

# Ausgewählte Aspekte der Energieelektronik

Hauptseminar  
Wintersemester 2018/19

## Lehrstuhl für Leistungselektronik

Prof. Dr.-Ing. Martin März

Dipl.-Ing. Thomas Eberle (Univ.)

Melanie Lavery M.Sc.



# Ausgewählte Aspekte der Energieelektronik

---

## Anmeldeverfahren im Wintersemester 2018/19

**Der gesamte Anmelde- und Vergabeprozess findet ab sofort über StudOn statt!**

Der Anmeldezeitraum beginnt am 01.10.2018 01:00 Uhr und endet am 15.10.2018 01:00 Uhr.

- In der ersten Woche, vom **01.10.2018 bis zum 08.10.2018**, werden die **Themen chancengleich** vergeben.  
Das bedeutet, alle Anmeldungen in diesem Zeitraum werden gesammelt und am Ende der Woche werden die Themen verlost.
- Die Anmeldung ist über den Beitritt der Themen-Gruppen (z.B. Beitritt zur Gruppe „Thema 01“) möglich. Man kann beliebig vielen Gruppen beitreten.
- Studenten, die mehrere Themen erhalten haben, müssen sich für eines entscheiden und indem sie baldmöglichst aus allen anderen Gruppen austreten. Die Nachrücker für die freigewordenen Themen werden dann wiederum ausgelost.
- Ab dem **08.10.2018 bis zum 15.10.2018** können sich Studierende **direkt** für noch offene Themen anmelden.
- Nach dem Ablauf dieser zwei Anmeldewochen, müssen sich die Studenten bis zum Ende der ersten Vorlesungswoche bei dem jeweiligen Betreuer ihres Themas melden und einen Termin mit diesem zum Besprechen des weiteren Verlaufs ausmachen. Sollten die Studierenden sich nicht bei ihrem Betreuer melden, verfällt ihr Anspruch auf das Thema und das Thema wird ab dem 22.10.2018 wieder auf StudOn verfügbar.

Bei Fragen bitte an [melanie.lavery@fau.de](mailto:melanie.lavery@fau.de) (0911 56854-9292) wenden.

# Ausgewählte Aspekte der Energieelektronik

---

## Themen:

1. Auslegung und Aufbau einer Verstärkerschaltung für Batterieimpedanzmessungen (Betreuer: Melanie Lavery)
2. Bidirektionale isolierende DC/DC-Wandlertopologien im Leistungsbereich unter 1 kW (Betreuer: Matthias Schulz)
3. Halbleiterbasierte Schutztechnik für Niederspannungsanwendungen  
(Betreuer: Melanie Lavery)
4. Vergleich der Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Schaltungssimulatoren (Betreuer: Thomas Eberle)
5. Stabilitätsanalysen eines einfachen DC-Netz (Betreuer: Melanie Lavery)
6. Aufbau eines Doppelpulsversuchs (Betreuer: Thomas Eberle)
7. Detaillierte Analyse eines stromgespeisten Gegentaktwandlers (Betreuer: Thomas Eberle)
8. Detaillierte Analyse eines Buck-Boost-Converters mit angezapfter Drossel (Betreuer: Melanie Lavery)
9. Detaillierte Analyse eines aktiv geklemmten Flyback Converters (Betreuer: Thomas Eberle)
10. Detaillierte Analyse eines aktiv geklemmten Cuk-Converters (Betreuer: Melanie Lavery)
11. Anwendung von Leistungselektronik in Land- und Baumaschinen(Betreuer: Melanie Lavery)
12. Überblick über aktuelle Entwicklungen im Bereich Leistungselektronik für MVDC-Netze  
(Betreuer: Benjamin Ruccius)

