

# Vorlesung Praxis Leistungselektronischer Systeme

WS2021/22

Elektrotechnisches Institut (ETI) – Leistungselektronische Systeme



# Gliederung

## 1. Organisatorisches

1.1 Vorlesung

1.2 Prüfung

## 2. Elektrotechnisches Institut – Leistungselektronische Systeme

2.1 Vorstellung

2.2 Arbeitsgebiete

2.3 Forschungsprojekte

## 3. Vorlesungsinhalte

## 4. Literaturempfehlungen

# 1. Organisatorisches - Vorlesung

- **Vorlesung:** Dienstags, 12:00 – 13:30 Uhr, in Präsenz und parallel online in Zoom

- **Termine:** siehe Kalender in ILIAS (**Termin KW43 tbd**)

- **Vorlesungsunterlagen:** werden als PDF im ILIAS-Kurs bereitgestellt.

- **Sprechstunde:** nach Vereinbarung

- **Voraussetzungen:** Grundlagenwissen in Leistungselektronik empfehlenswert  
(z.B. Leistungselektronik, Hochleistungsstromrichter)

- **Fragen / Feedback / Anregungen / Kritik / Wünsche:**  
Bitte jederzeit! Siehe auch Forum in Ilias.

25.10. 16<sup>00</sup>

Raum Hbd.



Prof. Dr.-Ing.

**Marc Hiller**

*Professur Leistungs-  
elektronische Systeme (PES)*

Tel.: +49 (721) 608-42474

Marc.Hiller@kit.edu

Campus Süd, Geb. 11.10

Raum 110.5

# 1. Organisatorisches - Vorlesung

- Die Vorlesung richtet sich an **Master-Studenten** der **Elektrotechnik und Informationstechnik** sowie **Mechatronik** mit dem entsprechenden Vorwissen in Leistungselektronik
  - aus dem Bachelor-Studium, z.B. aus der Vorlesung Elektrische Maschinen und Stromrichter (EMS)oder
  - aus dem Master-Studium, z.B. aus den Vorlesungen Leistungselektronik (LE) oder Hochleistungsstromrichter (HLS).
- Die Vorlesung ist auch für Master-Studenten des **Maschinenbaus** und der **Mechatronik** mit zusätzlichem Vorwissen über Elektrische Maschinen und Leistungselektronik geeignet.
- Mündliche Prüfung (ca. 20-25 Min.) in deutscher Sprache. Zur Vorbereitung ist der regelmäßige Besuch von Vorlesung sehr empfehlenswert 😊

# 1. Organisatorisches - Prüfung

## 1. Anmeldung zur Prüfung:

- Online Anmeldung über das Studierendenportal

## 2. Mündliche Prüfung (ca. 20-25 Min.) in deutscher Sprache. Zur Vorbereitung ist der regelmäßige Besuch von Vorlesung sehr empfehlenswert 😊

- Terminvereinbarung über Ilias gegen Ende der Vorlesungszeit.
- Alle Kapitel der Vorlesung sind prüfungsrelevant (genauere Infos in der letzten Vorlesung)

## 3. Die Prüfung wird mit 2+0 SWS bzw. 3 ECTS gewertet.

# 1. Organisatorisches – **Online-Umfrage** parallel zu dieser Vorlesung

Besuchen Sie [www.menti.com](https://www.menti.com) und benutzen Sie den Code 5947 5756

## LE und HLS

Mentimeter



Questions from audience

Do you have a question for the presenter? Be the first one to ask!

Write your question here...

200

Submit

<https://www.menti.com/k1xqpsj9vv>

oder:

[www.menti.com](https://www.menti.com) + code **5947 5756**

## 2. Das ETI - CV Marc Hiller

- 1993 - 1998 Studium Elektrotechnik  
TU Darmstadt, Schwerpunkt:  
Allgemeine Elektrotechnik
- 1999 Entw.-Ing. Traktionsstromrichter für  
Bahnanwendungen,  
Siemens AG, Erlangen
- 1999 - 2004 Promotion Universität der  
Bundeswehr München,  
Thema: „Stromrichter und  
Regelungsverfahren für Geschaltete  
Reluktanzmaschinen“
- 2005 - 2015 Entwicklung Nieder- und  
Mittelspannungsumrichter für  
Industrieanwendungen, Siemens AG,  
Nürnberg  
zuletzt Gruppenleiter für die  
Leistungsteilentwicklung
- 2015 - Professur für Leistungselektronische  
Systeme, ETI, KIT

