

Jahresbericht 2004

Professur Energie- und Hochspannungstechnik



Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ

Kontakt:

Adresse:

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

Dienstsitz:

Reichenhainer Str. 70
A.-F.-Weinholdbau, Zi. 235
09126 Chemnitz
Tel.: +49 371 531 3343
Fax: +49 371 531 3376

Homepage:

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

Telefon, Fax, e-mail:

Name:	Telefon:	Fax:	e-mail:
Prof. W. Schufft	+49 371 531 3343	+49 371 531 3376	wolfgang.schufft@etit.tu-chemnitz.de
Prof. D. Amft	+49 371 531 3341	+49 371 531 3376	dietrich.amft@etit.tu-chemnitz.de
Sekretariat: A. Wickleder	+49 371 531 3342	+49 371 531 3376	angelika.wickleder@etit.tu-chemnitz.de
Prof. W. Hiller	+49 371 531 3340	+49 371 531 3376	werner.hiller@etit.tu-chemnitz.de
S. Hetzel	+49 371 531 3587	+49 371 531 3335	steffen.hetzel@etit.tu-chemnitz.de
U. Jilek	+49 371 531 3251	+49 371 531 3335	uwe.jilek@etit.tu-chemnitz.de
E. M. Linne	+49 371 531 3587	+49 371 531 3335	evamarie.linne@etit.tu-chemnitz.de
K. Mehlhorn	+49 371 531 3345	+49 371 531 3335	klaus.mehlhorn@etit.tu-chemnitz.de
F. Schreiter	+49 371 531 3251	+49 371 531 3335	frank.schreiter@etit.tu-chemnitz.de
J. Lippold	+49 371 531 3341	+49 371 531 3335	juergen.lippold@etit.tu-chemnitz.de
M. Stark	+49 371 531 3364	+49 371 531 3335	michael.stark@etit.tu-chemnitz.de

Redaktion: Frank Schreiter

Sehr geehrte Freunde und Partner,

das Jahr 2004 ist Geschichte. War es ein gutes Jahr? Sicher war es kein einfaches Jahr.

Das Amt des Dekans der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik hat mich in weit stärkerem Maße beansprucht, als ich es mir hätte vorstellen können. So sollten in der laufenden Amtszeit sechs Professuren besetzt bzw. wiederbesetzt werden. Dabei sind in Folge drei dieser Berufungsvorgänge vorerst fehlgeschlagen. Die Gründe liegen in der zunehmend bescheideneren Ausstattung neu zu besetzender Professuren mit Personal- und Sachmitteln sowie in der seit dem 01.01.05 bundesweit vorgeschriebenen, leistungsabhängigen W-Besoldung von Professoren, für die es im Bundesland Sachsen derzeit noch keine Durchführungsbestimmungen gibt. In diesem Zusammenhang musste ich seit dem 01.04.04 die kommissarische Leitung der Professur Meß- und Sensortechnik übernehmen.



Der zweite große Problemkreis, der uns in Atem hält, ist der sogenannte Bologna-Prozess, der die europaweite Harmonisierung der Studienbedingungen herbeiführen soll. Die bundespolitische Übersetzung des Bologna-Prozesses beinhaltet die an das anglo-amerikanische Modell angelehnte Einführung von Bachelor-Master-Studiengängen und die Abschaffung der bewährten und international anerkannten Diplomabschlüsse. Danach soll der Großteil der Studenten die Hochschule bereits nach einer Regelstudienzeit von sechs bis sieben Semestern mit einem Bachelor-Abschluß verlassen. Nur noch wenige Studenten mit darüber hinausreichenden Ambitionen und überdurchschnittlichen Studienleistungen absolvieren ein anschließendes Master-Studium und erreichen einen Bildungsstand, der mit dem eines Diplom-Ingenieurs vergleichbar ist. Dem drohenden Qualitätsverlust soll durch privat rechtlich organisierte Akkreditierungsagenturen entgegengewirkt werden, die die Bachelor- und Masterstudiengänge nach formellen Kriterien akkreditieren und dem Hochschulwesen jährlich Akkreditierungskosten in zweistelliger Millionenhöhe aufbürden. Die Frage der Abschaffung erfolgreicher Diplomstudiengänge, insbesondere der mit dem akademischen Grad Dipl.-Ing. abzuschließenden, scheidet nun die Geister. Der Freistaat Sachsen hat zusammen mit dem Freistaat Bayern den Beschluß der Kultusministerkonferenz vom 12.06.03 initiiert, der den Erhalt des deutschen Ingenieurdiploms über 2010 hinaus sichert. Auch die Koalitionsvereinbarung zur Bildung der sächsischen Staatsregierung vom Herbst 2004 beinhaltet den Satz: „So wird der Bologna-Prozeß an Sachsens Hochschulen umgesetzt, ohne bewährte und erfolgreiche Diplomabschlüsse abzuschaffen.“. Hingegen hält das Rektoratskollegium der TU Chemnitz an dem Beschluß fest, bis zum Wintersemester 2007/08 das Studium ganzheitlich auf Bachelor-Master-Studiengänge umzustellen. Sie ahnen natürlich, das hier ein Konfliktpotential für die Fakultät und jeden einzelnen Hochschullehrer entstanden ist.

Diese zuvor beschriebene, außergewöhnliche Belastung hat sich natürlich auch auf die für das Jahr 2004 abzurechnenden Ergebnisse der Professur niedergeschlagen. Das heißt, der vorliegende Jahresbericht ist etwas dünner geworden. Trotzdem wollen wir den Jahresbericht als aktualisierte, illustrierte Visitenkarte nach außen und Tagebuch nach innen fortführen.

Was die inhaltliche Ausrichtung der Professur betrifft, so erscheinen mir zwei Punkte erwähnenswert. Zum einen wollen wir uns verstärkt dem Asset-Management im Elektroenergiesystem widmen. Nachdem die Zustandsbewertung, insbesondere von Mittelspannungs-Kabelsystemen, uns schon seit Jahren beschäftigt, sollen nun betriebswirtschaftliche Aspekte stärker betrachtet werden. Der Brückenschlag zu den Wirtschaftswissenschaften ist anscheinend auch durch die gemeinsame Lehrveranstaltung Elektroenergiewirtschaft gelungen. Zunehmend fragen Studenten der Wirtschaftswissenschaften mit der Vertiefungsrichtung Elektrotechnik Aufgabenstellungen für Studien- und Diplomarbeiten an. Um unsere Kräfte auf dieses aktuelle Thema konzentrieren zu können, ist zum anderen die Gerätetechnik regenerativer Energiequellen nicht mehr Forschungsgegenstand, d.h. der entsprechende Forschungsschwerpunkt befasst sich ausschließlich mit den Auswirkungen regenerativer, fluktuierender Einspeiser im Netz.

Zur „Durchlüftung“ des Studienangebotes konnten wir erstmals Herrn Dr. Ralf Pietsch von der Firma HIGHVOLT Dresden als Lehrbeauftragten gewinnen, der im vergangenen Sommersemester die Vorlesung Diagnose- und Meßtechnik gehalten hat. Dafür sei ihm an dieser Stelle herzlich gedankt.

