

# Bachelor- / Masterarbeit



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Fachgebiet Hochspannungstechnik

## Untersuchung der dielektrischen Eigenschaften fester Isolierstoffe bei Beanspruchung mit hochfrequenter Hochspannung bis 50 kHz

### Hintergrund und Motivation

Sowohl in der Hochspannungstechnik als auch in der Leistungselektronik steigen die Anforderungen an Isoliermaterialien zunehmend an. In der Leistungselektronik kann dieser Trend im Wesentlichen durch Wide-Bandgap-Halbleiter begründet werden. Diese erlauben sowohl größere Schaltfrequenzen als auch höhere Anstiegsgeschwindigkeiten, sowie höhere Leistungsdichten. Im Bereich der Hochspannungstechnik sind die zunehmenden Anforderungen auf den steigenden Anteil an leistungselektronischen Komponenten in den Stromnetzen zurückzuführen. Dies hängt bspw. mit der vermehrten Integration von erneuerbaren Energien zusammen. Als Folge dessen kommt es zu hochfrequenten Oberschwingungen im Stromnetz, welche zu einer Verzerrung der Spannungsform führen. Zusammenfassend ergibt sich somit sowohl für die Leistungselektronik als auch für die Hochspannungstechnik ein ähnlicher Trend. In beiden Bereichen wird eine kombinierte Beanspruchung aus steigenden Feldstärken und steigenden Frequenzen zu einem entscheidenden Bemessungskriterium für die Auslegung von Isoliersystemen.

Bisherige Untersuchungen haben gezeigt, dass die in der Isolierung umgesetzten dielektrischen Verluste sowohl mit steigender Feldstärke als auch mit steigender Frequenz zunehmen, was eine Erwärmung der Materialien zur Folge hat. Dadurch steigt sowohl das Risiko für ein Absinken der dielektrischen Festigkeit als auch einer beschleunigten Alterung der Materialien, wodurch ein Isoliersystem ausfallen könnte. Aus Untersuchungen mit hohen Feldstärken oder hohen Frequenzen sind so genannte Lebensdauer kennlinien verschiedener Materialien (vgl. Abbildung 1) bekannt. Allerdings können diese Kennlinien nicht auf die zukünftigen Beanspruchungen der Isoliermaterialien - nämlich eine kombinierte Belastung aus hoher Feldstärke und hoher Frequenz – übertragen werden. Im Rahmen dieser Arbeit soll die Grundlage für Untersuchungen des Alterungsverhaltens fester Isolierstoffe gebildet werden, um ein besseres Verständnis über dessen komplexe Zusammenhänge zu erhalten.

---

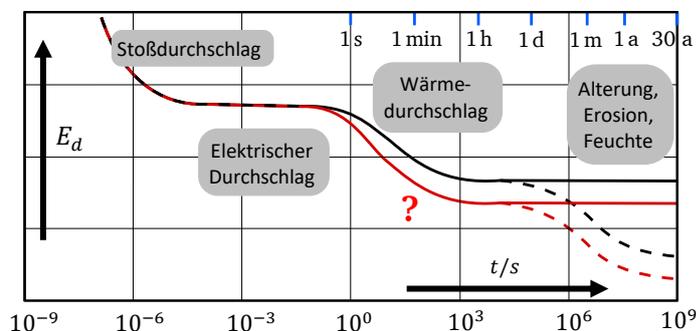
## Aufgabenstellung

---

Das Ziel der Arbeit ist die Untersuchung der dielektrischen Eigenschaften fester Isolierstoffe bei Belastung mit hochfrequenter Hochspannung bis zu einem Frequenzbereich von ca. 50 kHz. Zunächst sollte die Arbeit mit einer Literaturrecherche starten, um sich die nötigen Grundlagen in den Bereichen

