

# Vorstellung des Fachgebietes Elektrische Geräte und Anlagen der TU Ilmenau, Deutschland

## Labore, Ausstattung & Modellschalter



Fachgebiet Elektrische Geräte und Anlagen  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank Berger

The **SPiRiT**  
of science

 TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
ILMENAU

## Gliederung

---

1. Ausstattung des Fachgebietes
2. Modellschalter
3. Projekte und Fördergeldgeber
4. Veröffentlichungen
5. Dienstleistungen

## AC-Labore

### Leistungsabgang Drehstrom gespeist aus 800 kVA - Transformator



$U_n = 230 \text{ V}/440 \text{ V}$   
 $I_{\max} = 5 \text{ kA}$  bei  $\cos \Phi 0,66$   
 $I_n = 630 \text{ A}$

### Drehstrom- Hochstromtransformat or mit vorgelagertem Schubtransformator



$U = 220 \text{ V}/440 \text{ V DC}$   
 $I_{\max} = 500 \text{ A}$   
 $I_n = 100 \text{ A}$

### Halbsinus-Generator



$U_{\max} = 10 \text{ kV}$   
 $I_{\max} = 15 \text{ kA}$

### Mobiler Transformator



Ein-/zweiphasig 34,2 kVA  
 $U_{\text{prim}}/U_{\text{sek}} = 500 \text{ V}/0 \dots 760 \text{ V}$   
 $I_{\max} = 45 \text{ A}$

dreiphasig 46,2 kVA  
 $U_{\text{prim}}/U_{\text{sek}} = 500 \text{ V}/0 \dots 660 \text{ V}$   
 $I_{\max} = 45 \text{ A}$

## DC-Labore

### Motorgeneratorsatz aus Drehstromasynchronmotor



$U = 50 \dots 800 \text{ V DC}$   
 $I_{\text{max}} = 8 \text{ kA (50 ms)}$   
 $I_{\text{n}} = 375 \text{ A}$

### Stationäre Batterieanlage



$U = 220 \text{ V/440 V DC}$   
 $I_{\text{max}} = 500 \text{ A}$   
 $I_{\text{n}} = 100 \text{ A}$

### Mobile Batteriebank



$U_{\text{n}} = 230 \text{ V/440 V}$   
 $I_{\text{max}} = 5 \text{ kA bei } \cos \Phi 0,66$   
 $I_{\text{n}} = 630 \text{ A}$

### Gleichrichtung der Spannung des dreiphasigen Hochstromtransformators

$I_{\text{max}} = 4 \text{ kA}$

### Konstantstromquellen

- 1)  $I = 1 \dots 10 \text{ A at max. } 50 \text{ V DC}$
- 2)  $I = 10 \dots 100 \text{ A at max. } 50 \text{ V DC}$

