

# Jahresbericht 2007

Professur Energie- und Hochspannungstechnik



Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
CHEMNITZ



## Kontakt:

### Adresse:

Technische Universität Chemnitz  
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik  
Professur Energie- und Hochspannungstechnik  
09107 Chemnitz

### Dienstsitz:

Reichenhainer Str. 70  
A.-F.-Weinholdbau, Zi. 235  
09126 Chemnitz  
Tel.: +49 371 531 33343  
Fax: +49 371 531 24239

### Homepage:

<http://www.tu-chemnitz.de/etit/eneho/>

### Telefon, Fax, e-mail:

<b>Name:</b>	<b>Telefon:</b>	<b>Fax:</b>	<b>e-mail:</b>
Prof. W. Schufft	+49 371 531 33343	+49 371 531 24239	wolfgang.schufft@etit.tu-chemnitz.de
Prof. D. Amft	+49 371 531 33341	+49 371 531 24239	dietrich.amft@etit.tu-chemnitz.de
Sekretariat: A. Wickleder	+49 371 531 33342	+49 371 531 24239	angelika.wickleder@etit.tu-chemnitz.de
K. Mehlhorn	+49 371 531 33345	+49 371 531 800269	klaus.mehlhorn@etit.tu-chemnitz.de
S. Hetzel	+49 371 531 33587	+49 371 531 800269	steffen.hetzel@etit.tu-chemnitz.de
E. M. Kurscheid	+49 371 531 35113	+49 371 531 800269	evi.kurscheid@etit.tu-chemnitz.de
U. Schmidt	+49 371 531 36561	+49 371 531 800269	uwe.schmidt@etit.tu-chemnitz.de
D. Barsch	+49 371 531 36560	+49 371 531 800269	dietrich.barsch@etit.tu-chemnitz.de
M. Stark	+49 371 531 33364	+49 371 531 800269	michael.stark@etit.tu-chemnitz.de
J. Lippold	+49 371 531 33341	+49 371 531 800269	juergen.lippold@etit.tu-chemnitz.de

Redaktion: Klaus Mehlhorn

Sehr geehrte Freunde und Partner,

das Jahr 2007 liegt hinter uns. Was hat uns bewegt, was gibt es zu berichten? Natürlich sind es Sorgen und Hoffnungen, noch der Realisierung harrende Vorhaben und schon erreichte Erfolge.



Der Mangel an Ingenieuren hat weiter zugenommen. Die "Kopfprämien" für die Vermittlung von Fachkräften sind in einigen Unternehmen bis auf 5 000 Euro angestiegen, Einstiegsjahresgehälter erreichen mitunter schon die 50 000-Euro-Marke.

Dazu erfüllen uns die Anfängerzahlen im Wintersemester 2007/08 mit großer Sorge. So konnten wir an der Fakultät im Bachelor-Studiengang Informations- und Kommunikationstechnik nur 11 Studenten immatrikulieren, im Vorjahr waren es im entsprechenden Diplom-Studiengang noch 27. Für den Diplom-Studiengang Elektrotechnik haben sich 40 Studenten und für den Bachelor-Studiengang Elektrotechnik 19 Studenten eingeschrieben, zuvor waren es im Diplom-Studiengang Elektrotechnik 64. Diese Tendenz könnte sich noch dramatisch verstärken, weil die Anzahl der Absolventen von Gymnasien in den neuen Bundesländern bis zum Jahr 2012 auf etwa auf 50 % des derzeitigen Standes absinken wird, was auf den Geburtenrückgang nach der Wende zurückzuführen ist.

Auf der Sitzung des Fakultätsrates am 18.12.2007 konnte der Dekan Prof. Geßner verkünden: "Das Diplom ist an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Geschichte." Das war möglich, nachdem eine ausreichende Mehrheit der Fakultätsratsmitglieder für die Einstellung der Diplom-Studiengänge ab dem Wintersemester 2008/09 gestimmt hat, obwohl die große Koalition in Sachsen die Beibehaltung bewährter Diplom-Studiengänge ausdrücklich erlaubt. Den akademischen Grad Dipl.-Ing. auf dem Gebiet der Elektrotechnik kann man in Sachsen derzeit nur noch an der TU Dresden erlangen. Dazu haben vier der fünf sächsischen Fachhochschulen den Dipl.-Ing. (FH) weiterhin im Angebot. In wenigen Jahren werden wir wissen, ob der 18.12.2007 ein guter Tag für die Fakultät war.

Im Oktober ist nun endlich das "Taschenbuch der elektrischen Energietechnik" im Carl Hanser Verlag erschienen. In Zusammenarbeit mit namhaften Fachkollegen, die größtenteils aus dem sächsischen Raum stammen, haben wir versucht, einen kurzen

Überblick über das Gebiet der elektrischen Energietechnik zu geben. Einige Informationen zu dem Buch finden Sie auf den nachfolgenden Seiten. Dabei ist es ein Ziel, die bei den Studenten hochgeschätzten Lehrbriefe aus früheren Zeiten zu ersetzen. Erste Bewertungen von Fachkollegen sind vorwiegend positiv.

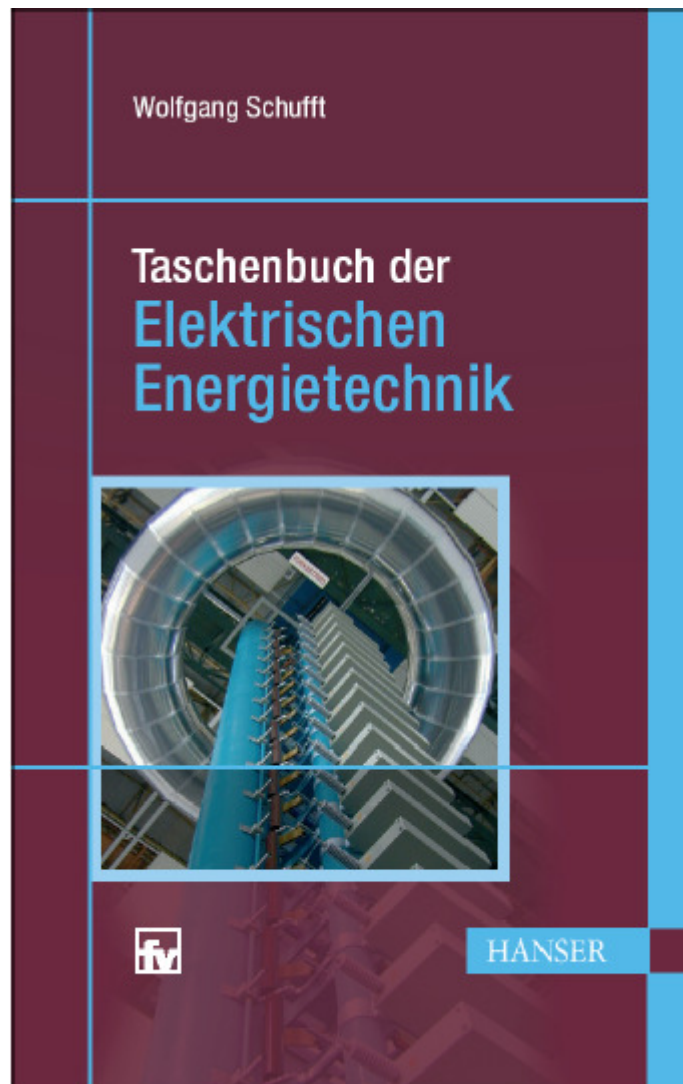
Die Energieversorgung der Zukunft ist eine der großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Steigende Energie- und Rohstoffpreise, die Abschaltung der Atomkraftwerke Krümmel und Brunsbüttel sowie das Ringen um eine Kyoto-Nachfolgekonzferenz auf der fernen Insel Bali finden anhaltendes öffentliches Interesse. Mit einer universitätsweiten Bündelung der Forschung zur Energie wollen wir dem Rechnung tragen. Ich denke, in einem Jahr werden wir Näheres berichten können. Zudem sind wir dabei, einen fakultätsübergreifenden Master-Studiengang "Nachhaltige Energieversorgungstechnologien" zu entwickeln. Neben der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik sind die Fakultäten für Maschinenbau und für Wirtschaftswissenschaften vertreten. Dieses Vorhaben trägt dem Trend zur dezentralen Energiebereitstellung aus regenerativen Energiequellen und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen Rechnung, die natürlich immer auch hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit bewertet werden müssen.

Für das Jahr 2008 wünsche ich Ihnen, auch im Namen der Mitarbeiter der Professur, viel Glück, Erfolg und persönliches Wohlergehen und freue mich auf eine weitere, gute Zusammenarbeit.