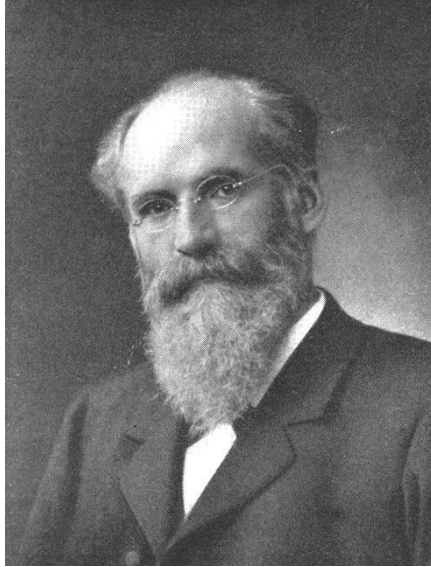


## 2. Elektrotechnisches Institut (ETI)

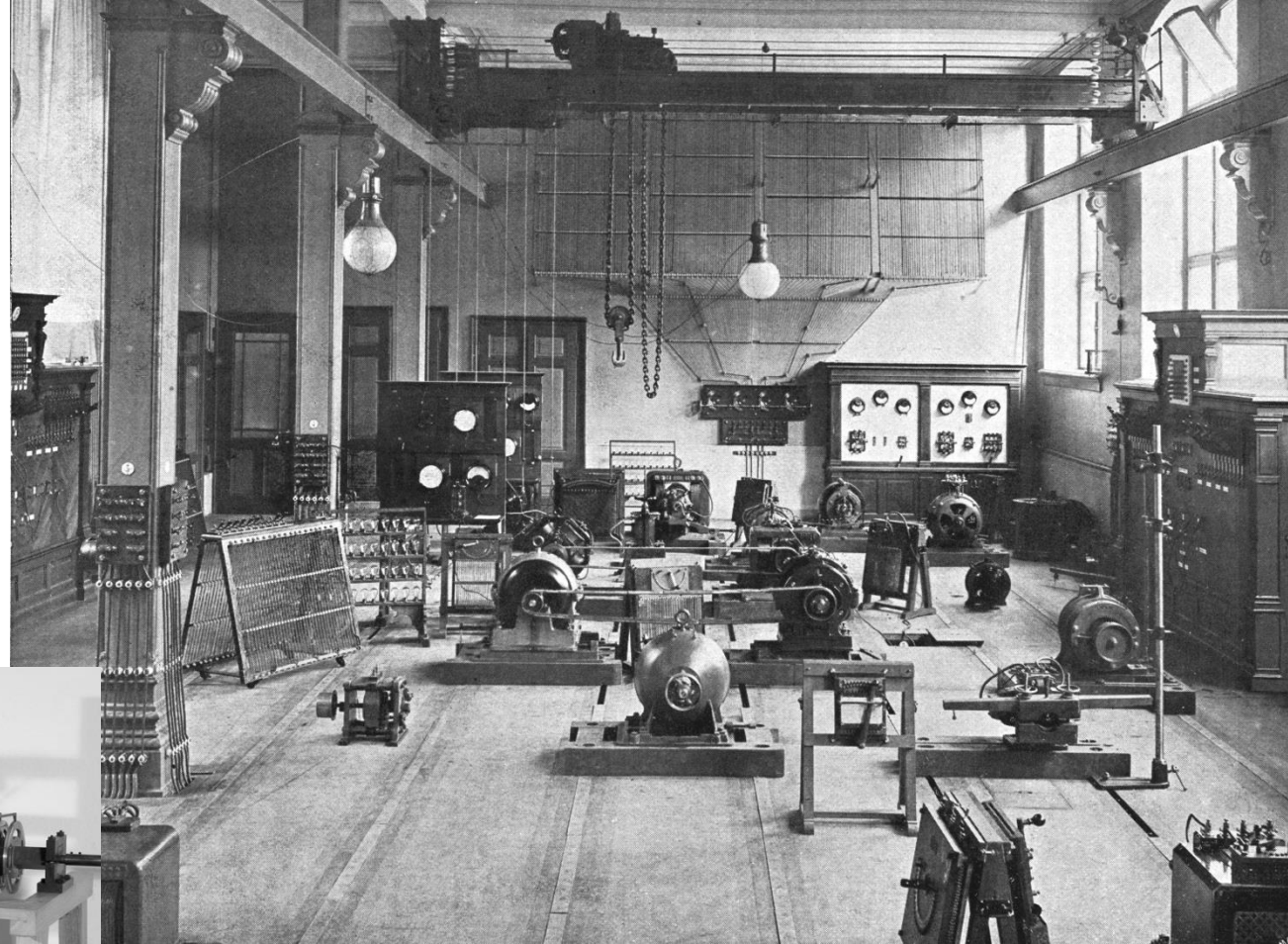


- 1894 Berufung von Prof. Engelbert Arnold als ersten Professor der Elektrotechnik in Karlsruhe
- 1899 Einweihung des ETI im Beisein seiner Königlichen Hoheit Großherzog Friedrich

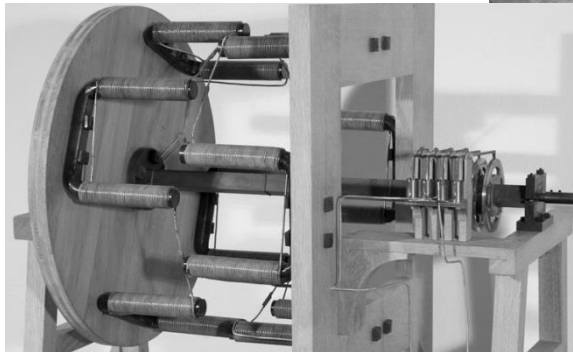
## 2. Elektrotechnisches Institut (ETI)



Engelbert Arnold  
(Institutsgründung 1895)



Maschinensaal um 1899



Erster Elektromotor von M. Jacobi, 1834  
(funktionsfähige Replik am ETI)

## 2. Elektrotechnisches Institut (ETI) – Professoren



Prof. Dr.-Ing.

**Martin Doppelbauer**

*Chair Hybrid Electrical Vehicles (HEV)*

Tel.: +49 (721) 608-46250  
Martin.Doppelbauer@kit.edu  
Campus Süd, Geb. 11.10  
Raum 110.3



Prof. Dr.-Ing.

