

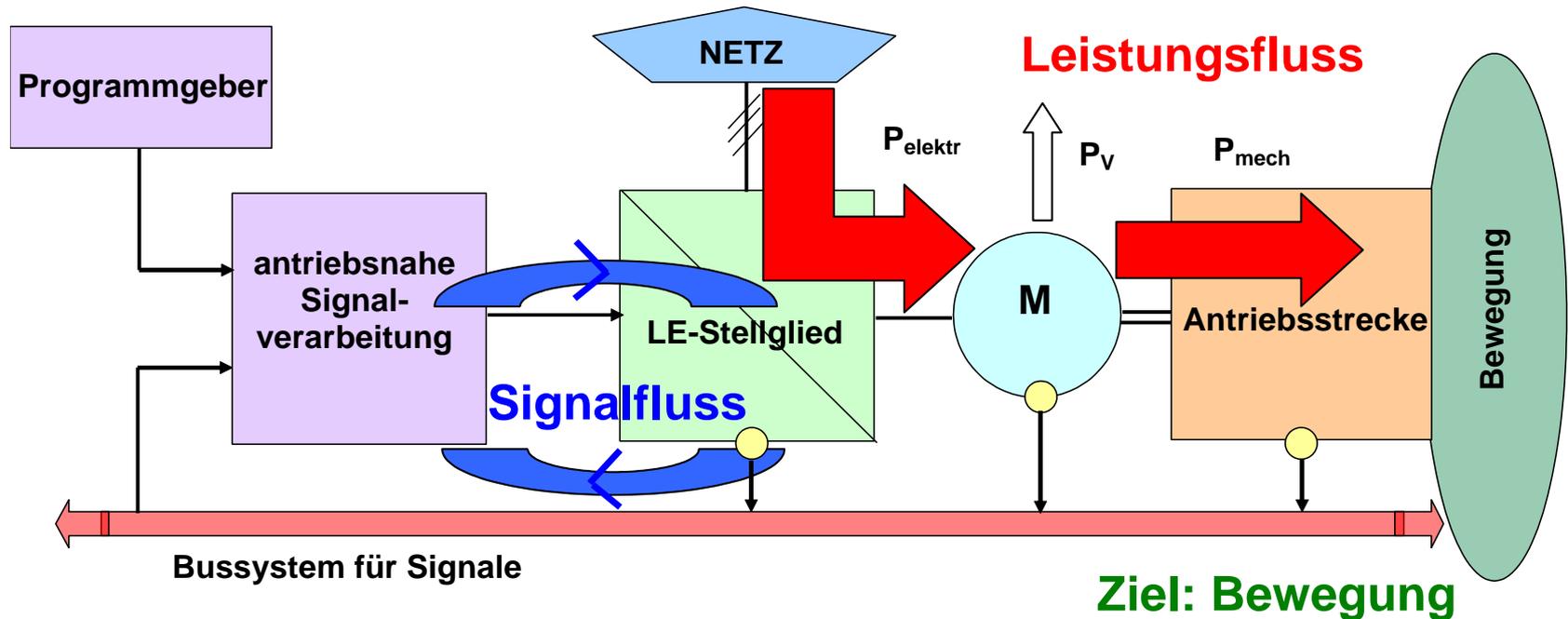


Vorstellung des Wahlpflichtprofils Makromechatronik

PD Dr.-Ing. habil. Volkmar Müller

Dresden, 01. April 2020

Was ist Makromechatronik? – Übersicht (1)



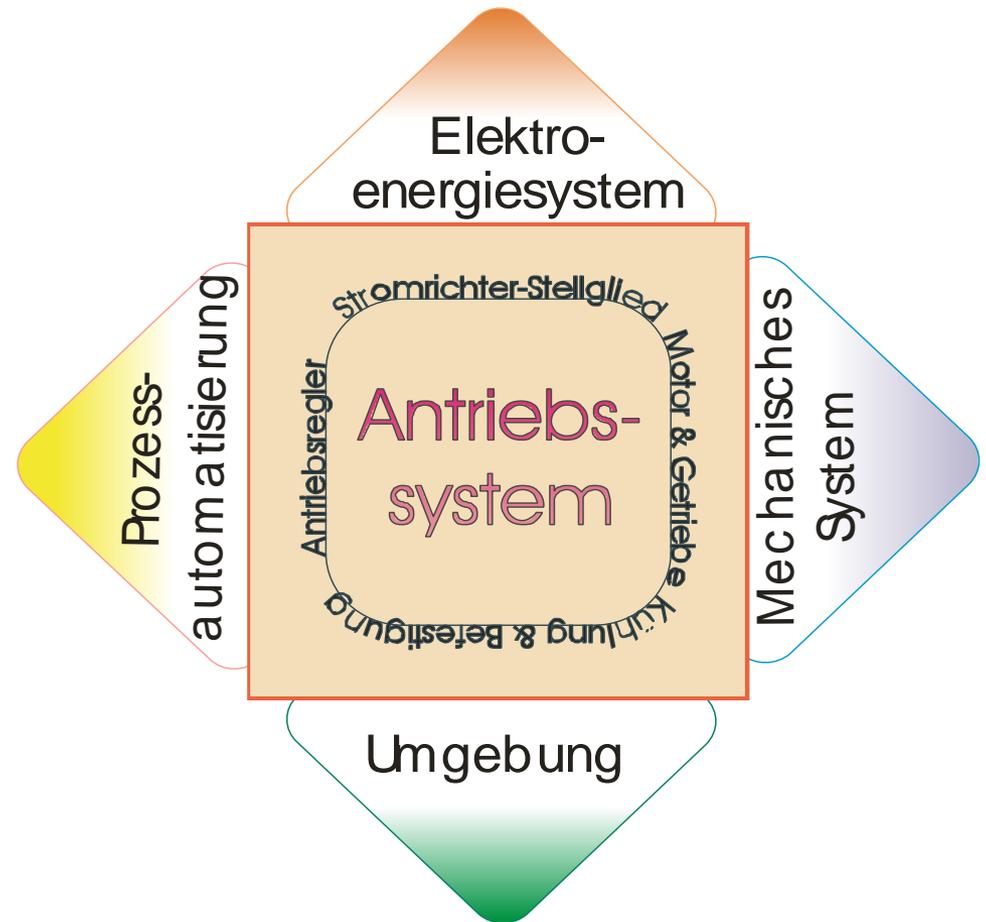
Makromechatronische Systeme ($P = 1 \text{ kW} \dots 10 \text{ MW}$) enthalten gesteuerte und geregelte elektromechanische **Energiewandler**. Diese erzeugen durch die Wechselwirkung von **Leistungsfloss** und **Signalfloss** Bewegungen.