### Elektronisch geregelte Laborstromversorgung 3 kW

$U_{\text{max}} = 720 \text{ V}$   
 $I_{\text{max}} = 15 \text{ A}$

# Ausstattung des Fachgebietes

## Hochspannungs- und Blitzschutz

### AC-System



$U_{max} = 250 \text{ kV}$

### DC-System



$U_{max} = 300 \text{ kV}$

### Marxgenerator



$U_{max} = 750 \text{ kV}$   
 $1,2/50 \mu\text{s}$

### Modulares System



$U_{max} = 100 \text{ kV}$

### Stationärer Blitzstromgenerator

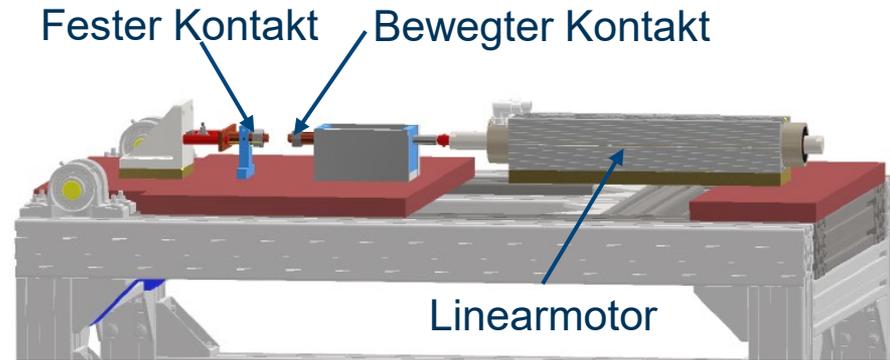
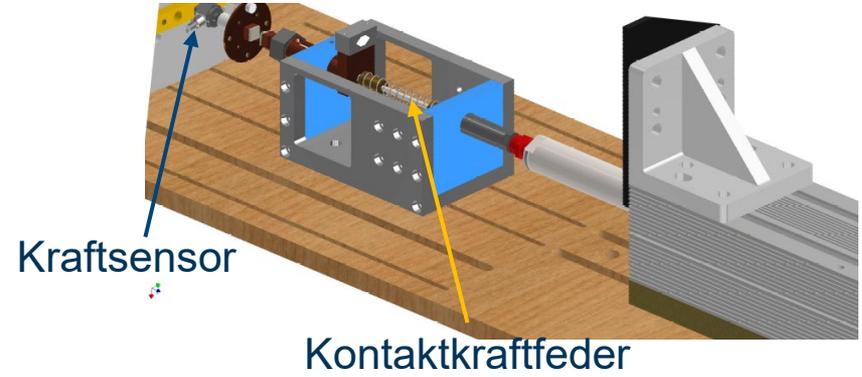
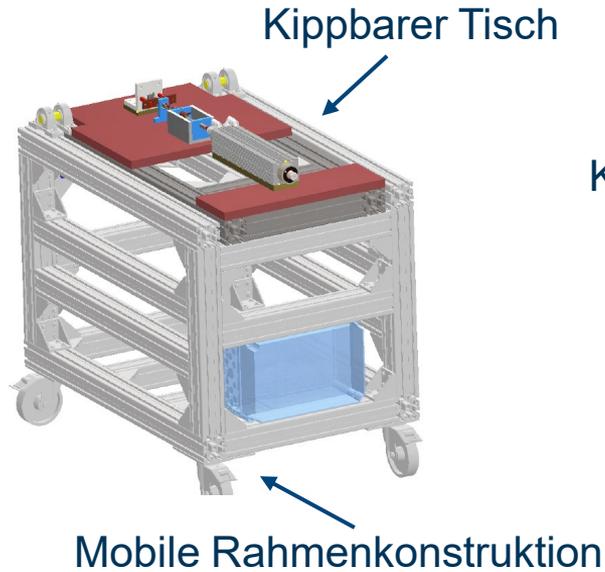


$U_{max} = 10 \text{ kV}$   
 $I_{max} = 150 \text{ kA}$   
 $10/350 \mu\text{s}$

### Mobiler Blitzstromgenerator

- 1)  $U_{max} = 10 \text{ kV}$   
 $I_{max} = 20 \text{ kA}$   
 $10/350 \mu\text{s}$
- 2)  $U_{max} = 40 \text{ kV}$   
 $I_{max} = 100 \text{ kA}$

