und Realisierung eines Hybridfahrzeuges mit Turbo-Erdgasmotor

Dipl.-Ing. Thomas Riemer  
Dipl.-Ing. Michael Böhm  
Prof. Dr.-Ing. Hans-Christian Reuss  
FKFS

16. Esslinger Forum für Kfz-Mechatronik  
10.11.2010

# Überblick

- Verbundprojekt „Antriebskonzept mit Erdgashybrid“
  
- Triebstrang
  
- Hybridkoordinator
  - Aufgaben
  - Triebstrangsteuerung
  
- Vorausschauende Betriebsstrategie
  - Vorausschauinformationen
  - Betriebsstrategie
  
- Zusammenfassung

# Verbundprojekt „Antriebskonzept mit Erdgashybrid“

# Verbundprojekt Antriebskonzept mit Erdgashybrid

- Projektpartner



- Förderung durch



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

- Zeitraum: Oktober 2006 bis 2010

## Ziele des Verbundprojekts

- Minimale CO<sub>2</sub>-Emissionen ( $\leq 90$  g/km im NEFZ)
- Verwendung eines kleinvolumigen aufgeladenen Erdgasmotors
- Erfüllung Abgasgrenzwerte (EURO 5)  
durch
  - Hybridisierung
  - Verwendung des Kraftstoffs Erdgas
  - Monovalente Anpassung des Verbrennungsmotors
- Integration einer vorausschauenden Fahrstrategie



## Gründe für Erdgas

- Eignung (einschließlich der Kosten)
- Konventionelle Kraftstoffe werden knapp
- Versorgungssicherheit
- Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Wechsel zu Biogas problemlos

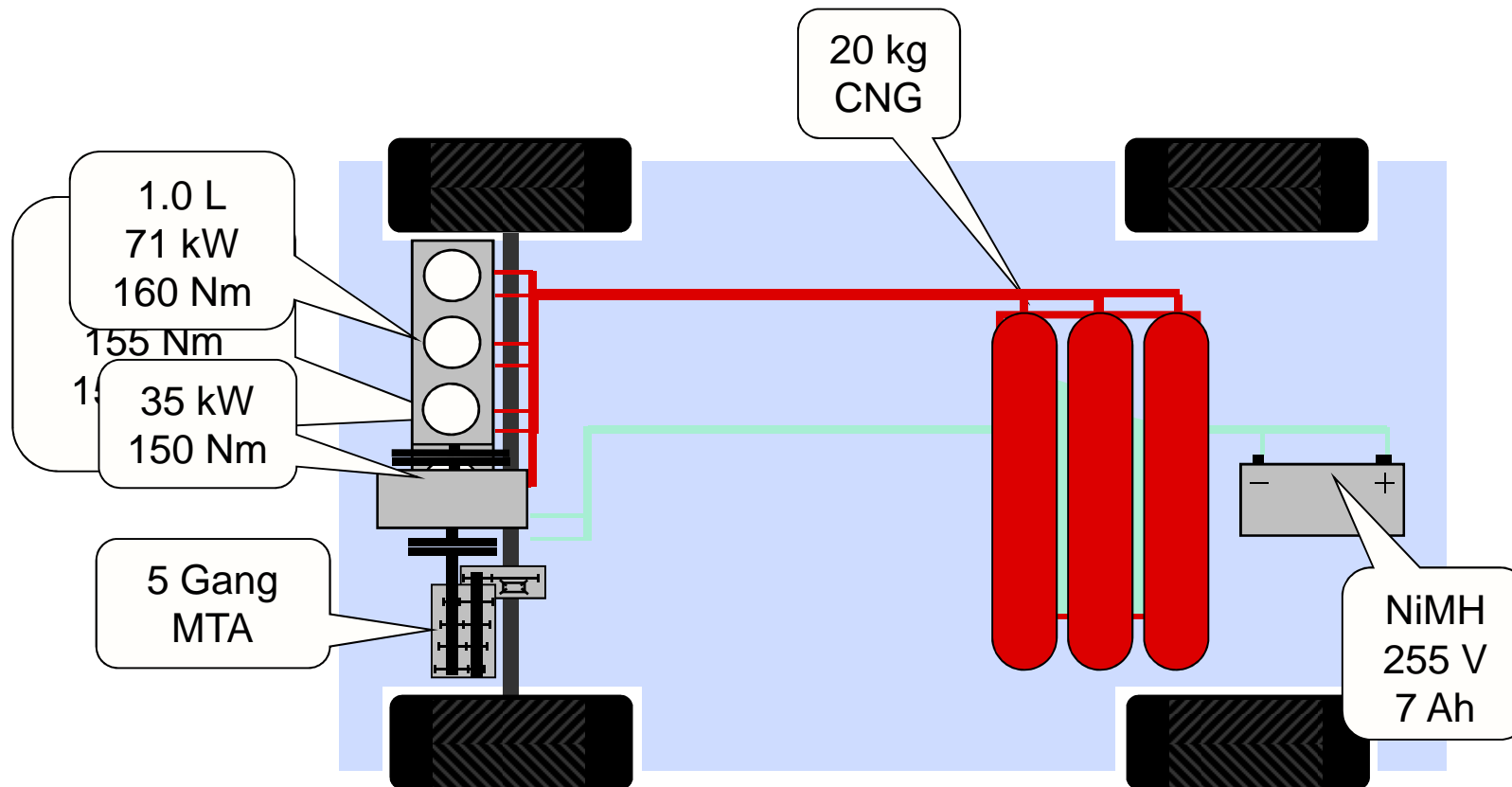
## Gründe für Hybrid

- Start-Stopp
- Bremsenergieerückgewinnung
- Lastpunktverschiebung
- Boost
- Lokales emissionsfreies Fahren
  
- Hohe elektrische Leistung verfügbar
  - Leistungsintensive Komfort- und Sicherheitsfunktionen