Was ist Makromechatronik? – Übersicht (2)

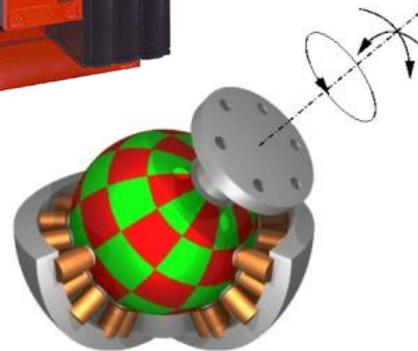
Das makromechatronische System und seine Schnittstellen

Das Synonym zum makromechatronischen System ist das elektrische Antriebssystem mit den Schnittstellen :

- Mechanisches System
- Automatisierungssystem
- Energieversorgungsnetz
- Umgebung (Wärme, Geräusche, Schwingungen)



Was ist Makromechatronik? – Anwendungen



Fa. Theegarten Pactec



Inhalte des Profils Makromechatronik

Lehrveranstaltungen der **methodenorientierten** Module:

Modul M04: Regelung/Steuerung

- LV 1 **Stochastische Signale und Systeme**
- LV 2 **Regelungstechnik II**
- LV 3 **Nichtlineare Regelungssysteme**
- PK** **Komplexpraktikum Regelung/Steuerung**

Modul M05: Elektrische Antriebstechnik:

- LV 1 **Elektrische Antriebe**
- LV 2 **Leistungselektronik II**
- LV 3 **Elektrische Maschinen I**
- PK** **Komplexpraktikum Antriebstechnik**

Inhalte des Profils Makromechatronik

Lehrveranstaltungen der **anwendungsorientierten** Module

Modul A01: Kraftfahrzeugtechnik

LV 1 **Längsdynamik**

LV 2 **Quer- und Vertikaldynamik**

LV 3 **Konstruktion und Berechnung von KFZ**

LV 4 **Simulation Kraftfahrzeugtechnik**

LV 5 **Elektronik und Informationstechnik im KFZ**

PK Laborpraktikum KFZ-technik

Modul A02: Schienenfahrzeugtechnik

LV 1 **Schienenfahrzeug-/Bremstechnik**

LV 2 **Elektrische Bahnen**

LV 3 **Mehrkörperdynamik**

LV 4 **Bahnsicherungssysteme**

PK Komplexpraktikum Schienenfahrzeugtechnik

Modul A04: Bewegungssteuerung

LV 1 **Automatisierte Antriebe**

LV 2 **Digitale Antriebsregelung**

LV 3 **Entwurf von Antriebssystemen**

PK **Komplexpraktikum Bewegungssteuerung**

Modul A05: Luft- und Raumfahrt

LV 1 **Lageregelung für Raumfahrzeuge**

LV 2 **Raumstationen**

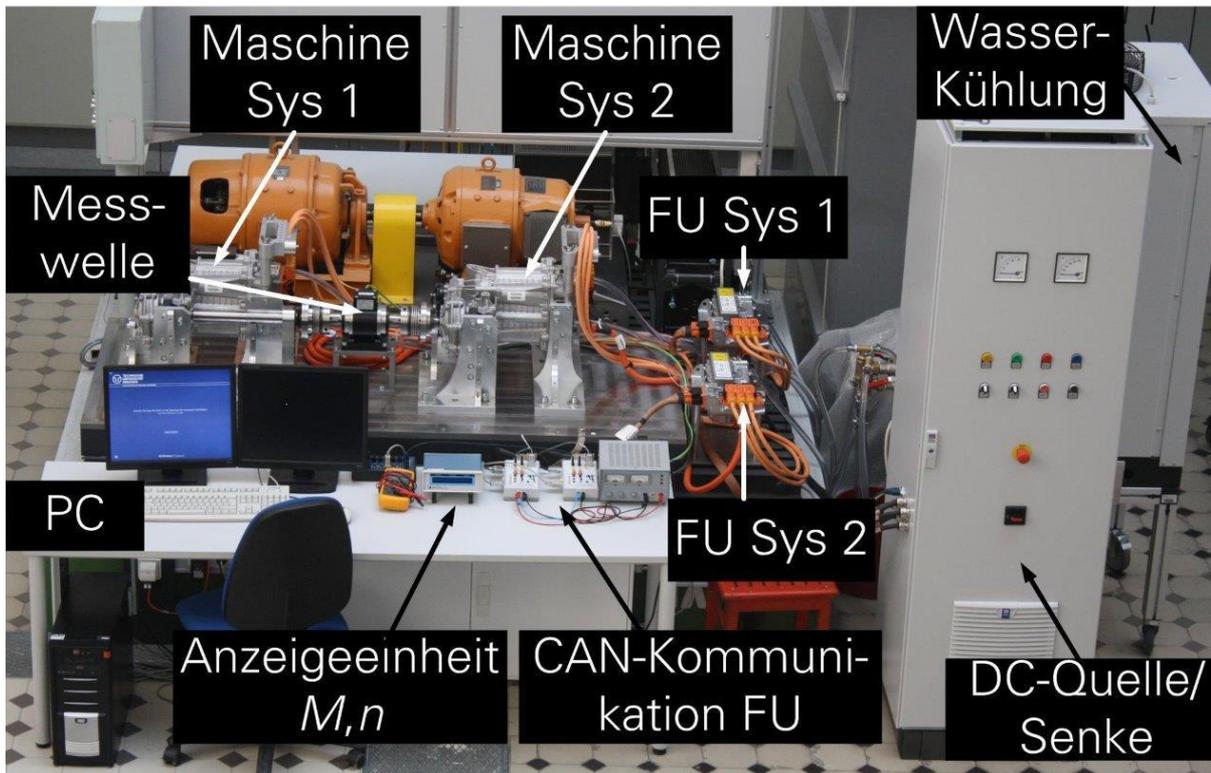
LV 3 **Luftfahrzeugkonstruktion 1**

LV 4 **Faserverbundkonstruktion**

PK **Komplexpraktikum Luft- u. Raumfahrt**

Beispiele mechatronischer Systeme im Praktikum (1)