## Modellschalter



## Lastkreis und elektrische Parameter

### • Lastkreisparameter

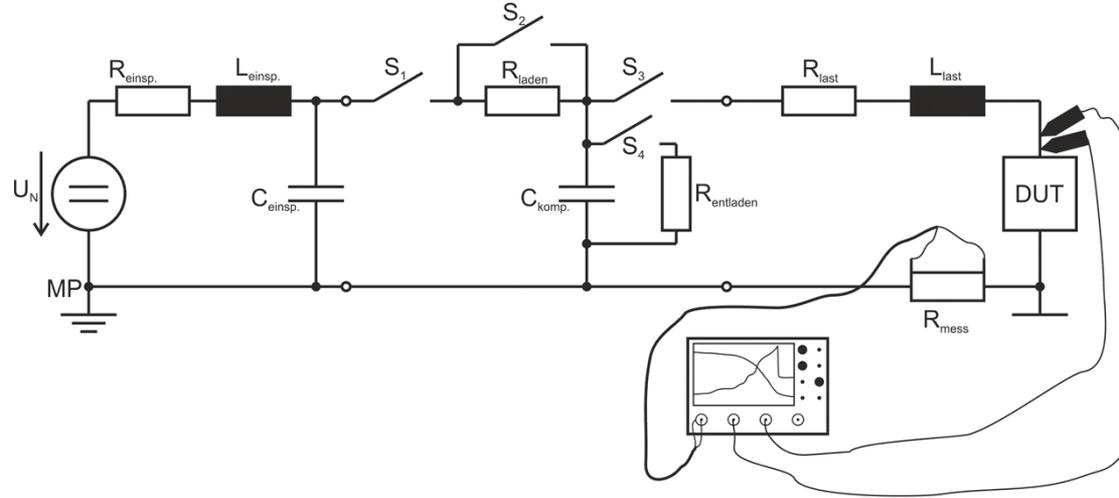
- Ohmsch, ohmsch-induktiv, ohmsch-kapazitive

### • DC

- Spannung: 230, 450, 800 V
- Strom: bis zu 8 kA
- Gleiche oder alternierende Polarität