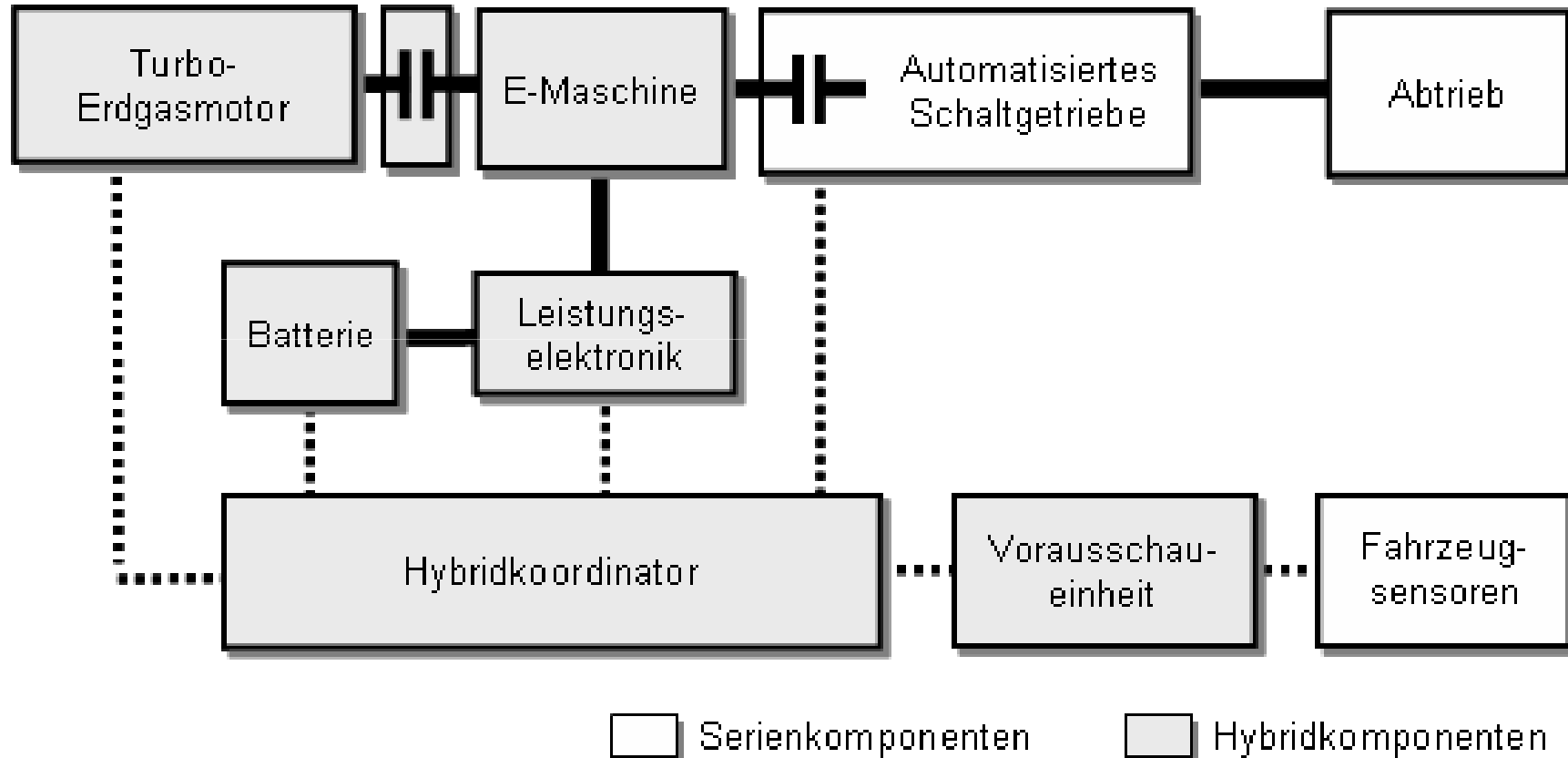
# Triebstrang

# Triebstrangkomponenten

- Basis Opel Astra Caravan



# Schematischer Aufbau des Triebstranges



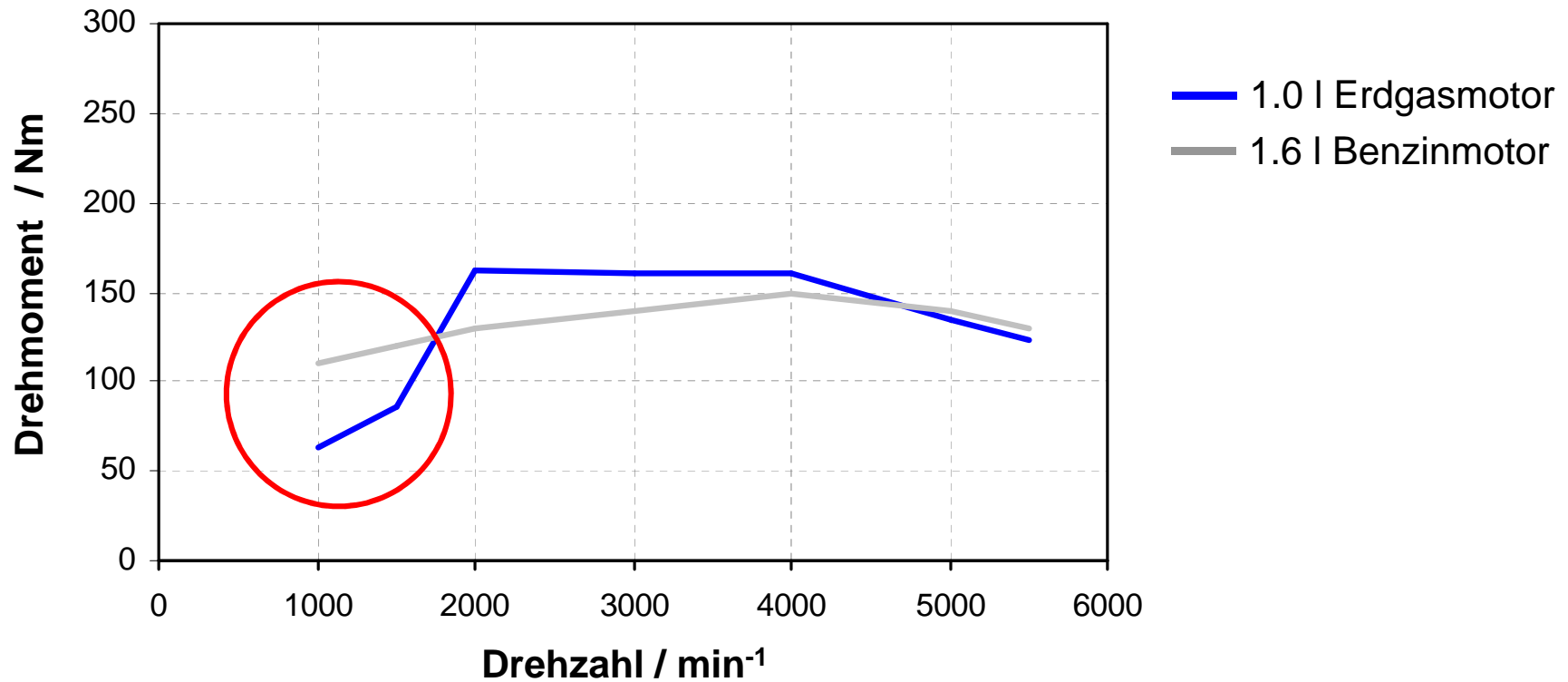
## Motorkennwerte

Engine Data:	Value:
Typ	Family 0 (1. Gen.)
Anzahl Zylinder	3
Hubraum	973 cm <sup>3</sup>
Verdichtungsverhältnis $\epsilon^*$	1:10.54 (TD)
Pleuellänge*	132.2 mm
Hub	78.6 mm
Bohrung	72.5 mm
Ventile	4 (IV: 2; EV: 2)
Nennleistung*	71 kW (5500 rpm)
Maximales Drehmoment*	160 Nm (2000 - 4000 rpm)
Nenndrehzahl*	5500 rpm
Einspritzventile	NGI 2 (Bosch)
ECU*	ME 1.5.5