# Ausgewählte Aspekte der Energieelektronik

---

## 1. Untersuchung von Optionen zur Impedanzmessung an Batteriezellen

Im Rahmen dieser Arbeit soll zunächst eine Literaturrecherche durchgeführt werden, um einen Überblick über analoge und digitale Impedanzmessverfahren zu erhalten. Die Verfahren sollen hinsichtlich deren Vor- und Nachteile und bezüglich des apperativen Aufwands, der Messgenauigkeit, dem abdeckbaren Spannungs-, Strom- und Frequenzbereich miteinander verglichen werden. Im Anschluss soll ein Versuchsaufbau für eine analoge Impedanzmessung an Batteriezellen entwickelt werden, bei dem Ladezustand der Batterie während des Messvorgangs erhalten bleibt. Die Schaltung kann sowohl mit im Handel erhältlichen Verstärkern als auch mit selbst entwickelten Verstärkerschaltungen ausgelegt werden.

Aufgaben: Literaturrecherche, Schaltungsentwicklung

Betreuer:

Melanie Lavery | Lehrstuhl für Leistungselektronik  
Fürther Str. 248, 90429 Nürnberg  
Tel.: +49 911 / 56851-9292  
[melanie.lavery@fau.de](mailto:melanie.lavery@fau.de)

# Ausgewählte Aspekte der Energieelektronik

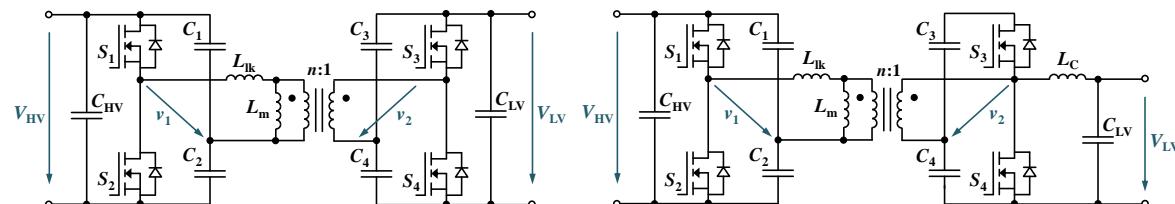
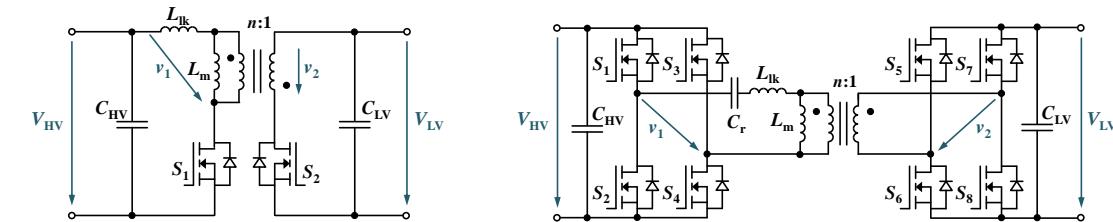
## 2. Bidirektionale isolierende DC/DC-Wandlertopologien im Leistungsbereich unter 1 kW

In dieser Arbeit sollen vier aus der Literatur bekannte Topologien von isolierenden und bidirektionalen DC/DC Wendlern verglichen werden. Hierbei ist Bestandteil des Themas, die jeweiligen Merkmale und Eigenschaften zu erarbeiten und komprimiert darzustellen. Teilbetrachtungen können etwa weches Schalten, Blindleistungsbedarf, abzudeckender Leistungsbereich, Ansteuerverfahren, Bauteilaufwand sowie Maximal- und Teillastwirkungsgrad sein.

Mögliche Topologien sind: Flyback, voltage-source und current-source DAHB sowie LLC-Converter.  
Zielspannungsbereich sind 340 V bis 420 V sowie niederspannungsseitig 24 V.

