

Vorlesung Praxis Leistungselektronischer Systeme

WS2017/18

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, 11:30 – 13:00 Uhr, kleiner ETI-Hörsaal. Termine: <http://www.eti.kit.edu> → Studium und Lehre → „Praxis Leistungselektronischer Systeme“
- **Vorlesungsunterlagen:** werden passwort-geschützt als PDF auf der Vorlesungs-Website zum Download bereitgestellt.
Benutzername: pls **Passwort:** stromrichter
- **Sprechstunde:** Dienstags, 14:00 – 15:00 Uhr, sowie nach Vereinbarung
- **Voraussetzungen:** Grundlagenwissen in Leistungselektronik empfehlenswert (z.B. Leistungselektronik, Hochleistungsstromrichter)
- **Fragen / Feedback / Anregungen / Kritik / Wünsche:**
Bitte jederzeit!



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 116

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) von Prof. Braun oder
 - aus dem Master-Studium, z.B. aus den Vorlesungen Leistungselektronik (LE) oder Hochleistungsstromrichter (HLS) von Prof. Braun.
- Die Vorlesung ist auch für Master-Studenten des **Maschinenbaus** und der **Energietechnik** mit zusätzlichen 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. Abklären der Prüfungsberechtigung. Wenn nötig, Genehmigung durch den zuständigen Prüfungsausschuss einholen.
 - Elektrotechniker: Integration in den Wahlbereich (z.B. D.4 Elektromobilität; *D.5 Regelungs- und Steuerungstechnik*; D.6 Elektrische Antriebe und Leistungselektronik; D.9 Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik; *D.10 Optische Technologien*; D.18 Regenerative Energien; D.23 Elektrische Energiesysteme und Energiewirtschaft) des Master-Studiengangs ist möglich, ggf. mit Modellberater abklären.
 - Ggf. Maschinenbauer, Wirtschaftsingenieure und sonstige Studiengänge: Abholen des blauen Prüfungszettels im Studienbüro. Die Genehmigung des jeweiligen Prüfungsausschusses muss fallabhängig vorgelegt werden.

1. Organisatorisches - Prüfung

2. Anmeldung zur Prüfung:

- Elektrotechniker: Online Anmeldung über das Studierendenportal und Terminvereinbarung mit Fr. Czapnik.
- Maschinenbauer: Online Anmeldung über das Studierendenportal oder durch Abgeben des Prüfungszettels bei Frau Czapnik.
- Wirtschaftsingenieure und sonstige Studiengänge: Anmeldung durch Abgeben des Prüfungszettels im Sekretariat bei Frau Czapnik.

Ein Rücktritt von der Prüfung kann in Ausnahmefällen am Prüfungstag erfolgen.
Unentschuldigtes Fehlen wird als nicht bestanden bewertet.

3. Prüfung:

- Mündlich, Termin: tbd
- Alle Kapitel der Vorlesung sind prüfungsrelevant (genauere Infos in der letzten Vorlesung)