\* Modifiziert gegenüber Serienmotor

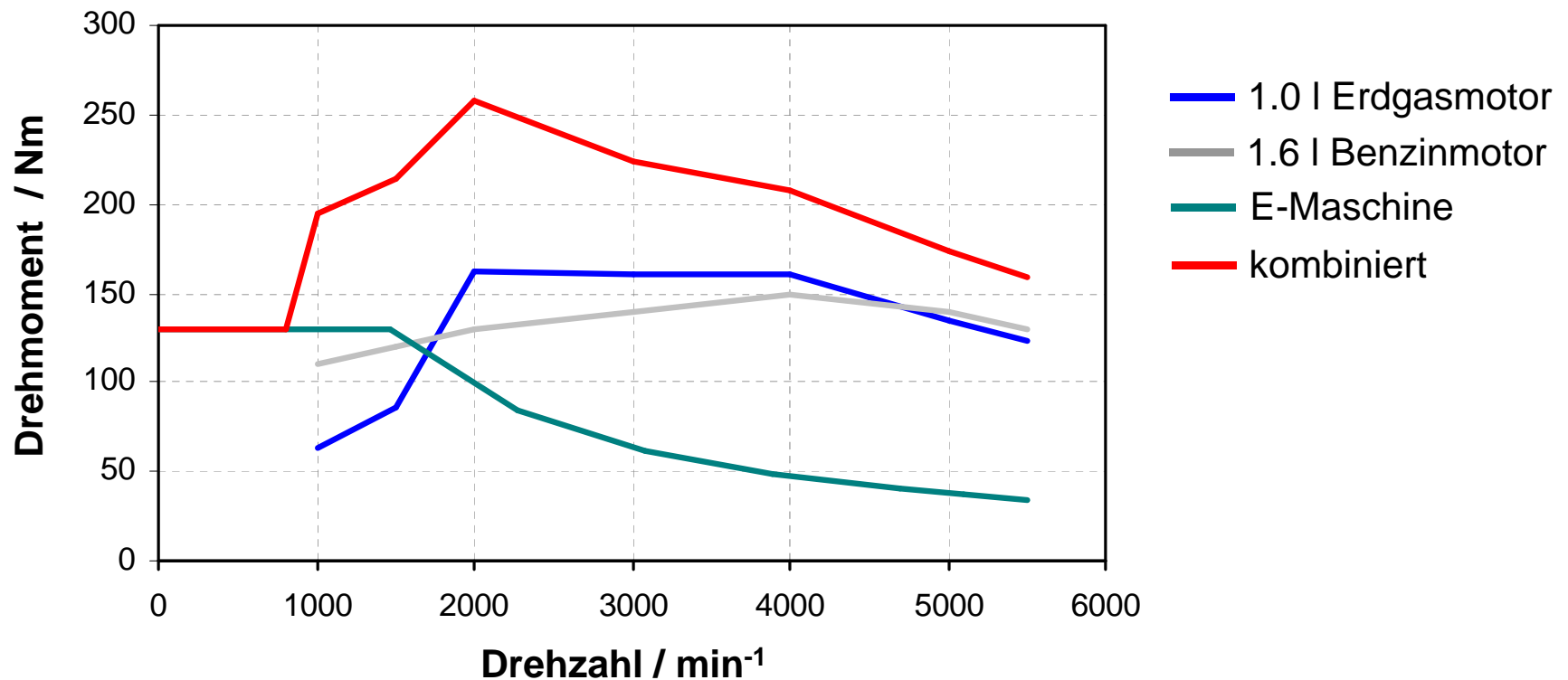


# Anfahrschwäche



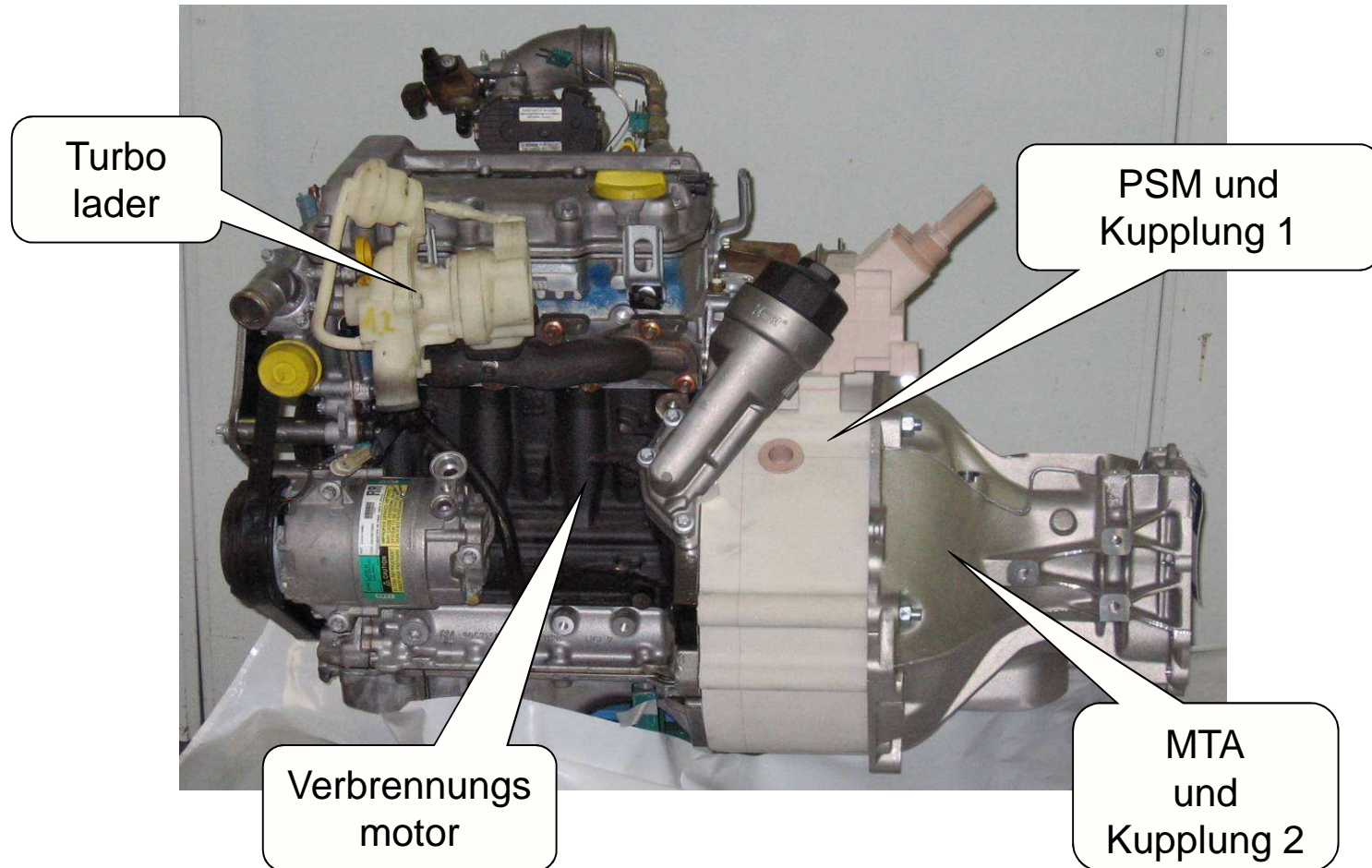
Geringes Drehmoment bei niedrigen Drehzahlen  
 → Ausgeprägte Anfahrschwäche