Versuchsstand „Elektromobilität“

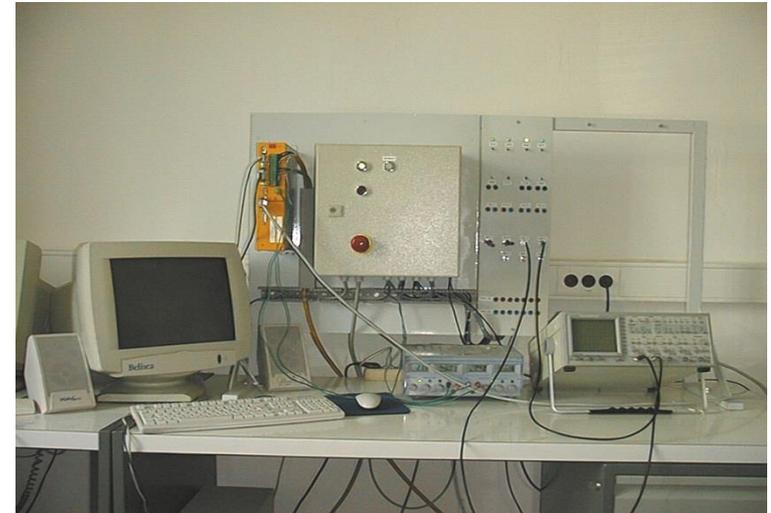
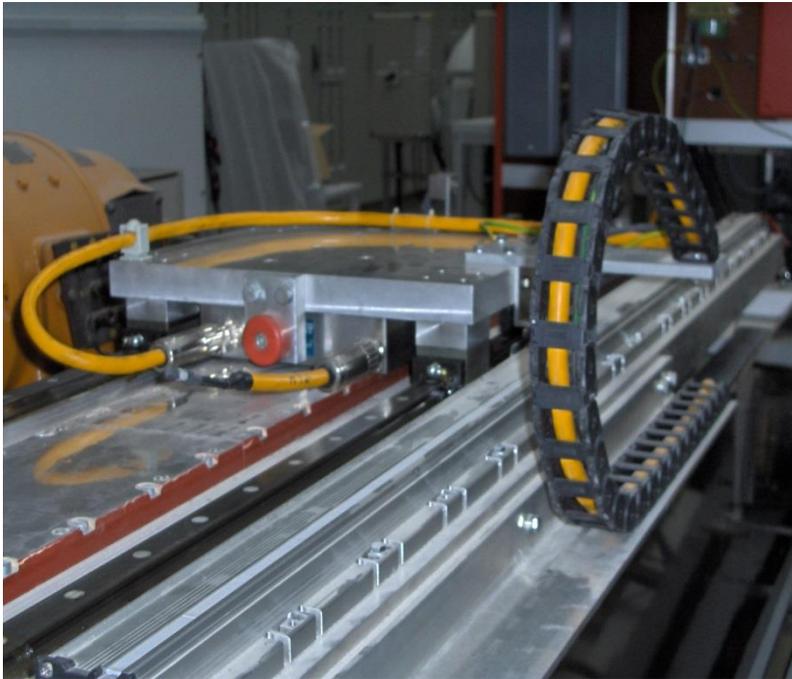


Mit zwei gekoppelten Antriebseinheiten des „Renault Zoe“ (EV)

Untersuchungen zu:

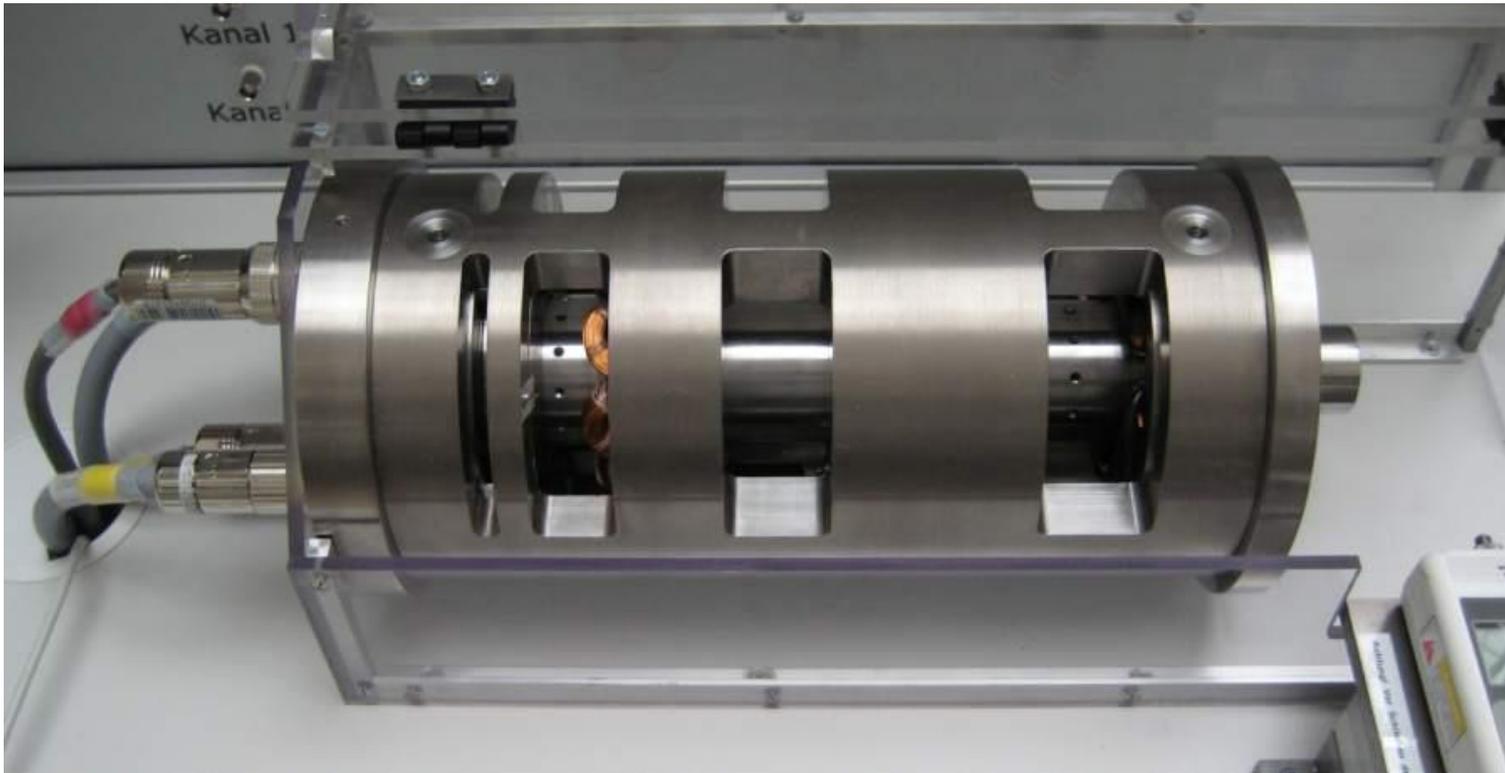
- Leistungsmessung
- Wirkungsgrade
- Fahrzyklen
- Batterienachbildung
- Kühlung
- Kommunikation über Bussysteme