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

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. Das ETI - CV Marc Hiller



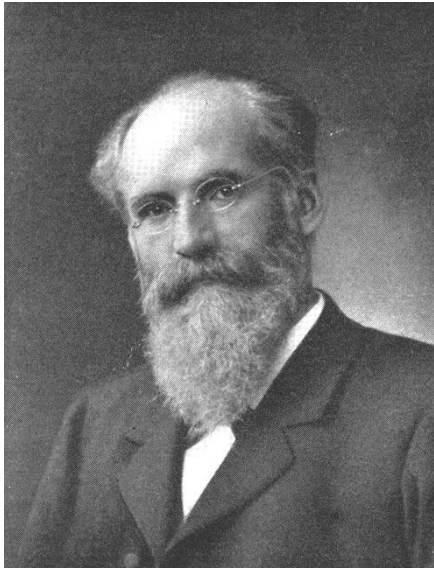
Quelle: Siemens

2. Elektrotechnisches Institut (ETI)

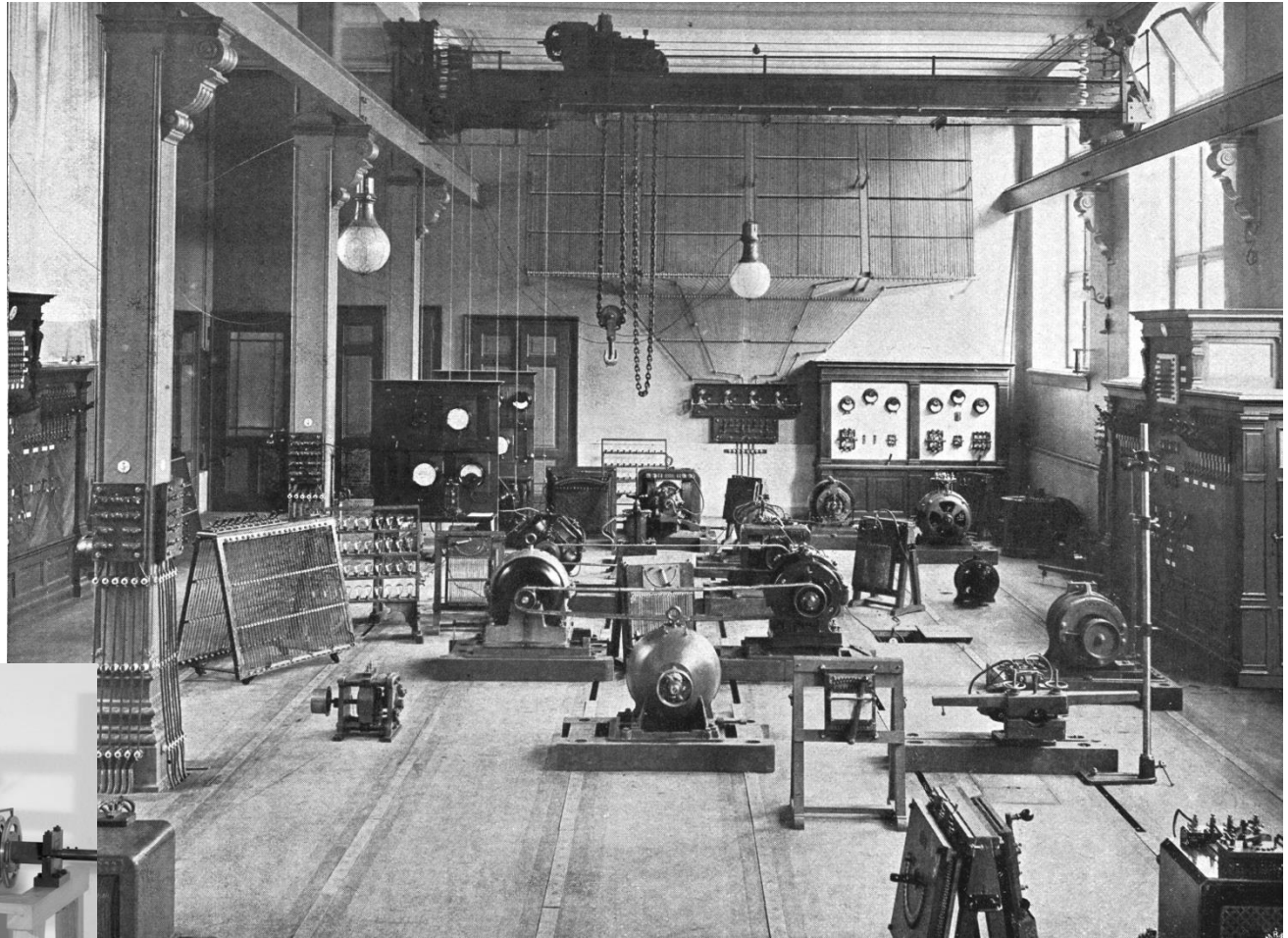


- 1894 Berufung von Prof. Engelbert Arnold als ersten Professor der Elektrotechnik in Karlsruhe
- 1899 Einweihung des ETI im Beisein seiner Königlichen Hoheit Großherzog Friedrich

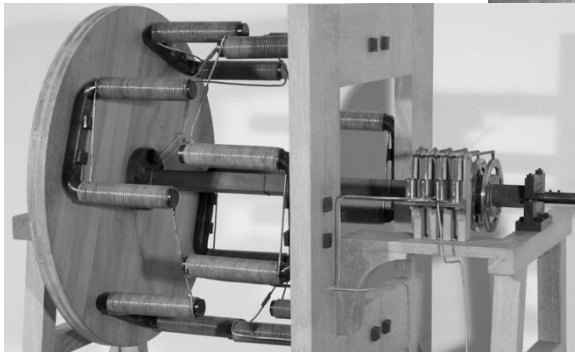
2. Elektrotechnisches Institut (ETI)



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.

Michael Braun

Chair Electrical Drives and Power Electronics (EAL)