Auch in dem vor uns stehenden Jahr haben wir wohl keine Alternative zum Optimismus. So 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 2005

Ihr

Wolfgang Schufft

Inhalt

1.	Personelle Besetzung.....	6
2.	Lehre	7
3.	Forschungsschwerpunkte.....	12
3.1	Zustandsbewertung von Betriebsmitteln der Energieversorgung	12
3.2	Grundlagenuntersuchungen an Nieder- und Mittelspannungsschaltgeräten.....	12
3.3	Auswirkungen dezentraler Einspeiser im Elektroenergiesystem	13
3.4	Aktuelle Aufgabenstellungen der Elektroenergieversorgung - Asset- Management	13
3.5	Simulation und Optimierung von Hochspannungserzeugern.....	14
4.	Studienarbeiten, Diplomarbeiten, Dissertationen	15
4.1	Studienarbeiten	15
4.2	Diplomarbeiten	17
4.3	Dissertationen	17
5.	Veröffentlichungen	17
5.1	Fachaufsätze.....	17
5.2	Vorträge, Poster	18
6.	Externe Aktivitäten und Kontakte	19
6.1	Konferenzen, Tagungen, Kolloquien	19
6.2	Exkursionen.....	20
6.3	Gäste (Auswahl).....	22
7.	Höhepunkte	23
8.	Ausstattung mit Prüf- und Meßtechnik.....	24
8.1	Hochspannungs- und Hochstromlabor	27
8.2	Gerätelabor	28
8.3	Vakuummessplatz	29
8.4	Software	29
9.	Dienstleistungen	30
	Konzeption der Professur	31
	Anfahrtskizze.....	32

1. Personelle Besetzung

- **Leiter der Professur:**

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schufft

- **Emeritus:**

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

- **Oberassistent**

Prof. Dr.-Ing. Werner Hiller

- **Sekretariat:**

Frau Angelika Wickleder

- **Lehrbeauftragte:**

Dr.-Ing. Norbert Menke, ESAG, Dresden

Dr.-Ing. Ralf Pietsch, HIGHVOLT, Dresden

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

Dr.-Ing. Ralf-Dieter Rogler, Ingenieurbüro Theta, Dresden

- **Wissenschaftliche Mitarbeiter:**

Dipl.-Ing. Mirko Bodach (bis 31.08.04)

Dipl.-Ing. Dieter Breinfeld (bis 31.01.04)

Dipl.-Ing. Steffen Hetzel (seit 01.12.04)

Dipl.-Ing. Uwe Jilek

Dipl.-Ing. Eva Marie Linne (ab 01.02.05)

Dipl.-Ing. Klaus Mehlhorn

Dipl.-Ing. Frank Schreiter

- **Technische Angestellte:**

Herr Jürgen Lippold

Herr Michael Stark

2. Lehre

Abfolge der Lehrfächer im Studiengang Elektrotechnik:

Lehrfach	Verantwortlicher	Semester					
		3	4	5	6	7	8
Pflichtfächer:							
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	
Wahlpflichtfächer:							
Beanspruchung von Betriebsmitteln	Schufft, Rogler					3 1 0	0 0 1
Statistik und Isolationskoordination	Schufft						2 1 0
Wahlfächer:							
Energie- und Umwelt	Hiller				2 0 0		
Solare Energietechnik I	Ebest, Rindelhardt				2 1 0		
Solare Energietechnik II	Ebest, Rindelhardt					2 0 1	
Betriebsmittel der Elektroenergieversorgung	Hiller					2 0 0	
Digitale Schutz- und Leittechnik	Hiller					2 1 0	
Elektroenergiewirtschaft	Menke						1 0 0
Diagnose- und Meßtechn.	Pietsch						2 0 0
Netzberechnung	Hiller						2 0 0

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

Abfolge der Lehrfächer im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen:

Lehrfach	Verantwortlicher	Semester					
		3	4	5	6	7	8
Pflichtfächer:							
Elektrische Energietechnik	Hofmann, Schufft	2 1 0					
Energie- und Hochspannungstechnik	Schufft			2 1 0	0 0 1		
Wahlfächer:							
Energie- und Umwelt	Hiller						2 0 0
Solare Energietechnik I	Ebest, Rindelhardt						2 1 0

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, Energieerzeugung in Wärmekraftwerken, Regenerative Energiequellen, Netze der Elektroenergieübertragung und -verteilung, Energieanpassung mit Transformatoren, Energieumwandlung mit rotierenden Maschinen, Leistungselektronische Komponenten und Grundsaltungen

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, Dr.-Ing. R.-D. Rogler

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

Energie und Umwelt

Wahlfach im Studiengang Elektrotechnik, Studienrichtung Elektrische Energietechnik

Umfang: 2 Vorlesungen / 0 Übungen / 0 Praktikum

(im Sommersemester, empfohlen für 6. Semester)

Wahlfach im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen - Studienrichtung Elektrotechnik

Umfang: 2 Vorlesungen / 0 Übung / 0 Praktikum

(im Sommersemester empfohlen für 8. Semester)

Prof. Dr.-Ing. W. Hiller

Inhalt: Kausale Zusammenhänge zwischen Energiegewinnung und Umweltbelastung, nachhaltige Entwicklung, globale Energievorräte, Primär- und Endenergieträger, Entwicklung des Energiebedarfs, Energie und Ernährung, Energie und industrielle Entwicklung, Endenergieträger Strom, Energieversorgung, rationeller Energieeinsatz und Energiemanagement

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.-Ing. G. Ebest, 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)

Prof. Dr.-Ing. W. Hiller

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

Digitale Schutz- und Leittechnik

Wahlfach im Studiengang Elektrotechnik, Studienrichtung Elektrische Energietechnik

Umfang: 2 Vorlesungen / 1 Übung / 0 Praktikum

(im Wintersemester, empfohlen für 7. Semester)

Prof. Dr.-Ing. W. Hiller

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

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

Netzberechnung

Wahlfach im Studiengang Elektrotechnik, Studienrichtung Elektrische Energietechnik

Umfang: 2 Vorlesungen / 0 Übungen / 0 Praktikum
(im Sommersemester, empfohlen für 8. Semester)

Prof. Dr.-Ing. W. Hiller

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

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

3. Forschungsschwerpunkte

3.1 Zustandsbewertung von Betriebsmitteln der Energieversorgung

Schwerpunkt war bisher die Untersuchung der Isolationsreserven von 10-kV-VPE-Mittelspannungs-Kabelsystemen. Das Ziel bestand darin, vorhandene 10-kV-VPE-Mittelspannungs-Kabelsysteme dauerhaft mit einer Betriebsspannung von 20 kV zu betreiben. Hier konnte mit der Umstellung eines ersten Netzgebietes ein relativer Abschluss erreicht werden. Nach der bisherigen Betriebsdauer von etwa einem Jahr kann festgestellt werden, dass sich die optimistische Bewertung dieses Vorhabens aufgrund der Ergebnisse der Voruntersuchungen auch im praktischen Betrieb bestätigt. Die Untersuchung des Alterungsverhaltens und Ausfallgeschehens der Betriebsmittel unter der erhöhten Beanspruchung wird weiterhin zu den Aufgaben der Professur gehören. Dazu zählt auch die Betreuung der Umstellung anderer Netzgebiete.