Aufgabe: Literaturrecherche

Betreuer:  
Matthias Schulz | IISB  
Schottkystr. 10, 91058 Erlangen  
Tel: +49 9131 / 761 582  
[Matthias.Schulz@iisb.fraunhofer.de](mailto:Matthias.Schulz@iisb.fraunhofer.de)



# Ausgewählte Aspekte der Energieelektronik

---

## 3. Halbleiterbasierte Schutztechnik für Niederspannungsanwendungen

Aktuelle Schutztechnik für die Energieverteilung im Niederspannungsbereich basiert nahezu ausschließlich auf mechanischen Konzepten, etwa Schmelzsicherungen oder Leitungsschutzschalter. Hinsichtlich Kosten, Funktionsumfang oder Reaktionszeiten können Lösungen, die Halbleiterschalter einsetzen, deutliche Vorteile bieten. Im Rahmen dieses Seminarthemas soll zunächst der aktuelle Stand der Technik für alternative Schutzkonzepte mit Halbleitern beleuchtet und deren Vor- und Nachteile dargestellt werden. Zusätzlich ist zu recherchieren, in welchen Bereichen die Verwendung von Halbleitern durch normative Vorgaben bereits heute erlaubt ist oder, etwa durch Forderung beispielsweise einer galvanischen Trennung, untersagt ist.

Aufgaben: Literaturrecherche, Normenrecherche, elektrische Schutztechnik

Betreuer:

Melanie Lavery | Lehrstuhl für Leistungselektronik  
Fürther Str. 248, 90429 Nürnberg  
Tel.: +49 911 / 56851-9292  
[melanie.lavery@fau.de](mailto:melanie.lavery@fau.de)

# Ausgewählte Aspekte der Energieelektronik

---

## 4. Vergleich der Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Schaltungssimulatoren

Ziel der Arbeit ist es die Schaltungssimulationsprogramme SPICE, Plecs und Gecko Circuits (ETH Zürich) zu vergleichen. Zunächst sollen die Unterschiede der Programmfunktions- und Berechnungsweisen recherchiert und dargestellt werden. Außerdem sollen die Programme hinsichtlich Analysemöglichkeiten (Transienten-, Großsignal- und Kleinsignal- und Rauschanalysen...), Handhabung des Programms und Performanz (Laufzeit) verglichen werden. Ein besonderes Augenmerk ist auf die Eignung für Regelungs- und Stabilitätsuntersuchungen im Frequenzbereich zu legen.

Aufgaben: Literaturrecherche, Simulation

Betreuer:

Thomas Eberle | Lehrstuhl für Leistungselektronik

Fürther Str. 248, 90429 Nürnberg

Tel.: +49 911 / 56851-9291

[Thomas.e.eberle@fau.de](mailto:Thomas.e.eberle@fau.de)

# Ausgewählte Aspekte der Energieelektronik

---

## 5. Stabilitätsanalyse eines einfachen DC-Netzes

Im Rahmen dieser Arbeit ist ein einfaches DC-Netz, bestehend aus einer elektronischen DC-Quelle und DC-Last hinsichtlich dessen Stabilität zu untersuchen. Zunächst sollen die Einstellmöglichkeiten der Geräte und deren Verhalten auf die Netzstabilität bestimmt werden. Ziel ist es herauszufinden, wie Quelle oder Last parametrisiert werden müssen, um im Verbund stabil bzw. instabil betrieben werden zu können. Weiterführend soll auf theoretischer Basis ein Filter oder Wandler gefunden werden, der das Netzverhalten (stabil/instabil) entsprechend ändert und einen Einfluss auf das Netzverhalten zulässt.

Aufgaben: Theoretische und praktische Stabilitätsanalyse, Schaltungsauslegung

Betreuer:

Melanie Lavery | Lehrstuhl für Leistungselektronik  
Fürther Str. 248, 90429 Nürnberg  
Tel.: +49 911 / 56851-9292  
[melanie.lavery@fau.de](mailto:melanie.lavery@fau.de)

# Ausgewählte Aspekte der Energieelektronik

---

## 6. Aufbau eines Doppelpulsversuchs

Für das Vermessen von Leistungshalbleitern mittels Doppelpulstest ist ein Versuchsaufbau zu entwickeln. Ziel ist es, die dynamischen Eigenschaften von verschiedenen Transistoren und Diode ermitteln zu können. Die Signalerzeugung der Ansteuerimpulse erfolgt durch einen Pulsgenerator. Benötigt wird daher zunächst nur der Leistungsteil des Messaufbaus. Hierfür soll eine Schaltung entwickelt, aufgebaut und in Betrieb genommen werden. Anschließend sollen Versuche mit den zu charakterisierenden Bauteilen durchgeführt und die Ergebnisse gesammelt und dargestellt werden.