Chemnitz im Januar 2008

Ihr

Wolfgang Schufft



Inhalt:

1. Energiebegriff, allgemeine Grundlagen (W. Schufft)
2. Elektroenergiebereitstellung (U. Rindelhardt, T. Sander, J. Zschernig)
3. Betriebsmittel in Elektroenergienetzen (T. Hiller)
4. Planungsaspekte für elektrische Netze und Anlagen (J. Backes, H. Bauer, P. Schegner)
5. Beanspruchungen von Betriebsmitteln (W. Schufft, S. Großmann, H. Löbl)
6. Hochspannungstechnik (W. Schufft)
7. Schaltgerätetechnik (F. Berger)
8. Elektrische Maschinen und Antriebe (W. Hofmann)
9. Leistungselektronik (W. Hofmann)
10. Elektroenergieanlagensicherheit (K.-H. Freytag, P. Schegner)
11. Elektroenergiewirtschaft (N. Menke)

# Inhalt

1	Personelle Besetzung .....	1
2	Lehre.....	2
	Abfolge der aktuellen Lehrfächer im Studiengang Elektrotechnik.....	2
	Abfolge der aktuellen Lehrfächer im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen.....	3
	Beschreibung der Lehrfächer .....	3
3	Forschungsschwerpunkte .....	7
	Zustandsbewertung von Betriebsmitteln.....	7
	Dezentrale Einspeiser im Elektroenergiesystem.....	7
	Asset-Management.....	7
	Kontaktverhalten von Schaltgeräten .....	8
	Transiente Beanspruchungen von Hochspannungskabeln.....	8
	Technische Verluste im Niederspannungsnetz.....	9
4	Studien-, Diplomarbeiten, Dissertationen.....	10
	Studienarbeiten.....	10
	Diplomarbeiten.....	10
	Dissertationen.....	13
	Aktuelle Dissertationsprojekte.....	13
5	Veröffentlichungen .....	14
	Fachaufsätze .....	14
	Vorträge, Poster.....	15
6	Externe Aktivitäten und Kontakte .....	16
	Konferenzen, Tagungen, Kolloquien.....	16
	Exkursionen .....	17
	Gäste an der Professur.....	19
	Höhepunkte .....	20
7	Ausstattung für Praktika und Prüfungen in der Hochspannungstechnik	21
	Laborausstattung .....	24
	Software .....	26
8	Dienstleistungen .....	27
	Dielektrische Prüfungen.....	27
	Diagnose .....	27
	Prüfung der Stromtragfähigkeit.....	27
	Spezielle Messaufgaben.....	27
	Virtueller Stossspannungsgenerator.....	28
	Netzanalysen .....	28
9	Referenzen .....	29





# **1 Personelle Besetzung**

## **Leiter der Professur:**

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schufft

## **Emeritus:**

Prof. em. Dr.-Ing. habil. Dietrich Amft

## **Sekretariat:**

Frau Angelika Wickleder

## **Lehrbeauftragte:**

Dr.-Ing. Reinhardt Fuchs, Kema-IEV, Dresden

Dr.-Ing. Norbert Menke, WVV Würzburg

Dr. rer. nat. Ralf Pietsch, HIGHVOLT, Dresden

Prof. Dr. rer. nat. habil. Udo Rindelhardt, Forschungszentrum Rossendorf

Dr.-Ing. Dietmar Siegmund, Dresden

## **Wissenschaftliche Mitarbeiter:**

Dipl.-Ing. (FH) Dietrich Barsch

Dipl.-Ing. Steffen Hetzel

Dipl.-Ing. Eva Marie Kurscheid

Dipl.-Ing. Klaus Mehlhorn

Dipl.-Ing. Uwe Schmidt

## **Technische Angestellte:**

Herr Jürgen Lippold

Herr Michael Stark

## 2 Lehre

Auf der Sitzung des Fakultätsrates am 18.12.2007 wurde beschlossen, ab dem Wintersemester 2008 Studenten nur noch im Bachelor-Studiengang Elektrotechnik zu immatrikulieren, der dann als Master-Studiengang Energie und Automation weitergeführt werden wird. Damit wurden zum Wintersemester 2007 die letzten Studenten im Diplom-Studiengang Elektrotechnik immatrikuliert, der dann zum Sommersemester 2011 planmäßig auslaufen wird.

### Abfolge der aktuellen Lehrfächer im Studiengang Elektrotechnik

Lehrfach	Verantwortlicher	Semester					
		3	4	5	6	7	8
<i>Pflichtfächer:</i>							
Elektrische Energietechnik	Hofmann, Schufft	2 1 0*					
Hochspannungstechnik	Schufft			3 1 0	0 0 2		
Elektroenergieübertragung und -verteilung	Schufft				3 1 0	0 0 2	
<i>Wahlpflichtfächer:</i>							
Beanspruchung von Betriebsmitteln	Schufft					3 1 0	0 0 1
Statistik und Isolationskoordination	Schufft						2 1 0
<i>Wahlfächer:</i>							
Solare Energietechnik I	Rindelhardt				2 1 0		
Solare Energietechnik II	Rindelhardt					2 0 1	
Elektroenergiewirtschaft	Menke				(1 0 0)		1 0 0
Diagnose- und Messtechnik	Pietsch				(2 0 0)		2 0 0
Betriebsmittel der Elektroenergieversorgung	Siegmund					2 0 0	

2 1 0 bedeutet: 2 SWS (Semesterwochenstunden zu 45 min) Vorlesung, 1 SWS Übung, 0 SWS Praktikum

## Abfolge der aktuellen Lehrfächer im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen

Lehrfach	Verantwortlicher	Semester					
		3	4	5	6	7	8
<i>Pflichtfächer:</i>							
Elektrische Energietechnik	Hofmann, Schufft	2 1 0					
Energie- und Hochspannungstechnik	Schufft			2 1 0	0 0 1		
<i>Wahlfächer:</i>							
Solare Energietechnik I	Rindelhardt						2 1 0
Netzberechnung	Fuchs				(2 0 0)		2 0 0
Schutz- und Leittechnik	Fuchs				(2 0 0)		2 0 0

Wahlfächer werden für ein bestimmtes Semester empfohlen, z.B. im 8. Semester, auch eine frühere Belegung (in Klammern), z.B. im 6. Semester, ist möglich.

## Beschreibung der Lehrfächer

### Elektrische Energietechnik

Pflichtfach im Studiengang Elektrotechnik, 3. Semester;

Pflichtfach im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen - Studienrichtung Elektrotechnik, 3. Semester

Umfang: 2 Vorlesungen / 1 Übung / 0 Praktikum

**Prof. Dr.-Ing. W. Hofmann, Prof. Dr.-Ing. W. Schufft**

Inhalt: Energiebegriff, Elektroenergieerzeugung in Wärmekraftwerken, Regenerative Elektroenergiequellen, Netze der Elektroenergieübertragung und -verteilung, Energieanpassung mit Transformatoren, Energieumwandlung mit rotierenden Maschinen, Leistungselektronische Komponenten und Grundschaltungen

### Hochspannungstechnik

Pflichtfach im Studiengang Elektrotechnik, Studienrichtung Elektrische Energietechnik

Umfang: 3 Vorlesungen / 1 Übung (5. Sem.)/ 2 Praktikum (6. Sem.)

**Prof. Dr.-Ing. W. Schufft**

Inhalt: Beanspruchungen von Isolierungen, Erzeugung hoher Spannungen, Klassifizierung und Berechnung des elektrischen Feldes, Entladungsphysik von Gasen, flüssigen und festen Isolierstoffen

### **Elektroenergieübertragung und -verteilung**

Pflichtfach im Studiengang Elektrotechnik, Studienrichtung Elektrische Energietechnik  
Umfang: 3 Vorlesungen / 1 Übung (6. Sem.) / 2 Praktikum (7. Sem.)

#### **Prof. Dr.-Ing. W. Schufft**

Inhalt: Aufbau, Struktur und Komponenten des Elektroenergiesystems, wichtige Berechnungsgrundlagen (wie symmetrische Komponenten) und deren Anwendung auf ausgewählte Elemente des Elektroenergiesystems

### **Beanspruchung von Betriebsmitteln**

Wahlpflichtfach im Studiengang Elektrotechnik, Studienrichtung Elektrische Energietechnik

Umfang: 3 Vorlesungen / 1 Übung (7. Sem.)/ 1 Praktikum (8. Sem.)

#### **Prof. Dr.-Ing. W. Schufft**

Inhalt: Klassifizierung und Beschreibung der Beanspruchungen von Betriebsmitteln durch innere und äußere Überspannungen, Wanderwellen, Lichtbögen und Kurzschlußströme, Wärmeberechnungen, Auslegungsprinzipien von Betriebsmitteln, insbesondere von Schaltern

### **Statistik und Isolationskoordination**

Wahlpflichtfach im Studiengang Elektrotechnik, Studienrichtung Elektrische Energietechnik

Umfang: 2 Vorlesungen / 1 Übung / 0 Praktikum (8. Sem.)

#### **Prof. Dr.-Ing. W. Schufft**

Inhalt: Statistische Verteilungsfunktionen und deren Anwendung zur Beschreibung des Isoliervermögens und von elektrischen Beanspruchungen, Planung von Hochspannungsprüfungen und Testverfahren zum Nachweis der Unabhängigkeit von Messreihen, Grundzüge der Isolationskoordination, Grundbegriffe der Zuverlässigkeit einschließlich deren Berechnung

### **Solare Energietechnik I**

Wahlfach im Studiengang Elektrotechnik, Studienrichtung Elektrische Energietechnik (gemeinsam mit der Professur Elektronische Bauelemente)

Umfang: 2 Vorlesungen / 1 Übung / 0 Praktikum

(im Sommersemester, empfohlen für 6. Semester)

Wahlfach im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen - Studienrichtung Elektrotechnik

Umfang: 2 Vorlesungen / 1 Übung / 0 Praktikum

(im Sommersemester empfohlen für 8. Semester)

#### **Prof. Dr.-Ing. G. Ebest, Prof. Dr. rer. nat. habil. U. Rindelhardt**

Inhalt: regenerative Energiequellen, Grundlagen und Anwendungen der solaren Energietechnik, Theorie und Technologie von Solarzellen, Komponenten photovoltaischer Anlagen, Verbraucher in photovoltaischen Systemen, Anpassung photovoltaischer Energie, Projektierung und Betriebsführung photovoltaischer Systeme