Zukünftig werden wir den Fokus dieses Forschungsschwerpunktes auf die Auswertung der umfangreichen Messdaten, die wir vor Ort gewinnen konnten, richten. Zudem sollen umfassende Laboruntersuchung an neuwertigen und betriebsgealterten Proben von kunststoffisolierten Kabeln zum Einfluss der Frequenz der Prüfspannung auf die Ergebnisse von Verlustfaktormessungen durchgeführt werden.

Siehe auch:

- Fachaufsatz: Schreiter, F., ...: Spannungs-, Zeit- ...
- Studienarbeit: Krauß, S.: Untersuchung betriebsgealterter ...
- Vortrag: Schufft, W., ...: Erfahrungsbericht über Vorbereitung ...
- Vortrag Schreiter, F.: Prüfung und Diagnose zur ...
- Vortrag: Schufft, W.: Grundlagen der Kabeldiagnostik

3.2 Grundlagenuntersuchungen an Nieder- und Mittelspannungsschaltgeräten

Die Arbeiten zu diesem Forschungsschwerpunkt konnten leider nur auf kleiner Flamme fortgeführt werden. Diese beschränkten sich auf die weitere Ordnung und Auswertung umfangreicher Versuchsergebnisse die insbesondere mit dem Verfahren der Laserdistanzmessung an Niederspannungs-Vakuumschaltröhren und auch an Luftschnitzern gewonnen wurden.

Siehe auch:

- Fachaufsatz: Amft, D., ...: Micro-arcs at Make and ...
- Fachaufsatz: Kharin, S. N., ..., Amft, D.: Dynamics of Arc Phenomena ...

3.3 Auswirkungen dezentraler Einspeiser im Elektroenergiesystem

Der Forschungsschwerpunkt befasst sich mit den Auswirkungen dezentraler, fluktuierender Einspeiser - das sind insbesondere die zunehmende Anzahl von Windkraftanlagen im Mittelspannungsnetz und von Photovoltaikanlagen im Niederspannungsnetz - auf die zukünftige Netzplanung, den Netzbetrieb und die Netznutzungsentgelte. Die Arbeiten zu diesem Forschungsschwerpunkt wurden aktiviert.

Siehe auch:

- Fachaufsatz: Völler, S., ...: Universal Storage Model ...
- Fachaufsatz: Bodach, M., ...: Supercaps schon jetzt in PV-Systeme ...
- Fachaufsatz: Bodach, M., ...: Simulation of a Grid Connected ...
- Fachaufsatz: Bodach, M., ...: Even nowadays Supercaps ...
- Fachaufsatz: Woyte, A., ...: Anticipating Fluctuations from ...
- Fachaufsatz: Bodach, M., ...: ATP Simulations of the Dynamic ...
- Fachaufsatz: Mehlich, H., ...: Bewertung der Netzeinspeisung ...
- Fachaufsatz: Mehlich, H., ...: Supercaps für fluktuierende dezentrale ...
- Vortrag: Bodach, M.: Ultracaps in alternativen Energien
- Vortrag: Mehlich, H., ...: Supercaps als Kurzzeitspeicher ...

3.4 Aktuelle Aufgabenstellungen der Elektroenergieversorgung - Asset-Management

Die Liberalisierung der Energiemärkte und der damit verbundene Wettbewerb zwingen die Energieversorgungsunternehmen zur kostenoptimalen Bewirtschaftung ihrer Betriebsmittel, Netze und Anlagen. Hieraus ergeben sich vielfältige Fragestellungen, insbesondere auf dem Grenzgebiet zwischen Technik und Betriebswirtschaft, wie z.B.

- zu optimierende Instandhaltungs- und Investitionsstrategien,
- komplexe Wertermittlung (ausgehend vom technischen Zustand und Zeitwert),
- großflächiges Monitoring der Versorgungsqualität und
- Auswertung und Optimierung von Störungsstatistiken.

Siehe auch:

- Fachaufsatz Mehlhorn, K., ...: Bestimmung der ...
- Studienarbeit: Escher, R.: Ermittlung der Netzverluste...
- Vortrag: Mehlhorn, K.: Netzverluste in einem städtischen ...

3.5 Simulation und Optimierung von Hochspannungserzeugern

Die Arbeiten beschränkten sich auf die Simulation von Stoßkreisen mit den „virtuellen Impulsgeneratoren“ VIG 2002 und VIG 2003. Im abgelaufenen Kalenderjahr wurde der entsprechende Netzserver in die Regie der Professur übernommen, wodurch eine durchgängige Erreichbarkeit unter den folgenden Adressen gewährleistet ist:

<http://vig-simulator.etit.tu-chemnitz.de/VIG2002/>
<http://vig-simulator.etit.tu-chemnitz.de/VIG2003/>

Die Arbeiten am VIG 2002 gelten als abgeschlossen. Hingegen wurde der VIG 2003, siehe Abbildung, in den Firmen SGB, Regensburg, HIGHVOLT, Dresden und Haefely, Basel auf seine Eignung getestet. Auf Anregung der Firma SGB, Regensburg erfolgten einige Modifikationen in Bezug auf die Stoßprüfung von Transformatoren. Anmerkungen, Hinweise etc. zu dieser www-basierten Simulations-Software sind weiterhin willkommen.

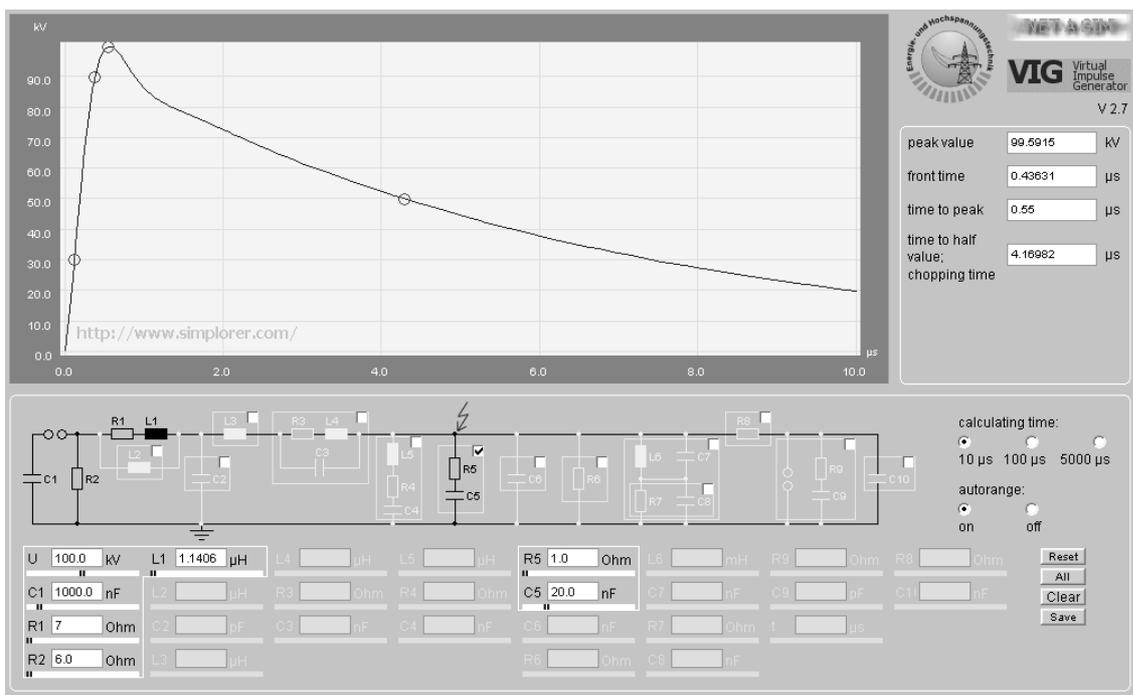


Abbildung: Bedienoberfläche des virtuellen Impulsgenerators VIG 2003

4. Studienarbeiten, Diplomarbeiten, Dissertationen

4.1 Studienarbeiten

Escher, R.: Ermittlung der Netzverluste im Niederspannungsnetz der Stadtwerke Chemnitz AG unter Verwendung eines Netzberechnungsprogramms, 02/2004