- dielektrische Kenngrößen fester Isolierstoffe und deren Abhängigkeiten
- Durchschlagmechanismen fester Isolierstoffe
- Elektrische Prüfverfahren fester Isolierstoffe

zu erarbeiten. Für die Untersuchungen wurde bereits ein Versuchsstand aufgebaut und getestet. Dieser soll zunächst um eine geeignete Prüfanordnung für die anschließenden elektrischen Untersuchungen an verschiedenen Isolierstoffproben (vgl. bspw. Abbildung 2) erweitert werden. Wichtig dabei sind vor allem die Realisierung einer Temperaturmessung, sowie die Vermeidung äußerer Vor- bzw. Oberflächenentladungen (vgl. Abbildung 3) während der Untersuchungen. Abschließend sollen elektrische Untersuchungen mit hochfrequenter Hochspannung bei verschiedenen Frequenzen bis 50 kHz durchgeführt und mit Referenzmessungen bei netzfrequenter Hochspannung verglichen werden.



**Abb.1:** Schematische Lebensdauer kennlinie (schwarz), sowie ein potenzieller Verlauf bei Belastung mit hochfrequenter Hochspannung (rot)



**Abb.2:** Beispiel für einen Isolierstoffprüfling mit 1 mm Dicke und auflackierter Silberelektrode

---

## Voraussetzungen

---

- Interesse und Spaß an praktischen Aufgabenstellungen im Bereich der Leistungselektronik und Hochspannungstechnik
- Grundkenntnisse in der Planung und Auslegung elektronischer Schaltungen
- Motivation, sich das notwendige Hintergrundwissen selbstständig zu erarbeiten
- Fähigkeit zur Zusammenarbeit mit den wiss. Mitarbeitern und dem Werkstattpersonal

---

## Zeitlicher Rahmen

---

Art: Bachelor- / Masterarbeit

Dauer: **Bachelor:** 3 Monate Vollzeit / 5 Monate Teilzeit | **Master:** 6 Monate Vollzeit

Beginn: Ab sofort

---

## Kontakt

---

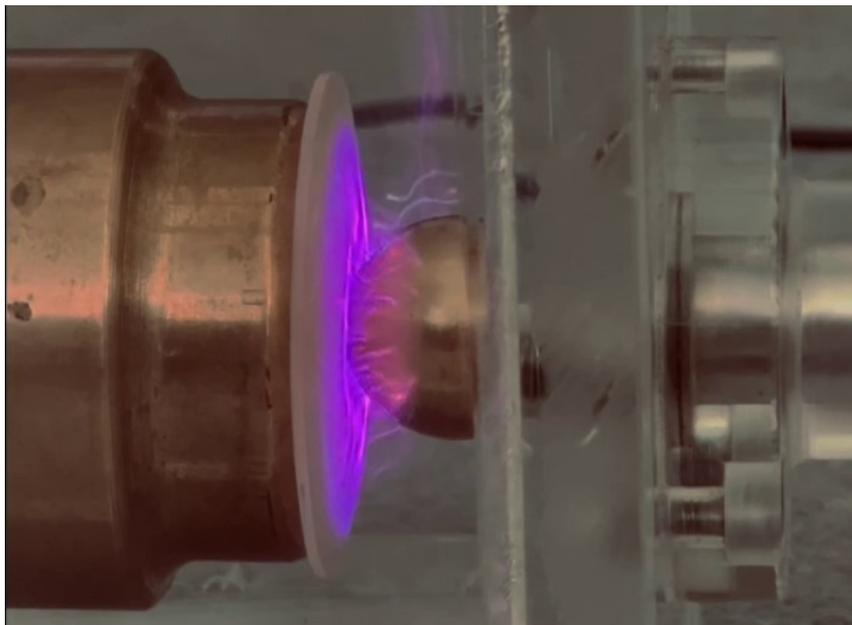
Bei Rückfragen oder Interesse an detaillierteren Informationen über das Thema können Sie mich gerne per E-Mail oder telefonisch kontaktieren.

Michael Kempf, M.Sc.

Gebäude S3|21 - Raum 410

Telefon: 06151 16-20445

E-Mail: [michael.kempf@tu-darmstadt.de](mailto:michael.kempf@tu-darmstadt.de)



**Abb.3:** Beispiel für Vor- bzw. Oberflächenentladungen an einer Isolierstoffprobe bei Belastung mit HFHV bei einer Frequenz von 50 kHz