### **Solare Energietechnik II**

Wahlfach im Studiengang Elektrotechnik, Studienrichtung Elektrische Energietechnik (gemeinsam mit der Professur Elektronische Bauelemente)

Umfang: 2 Vorlesungen / 0 Übungen / 1 Praktikum

(im Wintersemester, empfohlen für 7. Semester)

**Prof. Dr. rer. nat. habil. U. Rindelhardt**

Inhalt: solare Energie, Vertiefung zur Theorie, Technologie und Technik solarer Energiesysteme, Solarzellen II, Energiespeicher, Windenergieanlagen, Wasserstofftechnik und Brennstoffzelle, solarthermische Komponenten und Anlagen, Praktikumsversuche

### **Betriebsmittel der Elektroenergieversorgung**

Wahlfach im Studiengang Elektrotechnik, Studienrichtung Elektrische Energietechnik

Umfang: 2 Vorlesungen / 0 Übungen / 0 Praktikum

(im Wintersemester, empfohlen für 7. Semester)

**Dr.-Ing. D. Siegmund**

Inhalt: Systematisierung der Betriebsmittel, Detailwissen zum Aufbau und zur Wirkungsweise sowie zum stationären und dynamischen Verhalten von Systemkomponenten, wie Leitungen, Wandler, Transformatoren, Drosselspulen, Kondensatoren, Schaltanlagen, Stromschienen

### **Elektroenergiewirtschaft**

Wahlfach im Studiengang Elektrotechnik, Studienrichtung Elektrische Energietechnik

Umfang: 1 Vorlesung / 0 Übungen / 0 Praktikum

(im Sommersemester, empfohlen für 8. Semester)

**Dr.-Ing. N. Menke**

Inhalt: Grundlagen der Energiewirtschaft, Kosten der Energieversorgung, Investitionsrechnung, Energiepreisbildung, Belastungskurven, Kraftwerkseinsatz und Lastverteilung, wirtschaftlicher Verbundbetrieb, Betriebsmittelauslastung, Least-Cost-Planning, Durchleitung, Marketing und neue wirtschaftliche Aspekte

### **Diagnose- und Messtechnik**

Wahlfach im Studiengang Elektrotechnik, Studienrichtung Elektrische Energietechnik

Umfang: 2 Vorlesungen / 0 Übungen / 0 Praktikum

(im Sommersemester, empfohlen für 8. Semester)

**Dr.-Ing. R. Pietsch**

Inhalt: Aspekte der Instandhaltung und Qualitätssicherung, Messung des Scheitelwertes der Spannung, Transienten-Messsysteme, nichtkonventionelle Messwandler, Teilentladungs- und Verlustfaktor-Messtechnik, Diagnose und Messtechnik für Kabel, gasisolierte Schaltanlagen (GIS) und Transformatoren

### **Energie- und Hochspannungstechnik**

Pflichtfach im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen, Studienrichtung Elektrotechnik  
Umfang: 2 Vorlesungen / 1 Übung (5. Semester) / 1 Praktikum (6. Sem.)

#### **Prof. Dr.-Ing. W. Schufft**

Inhalt: Aufbau, Struktur und Komponenten des Elektroenergiesystems, wichtige Berechnungsgrundlagen und deren Anwendung auf ausgewählte Elemente des Elektroenergiesystems, Beanspruchungen und Beschreibung der elektrischen Felder von Isolierungen, Entladungsformen in Gasen, flüssigen und festen Isolierstoffen

### **Netzberechnung**

Wahlfach im Studiengang Elektrotechnik, Studienrichtung Elektrische Energietechnik  
Umfang: 2 Vorlesungen / 0 Übungen / 0 Praktikum  
(im Sommersemester, empfohlen für 8. Semester)

#### **Dr. Ing. R. Fuchs**

Inhalt: Synchronmaschine bei Kurzschluss, Netztopologie, Methoden zur Kurzschlussberechnung im Mittelspannungsnetz (symmetrisch und unsymmetrisch), Lastflussberechnungen, Berechnung von Stich- und Ringnetzen der Mittelspannung, Kurzschlussberechnung in Niederspannungsnetzen, Netzberechnung mit ELEKTRA und EMTP/ATP

### **Schutz- und Leittechnik**

Wahlfach im Studiengang Elektrotechnik, Studienrichtung Elektrische Energietechnik  
Umfang: 2 Vorlesungen / 1 Übung / 0 Praktikum  
(im Wintersemester, empfohlen für 7. Semester)

#### **Dr. Ing. R. Fuchs**

Inhalt: Auswirkungen des elektrischen Stromes auf den Menschen, Erdungen, Schutzmaßnahmen im Niederspannungsnetz, Schutz im Mittelspannungsnetz, Schutzkriterien und Sensoren, netzformabhängiger Schutz von Kabeln und Freileitungen, Schutz von Transformatoren, Netzbetrieb im Mittelspannungsnetz, Leit- und Fernwirktechnik, Digitale Schutztechnik

## **3 Forschungsschwerpunkte**

### **Zustandsbewertung von Betriebsmitteln**

Das Projekt der Betriebsspannungserhöhung von 10-kV-VPE-Kabeln wird weiter betreut. Dabei werden an sog. Teststrecken Wiederholungsmessungen durchgeführt, um die Schadensakkumulation zu bewerten.

Auch ältere PE-Kabel sind zunehmend Gegenstand von Untersuchungen. Dazu wurde der Zustand einer größeren Menge von geborgenen PE-Kabelstücken im Labor untersucht. In diesem Zusammenhang arbeitet Prof. Schufft in der TF 20 des CIGRE SC D1 "Non-destructive water-tree detection in XLPE Insulation" mit.

- Schufft, W., Schreiter, F.: Damaging and Aging Behaviour of Extruded Medium-voltage Cables, paper T7-669, 15th International Symposium on High Voltage Engineering, (ISH), Ljubljana

### **Dezentrale Einspeiser im Elektroenergiesystem**

Im Rahmen dieses Dissertationsprojekts soll die Eignung dezentraler KWK-Anlagen zur nachhaltigen Bereitstellung von Minutenreserve ganzheitlich diskutiert werden. Ganzheitliche Nachhaltigkeit umfasst dabei neben der Ökologie auch die Ökonomie und die physikalischen Gegebenheiten. Im vergangenen Jahr lag der Schwerpunkt auf der ökonomischen Bewertung von Minutenreserve aus dezentralen Klein-KWK-Anlagen. Konkret wurde das aktuelle Angebot an KWK-Anlagen und Wärmespeichern im Markt hinsichtlich Typen, Leistungsgrößen, technischen Eigenschaften, Anschaffungs- und Betriebskosten recherchiert. Anschließend wurden die zu erreichenden Erlöse aus der Bereitstellung von Minutenreserve für das Beispieljahr 2006 ermittelt. Für die Erlöse aus Abwärmeverkauf wurden 2/3 des aktuellen Fernwärmepreises angenommen. Ergänzend wurden Kriterien zur Dimensionierung eines geeigneten Wärmespeichers für jede Einzelanlage abgeleitet und neue Betriebsstrategien für ein solches Kraftwerk entwickelt. Unter günstigen Bedingungen und bei häufigem Abruf von Minutenreserve kann ein virtuelles Minutenreservekraftwerk bereits heute rentabel sein. Daher wird sich der inhaltliche Fokus im folgenden Jahr auf die technische Betriebsoptimierung und eine sinnvolle Modellierung der in Anspruch genommenen Minutenreserve richten.

- Kurscheid, E. M.: Description of the required positive tertiary reserve energy; Konferenz Distributed Power Systems, Pilsen, CZ
- Kurscheid E. M., Scheffler, P., Schufft, W.: Analyse des Regelleistungsbedarfs in Deutschland; Zeitschrift Energiewirtschaft ew Heft 3/2007, S. 20-23, ISSN 1619-5795-D9785D

### **Asset-Management**

Die zuverlässige Versorgung mit Elektroenergie ist eine der bedeutendsten Aufgaben der heutigen Zeit. Hierbei muss auf historisch gewachsene, hochgradig komplexe Netze zurückgegriffen werden.

Um eine kontinuierliche Versorgung mit einer ausreichend hohen Versorgungssicherheit und -qualität zu gewährleisten sind regelmäßige Investitionen in die entsprechenden Netzebenen notwendig.

Unter den Bedingungen des liberalisierten Marktes ist vor allem bei einer langfristigen Perspektive ein Gleichgewicht zwischen den technisch notwendigen und den wirtschaftlich sinnvollen Investitionen einer der entscheidenden Faktoren.

Hieraus ergibt sich eine Vielzahl von Aufgaben.

Innerhalb einer Promotion wird an der Professur Energie- und Hochspannungstechnik systematisch der Zustand verschiedener Mittelspannungs-Kabelnetze erfasst und bewertet. Basierend hierauf wird unter Beachtung technischer, regulatorischer und gesetzlicher Aspekte ein System zur Bewertung der sich ergebenden Investitionsoptionen entwickelt.

- Hetzel, S., Schufft, W.: Assessment of Investment Strategies in Medium-Voltage Cable grids; 15th International Symposium on High Voltage Engineering, (ISH)
- Hetzel, S., Schufft, W.: Bewertung von Investitionsalternativen in MS-Kabelnetzen; Zeitschrift Energiewirtschaft ew, Heft 15/2007, S. 28-35, ISSN 1619-5795-D9785D

## **Kontaktverhalten von Schaltgeräten**

Die Arbeiten zur Berechnung des elektrischen Feldes an realen, abgetasteten Oberflächen von Schaltkontakten haben begonnen. Zunächst wurden mathematische Verfahren zur Beschreibung und Berechnung der Mikrorauheiten entwickelt. Erste Ergebnisse liegen in Form einer Abschlussarbeit eines Mathematikstudenten im Modellierungsseminar vor. Im Verlaufe des Jahres wurde in Zusammenarbeit mit Professoren der Fakultäten für Elektrotechnik und Informationstechnik, für Informatik und für Mathematik ein DFG-Antrag mit dem Titel "Beschreibung der Mikrogeometrien von Schaltkontaktflächen und deren Einfluss auf das Kontaktverhalten" gestellt.