**Marc Hiller**

*Chair Power Electronic Systems (PES)*

Tel.: +49 (721) 608-42474  
Marc.Hiller@kit.edu  
Campus Süd, Geb. 11.10  
Raum 110.5

**18** technical and administration employees

**15** external PhD students

**36** internal PhD students

**2** Professorships

**60** Bachelor/Master thesis

**11** scientific employees

**1500** k€ third-party funding

**14** Lectures

**7** Seminars/Workshops

**~1.500** written exams

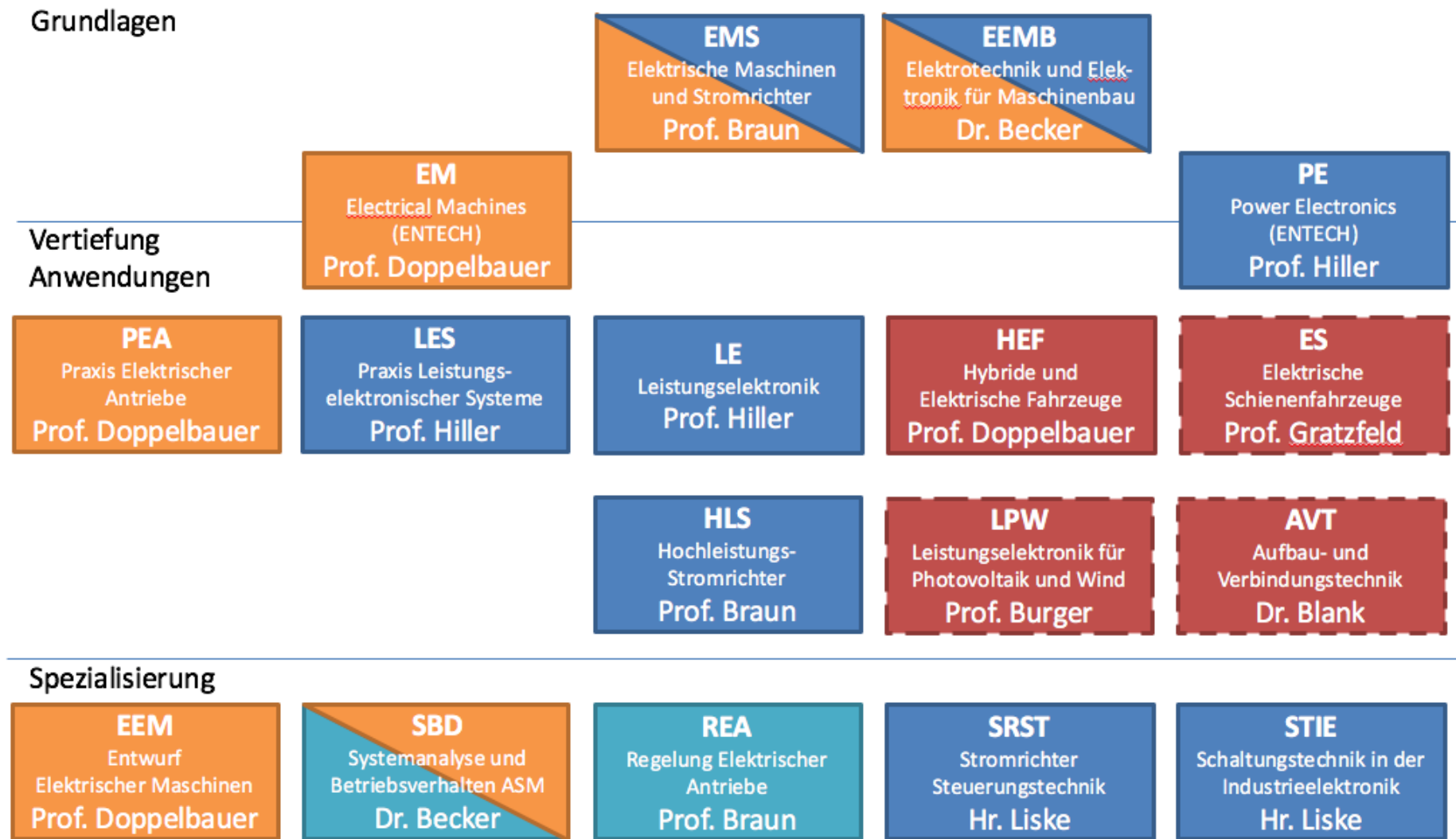
## 2. ETI - Aktuelle Projektpartner



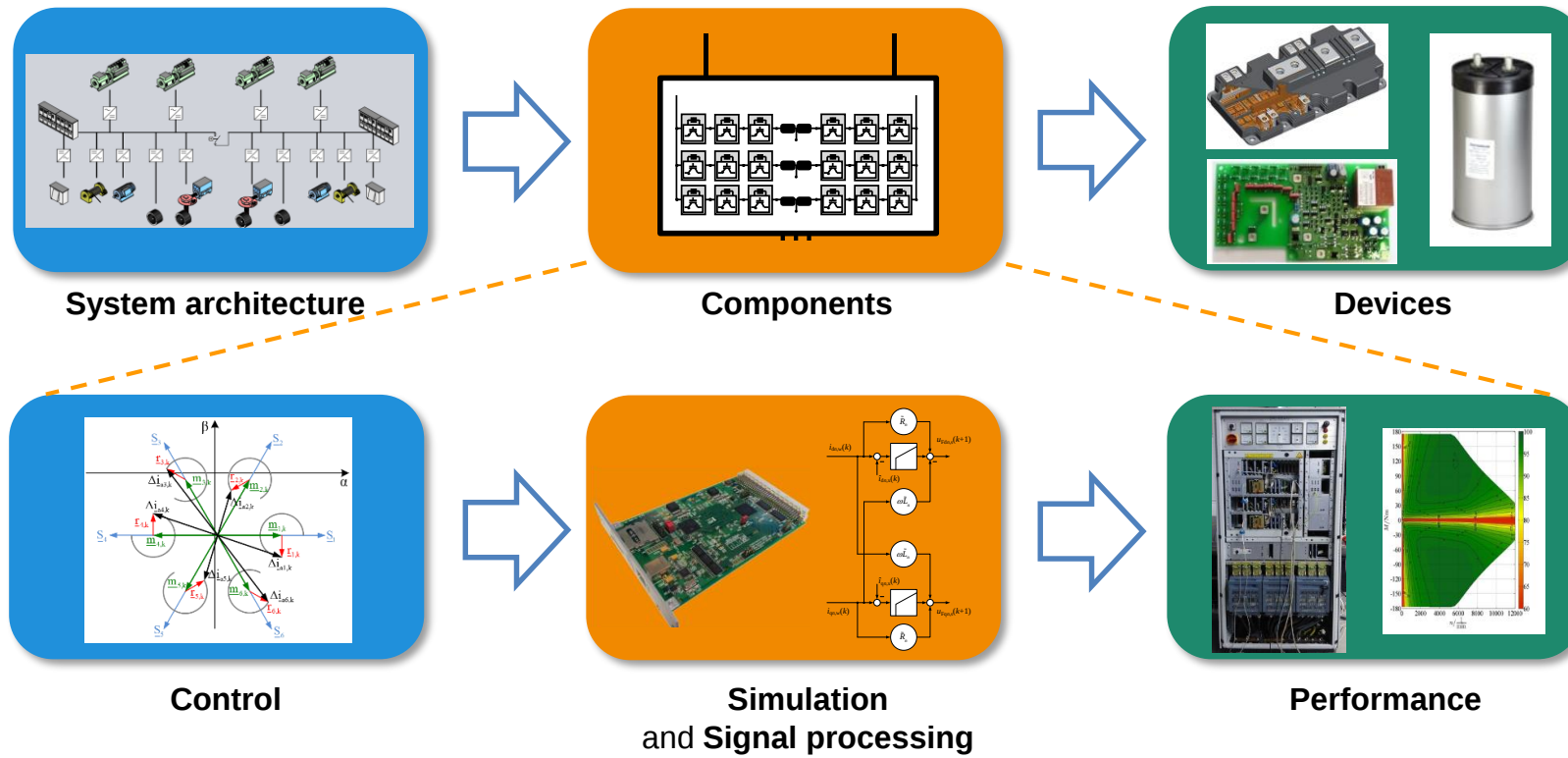
Freude am Fahren



## 2. ETI - Lehrveranstaltungen



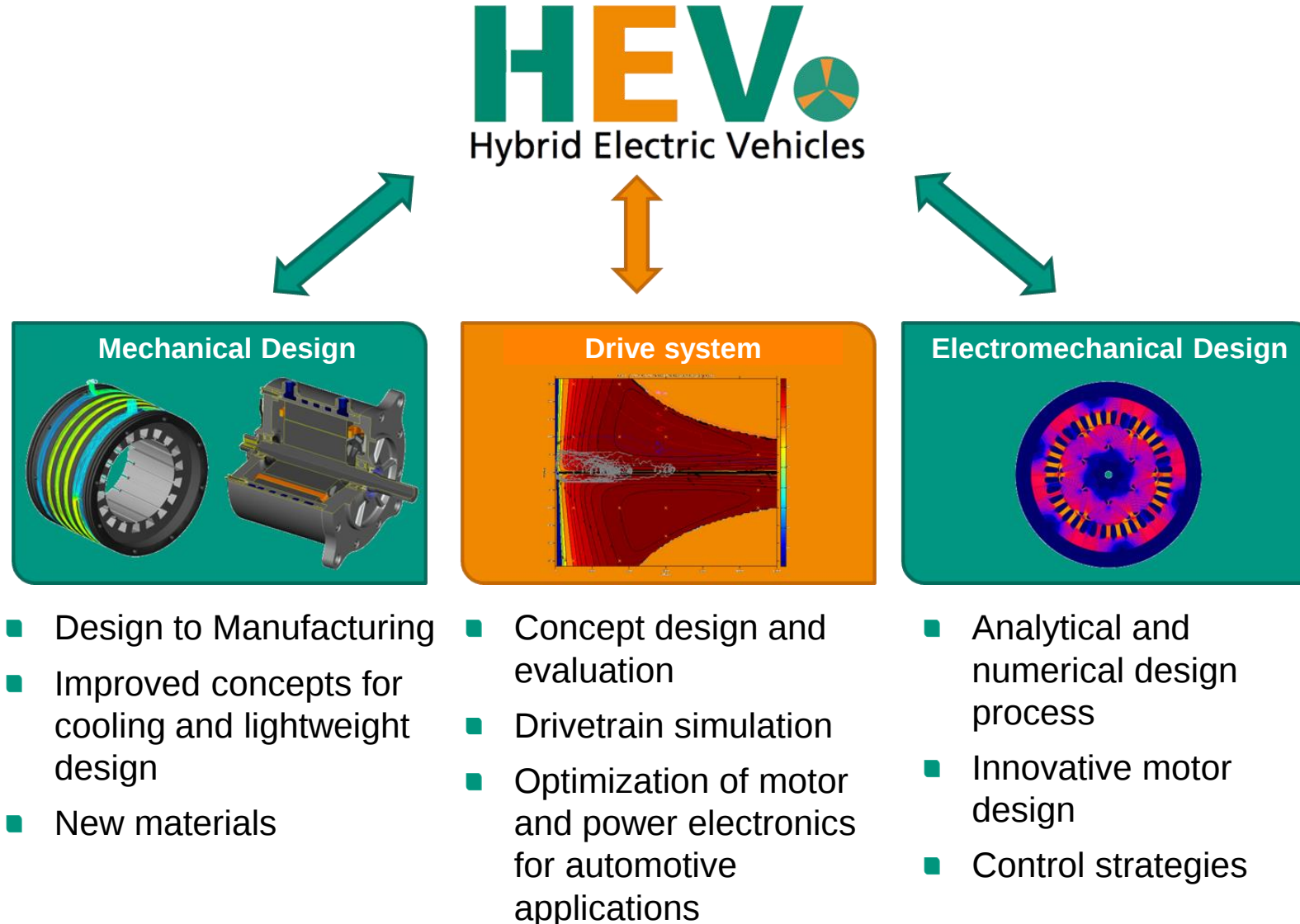
## 2. ETI - Elektrische Antriebe und Leistungselektronik – Prof. Hiller