Es sollte dabei untersucht werden, ob eine automatisierte Verlustanalyse des gesamten Niederspannungsnetzes aus den vorhandenen Datenbeständen der Stadtwerke Chemnitz AG möglich ist. Da bei einer automatisierten Verlustanalyse vielfältige Vereinfachungen in Form von pauschalisierten Eingabewerten gemacht werden müssen, war herauszufinden, ob die gewonnenen Ergebnisse eine akzeptable Genauigkeit aufweisen würden. Dazu wurde ein Teilnetz mit genauen Angaben von Hand nachgebildet und die Verlustleistung berechnet. Das gleiche Netz wurde anschließend mit den pauschalisierten Werten in das Netzberechnungsprogramm ELEKTRA eingegeben und die Verlustleistung bestimmt. Nun ergab die Berechnung einen um 78,6% höheren Wert der Verlustleistung. Diese beträchtliche Abweichung ist nicht akzeptabel, womit der diesem Verfahren zugrunde liegende Ansatz für genaue Ergebnisse verworfen werden muß.

Arnold, J.: Programmierung mit LabVIEW™ zur flexiblen Messwerterfassung mit Feldbussystemen, 07/2004

Ein Netzbetreiber muss gemäß der gültigen gesetzlichen Bestimmungen die Energie verschiedenster Erzeuger durch sein Netz hindurchleiten, um damit die Kunden mit einer zuvor mit dem Vertrieb ausgehandelten Menge an Elektroenergie versorgen können. In der Bundesrepublik Deutschland gehören zu den Erzeugerstrukturen nicht nur Großkraftwerke für Grund- und Spitzenlast, sondern auch immer mehr dezentrale, zum Teil regenerative Erzeugerstrukturen mit fluktuierendem Charakter.

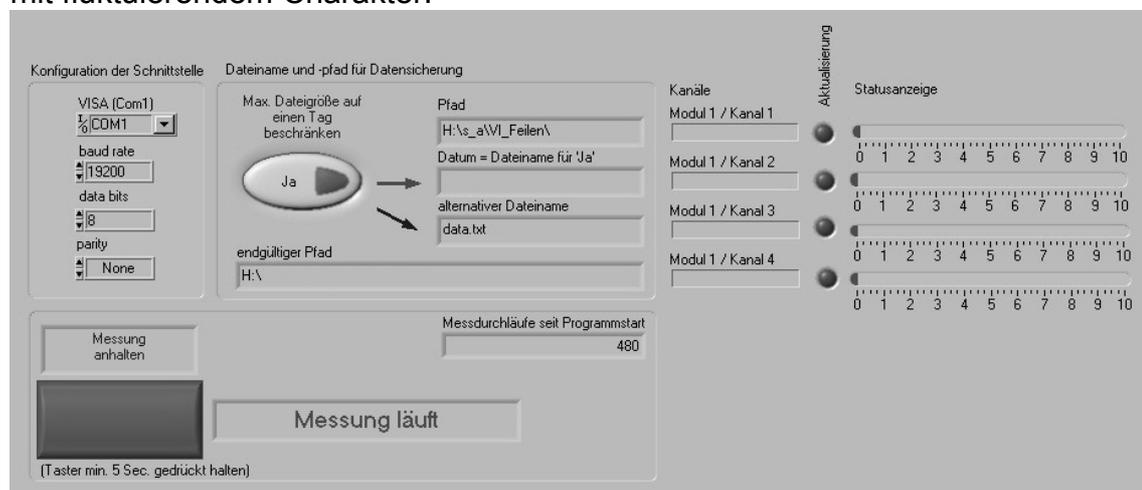


Abbildung: LabVIEW™ -Frontpanel - Bedienoberfläche mit Anzeige- und Einstellmöglichkeiten.

Die Professur stellt in diesem Zusammenhang eine Möglichkeit für die messtechnische Erfassung von Strom- und Spannungseffektivwerten sowie der Netzfrequenz über kürzere oder längere Zeiträume zur Verfügung, mit deren Hilfe man sich den aus der dezentralen, fluktuierenden Einspeisung herrührenden Problemen nähern kann.

Ziel dieser Arbeit war es, die Grundlagen für ein flexibles Messsystem zu schaffen, das auf intelligenten Sensormodulen und der Bedienoberfläche LabVIEW™ aufbaut und den Katalog der Dienstleistungsangebote der Professur erweitern kann, siehe Abbildung.

Krauß, S.: Untersuchung betriebsgealterter Kabelverbindungsgarnituren, 12/2004

Kabelverbindungsgarnituren werden in den wachsenden Kabelnetzen eingesetzt. Deshalb sind Kenntnisse über die Eigenschaften der Verbindungsgarnituren und der Veränderung ihres Isoliervermögens im Verlaufe der Betriebszeit unbedingt erforderlich. In diesem Zusammenhang wurden Mittelspannungsmuffen, die bei Vor-Ort-Messungen durch hohe Teilentladungspegel und niedrige Teilentladungseinsetzspannungen auffielen, geborgen und weiterführend im Labor untersucht. Das Ziel der vorliegenden Studienarbeit ist es, diese betriebsgealterten Kabelmuffen hinsichtlich ihres Teilentladungspegels, ihrer Teilentladungs-Einsetzspannung, ihres Verlustfaktors und ihrer Restspannungsfestigkeit näher zu untersuchen. Die Laborergebnisse sollten zum einen mit den vor Ort ermittelten Ergebnissen verglichen werden und zum anderen hinsichtlich einer Korrelationen der verschiedenen aufgenommenen Meßwerte statistisch ausgewertet werden.

Die Ergebnisse zeigen hinsichtlich des Vergleiches mit den vor Ort ermittelten Messwerten nur Übereinstimmungen im Hinblick auf die Teilentladungseinsetzspannung, da der Teilentladungspegel selbst aufgrund der großen Leitungslängen vor Ort starken Dämpfungen unterworfen ist und somit nur qualitativ verglichen werden kann. Die statistische Korrelation der Kenngrößen Teilentladungspegel, Teilentladungs-Einsetzspannung und Restfestigkeit bestätigen einige zu erwartende Zusammenhänge und untermauern diese. So kann beispielsweise gezeigt werden, dass sowohl mit steigendem Teilentladungspegel als auch mit fallender Teilentladungs-Einsetzspannung die Restfestigkeit der Verbindungsmuffen abnimmt, siehe Abbildung.

