

In modern power electronics an ever increase in power density and efficiency is pursued. Therefore soft-switching of wide-bandgap semiconductors for high system performance is utilized. While high system advantages can be achieved, the prediction of those soft-switching losses become particular difficult with electrical measurements. Therefore time-consuming calorimetric measurements are utilized to characterize those losses accurately. Only recently time-efficient calorimetric measurement approaches have been developed which simplifies the extraction of the influence of several parameters. The output capacitance is the most influential parameter on the switching losses, but a deep analysis of its dependencies is still missing. Since the output capacitance is dependent on several parameters such as the gate source and source-drain capacitance.

### Goal of this work:

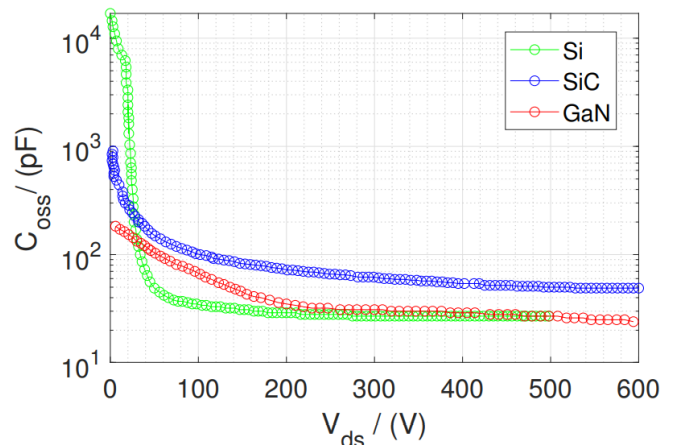
- Implementing a SCPI-programmable DC-source for variable gate source voltage setting
- Measure the soft-switching losses for different gate source and gate drain voltages.
- Extract the output capacitance characteristic

### Timeplan:

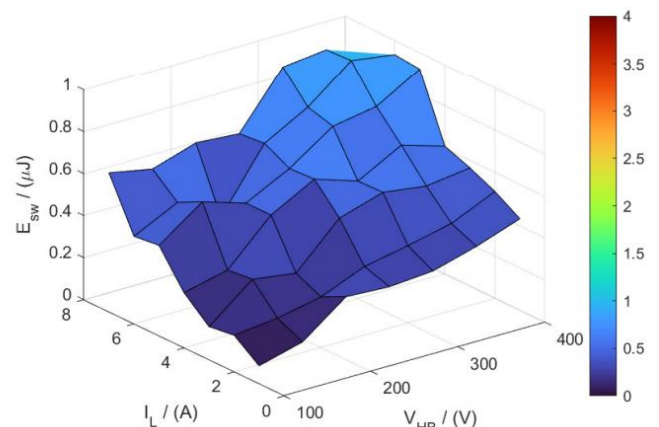
- Familiarization & Literature research (10%)
- Implementing DC-Source (30%)
- Measurement (45%)
- Thesis writing and presentation (15%)

### Helpful Previous knowledge:

- Power electronics/ RPSS 1 & RPSS 2
- Matlab
- Altium/PCB-design



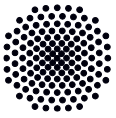
Drain-source voltage-dependency of C<sub>oss</sub> [1]



Measured soft-switching losses at different voltages [1]

[1] Rapid and Noninvasive Soft-Switching Characterization of Wide Bandgap Power Semiconductors Utilizing Automated and Highly Accurate Calorimetric Measurements Ruben Schnitzler 2022





In der modernen Leistungselektronik ist eine erhöhte Leistungsdichte und Effizienz angestrebt. Dafür werden weichschaltende Topologien mit Wide-Bandgap Leistungshalbleitern verwendet, um die Systemperformance zu verbessern. Obwohl damit die Systemverlustleistung deutlich reduziert werden kann, ist die Vorhersage der entstehenden Schaltverluste mittels elektrischer Messung nicht möglich. Deshalb werden zeitintensive kalorimetrische Messungen durchgeführt, um diese Schaltverluste genau zu bestimmen. Erst vor kurzem wurden zeiteffiziente Messmethoden entwickelt, um diese Schaltverluste systematisch zu untersuchen. Der wichtigste Parameter für die weichschaltenden Verluste ist hierbei die Ausgangskapazität, die insbesondere von der Gate-Source sowie der Drain-Source Spannung abhängig ist.

