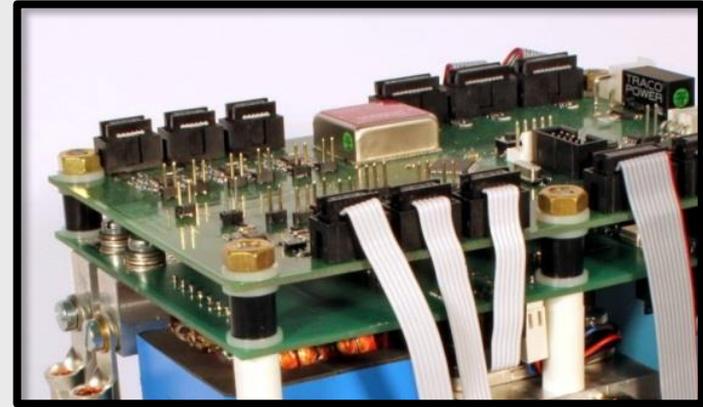
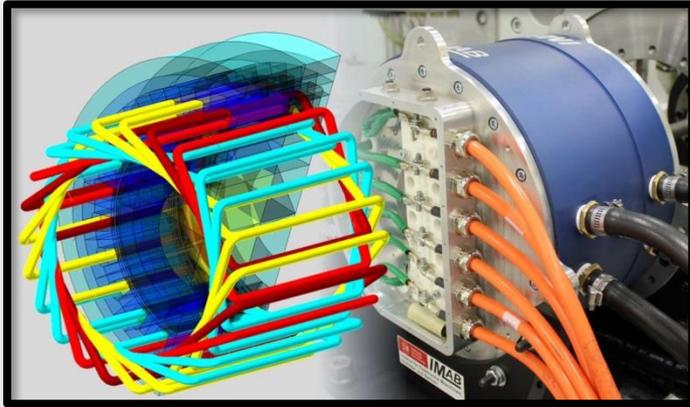




Technische  
Universität  
Braunschweig

**IMAB** Institut für Elektrische Maschinen,  
Antriebe und Bahnen  
TU Braunschweig



## Verlustanalyse im elektrischen Antrieb von Brennstoffzellenfahrzeugen bei variierender Zwischenkreisspannung

Dipl.-Ing. Anna-Lena Menn

ASIM, Hochschule Ulm, 09.-10.03.2017

# Motivation

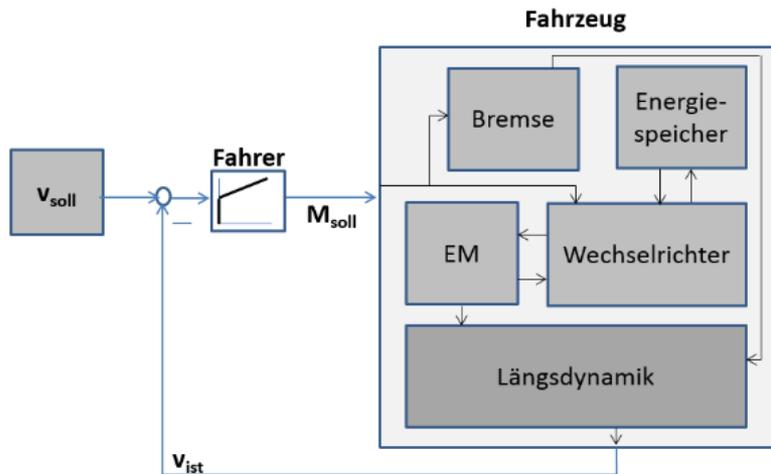


- Brennstoffzellenfahrzeuge im Bereich der Langstreckenmobilität besser geeignet als BEV
- Möglichkeit der Rekuperation erfordert zusätzliche Batterie
- Design der Zwischenkreistopologie
- Auswirkungen auf das Verlustverhalten der Maschine

# Gliederung

- Motivation
- Vorgehen
- Aufbau der Simulationsumgebung
- Einbindung und Einfluss der Regelstrategien
- Einfluss der Variation der Zwischenkreisspannung
- Zusammenfassung und Ausblick