Tel.: +49 (721) 608-42472
Michael.Braun@kit.edu
Campus Süd, Geb. 11.10
Raum 111



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 114



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 116

26 internal Ph.D. students

50 Master/Bachelor thesis

17 permanent employees

5 external Ph.D. students

7 Workshops/Seminars p.a.

1.440 Exams p.a.

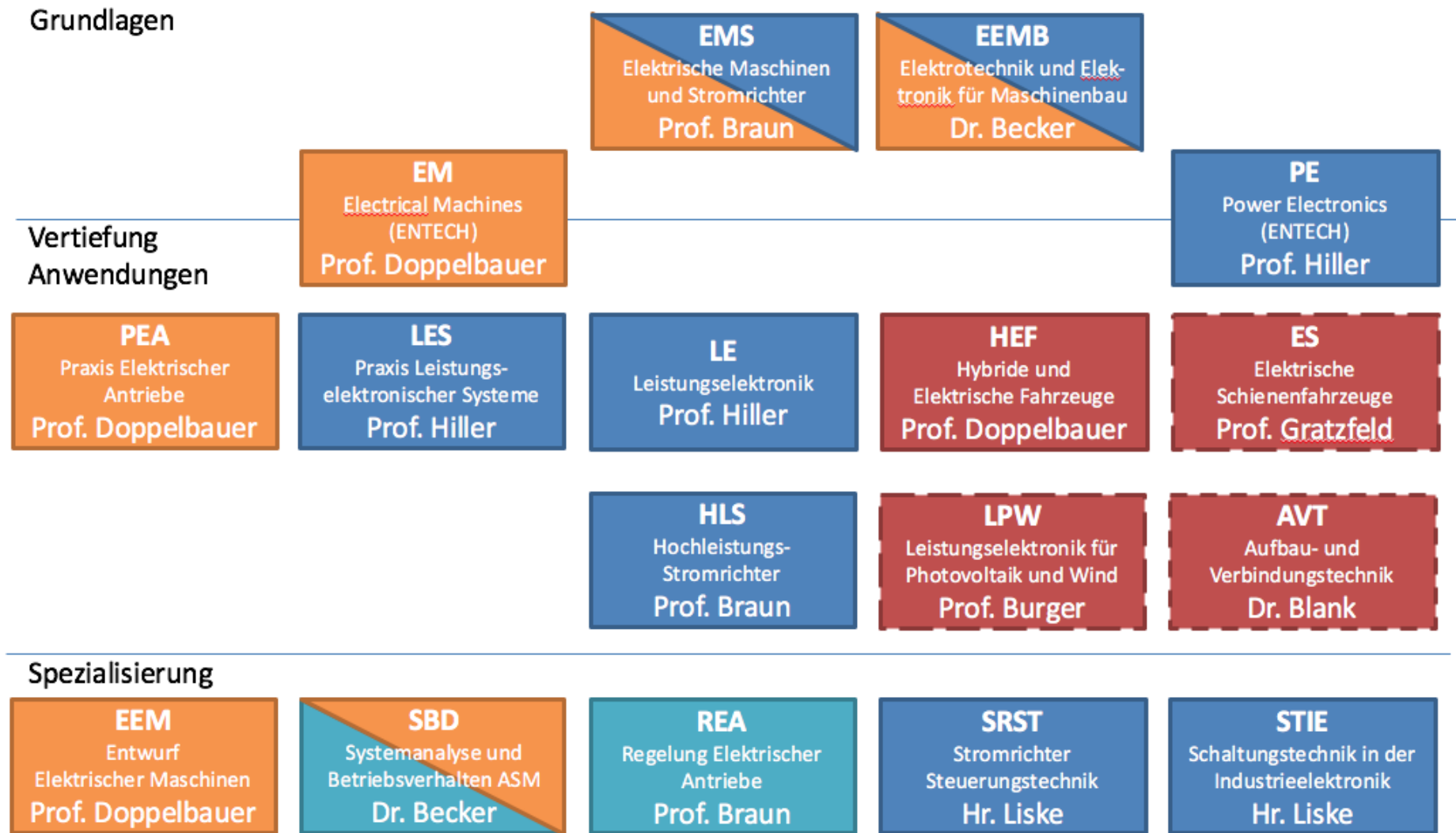
14 Lectures p.a.