### Ziel dieser Arbeit:

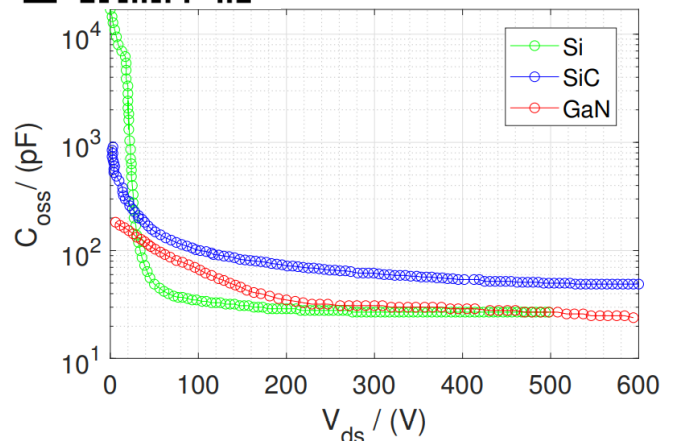
- Implementierung einer über SCPI-Programmierbaren DC-Quelle für das variable setzen der Gate-Source Spannung
- Weichschaltende Energie Bestimmung für unterschiedliche Gate-Source Spannungen
- Extraktion des Ausgangskennfeldes von  $C_{oss}$ .

### Zeitplan:

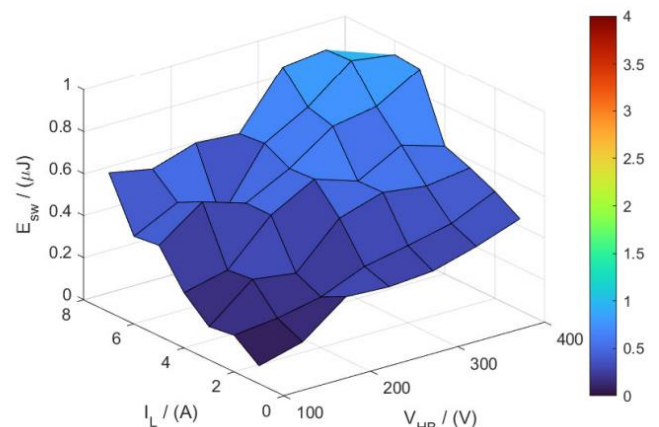
- Einarbeitungszeit und Literaturrecherche (10%)
- Implementierung der ansteuerbaren  $V_{gs}$ -Quelle (30%)
- Messungen (45%)
- Ausarbeitung und Vortrag(15%)

### Hilfreiches Vorwissen:

- Leistungselektronik/ RPSS 1 & RPSS 2
- Matlab
- Altium/ PCB-Design



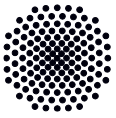
Drain-Source Spannungsabhängigkeit von  $C_{oss}$  [1]



Schaltverluste unterschiedlicher Drain-Source- Spannungen [1]

[1] Rapid and Noninvasive Soft-Switching Characterization of Wide Bandgap Power Semiconductors Utilizing Automated and Highly Accurate Calorimetric Measurements Ruben Schnitzler 2022