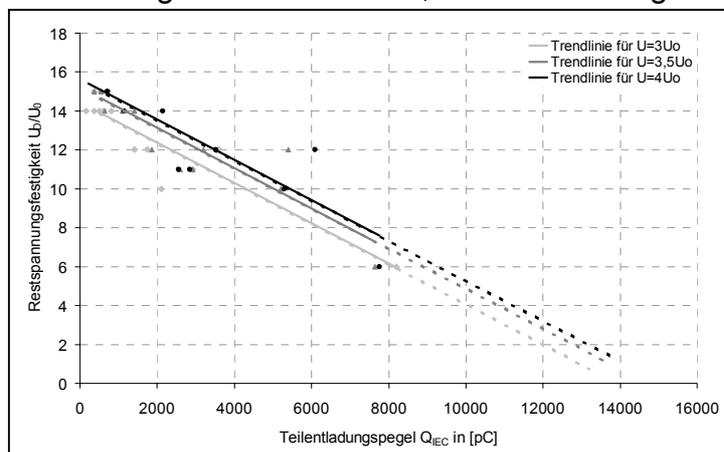


Abbildung: Zusammenhang zwischen Teilentladungspegel und Restfestigkeit von betriebsgealterten Verbindungsmuffen

4.2 Diplomarbeiten

Im Berichtszeitraum wurden keine Diplomarbeiten abgeschlossen.

4.3 Dissertationen

Im Berichtszeitraum wurden keine Dissertationen abgeschlossen.

Dissertationsprojekte

Schreiter, F.: Bewertung der Isolationsreserven von VPE-Mittelspannungskabeln

Lehmann, K.: Dezentrale Einspeiser im NS-Netz - Konsequenzen für die Netzplanung, den Netzbetrieb und die Netznutzungsentgelte

5. Veröffentlichungen

5.1 Fachaufsätze

- Völler, S., Bodach, M.: Universal Storage Model for simulated Grid Connections in ATP. Japanese EMTP Journal Vol. 9, Kyoto 2004, Japan
- Mehlhorn, K., Kliemt, J.: Bestimmung der elektrischen Verluste im Netz eines städtischen Netzbetreibers. ew - das magazin für die energie wirtschaft 1-2/2004, S.20 - 23, ISSN 1619-5795
- Schreiter, F., Jilek, U.: Spannungs-, Zeit- und Frequenzabhängigkeit von Teilentladungen und Verlustfaktor bei diagnostischen Messungen an kunststoffisolierten Mittelspannungskabeln. ETG-Fachtagung „Diagnostik elektrischer Betriebsmittel“, 09.-10.03.2004 Köln, S. 221 - 226, ISBN 3-8007-2817-6
- Bodach, M., Woyte, A., Mehlich, H., Hiller, W., Lutz, J.: Supercaps schon jetzt in PV-Systeme integrieren? 19. Symposium Photovoltaische Solarenergie, 10.-12.03.2004 Kloster Banz Bad Staffelstein, ISBN 3-934681-32-8
- Bodach, M., Mehlich, H., Völler, S.: Simulation of a Grid Connected Hybrid Storage System in ATP/EMTP. PCIM Europe, 25.-27.05.2004 Nürnberg, ISBN 3-928643-39-8
- Bodach, M., Woyte, A., Mehlich, H., Scheffler, J., Hiller, W., Lutz, J.: Even nowadays Supercaps in PV-Systems? 19th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 07.-11.06.2004 Paris, ISBN 3-936338-14-0
- Woyte, A., Bodach, M., Belmans, R., Nijs, J.: Anticipating Fluctuations from Photovoltaics in the Local Power System. 19th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 07.-11.06.2004 Paris, ISBN 3-936338-14-0

- Mehlich, H., Bodach, M., Völler, S., Hiller, W., Lutz, J.: Supercaps als Kurzzeitspeicher in verteilten Energieerzeugungssystemen. Tagung „Super-Caps - Energiespeicher mit hoher Leistungsdichte“, 23.-24.06.2004 Haus der Technik Essen
- Amft, D., Schufft, W.: Micro-arcs at Make and Break Processes. 50th IEEE Holm Conference on Electrical Contacts und 22nd International Conference on Electrical Contacts, 20.-23.09.2004 Seattle, S. 395 - 402, ISBN 0-7803-8460-1
- Kharin, S. N., Nouri, H., Amft, D.: Dynamics of Arc Phenomena at Closure of Electrical Contacts in Vacuum Circuit Breakers. XXIst Intern. Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, 27.09.-01.10.04, Jalta, Krim, S. 301-306, ISBN 07803-8461-X, ISSN 1093-2941
- Bodach, M., Flemming, T., Völler, S., Mehlich, H., Hartig, R., Hiller, W., Verstege: ATP Simulations of the Dynamic Behaviour of Grid-Coupled Distributed Power Systems Including Storage Units. European EMTP-ATP Users Group Meeting 2004 and European EMTP-ATP Conference, 03.-05.10.2004 Trondheim, Norwegen
- Mehlich, H., Bodach, M., Lehmann, K., Eller, S., Große, A., Hiller, W., Lutz, J.: Bewertung der Netzeinspeisung dezentraler Energieanlagen. ETG-Fachtagung zum VDE Kongress 2004, 18.-20.10.2004 Berlin, ISBN 3-8007-2827-3
- Mehlich, H., Bodach, M., Hiller, W., Lutz, J.: Supercaps für fluktuierende dezentrale Energieeinspeiser. Automotive Electrochemical Simulation Workshop, 21.10.2004 Sindelfingen

5.2 Vorträge, Poster

- Bodach, M.: UltraCaps in alternativen Energien. ZVEI-Workshop „Ultra-Caps“, 21.01.2004 Frankfurt/M.
- Schreiter, F., Jilek, U.: Spannungs-, Zeit- und Frequenzabhängigkeit von Teilentladungen und Verlustfaktor bei diagnostischen Messungen an kunststoffisolierten Mittelspannungskabeln. ETG-Fachtagung „Diagnostik elektrischer Betriebsmittel“, 09.-10.03.2004 Köln, S. 221 - 226, ISBN 3-8007-2817-6
- Schufft, W., Schreiter, F., Jilek, U.: Erfahrungsbericht über Vorbereitung und Betrieb von 10-kV-Mittelspannungskabeln mit einer dauerhaften Betriebsspannung von 20 kV. DFG-Zwischenberichts-kolloquium, 10.-11.05.04 Aachen
- Schreiter, F.: Prüfung und Diagnose zur Zustandsbewertung von Mittelspannungskabelanlagen. Arbeitstreffen TOTAL-Raffinerie, 18.05.2004 Spargau
- Mehlich, H., Bodach, M., Völler, S., Hiller, W., Lutz, J.: Supercaps als Kurzzeitspeicher in verteilten Energieerzeugungssystemen. Tagung „Super-Caps - Energiespeicher mit hoher Leistungsdichte“, 23.-24.06.2004 Haus der Technik Essen