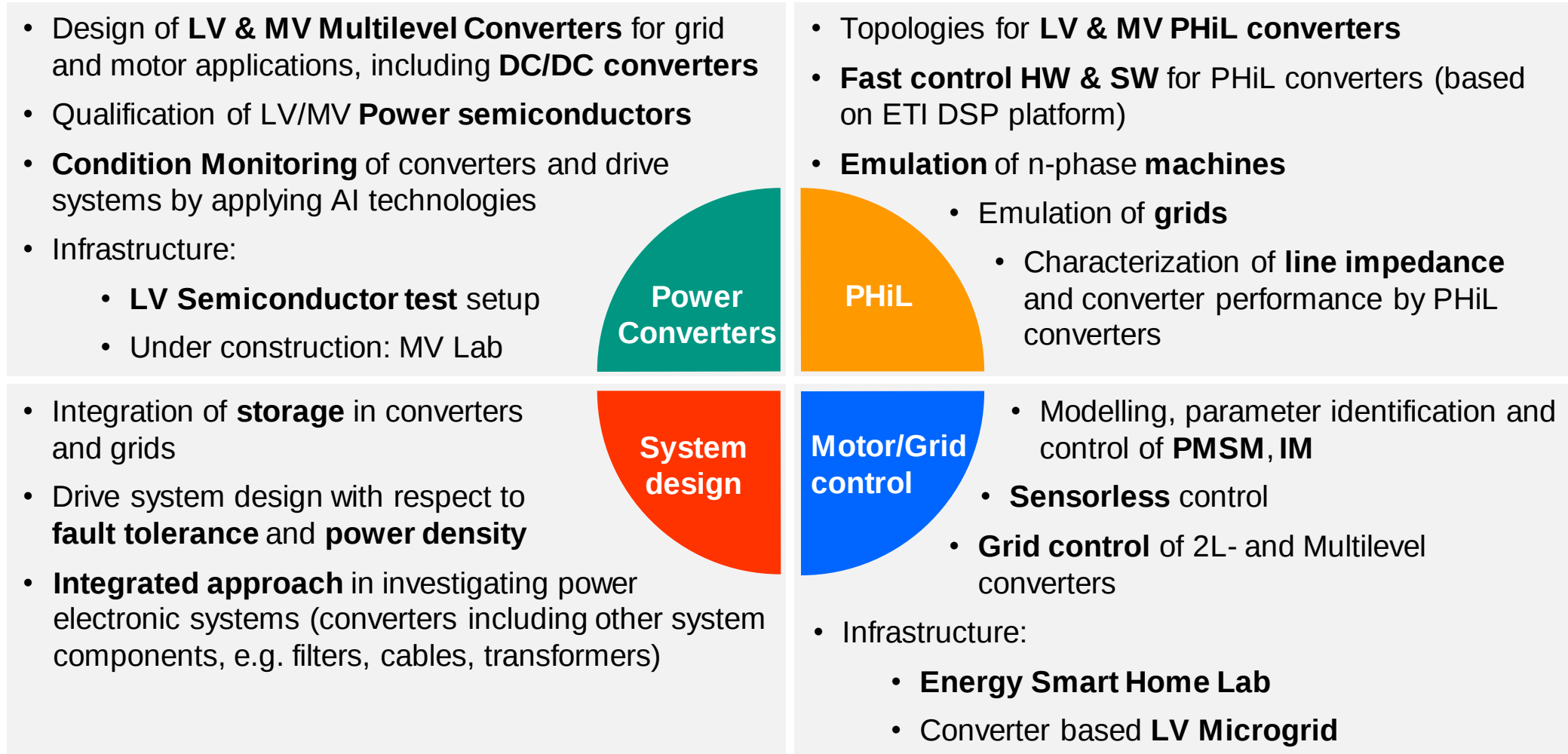
### Competencies

- Electrical and thermal converter design & calculation
- Qualification of LV/MV power semiconductors
- Topology design (power and control)
- Control algorithms for grid and motor applications / Software development
- Prototyping: Design, Manufacturing, Test
- Test setup design and prototype verification