1.000 T€ external funding (2015)

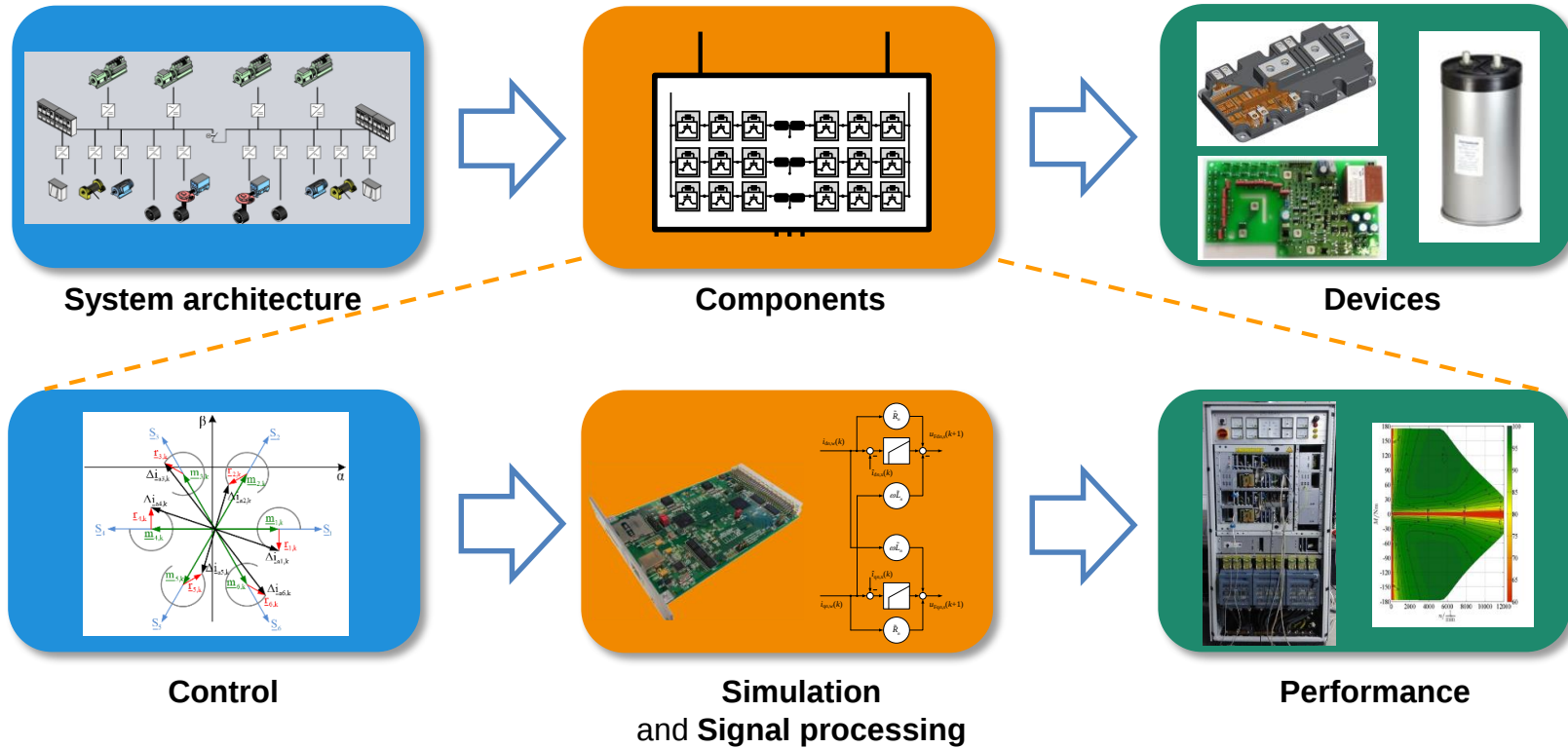
2. ETI - Aktuelle Projektpartner (Stand 2016)