Aufgaben: Schaltungsentwicklung und Aufbau

Betreuer:

Thomas Eberle | Lehrstuhl für Leistungselektronik

Fürther Str. 248, 90429 Nürnberg

Tel.: +49 911 / 56851-9291

[Thomasa.e.eberle@fau.de](mailto:Thomasa.e.eberle@fau.de)

# Ausgewählte Aspekte der Energieelektronik

---

## 7. Detaillierte Analyse eines aktiv geklemmten Flyback Converters

Ziel der Arbeit ist es, die Funktionsweise eines aktiv geklemmten Flyback Converters im Detail zu analysieren und die Ergebnisse zusammen zu fassen. Beispielhaft genannt sei die Aufstellung der Strom und Spannungsverläufe, Herleitung der Übertragungsfunktion  $U_a / U_e$  und die mathematische Beschreibung der Betriebsarten CCM und DCM. Dazu sollen Parameterstudien durchgeführt werden.

Aufgaben: Eigene Überlegungen und Berechnungen, Literaturrecherche

Betreuer:

Thomas Eberle | Lehrstuhl für Leistungselektronik  
Fürther Str. 248, 90429 Nürnberg  
Tel.: +49 911 / 56851-9291  
[Thomsa.e.eberle@fau.de](mailto:Thomsa.e.eberle@fau.de)

# Ausgewählte Aspekte der Energieelektronik

---

## 8. Detaillierte Analyse eines stromgespeisten Gegentaktwandlers

Ziel der Arbeit ist es, die Funktionsweise eines stromgespeisten Gegentaktwandlers (current fed push/pull converter) im Detail zu analysieren und die Ergebnisse zusammen zu fassen. Beispielhaft genannt sei die Aufstellung der Strom und Spannungsverläufe, Herleitung der Übertragungsfunktion  $U_a / U_e$  und die mathematische Beschreibung der Betriebsarten CCM und DCM. Dazu sollen Parameterstudien durchgeführt werden. Die Vor- und Nachteile der Topologie sind darzustellen.

Aufgaben: Eigene Überlegungen und Berechnungen, Literaturrecherche

Betreuer:

Thomas Eberle | Lehrstuhl für Leistungselektronik  
Fürther Str. 248, 90429 Nürnberg  
Tel.: +49 911 / 56851-9291  
[Thomsa.e.eberle@fau.de](mailto:Thomsa.e.eberle@fau.de)

# Ausgewählte Aspekte der Energieelektronik

---

## 9. Detaillierte Analyse eines Buck-Boost-Converters mit angezapfter Spule

Ziel der Arbeit ist es, die Funktionsweise und Topologie von Buck-Boost-Converters mit angezapfster Spule im Detail zu analysieren und die Ergebnisse zusammen zu fassen. Beispielhaft genannt sei die Aufstellung der Strom und Spannungsverläufe, Herleitung der Übertragungsfunktion  $U_a / U_e$  und die mathematische Beschreibung der Betriebsarten CCM und DCM.  
Außerdem sollen Parameterstudien durchgeführt und Dimensionierungsvorschriften für die Induktivitäten und Kapazitäten erarbeitet werden. Daneben sind die üblichen Einsatzbereiche des Wandlers zu recherchieren.