# Vorgehen



Variation der  
Zwischenkreisspannung  
-----  
Variation der  
Regelung

*Analyse der Verluste*  
**Elektrische Maschine**

Eisenverluste

Stator

Kupferverluste

Stator

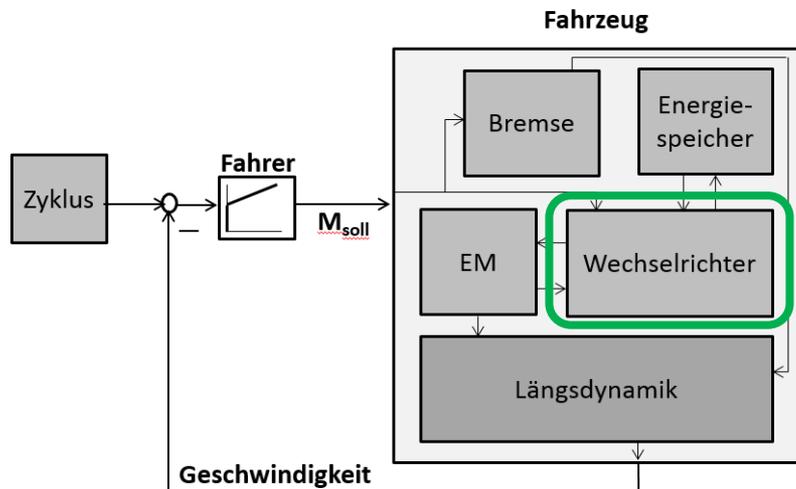
Rotor

**Leistungselektronik**

Durchlassverluste

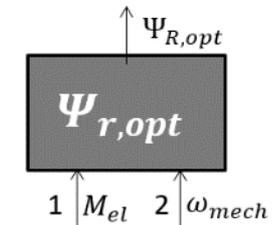
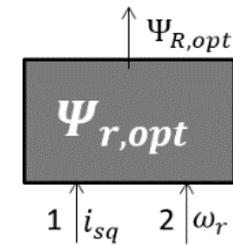
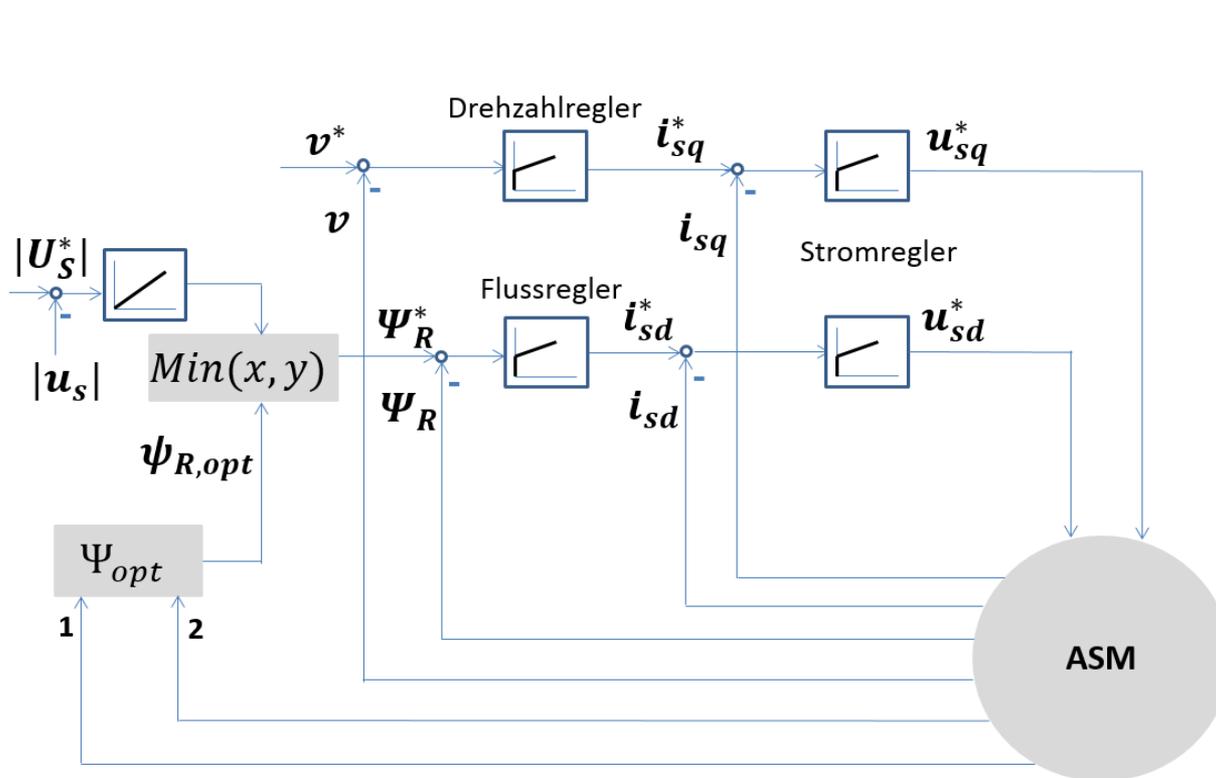
Schaltverluste