- Amft, D., Schufft, W.: Micro-arcs at Make and Break Processes. 50th IEEE Holm Conference on Electrical Contacts und 22nd International Conference on Electrical Contacts, 20.-23.09.2004 Seattle, S. 395 - 402, ISBN 0-7803-8460-1
- Mehlhorn, K.: Netzverluste in einem städtischen Netz. VEÖ Informationsveranstaltung „Blindleistungskompensation und Klimaschutz“, 23.-24.09.2004 Wien
- Schufft, W.: Grundlagen der Kabeldiagnostik. Stadtwerke-Treffen der ESAG, 28.09.04 Großröhrsdorf
- Mehlich, H., Bodach, M., Lehmann, K., Eller, S., Große, A., Hiller, W., Lutz, J.: Bewertung der Netzeinspeisung dezentraler Energieanlagen. ETG-Fachtagung zum VDE Kongress 2004, 18.-20.10.2004 Berlin, ISBN 3-8007-2827-3

6. Externe Aktivitäten und Kontakte

6.1 Konferenzen, Tagungen, Kolloquien

21.01.04	ZVEI-Workshop „Ultra Caps“, Frankfurt/M. (Bodach)
09.-10.03.04	ETG-Fachtagung „Diagnostik elektrischer Betriebsmittel“, Köln (Prof. Schufft, Jilek, Schreiter)
10.-12.03.04	19. Symposium „Photovoltaische Solarenergie“, Staffelstein (Prof. Hiller, Bodach)
17.03.04	Arbeitstreffen mit der Firma Dehn & Söhne, Neumarkt (Prof. Schufft, Prof. Amft)
04.-05.05.04	KEMA Nutzerberatung, Technologiezentrum Dresden (Mehlhorn)
10.-11.05.04	DFG-Berichtskolloquium, Aachen (Prof. Schufft, Jilek, Schreiter)
18.05.04	Arbeitstreffen mit TOTAL-Raffinerie und Steag-Kraftwerk, Spergau (Schreiter)
25.-27.05.04	PCIM Europe 2004, Nürnberg (Bodach)
23.-24.06.04	Tagung „Super-Caps - Energiespeicher mit hoher Leistungsdichte“, Haus der Technik in Essen (Bodach)
29.06.04	Arbeitstreffen mit der Firma SGB, Regensburg (Prof. Schufft)
20.-23.09.04	50th IEEE Holm Conference on Electrical Contacts und 22nd International Conference on Electrical Contacts, Seattle (Prof. Schufft, Prof. Amft)
23.-24.09.04	VEÖ Informationsveranstaltung „Blindleistungskompensation und Klimaschutz“, Wien (Mehlhorn)
28.09.04	Stadtwerkettreffen der ESAG, Großröhrsdorf (Prof. Schufft, Jilek, Schreiter)
18.-20.10.04	ETG-Fachtagung zum VDE Kongress 2004, Berlin (Prof. Hiller)
13.12.2004	Arbeitstreffen mit der e-dis, Fürstenwalde (Prof. Schufft, Hetzel)

6.2 Exkursionen

Hochspannungslabor der TU Dresden und HIGHVOLT Prüftechnik Dresden GmbH am 05.02.04

Zum Abschluß der Vorlesung Hochspannungstechnik hatten wir wieder die Gelegenheit, eine Experimentalvorlesung mit Hochspannung im Megavoltbereich in der Hochspannungshalle der TU Dresden durchzuführen, siehe Abbildung. Dafür möchten wir uns ausdrücklich bei den Fachkollegen aus Dresden bedanken.



Abbildung:
Vorlesung in der Hochspannungshalle der TU Dresden

Die Exkursion wurde ergänzt durch einen Besuch der Firma HIGHVOLT Prüftechnik Dresden GmbH, wo uns neueste Entwicklungen auf dem Gebiet der Hochspannungs-Prüftechnik vorgeführt wurden und auch ein schmackhafter Imbiß bereit stand, wofür wir uns ebenfalls bedanken möchten.

Exkursion des Elektrotechnischen Institutes

Die Exkursion des Elektrotechnischen Institutes wurde in diesem Jahr vom 12. bis zum 14. Mai durchgeführt. Diese Veranstaltung führte die Teilnehmer quer durch Deutschland. Am ersten Exkursionstag wurde die Halbleiterfertigung der Firma EUPEC in Warstein besucht. Dabei konnten die Studenten alle Fertigungsschritte von Leistungshalbleitern beginnend beim Chip über die Anschlusskontaktierung und den Gehäuseeinbau bis hin zum Funktionstest der Module nachverfolgen.

Abbildung:
Wartungshalle der Luft-
hansa-Basis in Hamburg



Am zweiten Exkursionstag stand zunächst die Lufthansa Basis in Hamburg auf dem Programm. Hier wurden die riesigen Wartungshallen besichtigt, siehe Abbildung. Darüber hinaus erhielten die Teilnehmer der Exkursion einen Einblick in den Umfang erforderlicher Wartungsarbeiten und die möglichen Sonderausbauten an Passagierflugzeugen. Daran anschließend führte die Exkursion in das ICE-Werk der Deutschen Bahn in Hamburg-Eidelstedt. Hier konnten die verschiedenen Komponenten der Hochgeschwindigkeitszüge, wie Antriebe, Schaltanlagen, Führerstand und Fahrgestelle, in Augenschein genommen werden.

Ziel des letzten Exkursionstages war die Uni-Klinik in Magdeburg. Die Teilnehmer der Exkursion besichtigten die dort vorhandene Brennstoffzellenanlage zur Energieversorgung des Klinikums.

Exkursion ins 380 kV-Umspannwerk Röhrsdorf

Im Rahmen der Vorlesung „Elektrische Energietechnik“ für die Studenten des 3. Semesters haben wir wieder das Umspannwerk Röhrsdorf besucht, siehe Abbildung. Dieses ist ein wichtiger Knotenpunkt für das deutsche Hochspannungsverteilstromnetz. Die Firma Vattenfall Europe AG ermöglichte es uns, am 26.11.2004 ihre technischen Anlagen im Umspannwerk im Rahmen einer Exkursion zu besichtigen.