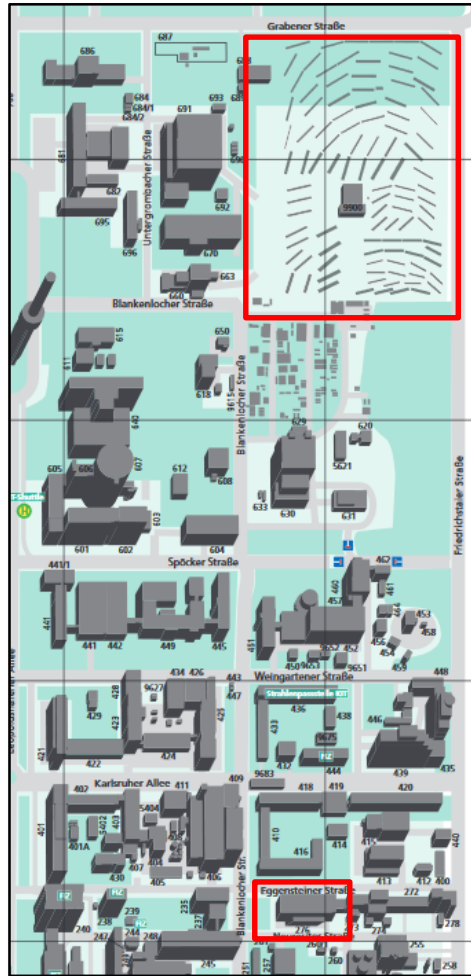
## 2. ETI – Hybridelektrische Fahrzeuge - Prof. Doppelbauer



## 2. ETI – Leistungselektronische Systeme - Forschungsthemen



## 2. Elektrotechnisches Institut (ETI) – Standorte

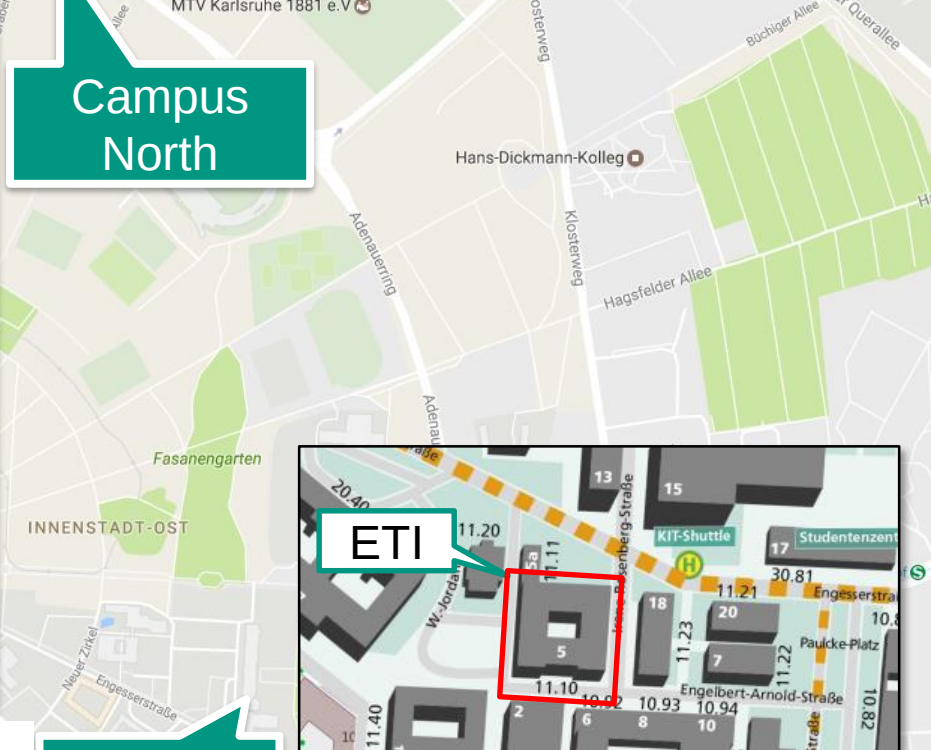


**KIT - Campus North**  
**Battery Technology Center, Bldg. 276**  
 Hermann-von-Helmholtz-Platz 1  
 76344 Eggenstein-Leopoldshafen