Beispiele mechatronischer Systeme im Praktikum (2)



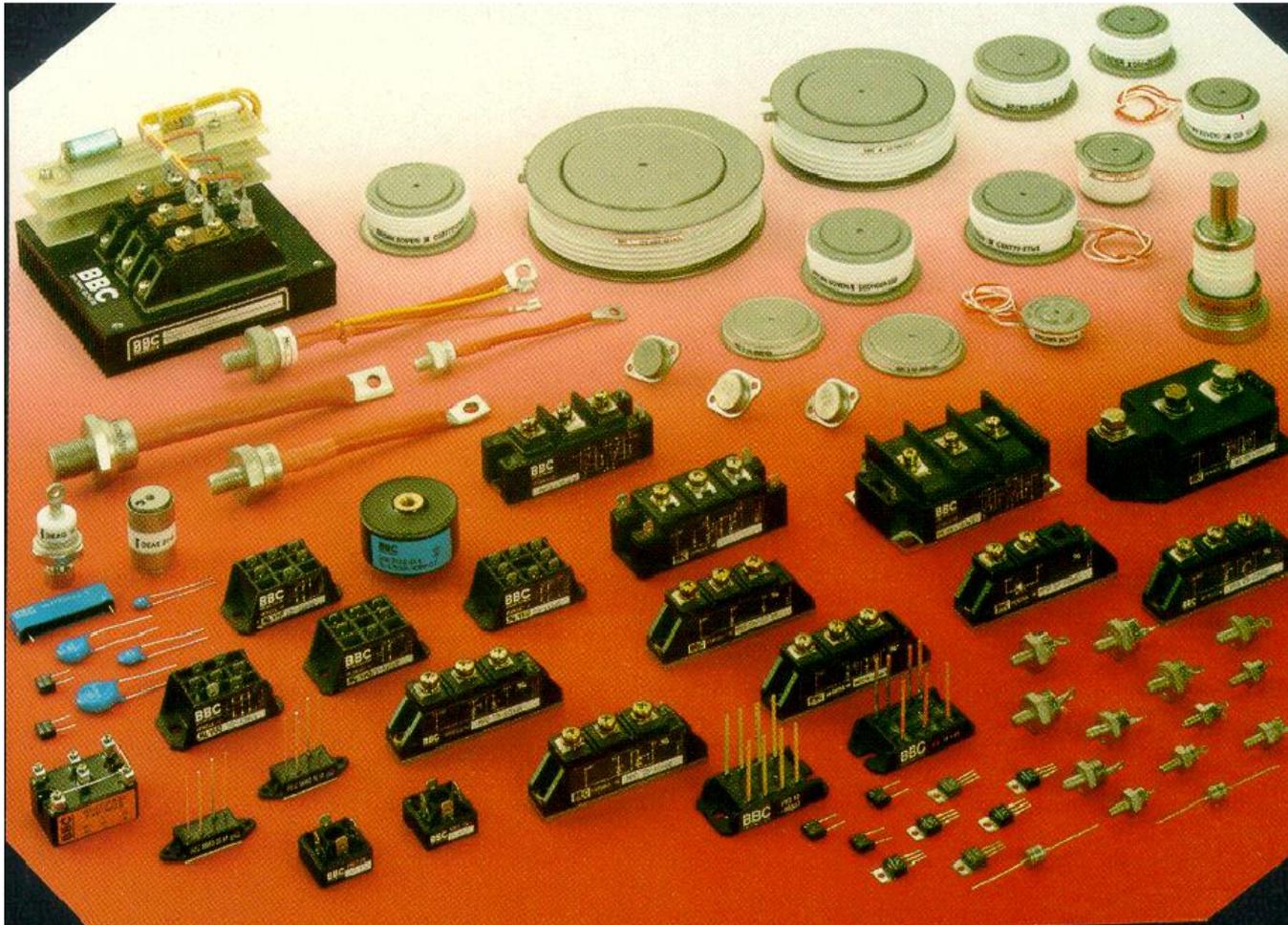
Regelung von **Linearantrieben** für Vorschubachsen in Werkzeugmaschinen, aber auch unkonventionelle Anwendungen: Rammen, Pressen

Beispiele mechatronischer Systeme im Praktikum (3)



Magnetlagertechnik für extrem schnelllaufende Motoren ($N_{\max} = 30.000 \text{ min}^{-1}$) anstelle konventioneller Lager. Foto: Demonstrationsmodell in offener Bauweise

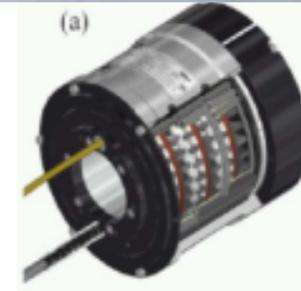
Komponenten: Halbleiter-Leistungsbaulemente bis 6 kA und 8 kV



Komponenten: energieeffiziente Motoren und Generatoren



Neue Werkstoffe
Neue Konstruktionen



Komponenten: Informationselektronik und Software



Verbindung und konstruktive Einheit von
Leistungselektronik - Informationselektronik