# Aufbau des Simulationsmodells

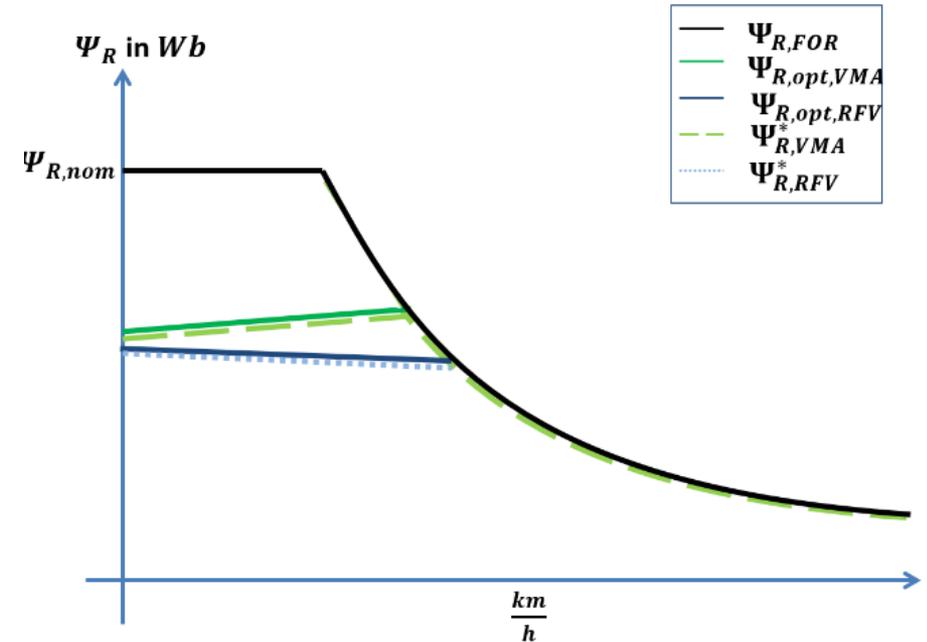
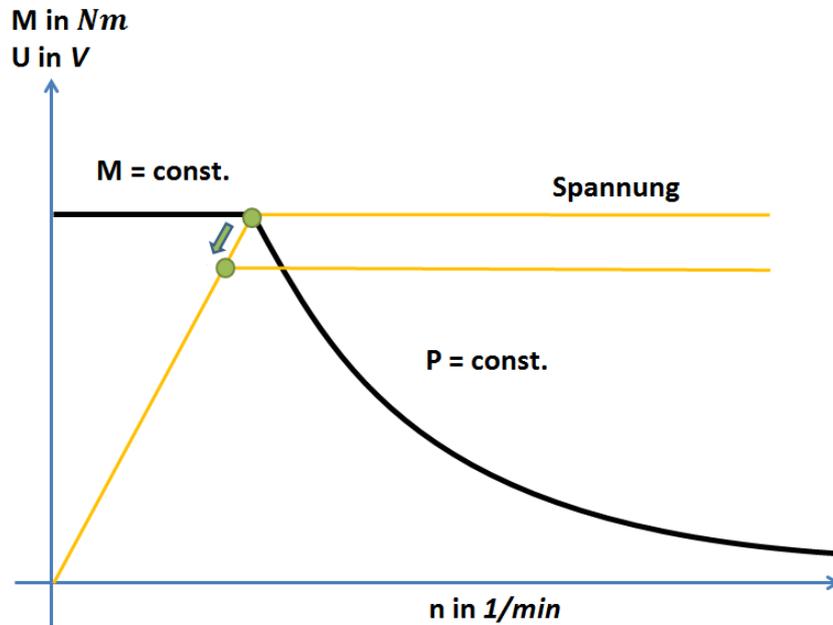


Parameter	Wert
Maschinentyp	Asynchronmaschine mit Käfigläufer (Cu)
Nennleistung	40 kW
Nenndrehzahl	5.000 1/min
Maximale Drehzahl	15.000 1/min
Schaltfrequenz	10kHz
Fahrzeug	Hochdachkombi
Brennstoffzellentyp	PEM