## **Transiente Beanspruchungen von Hochspannungskabeln**

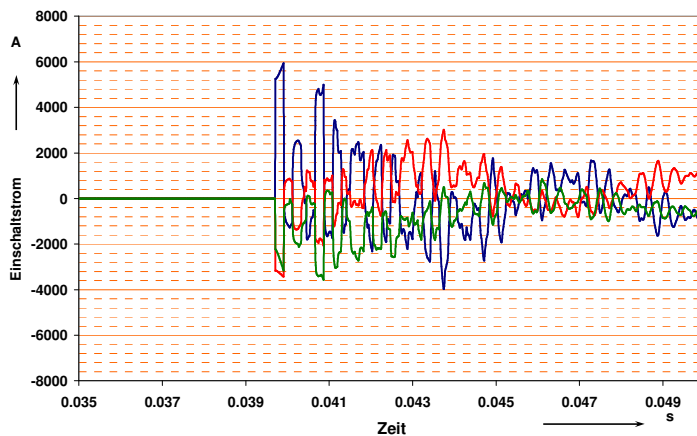
Der Anteil von Kabeln in den Netzen mit einer Nennspannung  $\geq 110$  kV wird in den nächsten Jahren deutlich zunehmen. Grund ist die abnehmende Akzeptanz von Freileitungen bei notwendigem Ausbau des Hochspannungsnetzes.

Unterschiedliche elektrische Parameter von Freileitungen und Kabeln führen zu einem veränderten Verhalten des Hochspannungsnetzes. Daraus resultierende Anforderungen umfassen den stationären Betrieb und die Vorgänge bei Schaltvorgängen, nach Fehlereintritt und als Folge von Blitzeinwirkungen.



Im Rahmen der Forschungstätigkeit an der Professur werden insbesondere Aus-

gleichsvorgänge untersucht, die die Hauptisolation und den Mantel des Kabels betreffen.



**Abbildung: Einschaltstrom des Kabels bei parallel in Betrieb befindlicher Kabelstrecke**

Ziel der Arbeit ist die Verifizierung möglicher kritischer Betriebszustände des Netzes, die Beschreibung möglicher Beanspruchungen der Isolierung der Hochspannungskabel und die Ableitung notwendiger Forderungen an die Dimensionierung eines Überspannungsschutzes des Leiters und des Mantels.

## Technische Verluste im Niederspannungsnetz

Die Berechnung technischer Verluste im Niederspannungsnetz ist aufgrund der Vielzahl der Betriebsmittel und der oftmals nicht vorhandenen elektronischen Datengrundlage mit erheblichem Aufwand verbunden, bzw. nicht direkt möglich. Die Verluste werden dann abgeschätzt oder anhand von Abrechnungsdaten ermittelt, was entsprechende Fehler beinhaltet.

Das Projekt verfolgt das Ziel, technische Netzverluste unter Verwendung von vorhandenen oder einfach zu ermittelnden Daten mit hoher Genauigkeit zu bestimmen. Dazu erfolgte im ersten Schritt eine detaillierte Analyse aller Verlustursachen und ihres Einflusses auf den Bereich Niederspannung. Besondere Beachtung wurde dabei auf zusätzliche Verluste in Sicherungen, Klemmstellen, Zählerleinrichtungen sowie durch Unsymmetrie und Oberschwingungsbelastung gelegt.

Im Weiteren wird die Klassifizierung von für die Verluste relevanten Netztypen und die Auswahl von Parametern für eine geplanten Multisimulation vorgenommen. Die daraus gewonnenen Daten sollen mit Hilfe der Fuzzy-Pattern-Classification verarbeitet und ausgewertet werden.



**Abbildung: NS-Verteilung**

# 4 Studien-, Diplomarbeiten, Dissertationen

## Studienarbeiten

Im Berichtszeitraum wurden keine Studienarbeiten abgeschlossen.

## Diplomarbeiten

### Daniel Martius: Umfassende Analyse des Zustandes eines Industrienetzes

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung und Bewertung des Elektroenergieversorgungsnetzes eines Industrieunternehmens. Außer einer Leistungsflussberechnung für verschiedene Betriebszustände der Anlage wurden auch die im Netz auftretenden minimalen und maximalen Kurzschlussströme bestimmt.

Die Berechnungen erfolgte im Programmsystem ELEKTRA. Dazu war es erforderlich, die für die Simulation relevante Netzstruktur in geeigneter elektronischer Form abzubilden. Auf Grund der umfangreichen Datenmenge musste die Dateneingabe zum Teil automatisiert geschehen.

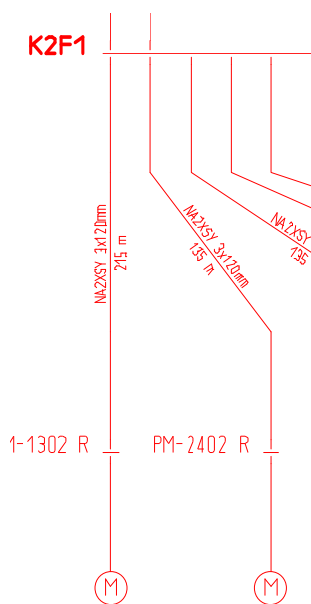
Im Rahmen der Leistungsflussberechnung zeigte sich, dass es zu keiner Überschreitung der zulässigen Belastung der Betriebsmittel kommt. Die Auslastung der Transformatoren und der Einspeisekabel wurde unter Berücksichtigung der geforderten Redundanz überprüft. Die Ergebnisse zeigen, dass bei Ausfall eines Transformators beziehungsweise Kabels die Anlage ohne Lastabwurf weiterbetrieben werden kann.

Auch konnte gezeigt werden, dass es beim Anlauf leistungsstarker Mittelspannungsasynchronmotoren nur zu unwesentlichen Spannungsabsenkungen kommt.

Die Berechnung der minimalen Kurzschlussströme dient der Überprüfung der eingesetzten Schutzgeräte.

Die maximal auftretenden Kurzschlussströme (Stoßkurzschlussstrom und thermisch wirksamer Strom) wurden mit den zulässigen Grenzwerten der Kabel und Schaltanlagen verglichen. Bis auf eine Ausnahme kommt es zu keiner Überschreitung der Grenzwerte.

Den Abschluss der Arbeit bildet die Betrachtung der Punktverfügbarkeit ausgewählter Betriebsmittel bezüglich der Versorgung mit Elektroenergie. Dies erfolgte unter Berücksichtigung der Anlage selbst als auch des Elektroenergienetzes des vorgelagerten Energieversorgungsunternehmens. Anhand der Untersuchung konnten Optimierungspotentiale für bestimmte Schaltanlagen aufgezeigt werden.



**Abbildung:** Auszug Elektroenergieversorgungsnetz

## Margherit Miluchev: Ökonomische Bewertung der Bereitstellung von Minutenreserve aus dezentralen Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen in Abhängigkeit vom Wärmenutzungskonzept

Die Bereitstellung von positiver Minutenreserve als technisches Einsatzgebiet und mögliche Erlösquelle für Betreiber von Klein-Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen wird häufig diskutiert. Dabei stellt sich die Frage, ob die Vergütung der Minutenreserve als alleinige Einnahmequelle die relativ hohen Investitionskosten rechtfertigt oder lediglich als eine zusätzliche Einkommensquelle zu betrachten ist.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine technische Szenarienanalyse zur Abwärmenutzung für ein virtuelles Minutenreserve-Kraftwerk aus Klein-KWK-Anlagen durchgeführt. Das gewählte Nutzungskonzept wurde mit Hilfe von Investitionsrechnungsmethoden ökonomisch bewertet.

Bei der Betrachtung möglicher Ausführungskonzepte wurde festgestellt, dass aus technischer und ökologischer Sicht eine dezentrale Einzelanlage aus einer Klein-KWK-Anlage in Kombination mit einem Wärmespeicher und Heizkessel sinnvoll ist.

Anhand einer Korrelationsanalyse von Wärmeganglinien eines Mehrfamilienhauses und Minutenreservebedarf wurde die Dimensionierung eines Wärmespeichers durchgeführt.

Für das Szenario einer Einzeleinheit aus einer Klein-KWK-Anlage in Kombination mit Wärmespeicher innerhalb des virtuellen Kraftwerks wurde eine Kosten- und Erlösanalyse durchgeführt. Anhand der gewonnenen Daten wurde die absolute Vorteilhaftigkeit des virtuellen Minutenreserve-Kraftwerks als Investitionsobjekt in den einzelnen Regelzonen geprüft.