### • AC

- Spannung: 230, 400 V
- Strom: bis zu 1300 A
- Einstellbarer Schaltwinkel



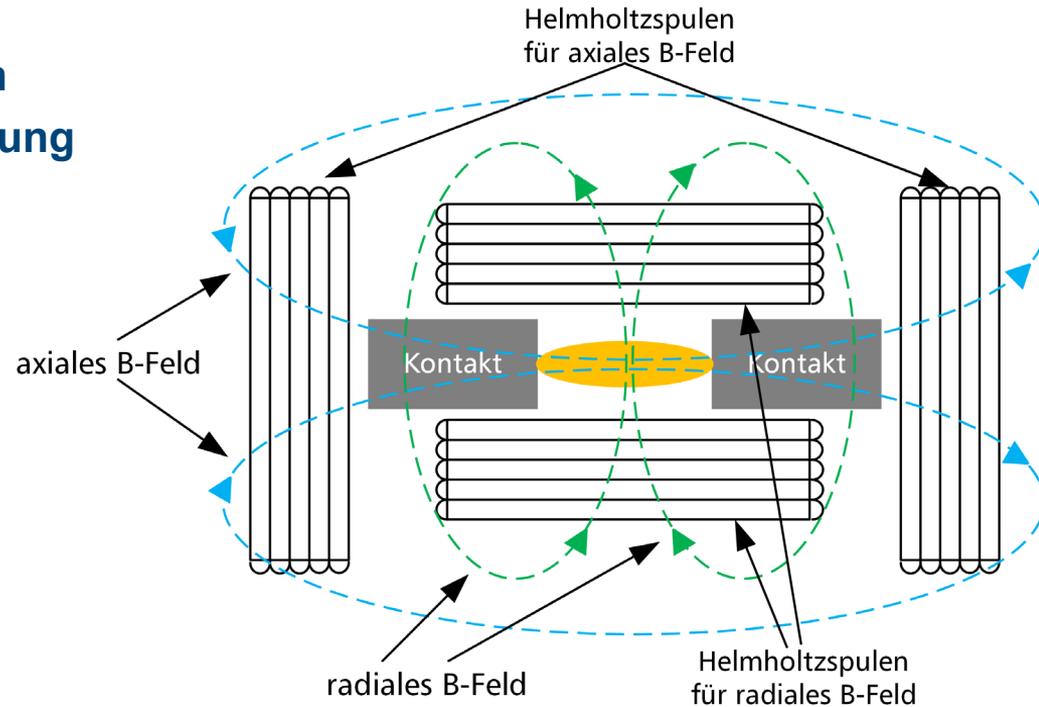
## Einstellbare Parameter

Parameter	Wert
Art der Schaltoperation	Einschalten, Ausschalten, Ein- und Ausschalten
Maximale Stromflussdauer	0...10000 ms
Anzahl der Schaltspiele	1...10000 (voll automatisiert)
Abstand zwischen den Schaltspielen	0...5000 s
Kontaktabstand	0...30 mm
Durchhub	0...10 mm
Erosion	Regelmäßige Erfassung der Kontaktposition erlaubt Erfassung der Erosion
Geschwindigkeit	Schließen der Kontakte → 0,1...2,5 m/s bei Kontaktgabe Öffnung der Kontakte → 0,1...2 m/s bei Kontakttrennung Verschleißkraftmessung → 0,01...1 mm/s
Kraft der Verschleißkraftmessung	100...1000 N
Kontaktwiderstandmessung	8 A oder Nennstrom bei gleicher oder wechselnder Polarität

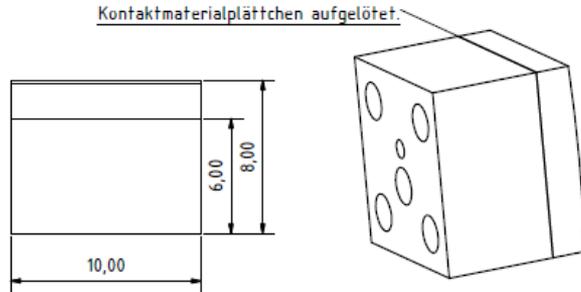
## Externe Magnetfelder zur Löschung des Lichtbogens

### Erzeugung von externen Magnetfeldern in radialer (RMF) und axialer (AMF) Ausrichtung zum Lichtbogen

- Helmholtzspulen:  $B_{\max} = 40 \text{ mT}$
- Permanentmagneten:  $B_{\max} = 80 \text{ mT}$

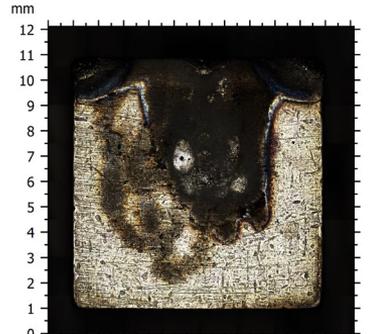


### Kontakt

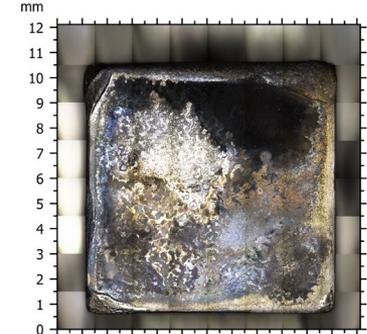


Kathode

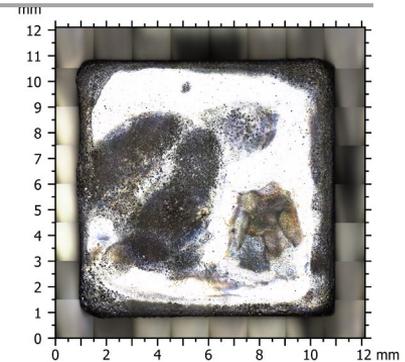
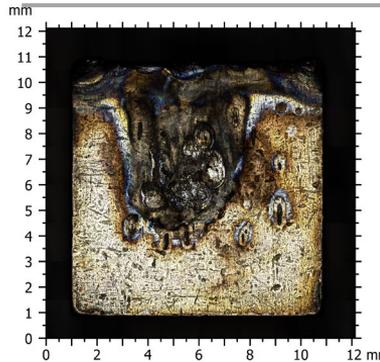
RMF 25 mT