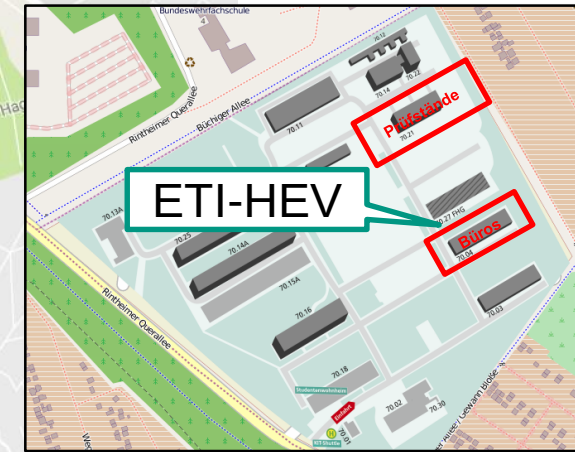


**Campus North**

**Campus East**



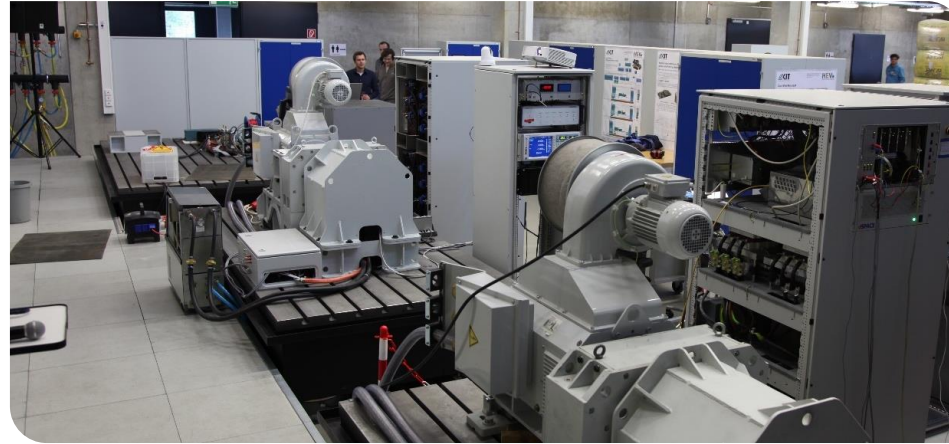
**KIT - Campus South**  
**Institute of Electrical Engineering (ETI) , Bldg. 11.10**  
 Engelbert-Arnold-Str. 5, 76131 Karlsruhe



**KIT - Campus East**  
**Institute of Electrical Engineering (ETI) – Hybrid Electric Vehicles, Bldg. 70.04**  
 Rintheimer Querallee 2, 76131 Karlsruhe

**Campus South**

## 2. ETI - Prüfstände



**Test bench 1**

|            |                               |
|------------|-------------------------------|
| $P_{\max}$ | 215 kW<br>200 kW*             |
| $n_{\max}$ | 15.000 U/min<br>30.000 U/min* |
| $M_{\max}$ | 540 Nm<br>180 Nm*             |

**Test bench 2**

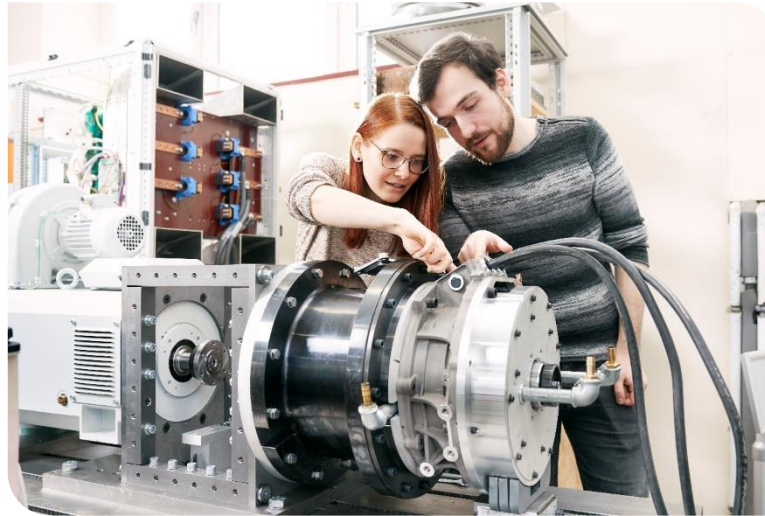
|            |              |
|------------|--------------|
| $P_{\max}$ | 145 kW       |
| $n_{\max}$ | 18.000 U/min |
| $M_{\max}$ | 270 Nm       |

**Test bench 3**

|            |              |
|------------|--------------|
| $P_{\max}$ | 80 kW        |
| $n_{\max}$ | 12.000 U/min |
| $M_{\max}$ | 150 Nm       |