## Kompensation mittels E-Maschine

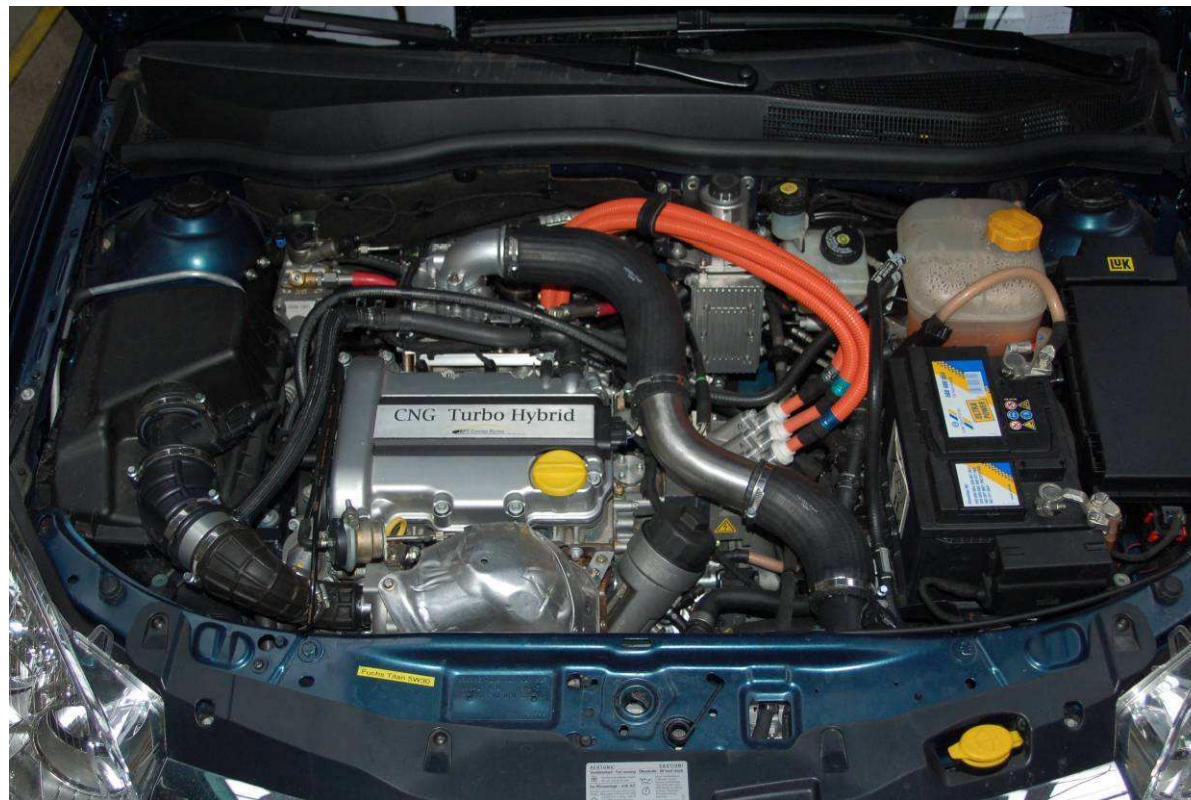


E-Maschine bietet maximales Drehmoment ab Drehzahl 0  
 → Ideale Ergänzung zur Kompensation der Anfahrtschwäche