AMF 25 mT



Anode



Nach 60 Schaltspielen, 230 V DC, 320 A

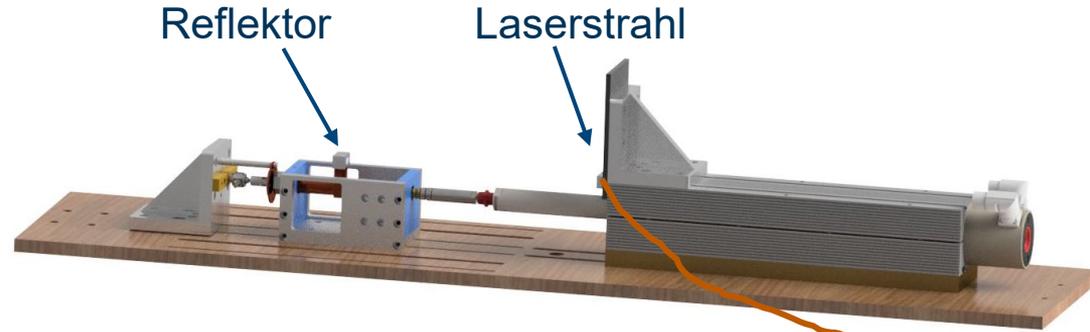
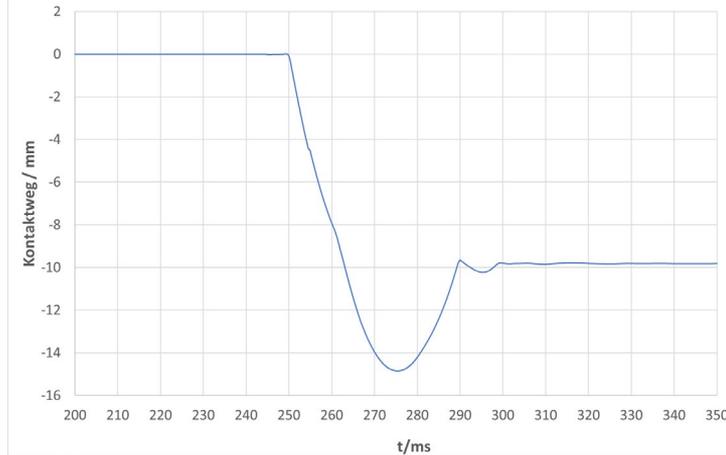
## Laser-Wegmesssystem

**Auflösung (Laserinterferometer):**

360 nm

**Abtastrate (Datenerfassung):**

2 MHz



### PHANTOM TMX 6410 (mit fast option)



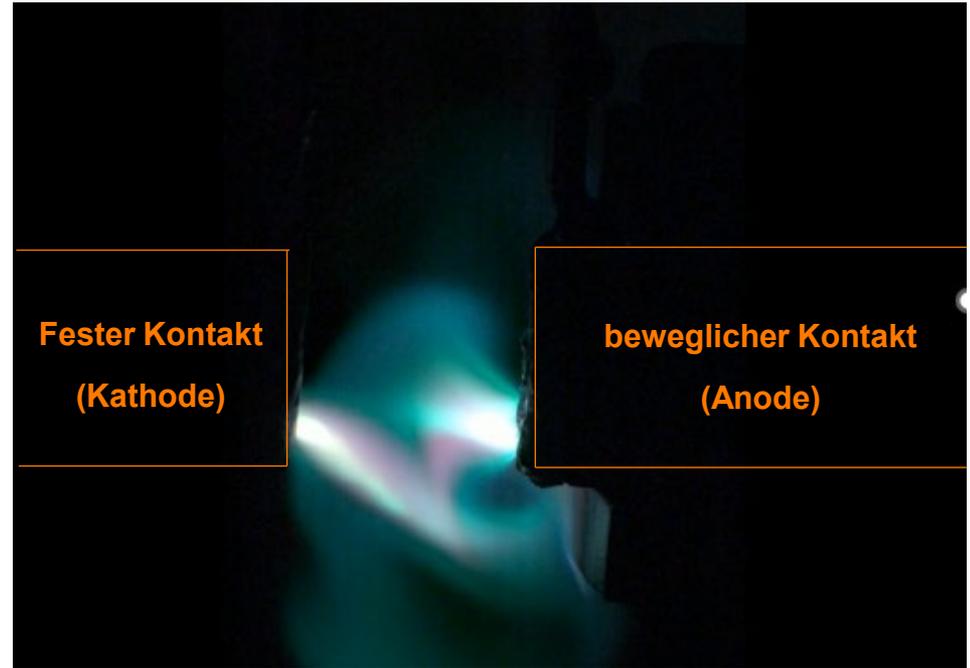
#### Auflösung (Farbbild):