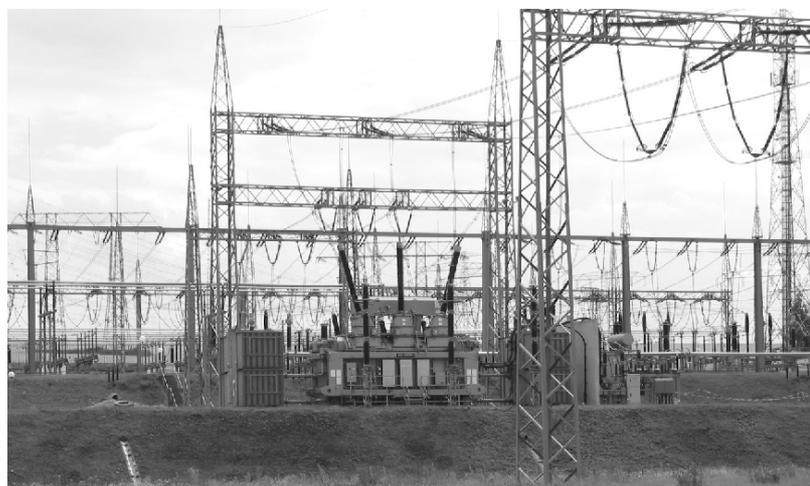


Abbildung:
Im Umspannwerk

6.3 Gäste (Auswahl)

- 23.02.04 Herr Prof. Großmann, TU Dresden
- 02.03.04 Herr Prof. Wirasinghe, University of Calgary, Kanada
- 12.03.04 Herr Dr. Pietsch, HIGHVOLT Prüftechnik Dresden GmbH
- 17.03.04 Herren Dr. Zahlmann und Dr. Erhardt, Dehn & Söhne GmbH & Co. KG, Neumarkt
- 22.03.04 Herren Dr. Pfeilschmidt und Küttner, enviaM, Chemnitz
- 29.04.04 Herren Ritscher und Schulze, ABB Gebäudetechnik AG, Dresden, Herr Meischen, ELTEC Elektrotechnik GmbH, Neerstedt
- 07.06.04 Herr Prof. Jurisica, TU Bratislava
- 14.06.04 Herr Strehl, LDIC Lemke Diagnostics GmbH, Volkersdorf
- 22.06.04 Herren Dr. Erfurt und Goedicke, Deutsche Solar AG, Freiberg
- 24.06.04 Frau Dr. Kucerova, Herren Dr. Mühlbacher und Dr. Kus, Westböhmisches Universität Pilsen
- 25.06.04 Herr Prof. Wu, Chongqing University, China
- 23.07.04 Herren Dr. Rindfleisch und Herrich, KUKA Schweissanlagen GmbH, Augsburg
- 10.09.04 Herren Hoffmann und Noske, envia Mitteldeutsche Energie AG, Halle
- 14.09.04 Herr Dr. Petzold, Seba Dynatronic Meß- und Ortungstechnik GmbH, Baunach
- 22.10.04 Herr Dr. El-Barbari, GE Global Research, Garching
- 27.10.04 Frau Hotho, Hanser Verlag, Leipzig
- 03.11.04 Herr Eckhardt, Kabelwerk Wilhelm Balzer GmbH, Meissen
- 04.11.05 Frau Prof. Konecna, Herr Prof. Zada, TU Liberec
- 29.11.04 Herr Clauder, VEM Motors Thurm GmbH, Zwickau
- 22.12.04 Herr Ronneberger, Stadtwerke Chemnitz AG
- 22.12.04 Herren Engelmann und Schuffenhauer, Murrelektronik, Stollberg

7. Höhepunkte

Ausflug nach Meißen am 18.11.2004

Auch in diesem Jahr trafen sich die Mitarbeiter und Diplomanden der Professur zu einem Ausflug. Als Ziel hatten wir uns die Stadt Meißen ausgesucht, siehe Abbildung. Leider spielte das Wetter an diesem Tag nicht so recht mit, denn es war sehr stürmisch und regnerisch. Aus diesem Grund fiel die geplante Stadtbesichtigung etwas kürzer aus. Alternativ dazu nutzten wir die Zeit für eine Besichtigung des Domes. Daran anschließend kehrten wir in das Traditionsrestaurant „Vinzenz Richter“ ein, wo wir bei einem guten Meißener Wein unser Mittagsmahl einnahmen.

Den Abschluss unseres Ausfluges bildete die Besichtigung des Kabelwerkes Meissen. Hier konnten wir sehr anschaulich mitverfolgen, wie aus einer Rolle Kupferdraht und Kunststoffgranulat verschiedenste Niederspannungs-Spezialkabel entstehen.

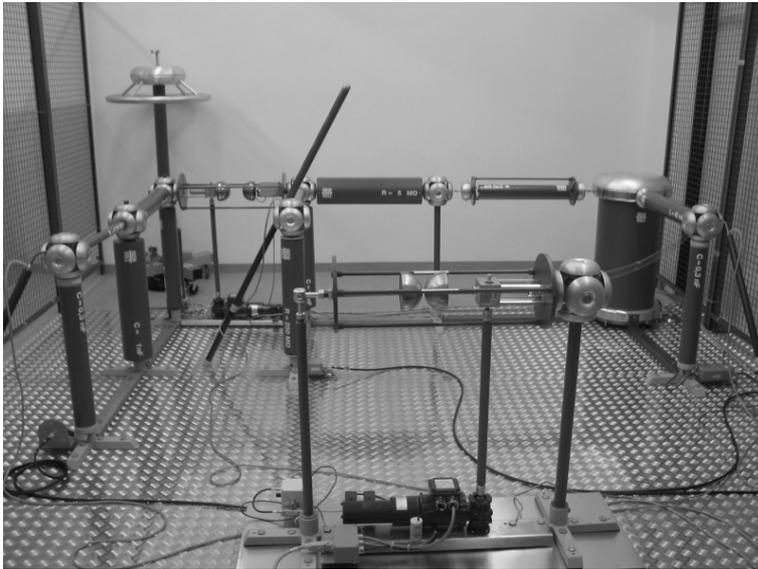


Abbildung: Auf der verkürzten Stadtbesichtigung

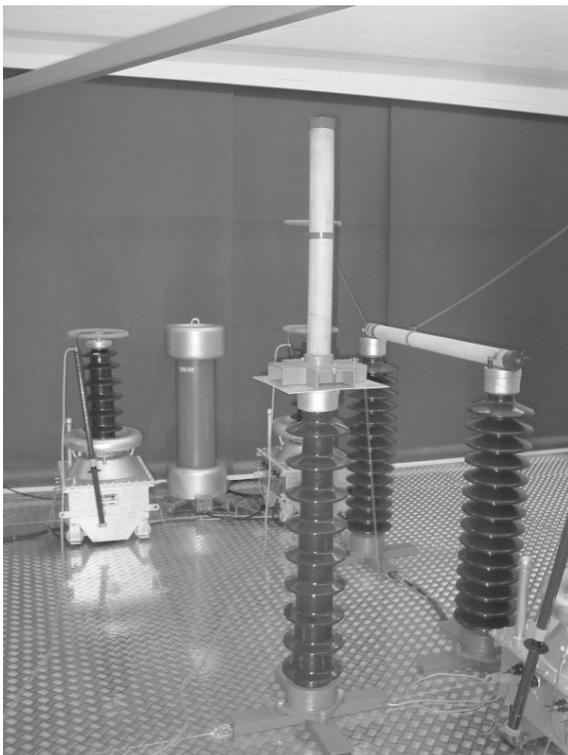
Weihnachtsfeier 2004 am 22.12.

Die diesjährige Weihnachtsfeier fand in den Räumlichkeiten der Professur statt. In entspannter Atmosphäre und weihnachtlichem Ambiente ließen wir das Jahr 2004 ausklingen. Das traditionelle Treffen mit ehemaligen Mitstreitern soll zukünftig in den Sommermonaten stattfinden, um die Anreise etwas zu vereinfachen und auf Sommerwetter zu vertrauen.