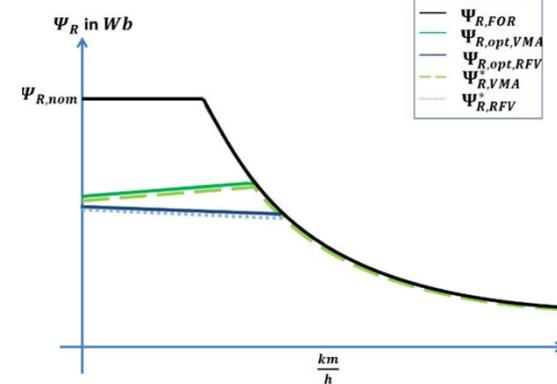
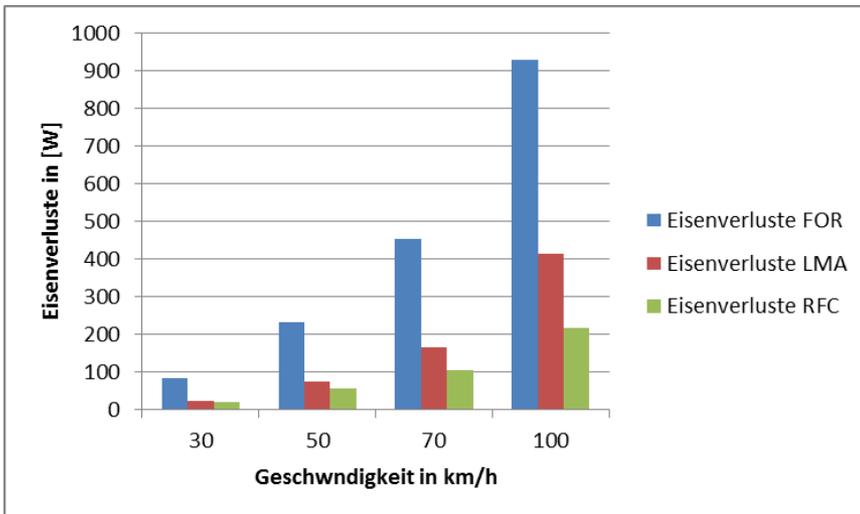
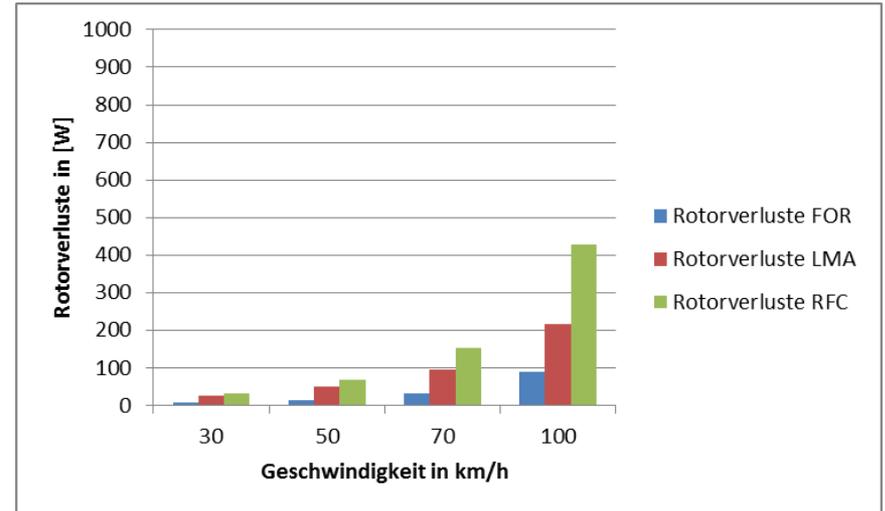
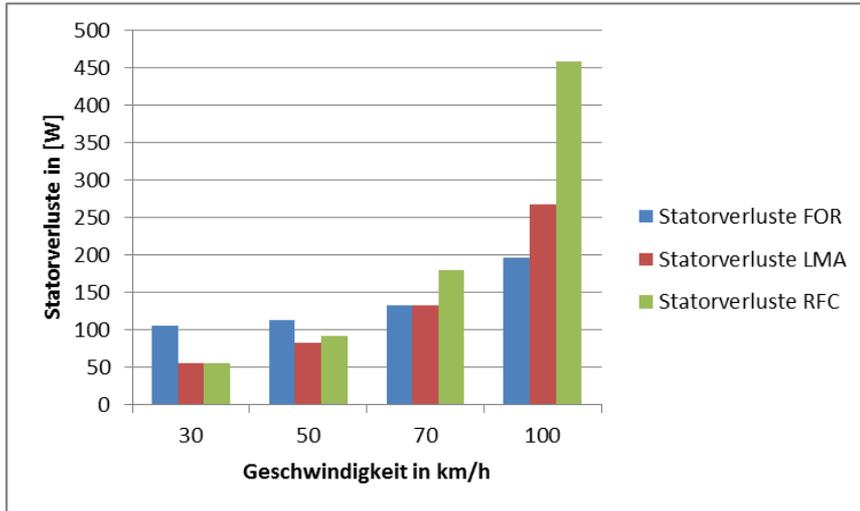
# Wirken und Einbindung der wirkungsgradoptimalen Regelstrategien