# Triebstrang



## Motorraum





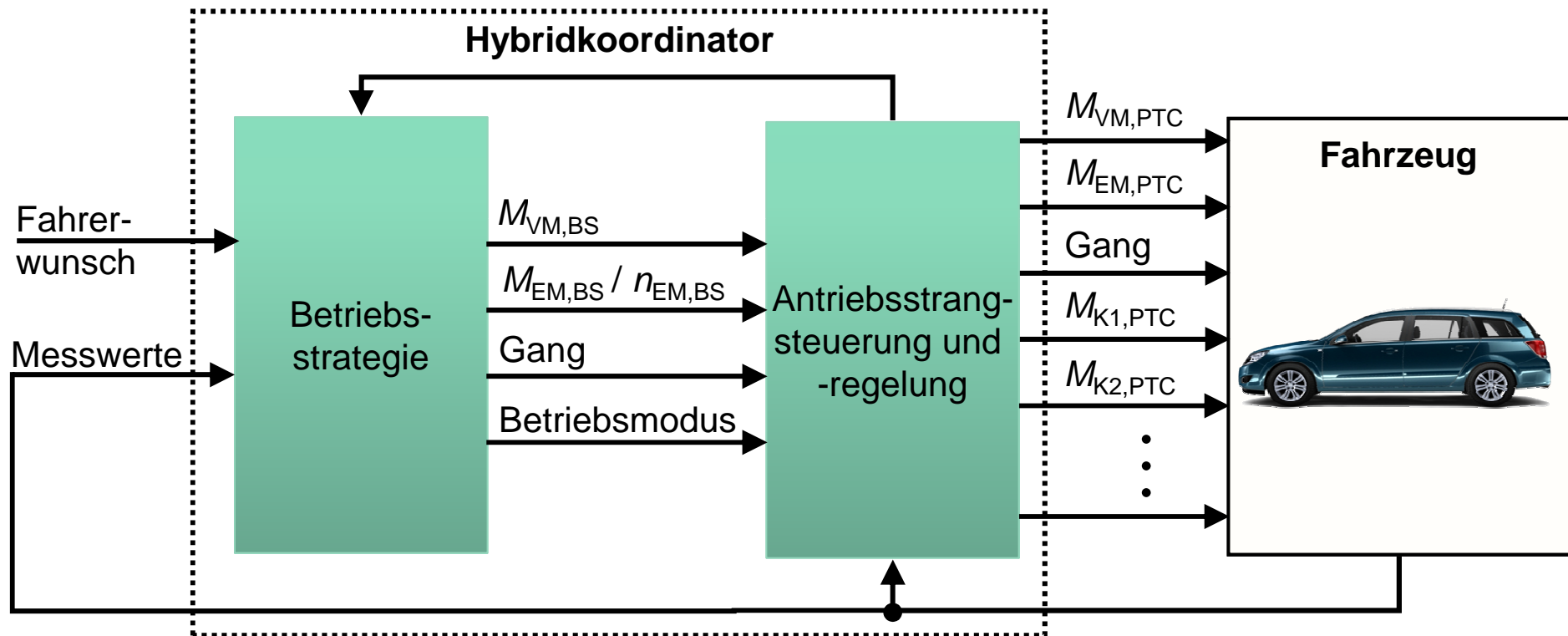
- Innenraum

- Unterboden



# Hybridkoordinator

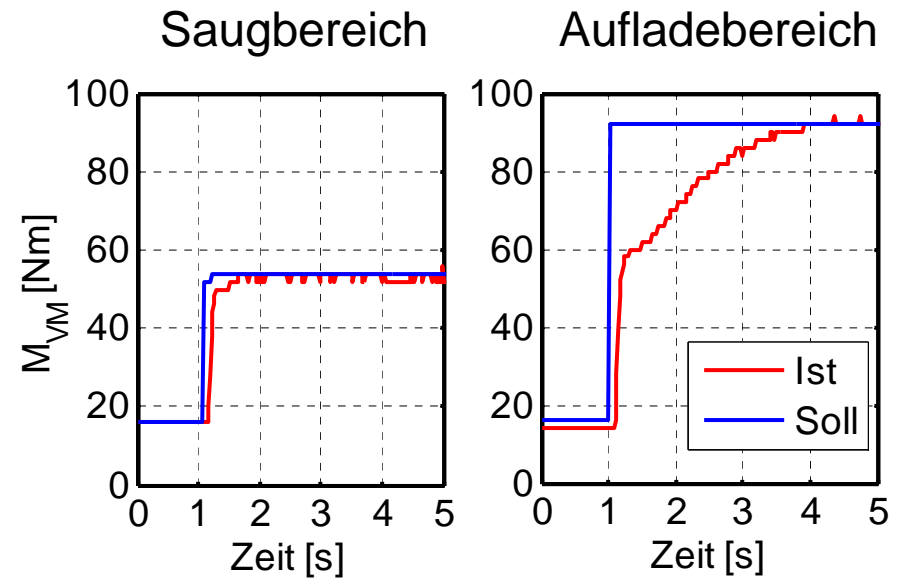
# Aufgaben Hybridkoordinator



# Kompensation Turboladerdynamik

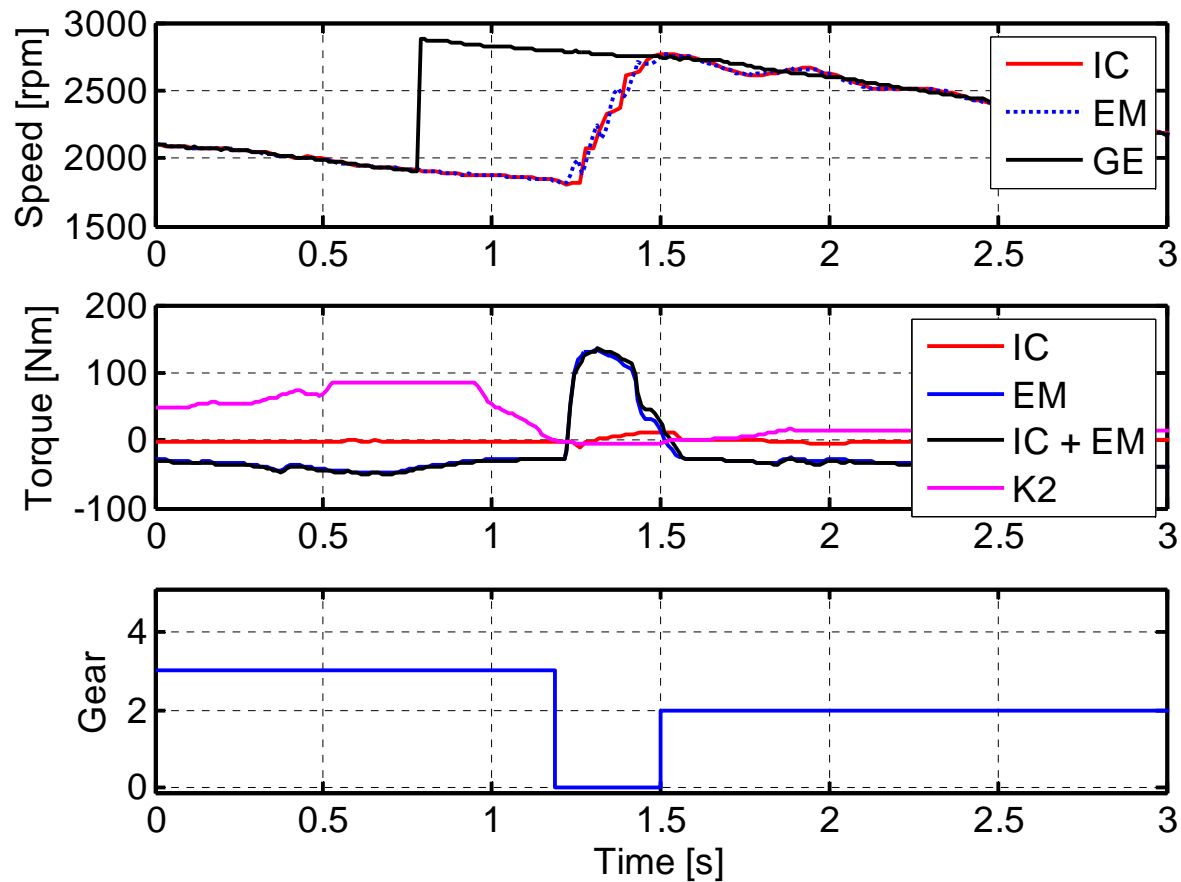
## Verbrennungsmotor

- Stark betriebspunktabhängiges Instationärverhalten