Technologietrend - Regenerative Kraftwerke



**Windkraftgenerator und Getriebe
in der 1,5MW Klasse**



**Windkraftgeneratoren mit 1,5MW
als mechatronischer Direktantrieb**

Nutzung der
Windkraft



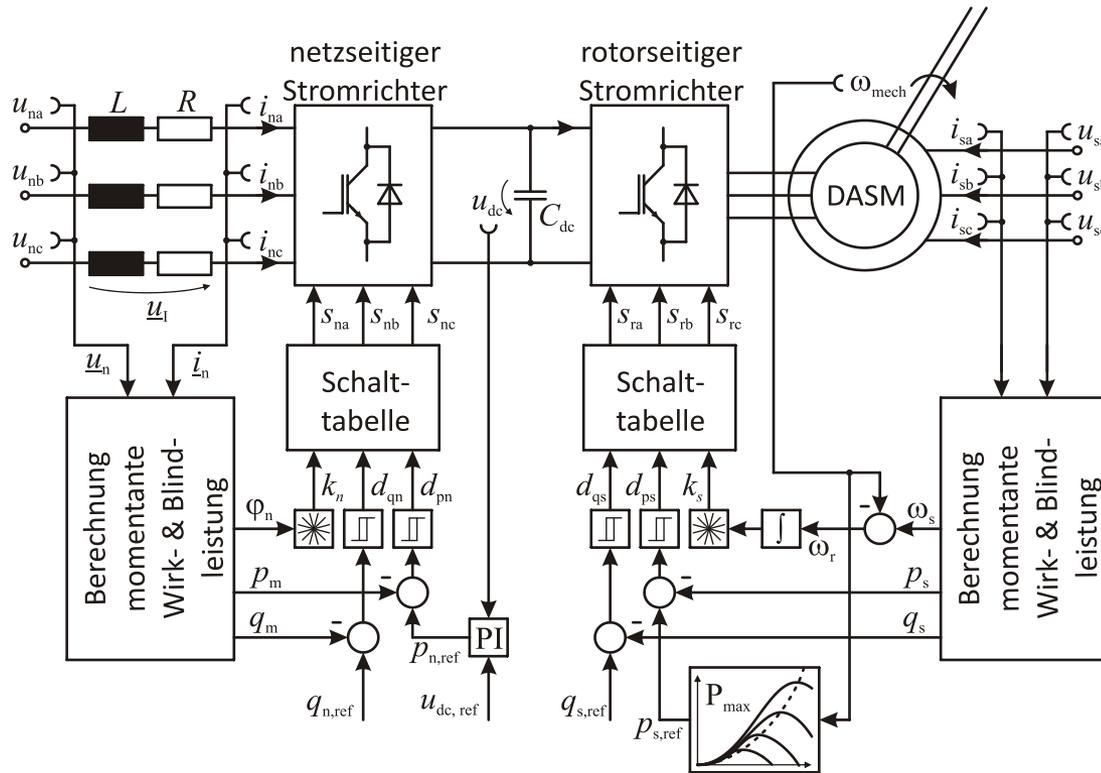
Integrierte Wasserkraftgeneratoren



Meereswellengenerator

Nutzung der
Meeresströmung
und Gezeiten

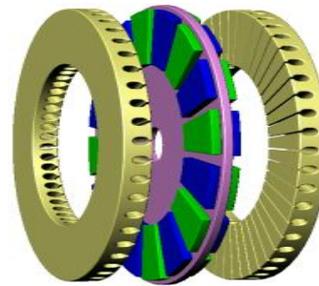
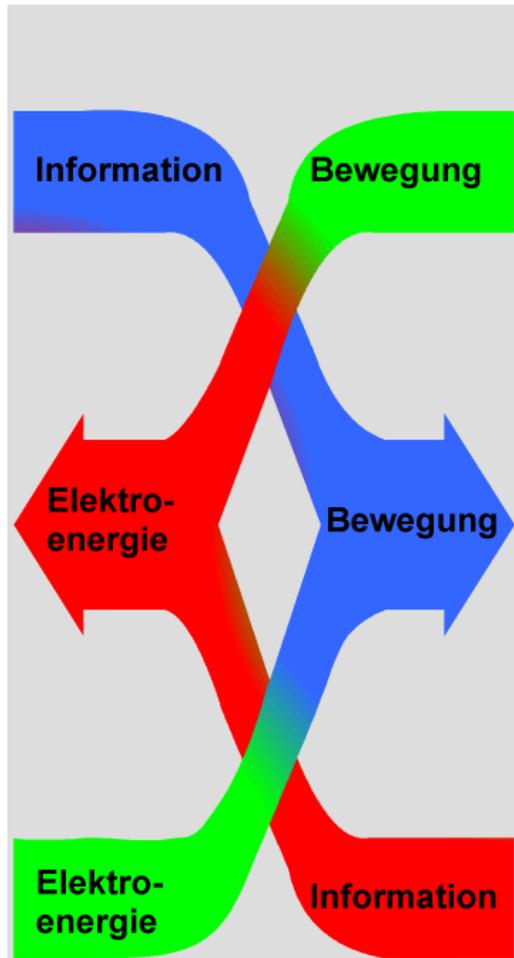
Beispiele zur Forschung



Direkte Leistungsregelung (DPC) von Asynchrongeneratoren für den Einsatz in Windenergieanlagen



Trend: Energieeffizienzmethoden



Motoren: Design
 Regelung
 Kühlung

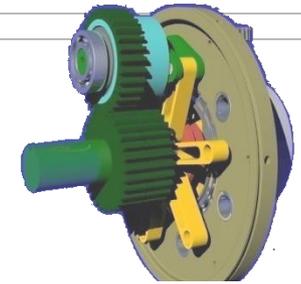


Magnetlager: Regelung
 Sensorik



Anlagen: Regelung
 Auslegung

Forschung: Energieoptimale Steuerung elektrischer Antriebe mit stufenlos variablen Getrieben (CVT)