## 2. ETI - Prüfstände

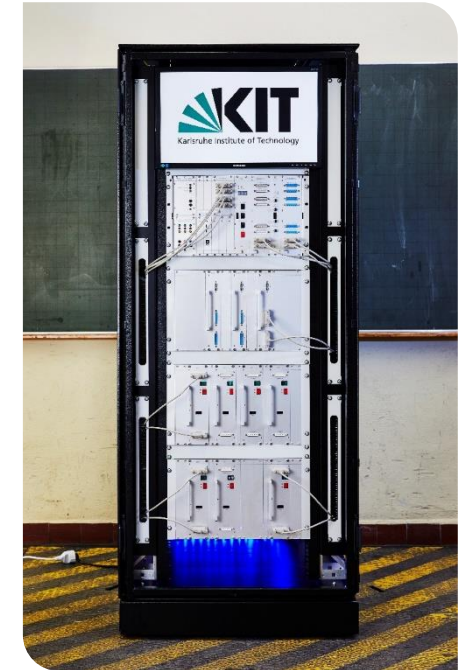
### Motor Test Benches



**cLab Test Bench**



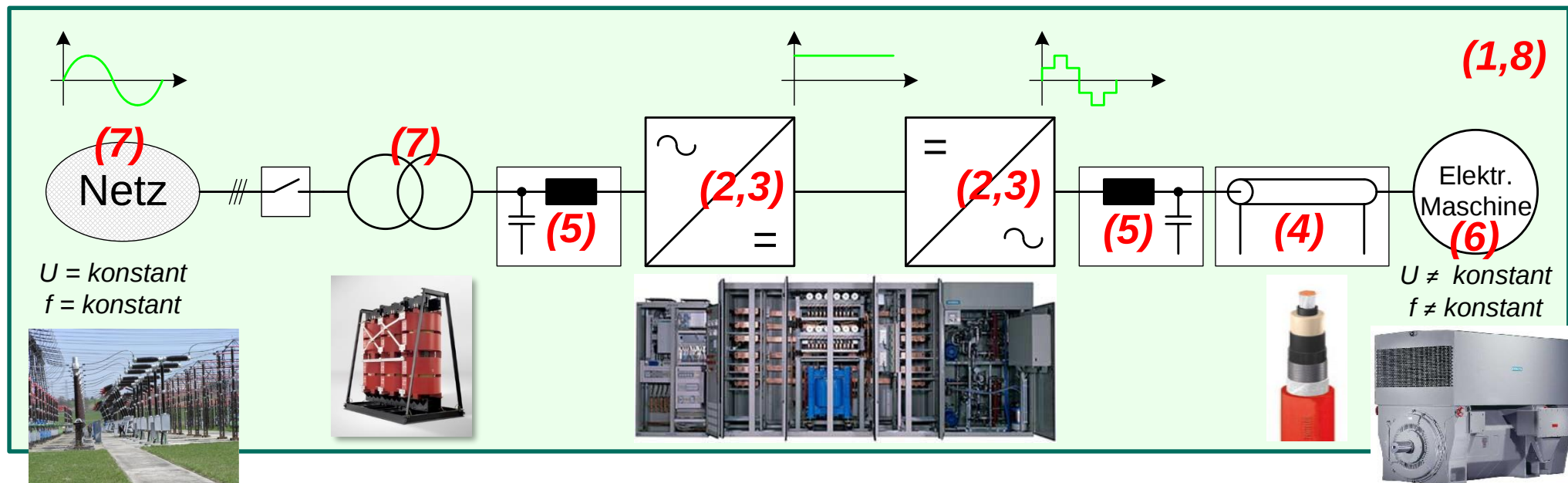
**Si and SiC power  
semiconductor  
characterization**



**Power-Hardware-in-  
the-Loop**

### 3. Vorlesungsinhalte

|            |                                   |
|------------|-----------------------------------|
| Kapitel 0: | Einleitung                        |
| Kapitel 1: | Systemübersicht                   |
| Kapitel 2: | Stromrichterauslegung             |
| Kapitel 3: | Halbleiterauslegung               |
| Kapitel 4: | Kabel                             |
| Kapitel 5: | Filter                            |
| Kapitel 6: | Wechselwirkung Umrichter/Maschine |
| Kapitel 7: | Netz                              |
| Kapitel 8: | Systembetrachtungen               |



## 4. Literaturempfehlungen

- D. Schröder: Leistungselektronische Schaltungen: Funktion, Auslegung und Anwendung (Springer-Lehrbuch), Verlag: Springer; Auflage: 3. Aufl. 2012. überarb. und erw. (28. Oktober 2012)
- Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins: Power Electronics: Converters, Applications and Design, (Englisch) Gebundene Ausgabe, Verlag: John Wiley & Sons; Auflage: 3. Auflage (8. November 2002)
- Bin Wu: High-Power Converters and AC Drives (Englisch) Gebundene Ausgabe, Verlag: John Wiley & Sons; Auflage: 1. Auflage (31. März 2006)
- N. G. Hingorani, L. Gyugyi: Understand Facts - Concepts and Technology of Flexible AC Transmission Systems (Englisch) Gebundene Ausgabe, Verlag: John Wiley & Sons Inc.
- ...

# Vorlesung: Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme

Die Funktionalität leistungselektronischer Systeme wird in erheblichem Maße durch das Design und die Aufbau- und Verbindungstechnik der Module bestimmt.

**Die Vorlesung „Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme“ befasst sich unter anderem mit:**

- Herstellungsprozessen und Materialien zur Fertigung leistungselektronischer Systeme
- der Qualität und Lebensdauer von leistungselektronischen Modulen
- Testmethoden zur Qualifikation der Systeme und
- Methoden zur thermomechanischen und elektrodynamischen FE-Simulation von Leistungsmodulen

**Dozent:** Dr.-Ing. Thomas Blank (IPE)

**Ort:** EAS, Geb. 11.10

**Zeit:** Mittwochs, 08.00 – 09:30 Uhr

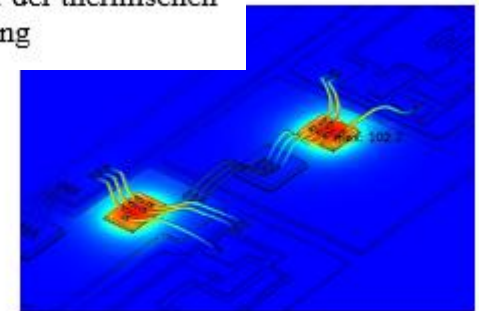
**Typ:** Vorlesung / 2+0 SWS / 3 ECTS

**Beginn:** 20.10.2021

**Prüfung:** mündlich



Siliziumkarbid-Testmodul vor der thermischen Charakterisierung



FE-Simulation des thermischen Verhaltens mit COMSOL