2. ETI - Lehrveranstaltungen



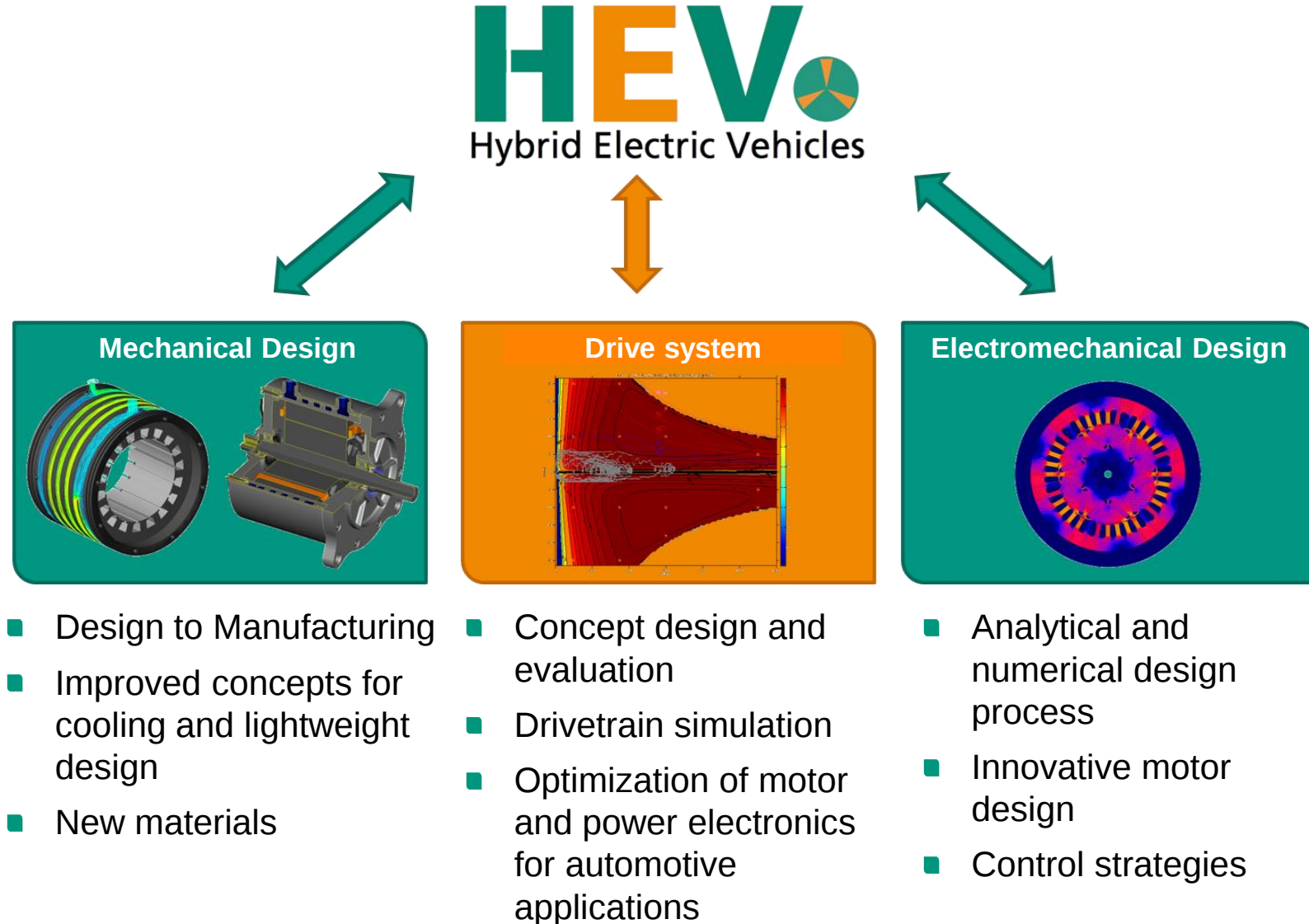
2. ETI - Elektrische Antriebe und Leistungselektronik – Prof. Braun / Hiller