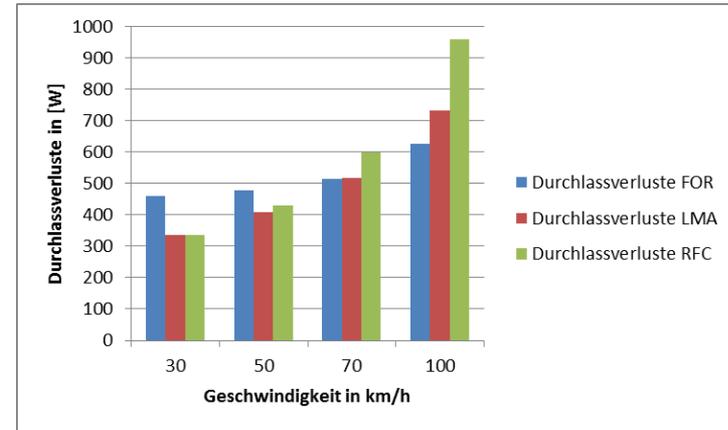
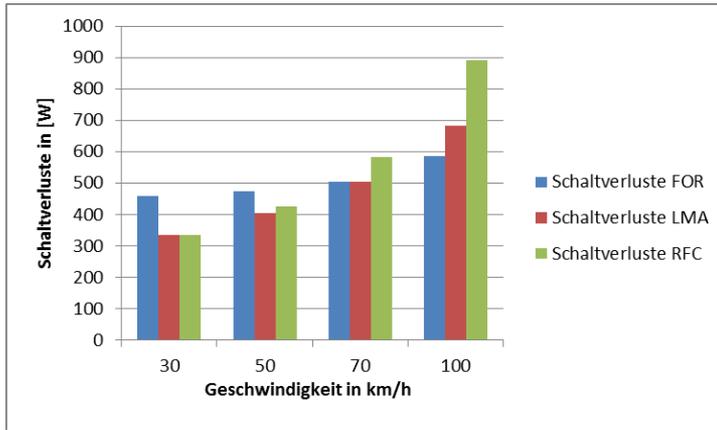
# Maschinen - und Flusskennlinie



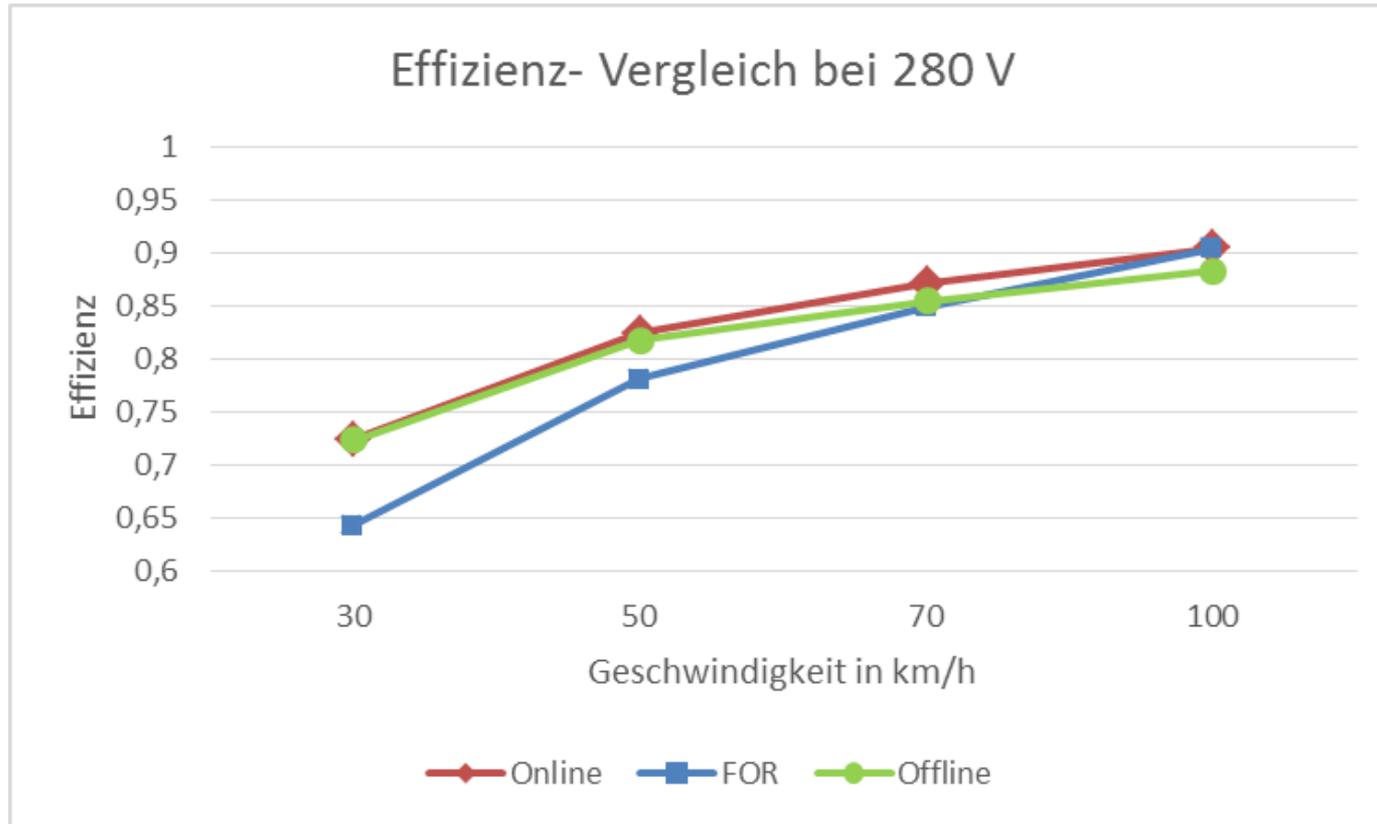
# Verlustverhalten bei variierender Regelung – Maschinenverluste