Anwendungsbeispiel
Beschleunigungsantriebe



Lösen nichtlinearer
Optimierungsprobleme



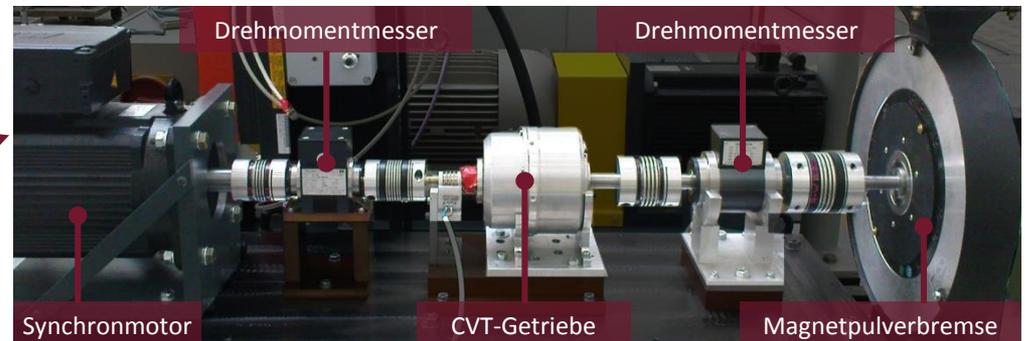
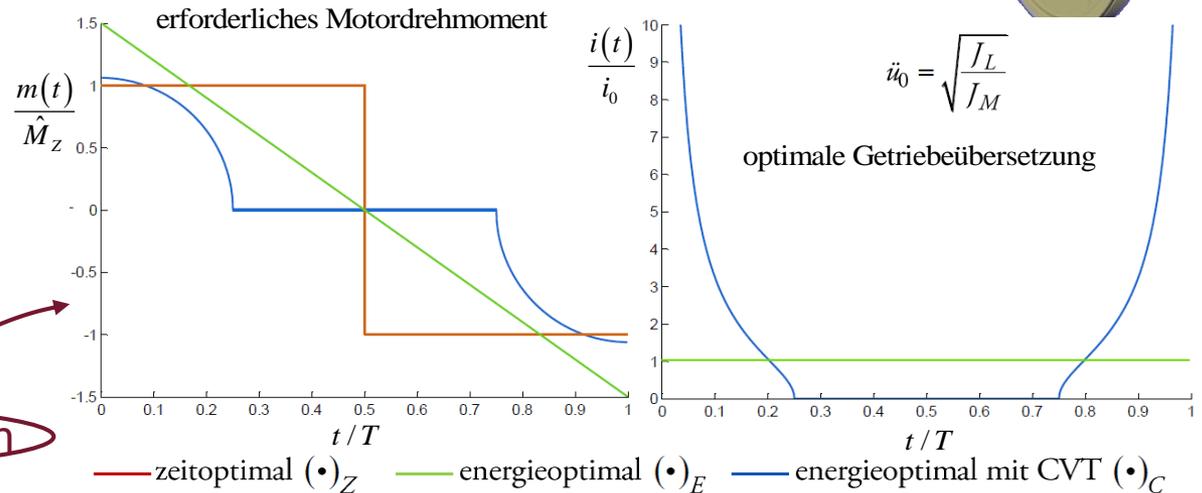
Ergebnis für Steuergrößen



Implementierung in einem
Entwicklungssystem



Experimentelle Erprobung



Trend - Hybridtechnik im Auto - **Beispiele zur Forschung**

Antriebsstrang eines
Hybridautobusses mit 42 m Länge
(AutoTram[®]-Projekt)