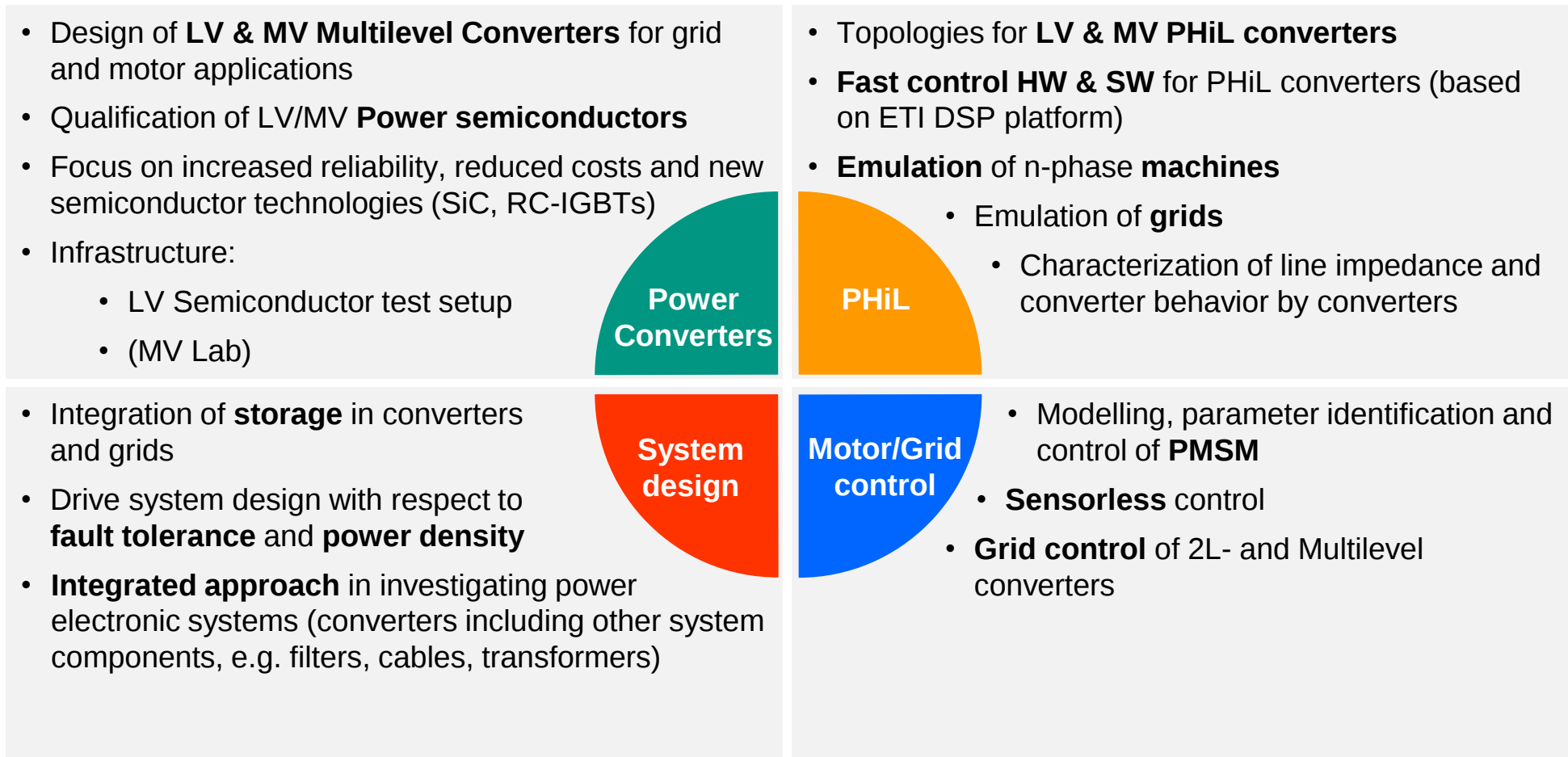
Competencies

- 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

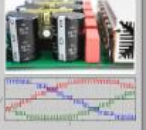
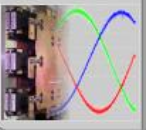
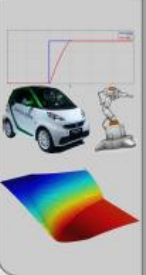
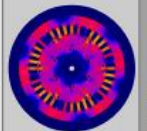
2. ETI – Hybridelektrische Fahrzeuge - Prof. Doppelbauer



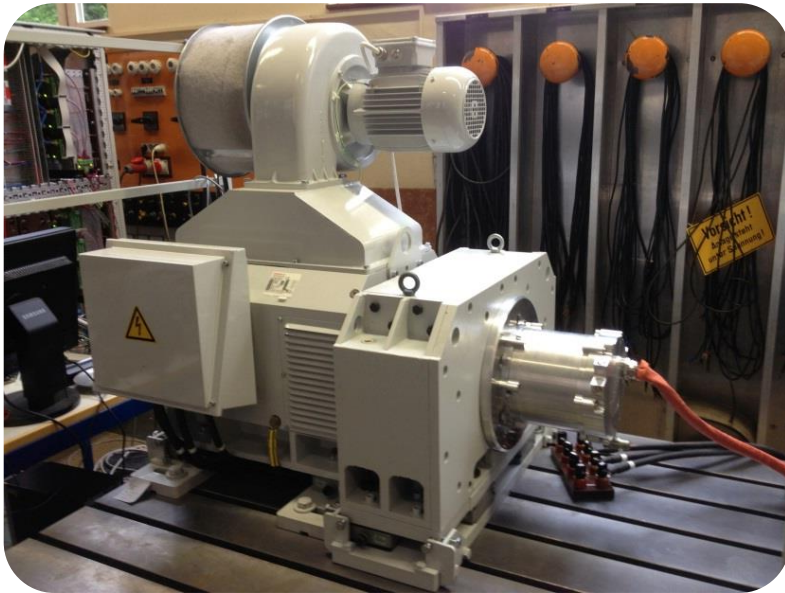
2. ETI – Leistungselektronische Systeme - Forschungsthemen