# Verlustverhalten bei variierender Regelung – Leistungselektronik

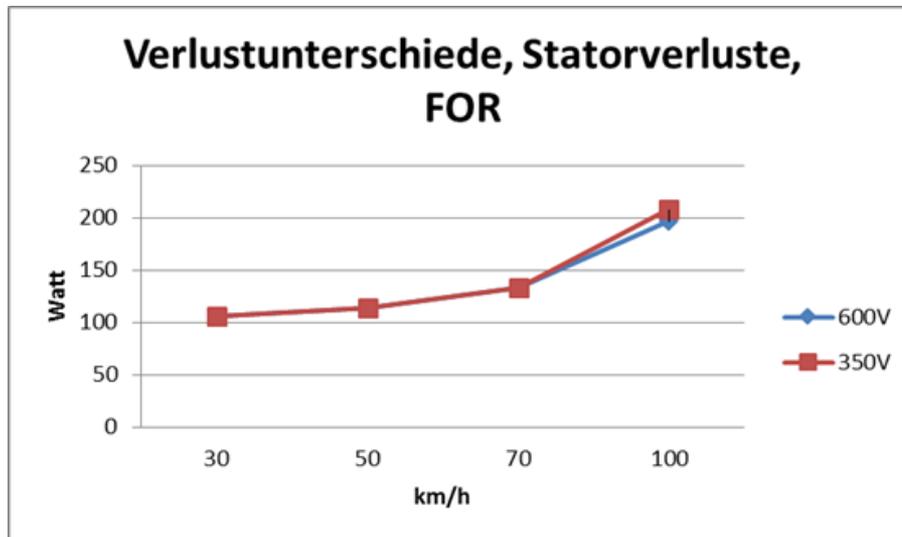


# Direkter Vergleich der Regelstrategien



# Verlustverhalten bei variierender Zwischenkreisspannung

- Auslegung auf eine Zwischenkreisspannung
- Unterschied zwischen  $U_{ZK,1}$  und  $U_{ZK,2}$  : 70 Volt
- Spannungsniveau beeinflusst Übergang zwischen Anker- und Feldschwächbereich