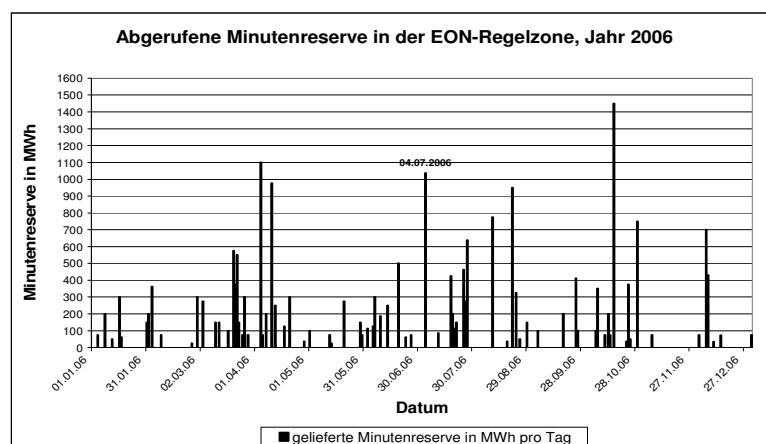


Abbildung: Minutenreservebedarf

Es wurde festgestellt, dass der alleinige Einsatz eines virtuellen Kraftwerks aus Klein-KWK-Anlagen zur Bereitstellung von positiver Minutenreserve keinen wirtschaftlichen Erfolg verspricht. Daher ist nach weiteren Erlösquellen und Geschäftsfeldern zu suchen. Ziel soll es sein, je nach Rahmenbedingungen das passende Geschäftsmodell zu finden.

## Hardy Schröter: Anreizregulierung für Übertragungsnetzbetreiber in Deutschland: Bestandsaufnahme, Bewertung und Ansätze für Optimierungsstrategien

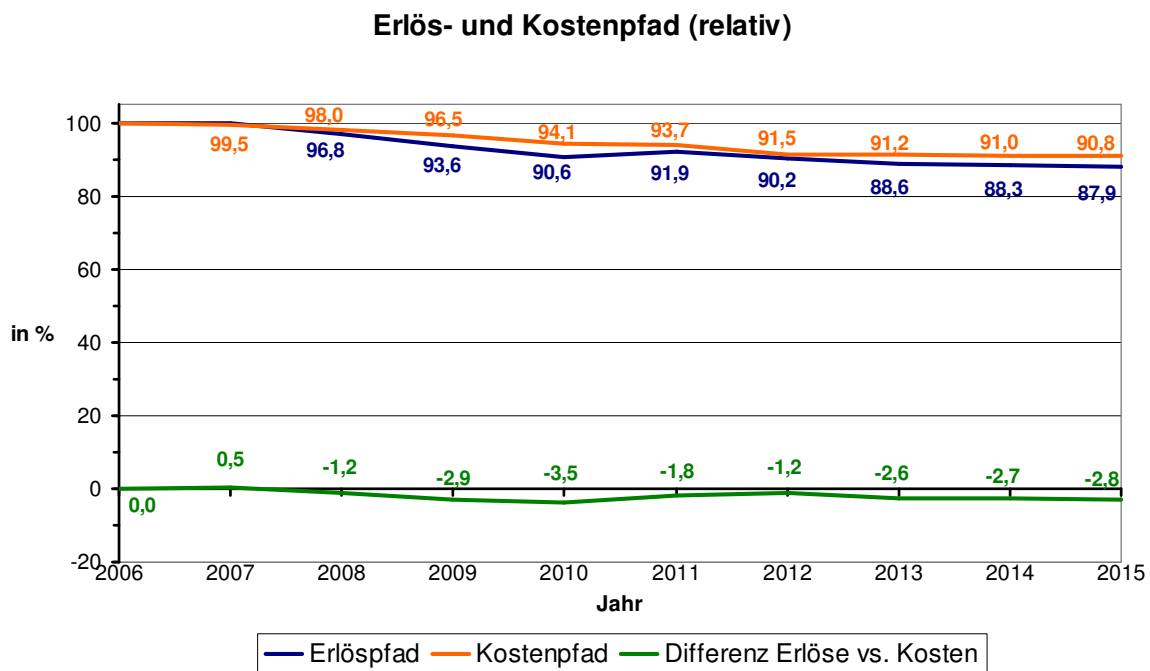
Die Verfügbarkeit von elektrischer Energie an jedem Ort und zu jeder Zeit ist in den letzten Jahrzehnten eine Selbstverständlichkeit geworden.

Einen unverzichtbaren Beitrag dazu leisten Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB). Übertragungsnetze stellen, ebenso wie die meisten anderen Netzsysteme, natürliche Monopole dar. Angesichts dieser Eigenschaft unterliegen sie in der Regel einer staatlich beaufsichtigten Regulierung, so auch in Deutschland.

Das bislang verwendete Regulierungsregime des „Cost plus“ ermöglichte es jedem Netzbetreiber, entstehende Kosten über entsprechende Netzentgelte als Erträge wiederzuerlangen. Aufgrund der spezifischen Nachteile, die ein solches Modell aufweist, ist der Wechsel zur Anreizregulierung vorgesehen.

Basis hierfür ist der durch das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) induzierte Bericht der Bundesnetzagentur (BNetzA) zur Einführung der Anreizregulierung. Dieser Bericht ist zentraler Analysegegenstand der vorliegenden Arbeit.

Nach Erläuterung regulierungstheoretischer Grundlagen werden ausgewählte Regulierungsmodelle vorgestellt und das energiepolitische Umfeld beleuchtet. Anschließend erfolgt die Bestandsaufnahme und Bewertung der zukünftigen Anreizregulierung in Deutschland. Die Diskussion wird dabei auf zehn ausgewählte Schwerpunktthemen fokussiert.



**Abbildung: Erlös- und Kostenpfad**

Es folgt eine Betrachtung der Systeme anderer Länder. Abschließend werden daraus Empfehlungen für die Umsetzung der Anreizregulierung in Deutschland abgeleitet. Im Weiteren wird auf betriebliche Gesichtspunkte eingegangen, die im Zusammenhang mit der Einführung der Anreizregulierung zukünftig eine hohe Priorität bei den Übertragungsnetzbetreibern einnehmen werden. Dies sind die unter den neuen Randbedingungen vorzunehmende Prognose des Erlöspfades und die Ermittlung der darauf aufbauenden Kostenziele. Das Instrument hierfür ist ein im Rahmen dieser Arbeit angefertigtes Software-Tool. Darüber hinaus wird eine erste Diskussion möglicher Ansätze für Optimierungsstrategien durchgeführt.

## **Dissertationen**

Im Berichtszeitraum wurden keine Dissertationen abgeschlossen.

## **Aktuelle Dissertationsprojekte**

Hetzel, S.: Bewertung der Nachhaltigkeit von Investitions- und Instandhaltungsstrategien in Mittelspannungskabelnetzen

Kurscheid, E. M.: Bereitstellung von Regelenergie aus dezentralen KWK-Anlagen

Mehlhorn, K.: Berechnung von Verlusten in Energieversorgungsnetzen

Schmidt, U.: Beanspruchungen von Kabeln bei transienten Vorgängen unter besonderer Berücksichtigung des Kabelmantels

## **5 Veröffentlichungen**

### **Fachaufsätze**

Kurscheid E. M., Scheffler, P., Schufft, W.: Zeitschrift Energiewirtschaft ew Heft 3/2007, S. 20-23, ISSN 1619-5795-D9785D

Kurscheid, E. M.: Description of the required positive tertiary reserve energy, Intensivprogramm Environmental Impacts of Power Industry, 22. - 24.5.2007, Pernink, CZ, ISBN 978-80-7043-541-0

Schufft, W., Schreiter, F.: Damaging and Aging Behaviour of Extruded Medium-voltage Cables, paper T7-669, 15th International Symposium on High Voltage Engineering, (ISH), 27. - 31.09.2007, Ljubljana

Hetzel, S., Schufft, W.: Assessment of Investment Strategies in Medium-Voltage Cable grids, paper T6-671, 15th International Symposium on High Voltage Engineering, (ISH), 27. - 31.09.2007, Ljubljana

Hetzel, S., Schufft, W.: Bewertung von Investitionsalternativen in MS-Kabelnetzen, Zeitschrift Energiewirtschaft ew, Heft 15/2007, S. 28-35, ISSN 1619-5795-D9785D

Schufft, W.: Taschenbuch der elektrischen Energietechnik, Fachbuchverlag Leipzig, ISBN 3-446-40475-5, 10/2007

## Vorträge, Poster

Schufft, W.: Bewertung der Schadensakkumulation in kunststoffisolierten Mittelspannungskabeln; Seminar Teilentladungen in hoch beanspruchten Isolierungen, TE-Esslingen, 23. - 24.4.2007, Ostfildern-Nellingen

Schufft, W. Challenges for Electrical Power Engineering, Intensivprogramm Environmental Impacts of Power Industry, 22.05.07, Pernink, CZ

Kurscheid, E.: Required positive tertiary reserve energy; Konferenz Distributed Power Systems, 22.05.07, Pernink, CZ

Hetzel, S.: Instandhaltungsstrategien im Mittelspannungsnetz, Seminar Mittelspannungskabel, KEMA-IEV, 25.09.2007, Dresden

Schufft, W., Schreiter, F.: Damaging and Aging Behaviour of Extruded Medium-voltage Cables; 15th International Symposium on High Voltage Engineering, (ISH), 27. - 31.09.2007, Ljubljana

Hetzel, S.: Assessment of Investment Strategies in Medium-Voltage Cable grids; 15th International Symposium on High Voltage Engineering, (ISH), 27. - 31.09.2007, Ljubljana

Mehlhorn, K.: Speicher im EV-Netz; 1. Kolloquium Energiespeicher und Management, TU Chemnitz 12.11.2007, Chemnitz

Kurscheid, E.: Optimierung der Wärmespeicherkapazität in einem Minutenreservekraftwerk aus dezentralen Klein-KWK-Anlagen; 1. Kolloquium Energiespeicher und Management, TU Chemnitz 12.11.2007, Chemnitz