2. Elektrotechnisches Institut (ETI) – Das gesamte Team

		Institutsleiter  Prof. Dr.-Ing. Michael Braun Elektronische Antriebstechnik und Leistungselektronik Tel.: +49 (77) 938-43473 michael.braun@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 111		Professur  Prof. Dr.-Ing. Marc Hiller Professor für mechatronische Systeme Tel.: +49 (77) 938-43474 marc.hiller@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 115		Professur  Prof. Dr.-Ing. Martin Doppelbauer Professor für mechatronische Antriebstechnik Tel.: +49 (77) 938-43475 martin.doppelbauer@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 116	
		Sekretariat  Anna Czapek elektronische Antriebstechnik und Leistungselektronik Tel.: +49 (77) 938-43473 anna.czapek@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 112		 Ramona Riffel Assistentin Tel.: +49 (77) 938-43483 ramona.riffel@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 113		 Maria-Louise Kallbach mechatronische Antriebstechnik Tel.: +49 (77) 938-43473 maria-louise.kallbach@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 113	
Wissenschaftliche Mitarbeiter Modulare Multimedial-Umrichter 		 Dr.-Ing. Felix Kammerer Assistent Tel.: +49 (77) 938-43481 felix.kammerer@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 101		 M.Sc. Dennis Bräcke Masterarbeit Tel.: +49 (77) 938-43482 dennis.braecke@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 103			
		 M.Sc. Matthias Schrammberger Assistent Tel.: +49 (77) 938-43477 m.schrammberger@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 101		 M.Sc. Lukas Stefanek Masterarbeit Tel.: +49 (77) 938-43484 lukas.stefanek@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 103			
Stromrichter-Systemtechnik 		 M.Sc. Fabian Stamer Digitaler Entwurf Tel.: +49 (77) 938-43486 fabian.stamer@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 105		 Dr.-Ing. Dirk-Peter Becker Leiter und Laborleiter Tel.: +49 (77) 938-43487 dirk-peter.becker@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 105			
				 Dr.-Ing. Tobias Gematiner Leiter Probsteilbereich Tel.: +49 (77) 938-43478 tobias.gematiner@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 105			
				 Prof. Dr.-Ing. Bruno Burger Leistungselektronik für mechatronische Systeme Tel.: +49 (77) 938-5237 bruno.burger@eti.uni-kl.de Haus 106			
Neuartige Umrichter 		 M.Sc. Christian Axtmann Hochleistungsantriebstechnik Tel.: +49 (77) 938-43483 christian.axtmann@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 105		 Dr.-Ing. Mario Gommertinger Assistent Tel.: +49 (77) 938-43483 mario.gommertinger@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 105			
Maschinenanregung 		 M.Sc. Matthias Brodzinski Konstruktionstechnik Tel.: +49 (77) 938-43481 matthias.brodzinski@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 103		 Dr.-Ing. Andreas Liska Konstruktionstechnik Tel.: +49 (77) 938-43484 andreas.liska@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 104			
		 M.Sc. Simon Decker Regelungstechnik Tel.: +49 (77) 938-43487 simon.decker@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 103		 Industriemechaniker Rouven Burgard Mechatronik Tel.: +49 (77) 938-43484 rouven.burgard@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 103			
				 Fertigungstechniker Helmut Strumberger Mechatronik Tel.: +49 (77) 938-43482 helmut.strumberger@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 103			
				 Start-gewählter Techniker Andre Wolf Mechatronik Tel.: +49 (77) 938-43483 andre.wolf@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 103			
Smart Grids 		 Dr.-Ing. Bernd Bohmet Projekt- und Systementwicklung Tel.: +49 (77) 938-43484 bernd.bohmet@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 103		 Dr.-Ing. Philipp Grahner Projekt- und Systementwicklung Tel.: +49 (77) 938-43484 philipp.grahner@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 103			
				 Industriemechaniker Kim Oebel Mechatronik Tel.: +49 (77) 938-43482 kim.oebel@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 103			
				 Elektroniker für Geräte und Systeme Kai-Stephan Malt Mechatronik Tel.: +49 (77) 938-43484 kai.malt@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 103			
				 Dr.-Ing. Michael Harter Projektleiter Tel.: +49 (77) 938-43475 michael.harter@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 104			
						Wissenschaftliche Mitarbeiter Amido-System 	
				 Dr.-Ing. Jan Richter Assistent Tel.: +49 (77) 938-43482 jan.richter@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 105		 M.Sc. Christoph Rollbühner Masterarbeit Tel.: +49 (77) 938-43482 christoph.rollbuehner@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 105	
				 M.Sc. Bastian Heidler Assistent Tel.: +49 (77) 938-43483 bastian.heidler@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 107			
						Wissenschaftliche Mitarbeiter Elektronische Auslegung 	
				 Dr.-Ing. Patrick Winzer Systementwicklung Tel.: +49 (77) 938-43485 patrick.winzer@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 102		 M.Sc. Bo Zhang Konstruktionstechnik Tel.: +49 (77) 938-43478 bo.zhang@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 106	
				 Dr.-Ing. Binwei Zhang Konstruktionstechnik Tel.: +49 (77) 938-43484 binwei.zhang@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 102		 Dr.-Ing. Torsten Epkamp Konstruktionstechnik Tel.: +49 (77) 938-43478 torsten.epkamp@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 106	
						Wissenschaftliche Mitarbeiter Mechanische Auslegung 	
				 M.Sc. Mario Greule Konstruktionstechnik Tel.: +49 (77) 938-43483 mario.greule@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 102		 M.Sc. Marc Wigel Konstruktionstechnik Tel.: +49 (77) 938-43483 marc.wigel@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 102	
				 M.Sc. Miriam Bourlier Konstruktionstechnik Tel.: +49 (77) 938-43483 miriam.bourlier@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 102		 M.Sc. Christian Ulmer Konstruktionstechnik Tel.: +49 (77) 938-43483 christian.ulmer@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 102	
						 Dr.-Ing. Markus Schiefer Konstruktionstechnik Tel.: +49 (77) 938-43482 markus.schiefer@eti.uni-kl.de Campus Süd, Geb. 11.10 Raum 102	

2. ETI - Prüfstände



Bremsmotor (links) und Prüfling (rechts)



