

## Leitgedanken

### Vom Industrieantrieb zum Automobil

Seit über 100 Jahren werden Elektromotoren als Massenprodukt für Industrieantriebe entwickelt und produziert. Unser Ziel ist es, dieses Wissen auf Motoren für die Automobilindustrie zu übertragen und gleichzeitig neuartige Motorkonzepte zu untersuchen.

### Veränderter Einsatzbereich

Im Vergleich zu Industrieantrieben müssen Motoren für die Automobilindustrie andere Anforderungen erfüllen, z.B. hohe Leistungsdichte und Drehzahlen, geringes Geräusch und Vibration.

### Integration im Gesamtsystem

Die optimale Auslegung von Elektromotoren erfolgt immer im Kontext des gesamten Antriebstrangs (Energiespeicher, Leistungselektronik, Elektromotor, Getriebe) und orientiert sich an den gewünschten Fahrzeugeigenschaften (Gewicht, Beschleunigung, Geschwindigkeit).

### Interdisziplinär

Die Forschung erfolgt in einem interdisziplinären Team der Fachrichtungen Elektrotechnik, Informationstechnik und Maschinenbau.



## Kontakt

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Elektrotechnisches Institut (ETI)  
Hybridelektrische Fahrzeuge (HEV)

Prof. Dr.-Ing. Martin Doppelbauer

Telefon: 0721 608-46250

Fax: 0721 608-42921

E-Mail: [Martin.Doppelbauer@kit.edu](mailto:Martin.Doppelbauer@kit.edu)

### Campus Süd

Engelbert-Arnold-Str. 5, Geb. 11.10  
76131 Karlsruhe



### Campus Ost

Rintheimer Querallee 2, Geb. 70.04  
76131 Karlsruhe



[www.eti.kit.edu](http://www.eti.kit.edu)



## Hybridelektrische Fahrzeuge

## Motorenprüfstände

Martin Doppelbauer  
Univ.-Prof. Dr.-Ing.

Elektrotechnisches Institut (ETI)



KIT – Universität des Landes Baden-Württemberg und  
nationales Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft

[www.kit.edu](http://www.kit.edu)

## Motorenprüfstände

Das HEV-Motorenprüffeld besteht derzeit aus drei Motorenprüfständen mit Leistungen bis 250 kW, Drehzahlen bis 18.000 1/min und Drehmomenten bis 540 Nm. Damit können Hybrid- und Traktionsmotoren in allen Leistungsbereichen -vom Klein- bis zum Sportwagen- geprüft werden.

Technische Daten der drei Prüfstände				
$P_{\max}$	kW	250	300	180
$M_{\max}$	Nm	540	270	143
$n_{\max}$	1/min	15000	18000	12000
$U_{dc}$	V	900	900	900
$I_{dc,\max}$	A	900	900	900
$I_{Mot,\max}$	$A_{\text{eff}}$	470	400	300
$f_{T,\max}$	kHz	15	15	15

### Leistungselektronik

Die zum Betrieb der Motoren (Lastmaschine und Prüfmaschine) eingesetzte Leistungselektronik (Abbildung 1) ist eine vollständige Eigenentwicklung des Elektrotechnischen Instituts (ETI). Der modulare Aufbau ermöglicht es, den zu prüfenden Motor mit kundeneigener Hardware (z.B. Traktionsumrichter für den Automotive-Einsatz) in den Prüfablauf zu integrieren. Dadurch werden maximale Freiheitsgrade für den Testbetrieb erzielt.

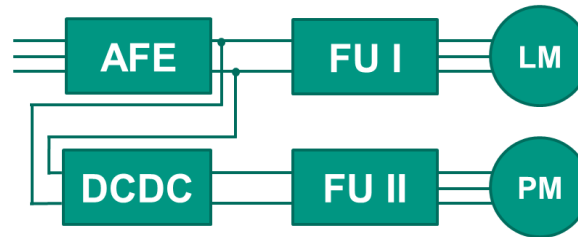


Abbildung 1: Blockschaltbild Leistungselektronik

Mit der netzseitigen Active-Front-End-Schaltung (AFE) kann die Zwischenkreisspannung gegenüber dem Gleichrichtwert deutlich angehoben werden. Weitere Vorteile liegen in der Rückspeisefähigkeit und der blindleistungsarmen Stromaufnahme.

Der DC/DC-Wandler stellt eine konstante Zwischenkreisspannung oder wahlweise eine Batteriesimulation für den Prüfling zur Verfügung. Nachgeschaltet folgen die beiden Maschinenumrichter FU I und FU II. Da die gesamte Software selbst entwickelt wurde, besteht maximale Flexibilität bei der Auswahl der gewünschten Regelalgorithmen und Pulsverfahren.

### Leistungsmessung

Die mechanische und elektrische Leistungsmessung erfolgt mit hochgenauen Drehmomentmesswellen und elektronischen Leistungsmessgeräten, wie sie auch in typischen Prüfständen der Automobilindustrie zum Einsatz kommen.

### Vollständige Kennfeldvermessung

Für die vollständige Charakterisierung einer elektrischen Maschine ist die Bestimmung der elektromagnetischen Flüsse und der Verluste über einen weiten Bereich von

Drehzahlen und Drehmomenten erforderlich (Abbildung 2).

Hierzu sind umfangreiche Erfahrungen für allen klassischen Maschinentypen (ASM, PMSM und FESM) vorhanden.

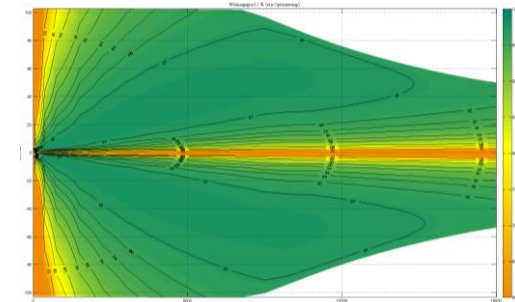


Abbildung 2: Wirkungsgradkennfeld

### Analyse fahrzyklusbasierter Aspekte

Als Erweiterung der Kennfeldvermessung mit statischen Bedingungen (konstante Zwischenkreisspannung, Motortemperatur, usw.) können auch fahrzyklusbasierte Analysen durchgeführt werden. Hierbei können beispielsweise Aussagen zum dynamischen Verhalten des Motors getroffen oder der Einfluss einer schwankenden Spannungsversorgung analysiert werden.

### Ausblick

Eine Erweiterung des Drehzahlbereichs bis 30.000 1/min und die Ausrüstung mit NVH (Noise, Vibration, Harshness) Messtechnik ist für die nächsten Jahre geplant.