- Berücksichtigung im Modell
- Kompensation wünschenswert

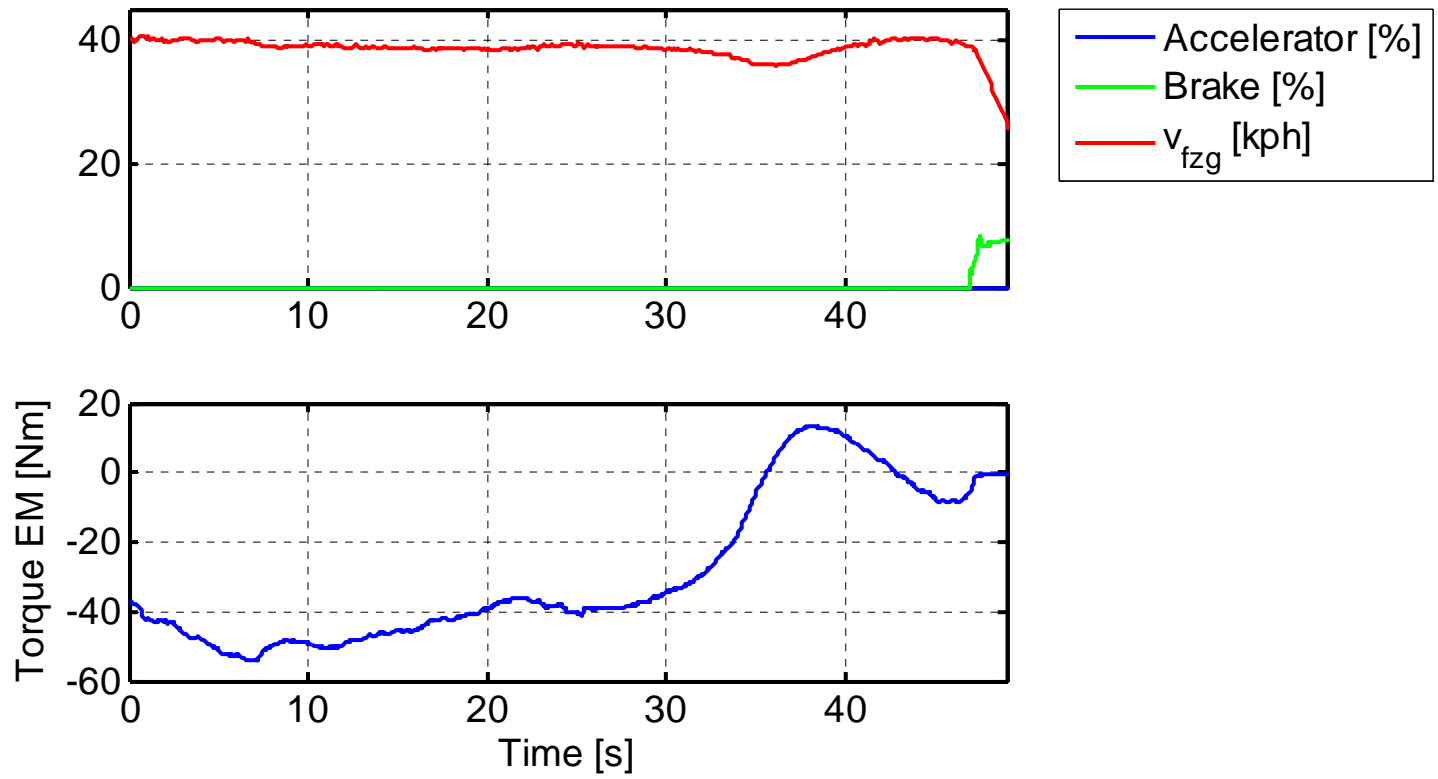


# Drehzahlangleich bei Schaltvorgängen

- Verbrennungsmotor wird bei Schaltvorgängen durch die E-Maschine auf die Getriebeeingangsdrehzahl synchronisiert



# Elektrischer Tempomat



- Volle Energierückgewinnung am Gefälle
- Keine Modifikation am Bremssystem notwendig