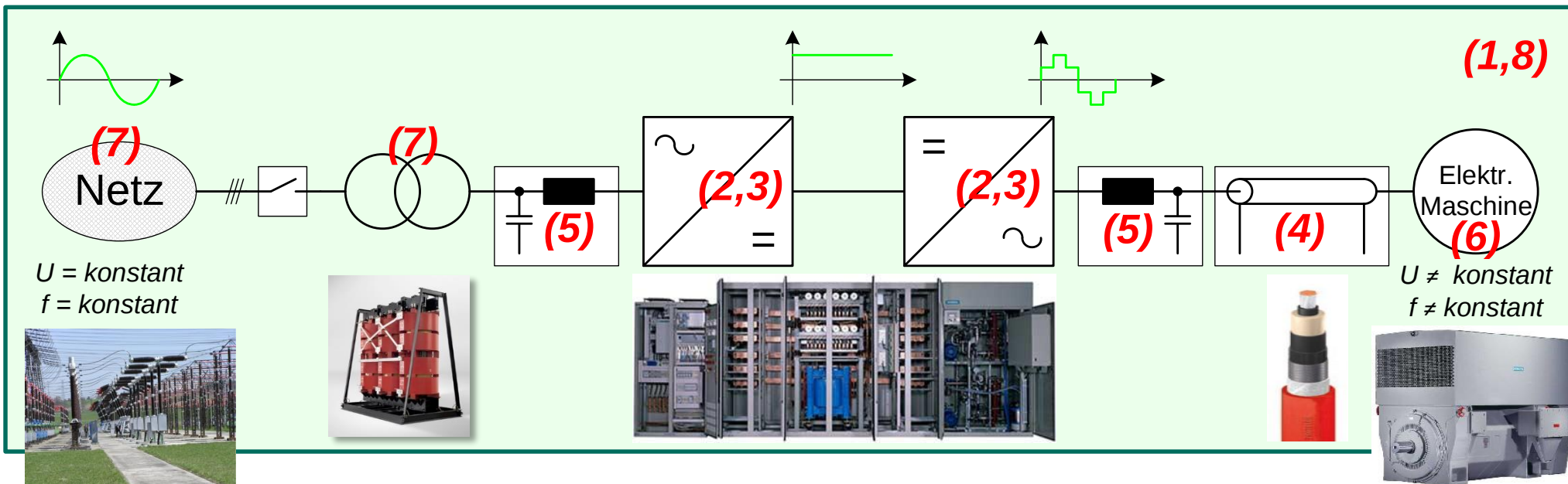
Umrichter mit vier Drehstrombrücken und DSP-System



Prüffelder für Elektromotoren am Campus Ost

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



3. Zeitplan

	KW	Datum	Inhalt
PLS1	KW42	17.10.2017	Einleitung
PLS2	KW43	24.10.2017	Systemübersicht
	KW44	31.10.2017	Keine Vorlesung - Feiertag
PLS3	KW45	07.11.2017	Systemübersicht
PLS4	KW46	14.11.2017	Stromrichterauslegung
PLS5	KW47	21.11.2017	Stromrichterauslegung
PLS6	KW48	28.11.2017	Stromrichterauslegung
PLS7	KW49	05.12.2017	Halbleiterauslegung
PLS8	KW50	12.12.2017	Systembetrachtungen
PLS9	KW51	19.12.2017	Kabel, Filter
	KW52	26.12.2017	Keine Vorlesung - Weihnachtspause
	KW1	02.01.2018	Keine Vorlesung - Weihnachtspause
PLS10+11	KW50	09.01.2018	Doppel-Veranstaltung (Dozent: Hr. Tischmacher, Siemens AG): Wechselwirkung Umrichter/Maschine
PLS12	KW3	16.01.2018	Netzanwendungen
PLS13	KW4	23.01.2018	Netzverhalten, Netzanwendungen
PLS14	KW5	30.01.2018	Systembetrachtungen, Fragestunde
	KW6	06.02.2018	Keine Vorlesung

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: LTI-Hörsaal 30.34

Zeit: Mittwochs, 08.00 – 09:30 Uhr

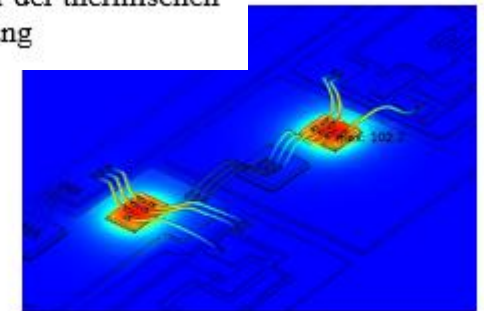
Typ: Vorlesung / 2+0 SWS / 3 ECTS

Beginn: 18.10.2017

Prüfung: mündlich



Siliziumkarbid-Testmodul vor der thermischen Charakterisierung



FE-Simulation des thermischen Verhaltens mit COMSOL