Kurscheid, E.: Ökobilanzen, kleine KWK-Anlagen, alternative Technologien für Städte/ Kommunen; Workshop Energieoptimierte Stadt, 22.11.2007, Cottbus

## **6 Externe Aktivitäten und Kontakte**

### **Konferenzen, Tagungen, Kolloquien**

16.1.2007, VDE-Seminar Versorgungsqualität, Mannheim (Kurscheid, Hetzel)

26.1.2007, Sitzung DAK CIGRE SC D1, Dortmund (Prof. Schufft)

20.3.2007, ETG-Tutorial Schutz- und Leittechnik, Dortmund (Kurscheid)

23.4.2007, Seminar Teilentladungen in hoch beanspruchten Isolierungen, Ostfildern-Nellingen (Prof. Schufft, Barsch)

22.5.2007, Konferenz Distributed Power Systems, Pilsen (Prof. Schufft, Kurscheid)

26.8.2007, ISH 2007, Ljubljana (Prof. Schufft, Hetzel)

28.8.2007, 9. VDE-Fachtagung, Kontaktverhalten und Schalten, Karlsruhe (Prof. Schufft, Prof. Amft)

25.9.2007, Seminar Mittelspannungskabel, Dresden (Hetzel, Schmidt)

12.11.2007, 1. Kolloquium Energiespeicher und Management, TU Chemnitz (Kurscheid, Mehlhorn)

22.11.2007, Workshop Energieoptimierte Stadt, Cottbus (Kurscheid)

28.11.2007, CIGRE-Informationsveranstaltung, Stuttgart (Kurscheid)

03.12.2007, Kabeltagung 2007, Erfurt (Prof. Schufft, Hetzel)



## Exkursionen

### Hochspannungslabor der TU Dresden, HIGHVOLT Prüftechnik Dresden GmbH und Siemens Trafowerk Dresden am 03.02.2007

Auch in diesem Jahr stellten uns die Dresdener Fachkollegen ihre Hochspannungshalle für eine Experimentalvorlesung zur Verfügung. Die letzte Veranstaltung der Vorlesung Hochspannungstechnik konnte somit in der Hochspannungshalle der TU Dresden stattfinden. Im Rahmen der Hallenbegehung wurden Stoß-, Wechsel- und Gleichspannungsgeneratoren für Spannungen im Megavolt-Bereich vorgestellt, siehe Abbildung rechts. Auf eine kurze Wiederholung der theoretischen Grundlagen zur Durchschlagsberechnung folgte eine beeindruckende Vorführung. In diversen Versuchen zur Bestimmung von Durchschlag- und Einsetzspannungen wurden die zuvor theoretischen besprochenen Werte verifiziert.



**Abbildung: Erläuterung zur Wechselspannungs-Prüfanlage**

Anschließend führte uns die Exkursion wieder zur HIGHVOLT Prüftechnik GmbH in Dresden. Herr Dr. Pietsch stellte uns in einem Vortrag das Produktspektrum von Hochspannungs-Prüf- und Hochspannungs-Messtechnik vor. Auch der erneute Abstecher in die Fertigung von Hochspannungs-Prüfanlagen von HIGHVOLT und in die benachbarte Transformatorenfertigung von Siemens zeigt immer wieder neue Aspekte des Ablaufes des Fertigungsprozesses. Die Führung und der vorangegangene Vortrag sorgten für ein breit gefächertes Diskussionspotential, bei dem die Brötchen und der Kaffee besonders gut schmeckten - wir danken unseren Gastgebern ganz herzlich!

### „KraftWerk“ – Das DREWAG – Museum – Besuch am 08.02.2007

Herr Dr. Siegmund, der für unsere Studenten die Vorlesung „Betriebsmittel der Elektroenergieversorgung“ hält, hatte es ermöglicht eine Führung außerhalb der regulären Öffnungszeiten miterleben zu dürfen.

So waren 10 Studenten und drei Mitarbeiter gespannt auf das was uns im „KraftWerk“ erwartet.

Herr Dipl.-Ing. Helge Edelmann (vormals Leiter der Netzleitstelle der DREWAG) führte uns dann zwei Stunden durch das über 100jährige Reich der Transformatoren, Kabel, Schalter, Sicherungen, historische Elektrohausgeräte etc.. Es waren zwei Stunden Kurzweil – eine Führung par excellents.

Die DREWAG hat in ihrem Museum zielgerichtet unwiederbringliche Zeugnisse der Technikgeschichte ausgewählt und in die Ausstellung übernommen.

Die Ausstellung präsentiert auf ca. 400 Quadratmetern Fläche historische Betriebsmittel aus elektrischen Anlagen und Netzen der Stadt Dresden. Im Untergeschoss gewährt sie einen Einblick in über 110 Jahre öffentliche Stromversorgung für Dresden. Im Obergeschoss führt eine Multi-Visions-Show, installiert in einem 360° Kino,

mit 3D-Effekten durch die über 175jährige Geschichte der öffentlichen Gasversorgung. Die Gasausstellung wird ergänzt durch die Studierstube des „Gas-Pioniers“



Rudolf Sigismund Blochmann (nachgestellt aus dem 18. Jh.). Zusätzlich zur Geschichte der Dresdner Strom- und Gasversorgung können die Museums-gäste Wasser- und Fernwärmeversorgung anschaulich erleben. Dabei setzen die Stadtwerke auf eine Mischung aus modernster Multimediatechnik und historischen Exponaten

**Abbildung: Besuch des DREWAG-Museums**

### **Pilsen-Austausch 21. – 25.05.2007**

Vom 21. bis 25.05.2007 fand der seit nunmehr 10 Jahren etablierte Austausch „rund ums Erzgebirge“ statt. Neben den Kernteilnehmern der Universitäten Pilsen, CZ und Kosice, SK, der TU Graz und der FH Zwickau waren auch Prof. Schufft, Frau Kursescheid und einige Chemnitzer Energietechnik-Studenten des 8. Fachsemesters anwesend.

Tagsüber wurden interessante Exkursionen in konventionelle und regenerative Kraftwerksanlagen geboten, abendliche Kolloquiumsvorträge über energietechnische und ökologische Themen ergänzten die interdisziplinäre Weiterbildung. Die obligatorische Besichtigung der technischen Anlagen einer örtlichen Brauerei und die geselligen Abende im Gasthaus Motorest in Pernink rundeten das Programm ab.

Wir danken Herrn Prof. Mühlbacher von der Universität Pilsen herzlich für die Organisation inklusiv Beantragung der Fördermittel bei der Europäischen Union und freuen uns auf ein Wiedersehen im Mai 2008 an gewohntem Ort.

### **Exkursion des Elektrotechnischen Institutes 26.06.-28.06.2007**

Im Rahmen der Exkursion wurden zur Vertiefung der Vorlesungen der „Elektrischen Energietechnik“ folgende Betriebe besucht:

- Siemens in Bad Neustadt (26. Juni 2007) Motorenfertigung
- SMA-Technologie in Niestetal (27. Juni 2007) Wechselrichterfertigung
- AREVA Energietechnik in Kassel (28. Juni 2007) Fertigung von Hochspannungs-Leistungsschaltern



**Abbildung: Besichtigung der Fertigung bei AREVA Energietechnik in Kassel**

Die Exkursion war Bestandteil der Lehrausbildung im Sommersemester 2007.

Das in der Vorlesung theoretisch vermittelte Wissen über Motoren und deren Herstellung, die Herstellung von Stromrichtern und Halbleiterbauelementen für den Einsatz in Stromrichterschaltungen sowie die Fertigung von hochspannungstechnischen Geräten konnten den Studenten anschaulich dargestellt werden.

Weiterhin wurden den Studenten die Einsatzgebiete dieser Komponenten sowie die Betriebsweise von Energieerzeugern nahe gebracht. Die Teilnehmer erhielten in allen Betrieben Informationen über die Firmenentwicklung, die Produktion, die technischen und technologischen Probleme sowie die Einsatzgebiete und die neuen Entwicklungstendenzen.

## Gäste an der Professur

16.02.2007	Herr Prof. Erfurth	Planungsbüro Erfurth und Partner, Chemnitz
04.03.2007	Herr Dr. Andra	Uni Homs, Syrien
28.03.2007	Herr Dr. Christmann Herr Dr. Mittendorf Herr Dr. Lüke	E.ON Netz, Bayreuth
08.05.2007	Herr Menzel Herr Dr. Mari	GE, High Power-Electronics, München
18.06.2007	Herr Prof. Mühlbacher Herr Dr. Kus Frau Dr. Jirickova	Westböhmisches Universität Pilsen
13.07.2007	Herr Fischer	Fischer & Partner, Bonn
20.07.2007	Herr Groß	KEMA-IEV, Dresden
29.10.2007	Herr Simon Herr Hirsch	EGB, Leipzig
29.10.2007	Herr Baer Herr Hörelmann	Komatsu, Düsseldorf
23.11.2007	Herr Meier	Areva, Berlin

## Höhepunkte

### Wandertag der Mitarbeiter der Professur am 04.09.2007

Als erstes Ziel für unseren diesjährigen Wandertag hatten wir uns die Volkssternwarte und das Zeiss-Planetarium Drebach südlich von Chemnitz herausgesucht. Nachdem alle das Ziel erreicht hatten, wurde uns im Planetarium ein interessanter Vortrag über den Sternenhimmel und die Sternbilder im Verlauf des Jahres gezeigt.



Abbildung: Besuch im Planetarium

Anschließend konnten wir uns in den Ausstellungsräumen des Planetariums umsehen und Fragen zum Vortrag sowie zu den Ausstellungsstücken stellen.