## Grundstellbereich ( $M = \text{const.}$ )

Nur  $P_{v,\text{Schalt}} \sim U_{\text{Zwischenkreis}}$

Grundwellenbetrachtung  $\rightarrow P_{v,Fe} = \text{const.}$

## Feldschwächbereich ( $P = \text{const.}$ )

$\psi$  ↓

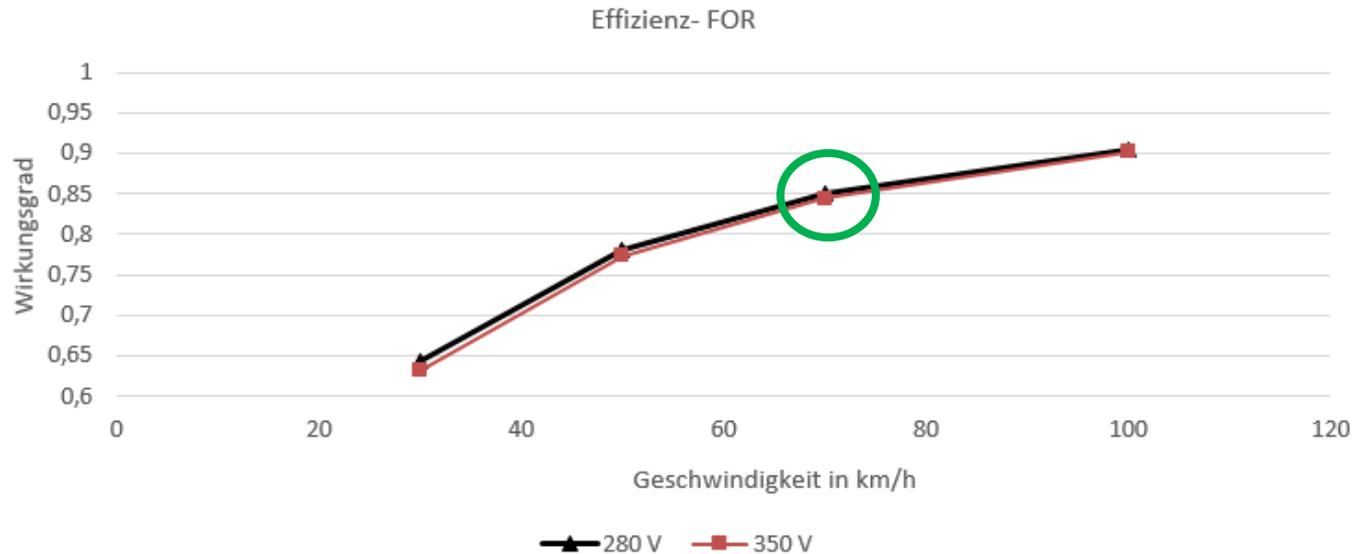
$P_{v,Fe}$  ↓

$I_s$  ↑

$P_{v,Cu}$  ↑

# Variierende Zwischenkreisspannung – FOR

- Effizienzunterschied zwischen den Spannungsebenen gering
- Verbesserung des Wirkungsgrades in Richtung niedriger Zwischenkreisspannung



**280V**

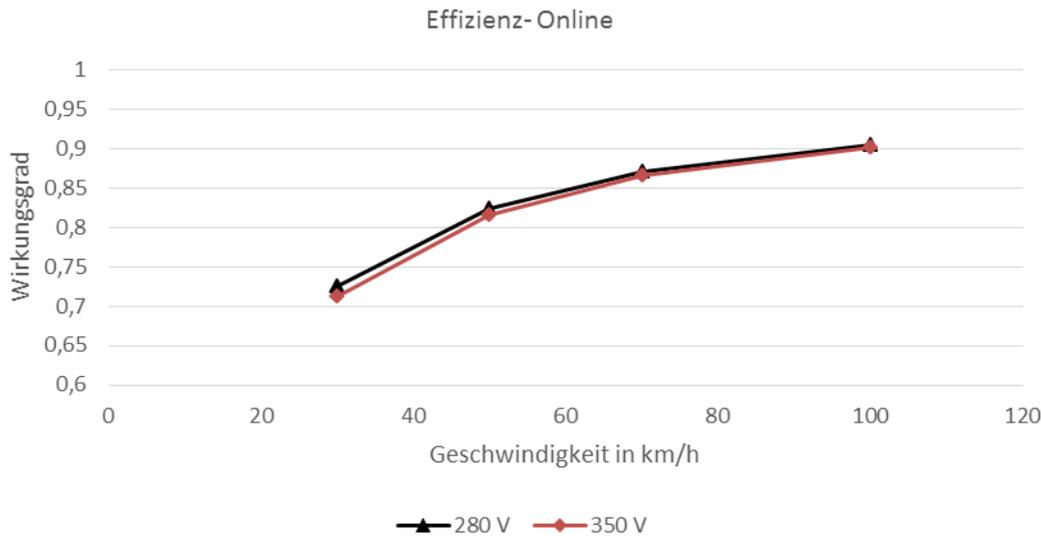
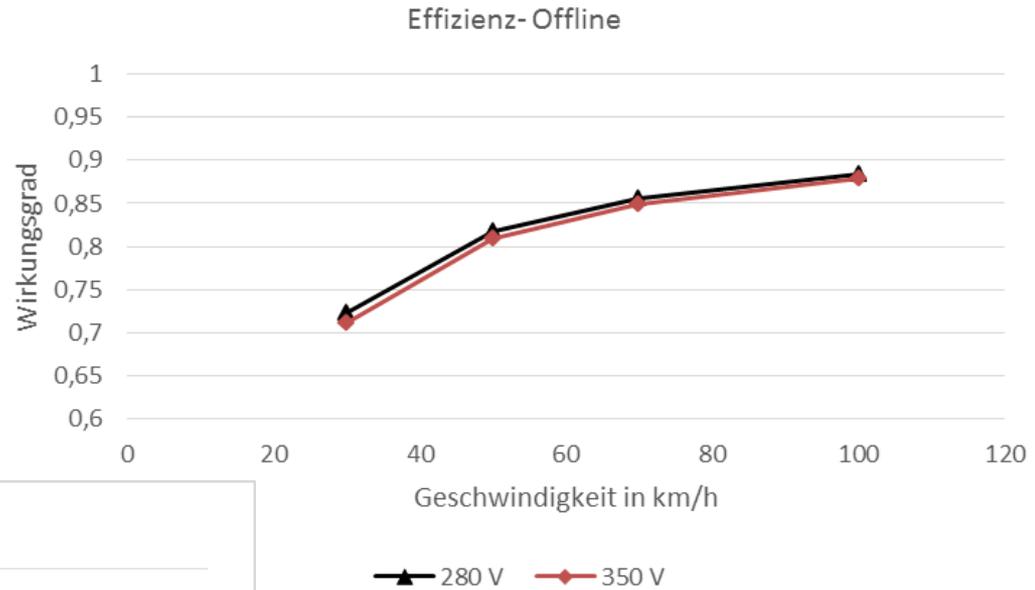
*Feldschwächung  
ab 70 km/h*