65.940 fps @ 1280 X 800 (pixel)

1.516.660 fps @ 640 X 64 (pixel)

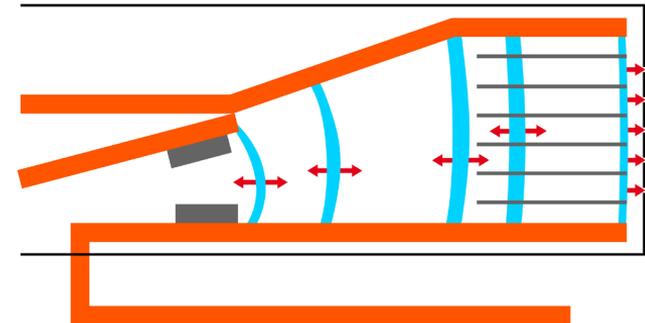
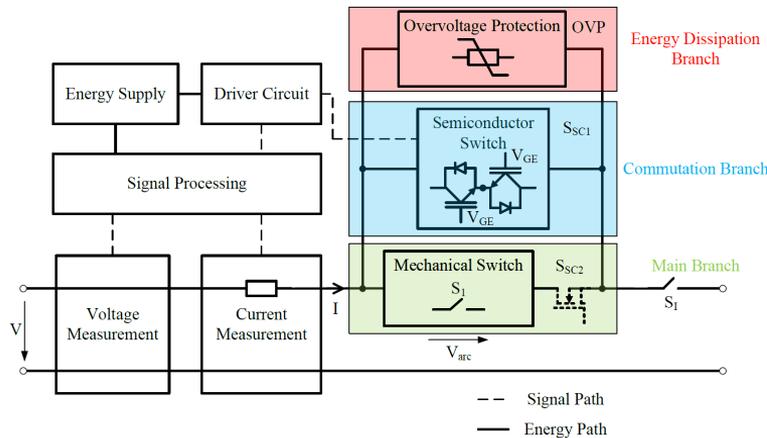
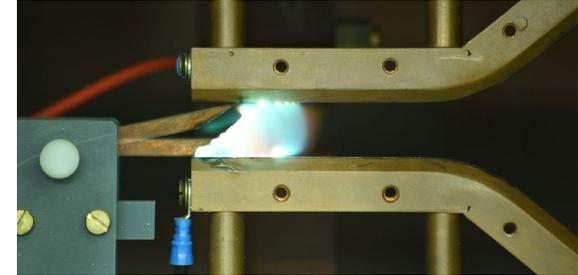
#### Belichtungszeit:

95 ns



## Zukünftige Erweiterungen des Modellschalters

- **Integration von Löschsystemen wie z. B.**
  - Kombination mit Leistungselektronik für hybrides Schalten
  - Divergierende Laufschielen
  - Löschkammern mit Löschblechen
  - Luftdichte Kammer (mit z. B. Wasserstoff)



# Fachgebiet Elektrische Geräte und Anlagen der TU Ilmenau

## Ihre Partner



**Heraeus**



**Panasonic**  
INDUSTRY



**SIEMENS**



**wöhner**



Fachgebiet Elektrische Geräte und Anlagen  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank Berger