Nach einer kurzen Fahrt und einem darauf folgenden Spaziergang erreichten wir die Burg Scharfenstein. In der Burgschänke wurde uns ein reichhaltiges und schmackhaftes Mittagmahl serviert.

Nach dem Essen empfing uns Karl Stülpner in historischem Gewand und mit Gewehr, um uns bei einer Burgführung viele interessante Details zur Geschichte der Burg und zum Leben von Karl Stülpner zu vermitteln.

Er verabschiedete sich mit einer eindrucksvollen Demonstration der Funktionstüchtigkeit seiner Büchse, die uns noch lange in den Ohren schallte.

### Weihnachtsfeier am 14.12.2007

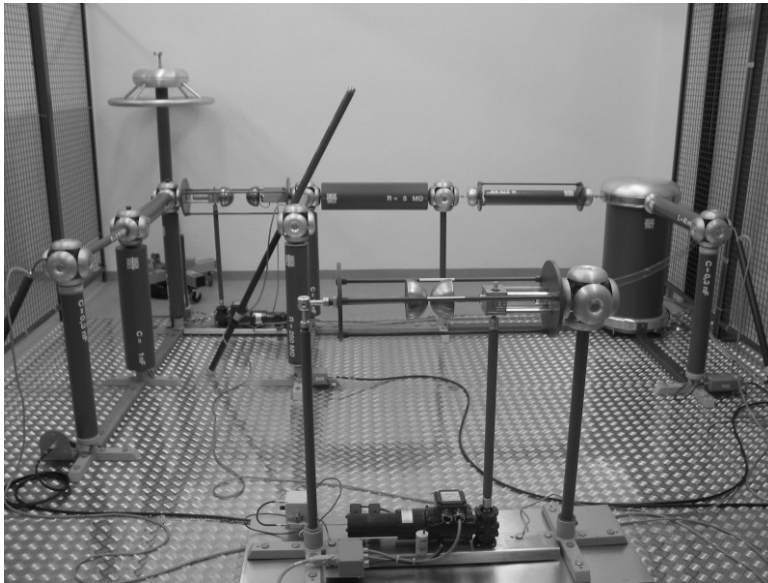
Unsere Weihnachtsfeier fand in diesem Jahr im Restaurant „An der Schlossmühle“ in der Nähe des Chemnitzer Schlossteiches statt.

In gemütlicher und gepflegter Atmosphäre und bei gutem Essen wurden die Ereignisse des vergangenen Jahres resümiert und die Gemüter auf die Weihnachtszeit eingestimmt. Neben den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Professur konnten Emeritus Prof. Amft sowie zwei ehemalige Kollegen teilnehmen. Der Abend war wie immer viel zu schnell vorbei und wird uns in guter Erinnerung bleiben.



Abbildung: Weihnachtsfeier der Professur

## 7 Ausstattung für Praktika und Prüfungen in der Hochspannungstechnik

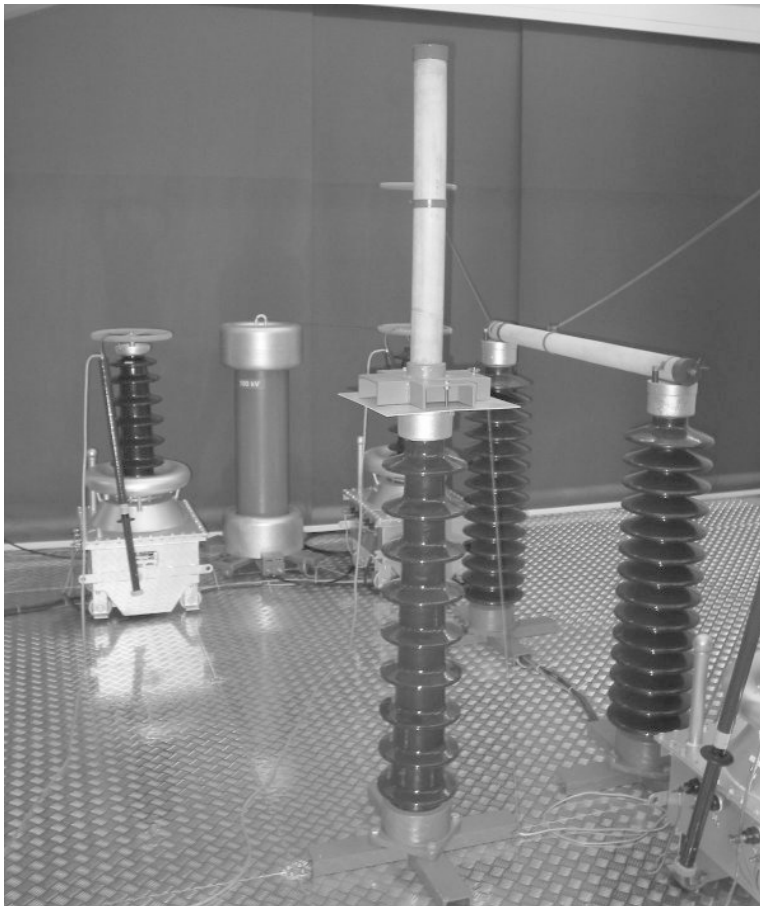


### Praktika:

Funkenstrecken

Erzeugung und Messung hoher Gleich- und Wechselspannungen

Abbildung: Prüfsystem zur Erzeugung von Gleich-, Wechsel-, und Stoßspannungen bis 100kV



### Praktikum:

Isolatoren

Abbildung: Prüfsystem zur Erzeugung von Wechselspannungen bis 200kV



Praktikum:  
Verlustfaktormessung ( $\tan \delta$ )

**Abbildung: Geschirmte Messkabine zur Teilentladungs- und Verlustfaktormessung**



Praktikum:  
Erzeugen von Stoßspannungen/ Einfluss der Elemente des Stoßspannungsgenerators

**Abbildung: Stoßspannungsgenerator zur Erzeugung von Blitzstoß- und Schaltstoßspannungen bis 600kV**



**Abbildung: Wechselspannungs-Prüfsystem zur Erzeugung von Wechselspannungen bis 200kV**



**Abbildung: Mobiles Resonanzprüfsystem zur Teilentladungs- und Verlustfaktormessung und Spannungsprüfung**

# Laborausstattung

## Hochspannungsprüfung

Wechselspannung  $U_{\max} = 200 \text{ kV}$   
Gleichspannung  $U_{\max} = 140 \text{ kV}$   
Stoßspannung  $U_{\max} = 600 \text{ kV}$

## Trennverstärker

Lichtwellenleiter-Isolier-Messsystem HERO® LINK LWL-DC-15 MHz für Messungen auf Mittelspannungspotential

## Vor-Ort-Resonanzprüfsystem

Prüfspannung bis 36 kV, Prüfstrom bis 10 A  
Frequenzbereich 25 - 300 Hz

## Transienten-Mess-System für Impulsspannungsmessung

TR-AS 100/12, 100 Megasample pro s, 12 bit  
TR-AS 100/8 100 Megasample pro s, 8 bit  
umfangreiche Auswerte- und Protokollsoftware

## Digitales Kapazitäts- und Verlustfaktormesssystem LDV-6

Auflösung  $\tan \delta$  bis  $10^{-8}$   
Messbereich Kapazität 0,1 pF - 5  $\mu\text{F}$   
Frequenzbereich 5 Hz - 50 kHz

## Digitales Teilentladungsmess- und Diagnosesystem LDS-6

TE-Messbereich 1 -  $10^5 \text{ pC}$   
obere Grenzfrequenz 30 MHz

## TE-Fehlstellenortung

Abtastrate bis 250 Megasample pro s  
Ortungsgenauigkeit bis 0,1% der Kabellänge

## Kabeldiagnosesystem CDS

dreiphasige IRC-Analyse an PE- und VPE-Kabeln  
dreiphasige RVM-Analyse an Papier-Masse-Kabeln

## transportables Hochspannungsnetzgerät 6,5 kV/ 0,02A für Kabelmantelprüfung

## Repetitionsstoßgenerator RSG 500

## Blitzspannungsprüfeinrichtung SIP 010, transportabel

Wechselspannung bis 5 kV  
Stoßspannung 1,2/50 $\mu\text{s}$  bis 10 kV

## Spannungsmessteiler

Ohmsche Teiler bis 200 kV  
Kapazitive Teiler bis 300 kV  
Stoßspannungsteiler bis 600 kV (1,2/50 $\mu\text{s}$ )



Mikrotom - Schneidgerät für Untersuchung von Wasserbäumchen (water trees) an PE-Kabeln

Transientenrecorder

8-Kanal Scope Corder DL 708 (YOKOGAWA)  
Abtastrate bis 10 Megasample pro s  
Auflösung: 10 bit

Datenlogger DA 100 (YOKOGAWA) mit 10 Kanälen

kürzestes Messintervall: 2 s  
Speichertiefe: nur begrenzt durch Festplatte des Logger-PC

Femtoamperemeter

Lichtmikroskop mit Rechneranschluss und Videoeinrichtung

Magnetfeldmesseinrichtung mit Rechneranschluss bis 10 kHz

Dosisleistungsmessgerät FH 40 G (Eberline Instruments)

Messgröße: Photonendosisleistung

Messbereich: 0,1  $\mu\text{Sv/h}$  - 0,99 Sv/h  
Dosismessbereich: 100 nSv - 10 Sv

EM-Feldanalysator EFA-2 (Wandel & Goltermann)

Frequenzbereich 1: 5 Hz ... 2 kHz  
Frequenzbereich 2: 5 Hz ... 30 kHz  
Messbereich: 100 nT, 1  $\mu\text{T}$ , 10  $\mu\text{T}$ , 100  $\mu\text{T}$ , 1 mT, 10 mT  
(automatische Messbereichswahl)

Strahlungsmessgerät EMR-20 (Wandel & Goltermann) für isotrope Messung elektrischer Felder

Frequenzbereich: 100 kHz ... 3 GHz  
Messprinzip: digitale dreiachsige Messung  
Spezifizierter Messbereich: 1 ... 800 V/m  
Anzeigeauflösung: 0,01 V/m

Hochstromaggregat ODEN 1000A/ 2,5V TAP 2,5 (Wandlerprüfung)

Gleichspannungsnetzgerät 40V/ 100A

## Software

### ATP/ATPDraw

Simulation dynamischer und transienter Netzvorgänge der Energieversorgung

### CSM 53

Feldberechnung von Isolieranordnungen mit Ein- und Zweistoffsystem

### Elektra 3.80

Stationäre Berechnung und Simulation von Lastflüssen und Kurzschlüssen in elektrischen Netzen

### FlexPro 6.0.33

Konvertierung, Bearbeitung und Analyse von Messwertdatensätzen

### Labview 8

Programmieren, Steuern und Simulieren von elektrischen Geräten (Messgeräte, elektronische Lasten, Stromversorgungen u.a.)