Eisenverluste ↓↓

Übrige Verluste ↑

$\eta_{280\text{ V}} > \eta_{350\text{ V}}$

# Variierende Zwischenkreisspannung – wirkungsgradoptimale Regelungen



# Zusammenfassung und Ausblick

Aufbau eines modularen Simulationsmodells

dynamisches Maschinenmodell

Energiespeicheremulator

Abbildung der Längsdynamik

Analyse der Verluste bei variierender Zwischenkreisspannung

Wahl des Regelverfahrens von Bedeutung

Höhe der Zwischenkreisspannung hat moderaten Einfluss auf die Effizienz

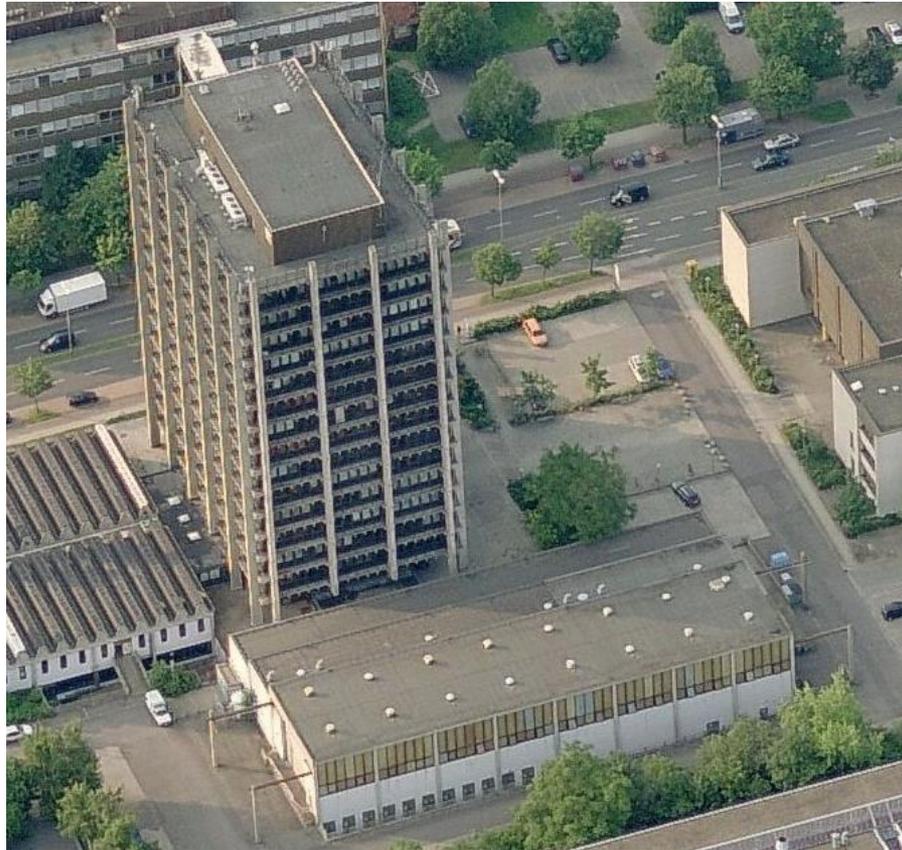
## Ausblick

Erweiterung des Energiespeichermodells um eine Li-Ionen-Batterie

Auswahl der optimalen Zwischenkreistopologie

Untersuchungen zur Bestimmung des optimalen Energiemanagements und  
akkuratem Zusammenspiel der beiden Energiespeicher

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Technische  
Universität  
Braunschweig

10.03.2017 | Verlustanalyse im elektrischen Antrieb von  
Brennstoffzellenfahrzeugen | Seite 15

**IMLAB** Institut für Elektrische Maschinen,  
Antriebe und Bahnen  
TU Braunschweig

# Folie mit graphischen Elementen

- Lorem ipsum dolor sit amet,
- consetetur sadipscing elitr,
- sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat.