The **SPiRiT**  
of science

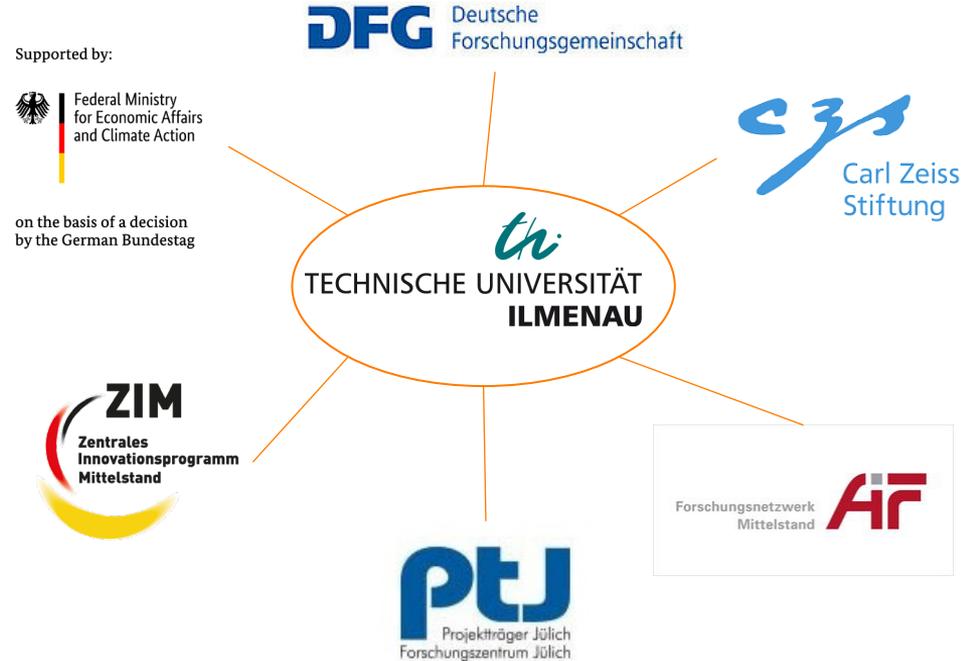
**th**  
TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
ILMENAU

## Projekte und Fördergeldgeber

### Projekte

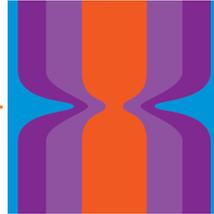


### Fördergeldgeber



## Konferenzen und Journalbeiträge

- Derzeit ist ein Journal Paper in Arbeit
- 2024: Experimental Investigation of the Influence of Different Magnetic Field Alignments on the DC Arc; M. Schima, M. Glock & F. Berger; 32nd ICEC and 69th IEEE Holm Conference on Electrical Contacts
- 2023: Analyse des Einflusses magnetischer Blasfeldanordnungen auf den DC-Schaltlichtbogen; Maximilian Schima, Matthias Glock, Frank Berger; Alber-Keil-Kontaktseminar
- 2018: Investigation on Contact Resistance Behavior of Switching Contacts Using a Newly Developed Model Switch; D. Gonzalez, M. Hopfeld, F. Berger, P. Schaaf; IEEE Transactions on Components and Manufacturing Technology
- 2016: Model Switch Experiments for Determining the Evolution of Contact Resistance of Electrical Contacts in Contactors; D. Gonzalez, M. Hopfeld, F. Berger, P. Schaaf; 62nd IEEE Holm Conference on Electrical Contacts



Alber-Keil-Kontaktseminar



## Angebote & Kosten



Analyse von Komponenten (Umrichter, Schaltgeräte, Anlagen), Patent- und Literaturrecherche, Analyse von Gerätekonstruktionen und Materialien, Schaltversuche, Erwärmungs- und Auslöseversuche, ...



Fehler-/Störungsbeseitigung und Bearbeitung von Kundenbeschwerden



Stellungnahmen zu Patentstreitigkeiten,...



Entwicklungsbegleitende Tests, kein eigenes zertifiziertes Testzentrum



Berechnungen nach den Richtlinien des Freistaates Thüringen und den Vorgaben der TU Ilmenau (Richtwert: wiss. Mitarbeiter mit Masterabschluss ca. 140.000 €/a, reiner Versuchstag ca. 2000 €)



Bachelor, Master, PhD-Abschluss bei Forschungs Kooperationen im Rahmen der Kooperationskosten möglich (Nutzung der Infrastruktur der Universität, Softwarelizenzen usw. unter bestimmten Bedingungen)

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

<https://www.tu-ilmenau.de/ees-ega>

Bildnachweis: TU Ilmenau



Fachgebiet Elektrische Geräte und Anlagen  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank Berger

The **SPiRiT**  
of science

 TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
ILMENAU