# Vorausschaubasierte Betriebsstrategie

## Streckengedächtnis

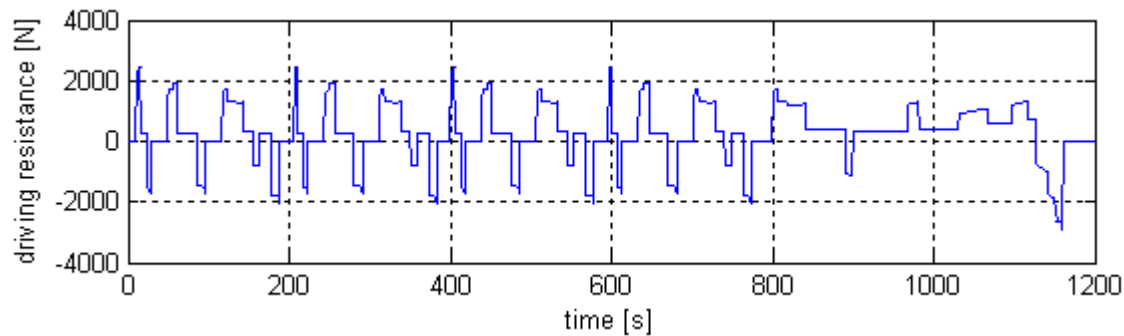
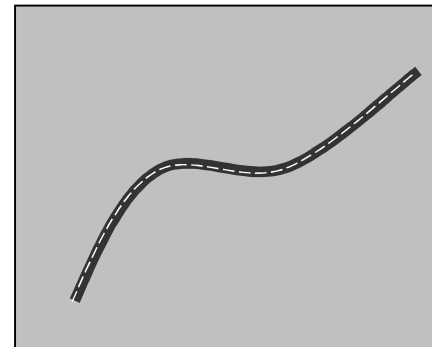
Streckenverlauf wird in Events gewandelt und in einer Datenbank gespeichert



# Bestimmen der Fahrwiderstände aus Datenbankinformationen

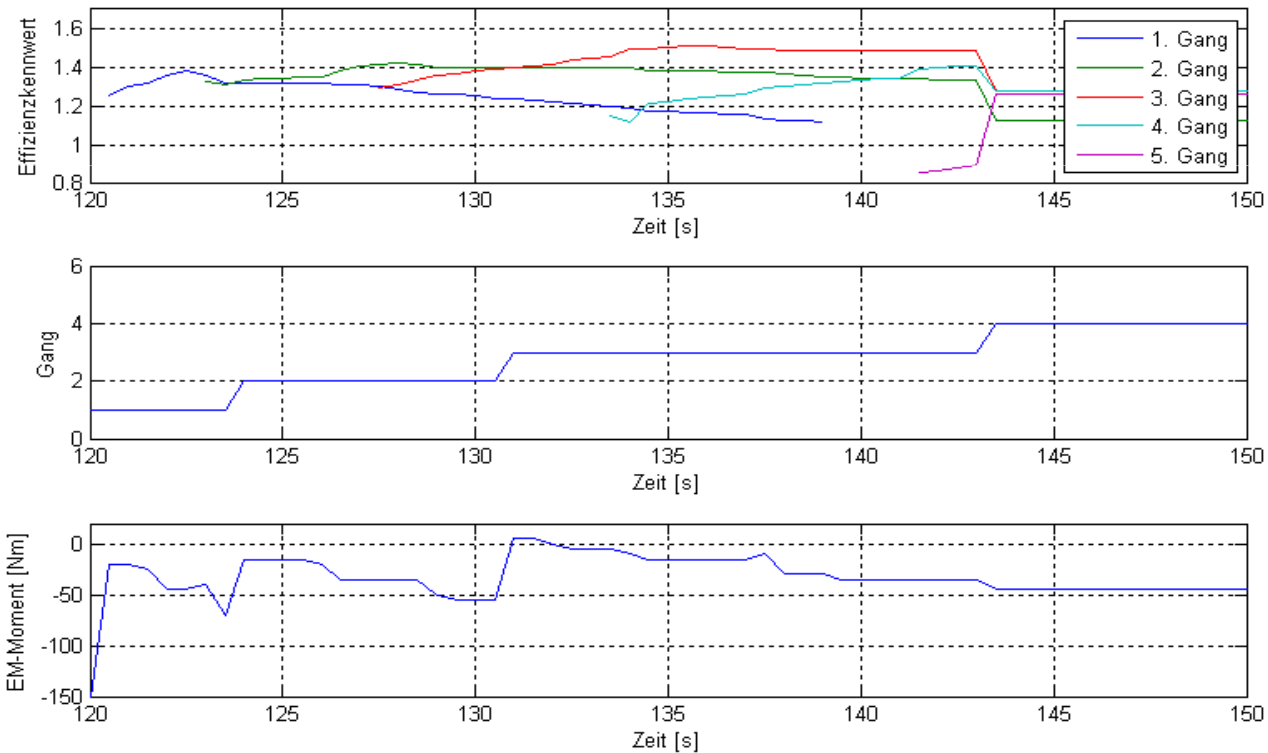
- Der Streckenverlauf wird aus den Datenbankeinträgen rekonstruiert
- Berechnung des Fahrwiderstandverlaufes

Distanz	Event	Parameter
1274	Steigung	p1,p2,p3,p4,...
1482	Geschwindigkeit	50
1510	Kurve	p1,p2,p3,p4,...
2100	Ampel	-