Aufgaben: Eigene Überlegungen und Berechnungen, Literaturrecherche

Betreuer:

Melanie Lavery | Lehrstuhl für Leistungselektronik  
Fürther Str. 248, 90429 Nürnberg  
Tel.: +49 911 / 56851-9292  
[melanie.lavery@fau.de](mailto:melanie.lavery@fau.de)

# Ausgewählte Aspekte der Energieelektronik

---

## 10. Detaillierte Analyse eines Cuk-Converters

Ziel der Arbeit ist es, die Funktionsweise und Topologie von Cuk-Converters mit angezapfter Spule im Detail zu analysieren und die Ergebnisse zusammen zu fassen. Beispielhaft genannt sei die Aufstellung der Strom und Spannungsverläufe, Herleitung der Übertragungsfunktion  $U_a / U_e$  und die mathematische Beschreibung der Betriebsarten CCM und DCM.  
Außerdem sollen Parameterstudien durchgeführt und Dimensionierungsvorschriften für die Induktivitäten und Kapazitäten erarbeitet werden. Daneben sind die üblichen Einsatzbereiche des Wandlers zu recherchieren.

Aufgaben: Eigene Überlegungen und Berechnungen, Literaturrecherche

Betreuer:

Melanie Lavery | Lehrstuhl für Leistungselektronik  
Fürther Str. 248, 90429 Nürnberg  
Tel.: +49 911 / 56851-9292  
[melanie.lavery@fau.de](mailto:melanie.lavery@fau.de)

# Ausgewählte Aspekte der Energieelektronik

---

## 11. Anwendung von Leistungselektronik in Land- und Baumaschinen

Land- und Baumaschinen vereinen verschiedene hochanspruchsvolle Anforderungen an ein auf lange Lebenszeit und geringe Ausfallraten ausgelegtes System das unter herausfordernden Betriebsbedingungen funktionieren muss. Gleichbleibende Funktionalität bei hoher Leistungsdichte und ständigen Lastwechsel wird dabei vorausgesetzt. Aufgrund von Umweltvorgaben werden zur Erreichung dieser Anforderungen elektrische Antriebe in Land- und Baumaschinen untersucht.

Im Rahmen des Seminars soll eine umfangreiche Literaturrecherche zu aktuellen Forschungs- und Entwicklungsprojekten sowie bereits am Markt verfügbaren Land- und Baumaschinen unter Einsatz von leistungselektronischen Systemen durchgeführt werden. Je nach persönlichem Schwerpunkt, kann der Fokus dabei auf die Antriebstechnik oder bspw. die Substituierung von Hydraulikeinheiten gelegt werden.

Aufgaben: Umfangreiche Literaturrecherche

Betreuer:

Melanie Lavery | Lehrstuhl für Leistungselektronik  
Fürther Str. 248, 90429 Nürnberg  
Tel.: +49 911 / 56851-9292  
[melanie.lavery@fau.de](mailto:melanie.lavery@fau.de)

# Ausgewählte Aspekte der Energieelektronik

---

## 12. Überblick über aktuelle Entwicklungen im Bereich Leistungselektronik für MVDC-Netze

Mittelspannungs-Gleichstrom-Übertragungen könnten für die zukünftige Energieversorgung eine wichtige Rolle spielen. Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HVDC) wird zur Energieübertragung über weite Strecken für hohe Leistungen eingesetzt. MVDC-Energieübertragung könnte ergänzend dazu eingesetzt werden, um z.B. die Energieübertragungskapazität bei existierender Infrastruktur zu erhöhen oder auch um weit abgelegene Energieerzeuger an das Verteilnetz anzuschließen.

Im Rahmen des Seminars soll eine umfangreiche Literaturrecherche zu aktuellen Forschungs- und Entwicklungsprojekten sowie bereits am Markt verfügbaren MVDC-Lösungen durchgeführt werden.

Voraussetzung: Fundierte Kenntnisse über leistungselektronische Systeme

Aufgaben: Umfangreiche Literaturrecherche

Betreuer:

Benjamin Ruccius | IISB

Fürther Str. 248, 90429 Nürnberg

Tel.: +49 911 / 56851-9162

[Benjamin.ruccius@iisb.fraunhofer.de](mailto:Benjamin.ruccius@iisb.fraunhofer.de)