### VIG 2002, VIG 2003

Virtueller Impulsgenerator zur Simulation von Stoßspannungsimpulsen im Internet unter:

<http://vig-simulator.etit.tu-chemnitz.de/VIG2002/>

<http://vig-simulator.etit.tu-chemnitz.de/VIG2003/>

## **8 Dienstleistungen**

### **Dielektrische Prüfungen**

Wechselspannungsprüfungen bis 200 kV  
Stoßspannungsprüfungen bis 600 kV  
Gleichspannungsprüfungen bis 140 kV  
FGH-Stufentest an Mittelspannungskabeln  
Vor-Ort-Spannungsprüfungen an Mittelspannungskabeln und anderen kapazitiven Prüfobjekten mit einem mobilen Resonanzprüfsystem

### **Diagnose**

Verlustfaktormessung im Labor  
Verlustfaktormessung Vor-Ort mit einem mobilen Resonanzprüfsystem  
Teilentladungsmessungen im Labor  
Verlustfaktormessung Vor-Ort mit einem mobilen Resonanzprüfsystem  
Isotherme Relaxationsstrom-Analyse (IRC) an Energiekabeln  
Messungen von Isolations- und Ableitwiderständen  
Messungen kleiner Ströme (bis Femto-Bereich)

### **Prüfung der Stromtragfähigkeit**

Widerstandsmessungen von Hauptstrombahnen  
Hochstromprüfungen, Erwärmungsprüfungen

- Leiteranordnungen
- Geräte
- Schaltfelder

bis 2000 A (größere Ströme auf Anfrage)

### **Spezielle Messaufgaben**

Messung magnetischer Felder (5 Hz bis 30 kHz [3 dB]; MB: 100 nT, 1  $\mu$ T, 10  $\mu$ T, 100  $\mu$ T, 1 mT, 10 mT)  
Messung elektrischer Felder (100 kHz bis 3 GHz; MB: 1 bis 800 V/m – 0,0027 bis 1700 W/m<sup>2</sup>)  
Messung elektromagnetischer Felder  
Messungen mit Isoliermessverstärkern  
Berührungslose Bewegungsmessung (Laserdistanzmessung)  
Mikroschnitte von PE-Kabeln zum Nachweis von Wasserbäumchen (water trees)  
Automatisierte Temperaturmessungen mit Thermoelementen

## **Virtueller Stossspannungsgenerator**

zur Simulation des Einflusses der Elemente des Stoßkreises auf den Spannungsverlauf

## **Netzanalysen**

Lastfluss-, Lastgang- und Leitungsfehlerberechnung in Energieübertragungs- und Verteilnetzen

Netzverlustanalysen

Versorgungszuverlässigkeit

Netzoptimierung

## 9 Referenzen

Vor-Ort-Kabeldiagnose (TE-Messung, TE-Ortung,  $\tan \delta$ -Messung, Spannungsprüfung, Verlustfaktormessung)

Stadtwerke Chemnitz AG,  
Stadtwerke Leipzig GmbH,  
ENSO,  
enviaM

Netzanalyse, Versorgungszuverlässigkeit

Stadtwerke Chemnitz AG,  
TOTAL Raffinerie Mitteleuropa GmbH

Betriebsmitteldatenbank

TOTAL Raffinerie Mitteleuropa GmbH

Netzverluste

Stadtwerke Chemnitz AG

Lastprognose

Stadtwerke Chemnitz AG

Erstellung von Lastprofilen Strom/ Gas

Stadtwerke Chemnitz AG

Bewertung von Investitionsstrategien in der Elektroenergieversorgung

ENSO

Isolationsprüfung, Stufentest

Kabelwerk Meißen

Temperaturbeständigkeit von Isolieranordnungen

Kabelwerk Meißen

Berechnung maximaler Leitungsbelastung

SAG Montagegesellschaft mbH

Kurzschlussstromprüfung Schutzwiderstand

Türk und Hillinger

TE-Messung im Labor

VEM motors Thurm GmbH  
enviro Elektromaschinenbau&Metall GmbH Eibenstock

Dimensionierung Überspannungsschutz

AREVA

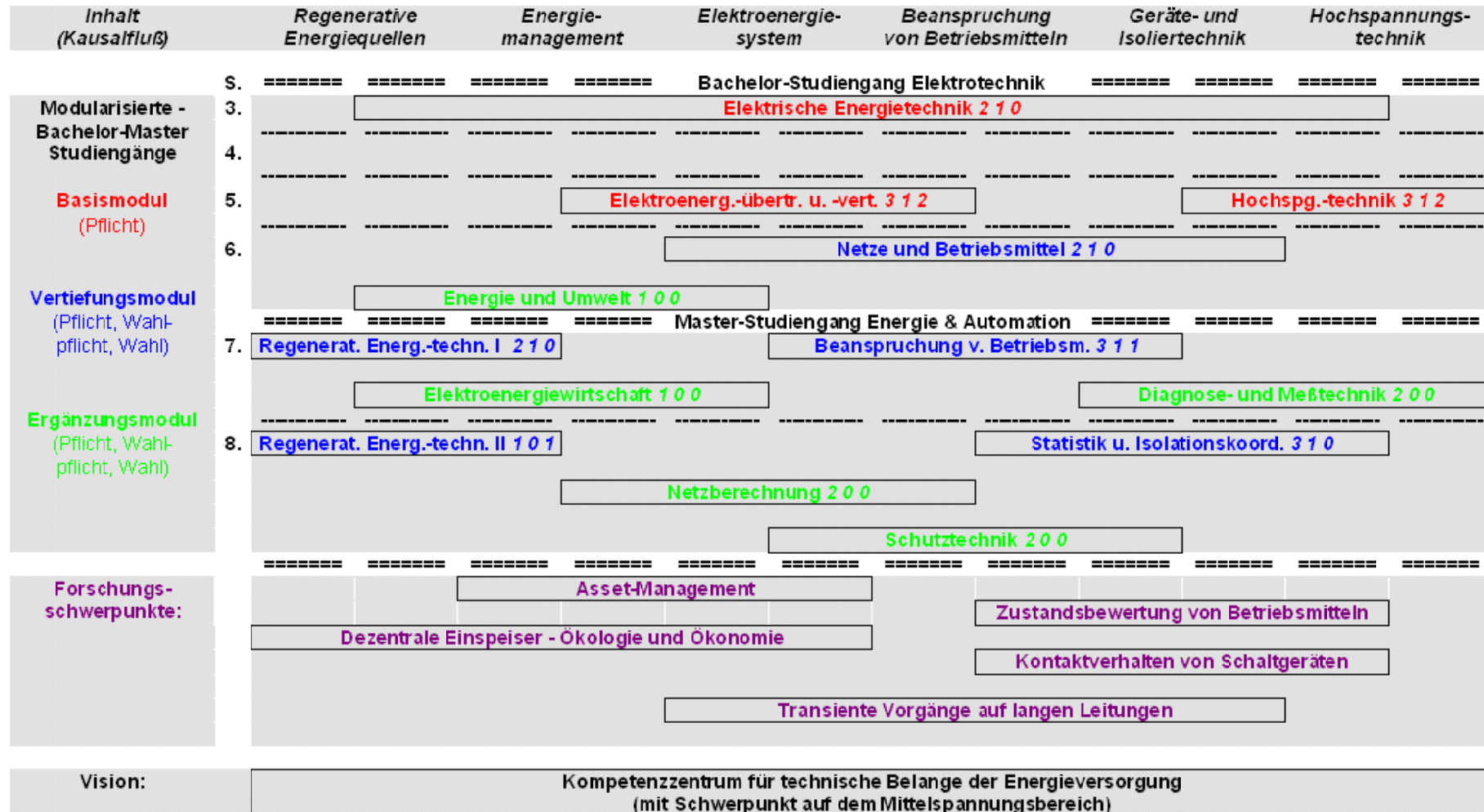
Bewertung transienter Ausgleichsvorgänge auf HS-Kabeln

KEMA IEV, Salzburger Landesregierung

Spannungsprüfung

Elektrotechnische Geräte Böhlitz-Ehrenberg GmbH

## Konzeption Professur Energie- und Hochspannungstechnik



Lehrfächer nach Modularisierung, Stand Jan. 08