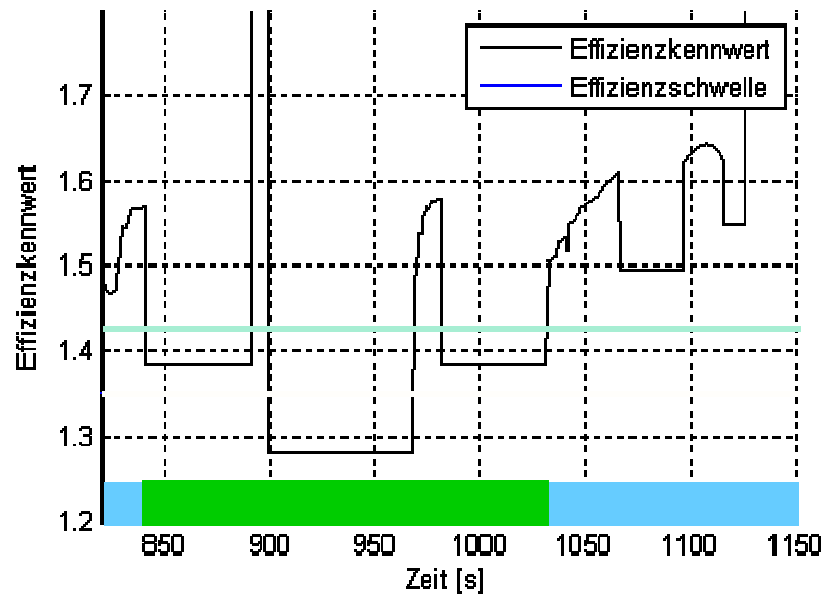


# Nutzung des Fahrwiderstandswissens für modellprädiktive Optimierung

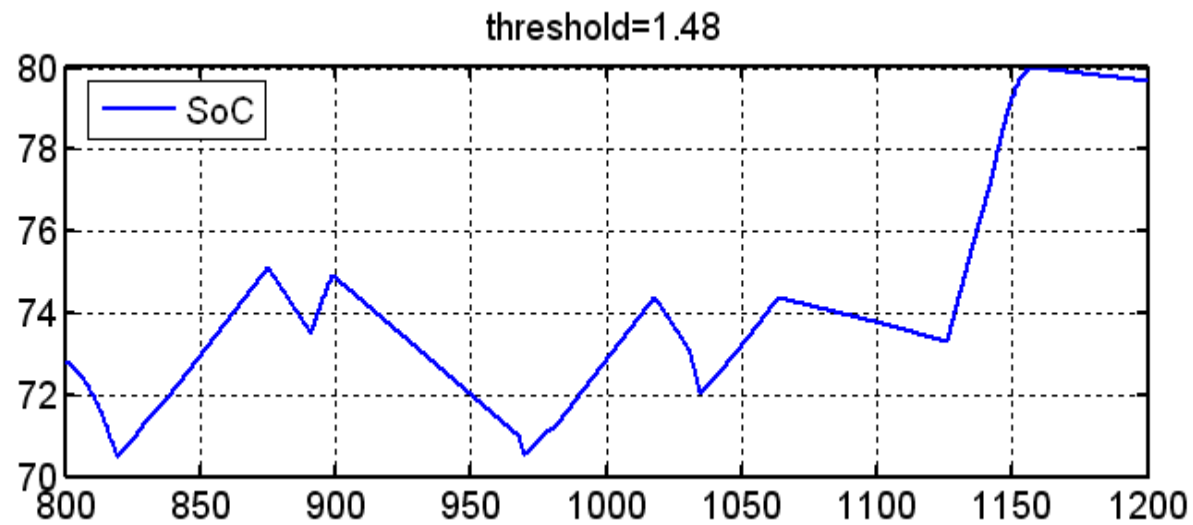
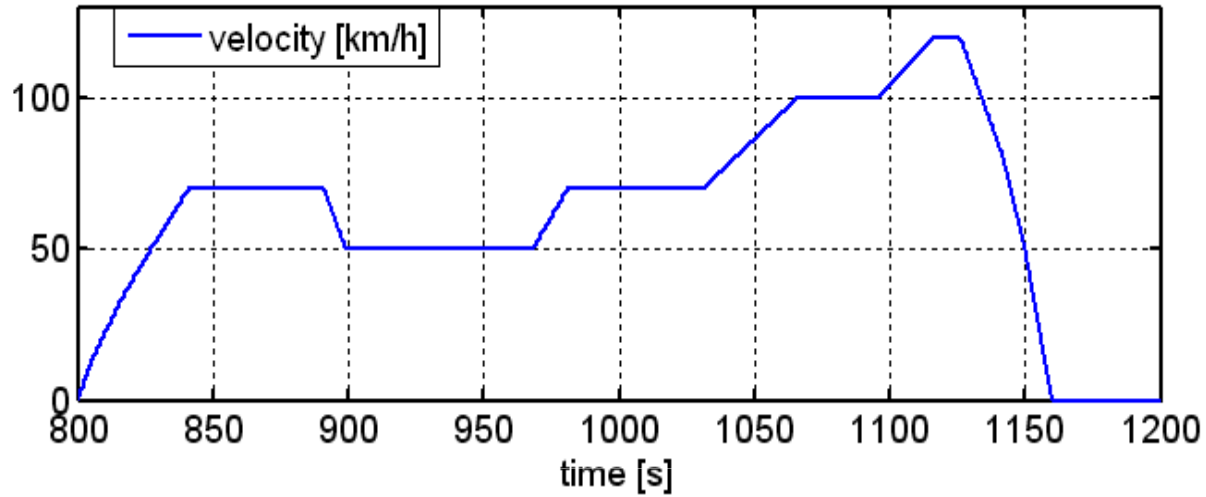
Bewertung der einzelnen Betriebspunkte des Fahrwiderstandsverlaufes führt zu Steuervektoren:



- Problem:  
Vorgestellte Bewertung führt durch Lastanhebung im allgemeinen zur Verletzung der oberen Ladegrenze
- Lösung:  
Ermitteln eines geeigneten Schwellwertes des Effizienzkennwertes für den Wechsel zum rein elektrischen Fahren
- Mittels Hysterese wird ein permanentes Hin- und Herschalten verhindert



ICE running  
ICE stopped



## Ergebnisse

- CO<sub>2</sub>-Emissionen von  $\approx 87$  g CO<sub>2</sub>/km (NEFZ) (simuliert)
  - Keine Vorausschauinformationen genutzt
  - 1701 kg Fahrzeuggewicht
  - 450 Watt Bordnetzlast
- Gleiches Fahrzeug ohne Hybridisierung  $\approx 112$  g CO<sub>2</sub>/km
  - 1575 kg Fahrzeuggewicht
  - 300 Watt Bordnetzlast



24 % Einsparung durch Hybridisierung

## Zusammenfassung

- Das Fahrzeugkonzept wurde erfolgreich umgesetzt
- Die Fahrleistungen entsprechen Fahrzeugen mit größerem Verbrennungsmotor
- Das Ausstoßziel von 90 g CO<sub>2</sub>/km wurde erreicht.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



**BOSCH**



Gefördert durch das



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