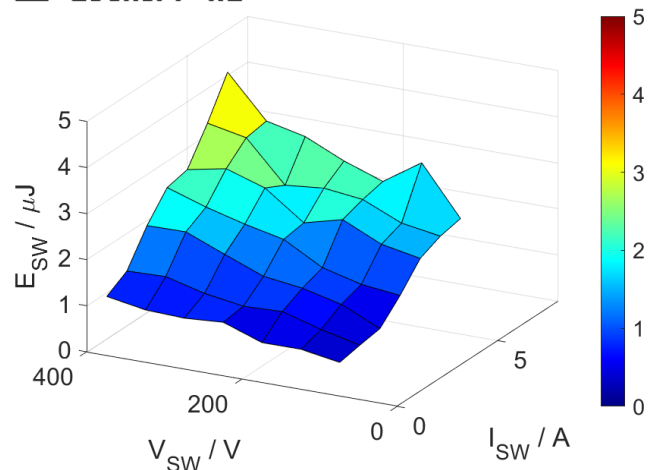
In der modernen Leistungselektronik ist eine erhöhte Leistungsdichte und Effizienz angestrebt. Daher werden weichschaltende Topologien mit Halbleitern mit großer Bandlücke verwendet um die Systemperformance zu verbessern. Obwohl so die Systemverlustleistung deutlich reduziert werden kann, ist die vorhersage der entstehenden Schaltverluste mittels elektrischer Messung nicht möglich. Deshalb werden zeitintensive kalorimetrische Messungen durchgeführt um diese Schaltverluste genau zu bestimmen. Erst vor kurzem wurden zeiteffizienter Messmethoden entwickelt, die die Extrahierung unterschiedlicher Einflüsse deutlich erleichtern, aber eine übereinstimmende Simulation mit den gemessenen Schaltverlusten ist noch nicht möglich. Um eine tiefgreifender untersuchung unterschiedlicher Abhängigkeiten der weichschaltenden Verluste zu erreichen wird eine Hybride herangehensweise von Simulation und Messung verfolgt. Darüberhinaus können die Simulationen auch für einen für virtuelles Prototyping und damit kosteneffizienten und verbessertes thermisches Layout der weichschaltenden Leistungskonverter ermöglichen.

### Zeitplan:

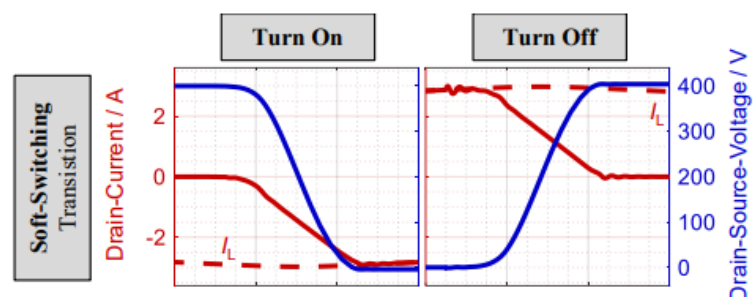
- Einarbeitungszeit & Literaturrecherche (10%)
- Simulation von soft-switching losses und Verifizierung des Simulationsmodells (30%)
- Simulation verschiedener Gatetreiberschaltungen (45%)
- Ausarbeitung und Vortrag(15%)

### Hilfreiches Vorwissen:

- Leistungselektronik/ RPSS 1 & RPSS 2
- Matlab
- LT-Spice/FEM-Simulationen



Measured soft-switching energies of a SiC-MOSFET [1]

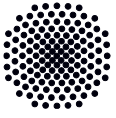


Simulated soft-switching losses of a SiC-MOSFET [2]

[1] Rapid and Noninvasive Soft-Switching Characterization of Wide Bandgap Power Semiconductors Utilizing Automated and Highly Accurate Calorimetric Measurements Ruben Schnitzler 2022

[2] Weimer, J., Koch, D., & Kallfass, I. (2021, September). Accuracy study of calorimetric switching loss energy measurements for wide bandgap power transistors. In 2021 23rd European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'21 ECCE Europe) (pp. P-1). IEEE.



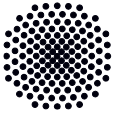


**University of Stuttgart**

Institute of Robust Power  
Semiconductor Systems

21.04.2022





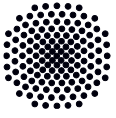
**Universität Stuttgart**

Institut für Robuste

Leistungshalbleitersysteme

21.04.2022



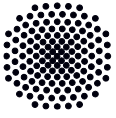


**University of Stuttgart**

Institute of Robust Power  
Semiconductor Systems

21.04.2022





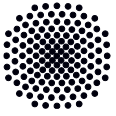
**Universität Stuttgart**

Institut für Robuste  
Leistungshalbleitersysteme

21.04.2022

## **Bachelorarbeit / Forschungsarbeit / Masterarbeit**

Clear description incl. pictures, conveying motivation, tasks and goals.



**University of Stuttgart**

Institute of Robust Power  
Semiconductor Systems

21.04.2022

- Bachelor Thesis / Study Thesis / Master Thesis
- Clear description incl. pictures, conveying motivation, tasks and goals.