Batterien und
Kondensatoren



**PM-Synchronmaschine
(160 kW)
TU Dresden, ETI**

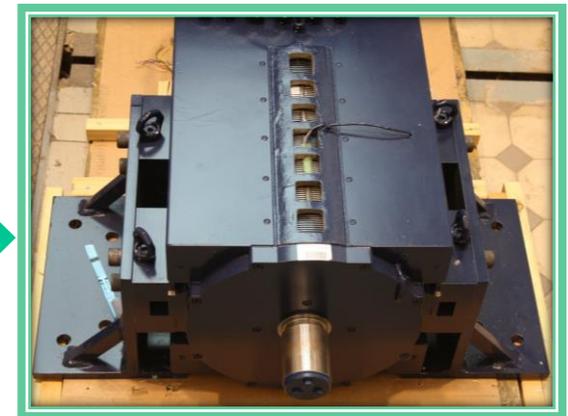
Dieselmotor



Synchrongenerator



Beispiel: Serieller Hybridantriebantrieb

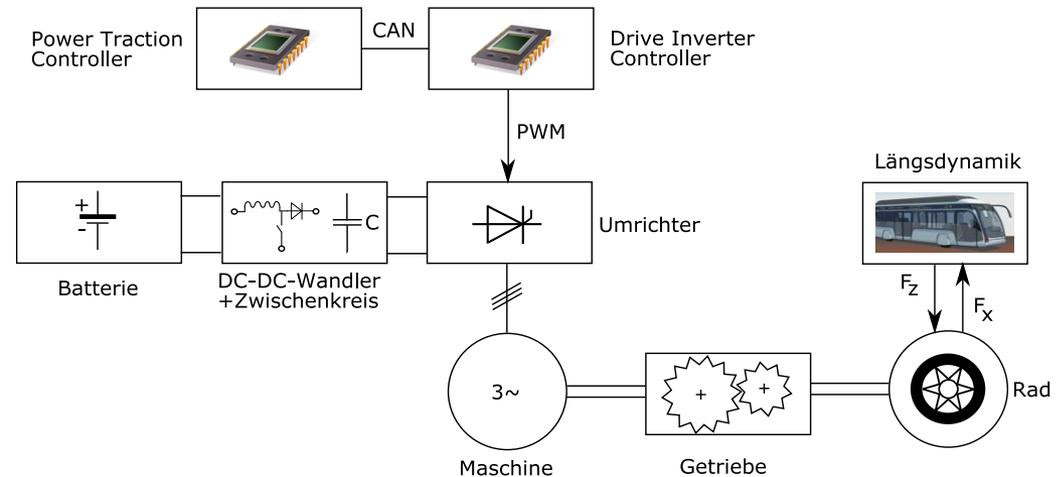


Beispiele für Diplomarbeiten



Designstudie: www.autotram.net

Simulative Auslegung der Antriebskomponenten eines Hybridbusses

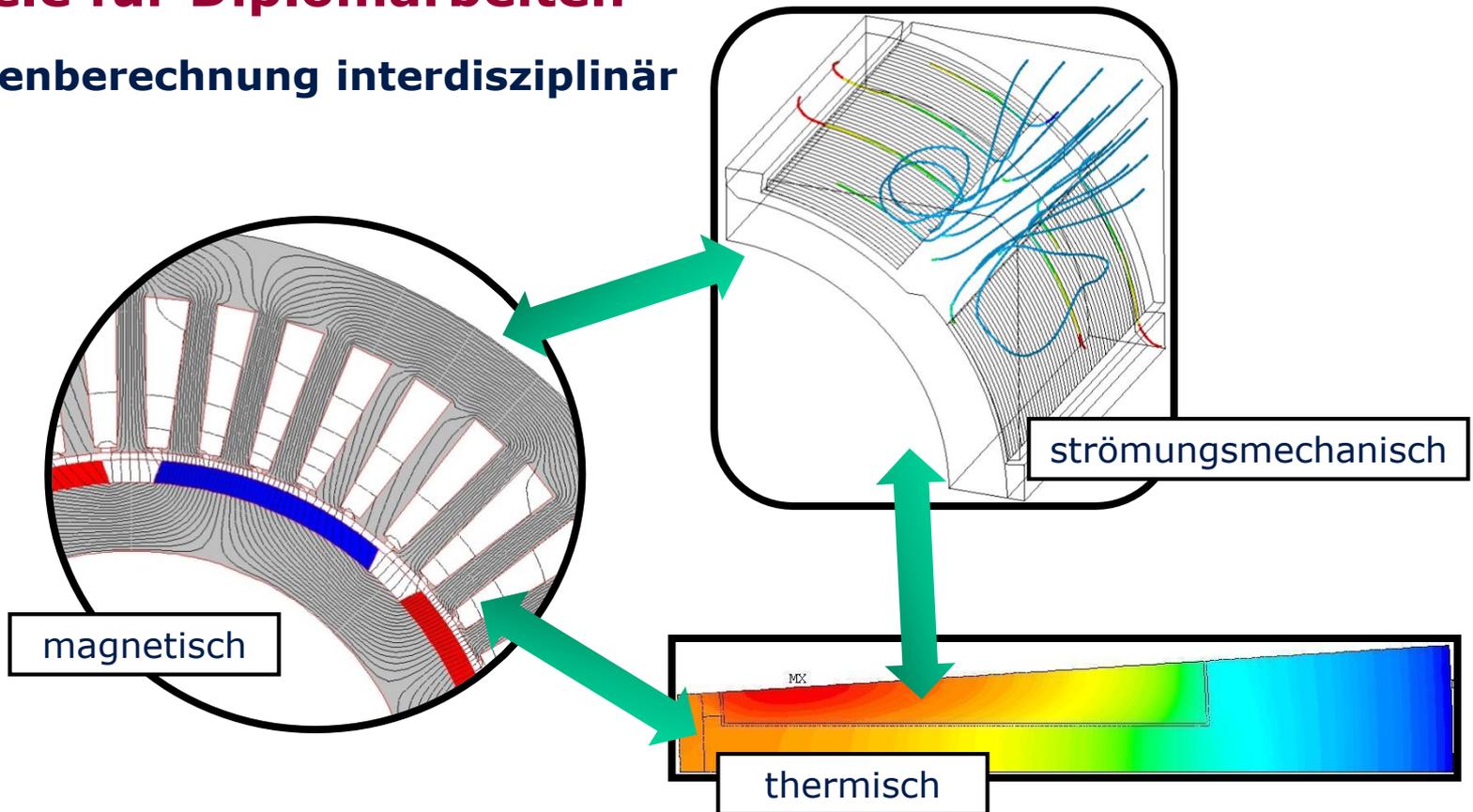


Untersuchungen zu:

- Optimierung der Regelung des Fahrmotors
- Makrosimulation des Antriebsstrangs (Fahrzyklen)
- Prüfstanduntersuchungen des Fahrmotors
- Packaging von Fahrumrichter, Maschine und Antriebsachse im Fahrzeug

Beispiele für Diplomarbeiten

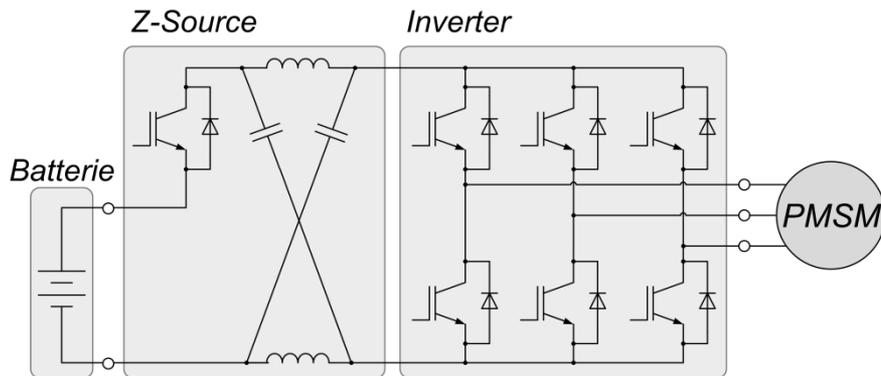
Maschinenberechnung interdisziplinär



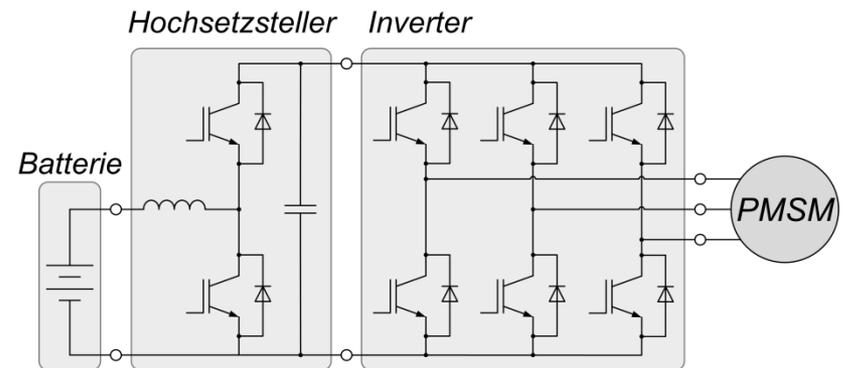
Gekoppelte Berechnung
magnetischer, thermischer und **strömungsmechanischer Vorgänge**

Beispiele für Diplomarbeiten

Inverter mit Impedanz-
Zwischenkreis (Z-Source)



Inverter mit Hochsetzsteller
im Zwischenkreis



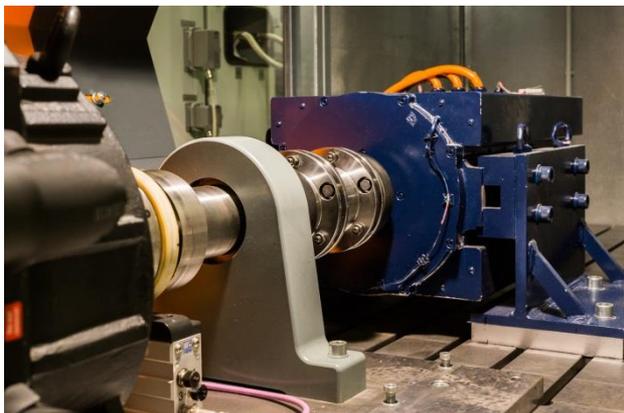
Untersuchungen von leistungselektronischen Stellgliedern

bei elektrisch angetriebenen Fahrzeugen:

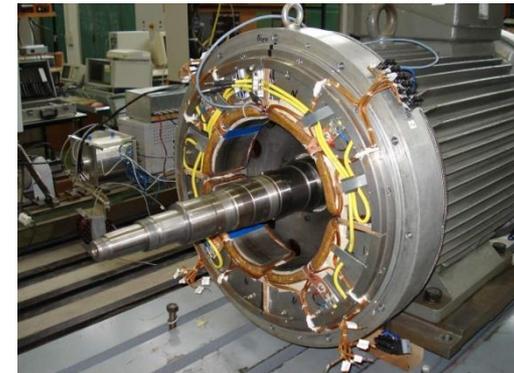
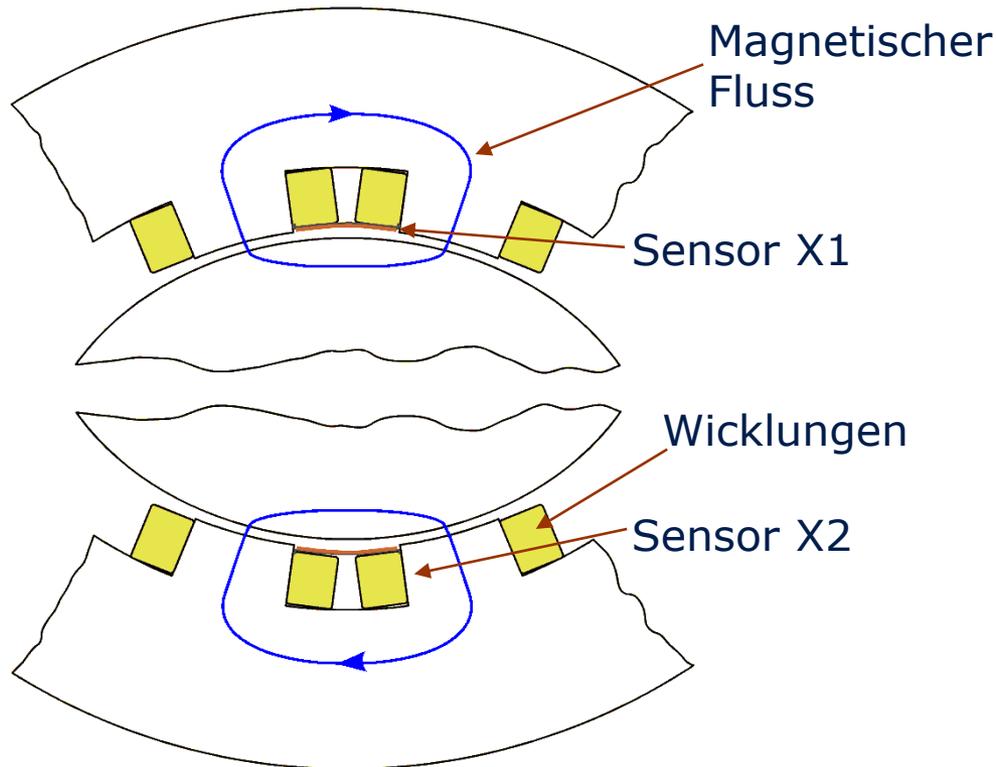
- Anpassung an unterschiedliche **Batteriespannungen** (450 V ... 850 V)
- Verluste und Erwärmung im Stromrichter
- Rückwirkung der Stromrichter auf die Batterie

Forschungsversuchsstand elektrische Maschinen und Antriebe für stationäre und mobile Anwendungen

Grenzwerte: $N_{max}=13.550 \text{ min}^{-1}$; $M_{max}=2.000 \text{ Nm}$; $P_{max}=220 \text{ kW}$



Sensortechnik - Beispiel für Diplomarbeiten



Magnetlagerversuchsstand
mit integrierten Lagesensoren

Lagerachse eines aktiven Magnetlagers – neuartige **Integration**
kapazitiver Lagesensoren in aktive Magnetlager

Forschungsthema: Elektrofahrrad



Umrüstantrieb für Elektrofahrrad

Quelle: Binova GmbH
Liebstädter Str. 2, 01768 Glashütte



Quelle: Urban-e GmbH & Co. KG
Glashütte

Elektrischer Fahrzeugantrieb im Rennwagen „Altium“ des Elbflorace e.V.:

- Zwei wassergekühlte Permanentmagnet-Synchronmotoren mit 30 kW@80 Nm
- Speisung über zwei Frequenzumrichter bei 450 V GS aus einer Li-Ionen-Batterie
- Einzelantrieb beider Hinterräder
- Erfolgreiche Teilnahme an Rennen



Arbeiten am Elektrotechnischen Institut (ab 2015):

- Programmierung der Antriebsregelung
- Simulationsuntersuchungen
- Programmierung des Umrichters
- Test der Drehmomentregelung mit Belastungsmaschine
- Kühlungsinbetriebnahme inkl. aller Komponenten der Wasserkühlung

Das Elektrotechnische Institut ist ein Competence Center der ECPE

The Industrial and Research Network
for Power Electronics in Europe



ALSTOM



DAIMLER



SEW
EURODRIVE



SEMIKRON
innovation + service

SIEMENS

research
education

public
relations



LIEBHERR

Berufschancen für Absolventen

Einsatzgebiete:

- in der Industrie
(Forschung, Entwicklung, Konstruktion, Vertrieb, Management,
Beratung)
- in Behörden und Organisationen
- im Handwerk und Gewerbe
- in Universitäten, Hochschulen und Forschungsinstituten

Verdienstmöglichkeiten:

gut bis sehr gut

Stellensituation:

Ingenieurmangel !

Als Student des Profils Makromechatronik sind Sie an allen aktuellen Techniktrends beteiligt:

- Regenerative Energiesysteme
- Elektromobilität (Hauptantrieb, Steer/Shift/Brake by wire)
- Intelligente Energieversorgungsnetze (z. B. Sektorkopplung)

Liebe Studentinnen und Studenten,

Wegen der Coronakrise können diese Präsentation nicht persönlich vorgestellt und Fragen direkt beantwortet werden.

Bei Fragen wenden Sie sich deshalb bitte per Email an mich:
volkmar.mueller@tu-dresden.de