8. Ausstattung mit Prüf- und Meßtechnik



Bausteinsystem zur Erzeugung von Gleich-, Wechsel- und Stoßspannungen bis 100 kV mit moderner Computersteuerung, Durchführung von Praktika zum Messen von hohen Gleich-, Wechsel- und Impulsspannungen sowie der Untersuchung des Durchschlagverhaltens von Funkenstrecken



Neugestaltetes Versuchslabor für die Untersuchung der Eigenschaften von Isolieranordnungen bei Wechselspannungen bis 200 kV, Durchführung von Praktika zum Verhalten von Stützern, Durchführungen und Kappenisolatoren bei Wechselspannungsbeanspruchung



Geschirmte Meßkabine mit integriertem Meßplatz zur Teilentladungs- und Verlustfaktormessung (Grundstörpegel $< 0,2 \text{ pC}$), Durchführung von Praktika zur Teilentladungs- und Verlustfaktormessung sowie zur Untersuchung des dielektrischen Verhaltens von Isolierstoffen



Stoßspannungsgenerator zur Erzeugung von Blitzstoß- und Schaltstoßspannungen bis 600 kV mit modernisierter Computersteuerung, Durchführung von Praktika zum Thema Stoßspannung und Untersuchung des Einflusses der Elemente des Stoßkreises auf den Spannungsverlauf



Leistungsstarkes Wechselspannungs-Prüfsystem bis 200 kV mit modernisierter Computersteuerung, geeignet z.B. für die Durchführung des FGH-Stufentest an Kabelproben, Dieses wird auch für diverse Prüfaufgaben von regional ansässigen Unternehmen genutzt.



Leistungsstarkes Vor-Ort-Prüfsystem auf der Basis einer frequenzabgestimmten Resonanzprüfanlage kombiniert mit modernster Diagnose-technik, eingebaut in zwei Kleintransporter, Mit dieser Anlage können Mittelspannungskabel, aber auch andere kapazitive Prüfobjekte zur Zustandsbewertung geprüft und diagnostiziert werden.

8.1 Hochspannungs- und Hochstromlabor

1. Netzanschlüsse
6 kV, 10 kV, 380 V, 660 V Drehstrom
2. Schaltleistungsprüfung
Wechselspannung $U = 220 \text{ V}$, $I = 50 \text{ kA}$, $\cos \varphi = 0,70$
 $U = 380 \text{ V}$, $I = 10 \text{ kA}$, $\cos \varphi = 0,65$
(je eine Halbwelle)
Gleichspannung $U = 500 \text{ V}$, $I = 500 \text{ A}$
3. Hochspannungsprüfung
Wechselspannung $U = 200 \text{ kV}$
Gleichspannung $U = 200 \text{ kV}$
Stoßspannung $U = 600 \text{ kV}$
4. Vor-Ort-Resonanzprüfsystem WRV 23/45
Prüfspannung bis 45 kV, Prüfstrom bis 23 A
Frequenzbereich 20 - 300 Hz
5. Transienten-Meß-System TR-AS 100/12, 100 Megasample pro s, 12 bit
Transienten-Meß-System TR-AS 100/8 100 Megasample pro s, 8 bit
umfangreiche Auswerte- und Protokollsoftware
6. Dielektrischer Analysator DIANA
Verlustfaktormessung bis 4 kV, Erfassungsgrenze $\tan \delta = 10^{-4}$
Kapazitätsmessung
7. Digitales Kapazitäts- und Verlustfaktormeßsystem LDV-5
Auflösung $\tan \delta$ bis 10^{-6}
Meßbereich Kapazität 0,1 pF - 5 μF
Frequenzbereich 10 - 400 Hz
8. Digitales Kapazitäts- und Verlustfaktormeßsystem LDV-6
Auflösung $\tan \delta$ bis 10^{-8}
Meßbereich Kapazität 0,1 pF - 5 μF
Frequenzbereich 5 Hz - 50 kHz
9. Digitales Teilentladungsmeß- und Diagnosesystem LDS-6
TE-Meßbereich 1 - 10^5 pC
obere Grenzfrequenz 30 MHz
10. TE-Fehlstellenortung
Abtastrate bis 250 Megasample pro s
Ortungsgenauigkeit bis 0,1% der Kabellänge
11. Kabeldiagnosesystem CDS
dreiphasige IRC-Analyse an PE- und VPE-Kabeln
dreiphasige RVM-Analyse an Papier-Masse-Kabeln
12. Ölprüfeinrichtung, transportabel
verschiedenste Spannungsformen und Hochlaufkurven

13. Repetitionsstoßgenerator RSG 500
14. Blitzspannungsprüfeinrichtung SIP 010, transportabel
Wechselspannung bis 10 kV
Stoßspannung 1,2/50 bis 10 kV
15. Spannungsteiler
Ohmsche Teiler bis 200 kV
Kapazitive Teiler bis 300 kV
Stoßspannungsteiler bis 600 kV (1,2/50)

8.2 Gerätelabor

1. Transientenrecorder / rechnergestützte Oszillografen
Philips PM 3323 2000 MHz, 500 Megasample pro s, 2-kanalig
Transientenrecorder 10-kanalig bei 4 kByte / Kanal,
2-kanalig bei 18 kByte / Kanal
umfangreiche Ausrüstung (Verstärker, Schnittstellen,
Spannungsteiler, Shunts, Meßköpfe)
2. Femtoamperemeter
3. Lichtmikroskop mit Rechneranschluß und Videoeinrichtung
4. Magnetfeldmeßeinrichtung mit Rechneranschluß bis 10 kHz
5. Dosisleistungsmeßgerät FH 40 G (Eberline Instruments)
Meßgröße: Photonendosisleistung
Meßbereich: 0,1 μ Sv/h - 0,99 Sv/h
Dosismeßbereich: 100 nSv - 10 Sv
6. EM-Feldanalysator EFA-2 (Wandel & Goltermann)
Frequenzbereich 1: 5 Hz ... 2 kHz
Frequenzbereich 2: 5 Hz ... 30 kHz
Meßbereich: 100 nT, 1 μ T, 10 μ T, 100 μ T, 1 mT, 10 mT
(automatische Meßbereichswahl)
7. Strahlungsmeßgerät EMR-20 (Wandel & Goltermann) für isotrope Mes-
sung elektrischer Felder
Frequenzbereich: 100 kHz ... 3 GHz
Meßprinzip: digitale dreiachsige Messung
Spezifizierter Meßbereich: 1 ... 800 V/m
Anzeigeauflösung: 0,01 V/m
8. 8-Kanal Scope Corder DL 708 (YOKOGAWA)
Abtastrate bis 10 Megasample pro s
Speichertiefe: 2MBit pro Kanal
Auflösung: 10 bit
9. Datenlogger DA 100 (YOKOGAWA) mit maximal 300 Kanälen
kürzestes Meßintervall: 0,5 s
Speichertiefe: nur begrenzt durch Festplatte des Logger-PC

8.3 Vakuummessplatz

1. Vakuu-Turbomolekular-Pumpstand
erzeugbares Vakuum bis 10^{-8} Pa
2. Hochvakuum-Bedampfungsanlage mit Öl-Diffusionspumpe
Vakuummkammer bis 300 mm,
erzeugbares Vakuum bis 10^{-4} Pa
3. Kaltkathoden-Vakuummeter
4. Glühkathoden-Vakuummeter

8.4 Software

ATP/ATPDraw

Simulation dynamischer und transienter Netzvorgänge der Energieversorgung

CSM 53

Feldberechnung von Isolieranordnungen mit Ein- und Zweistoffsystem

Elektra 3.60

Stationäre Berechnung und Simulation von Lastflüssen und Kurzschlüssen in elektrischen Netzen

FlexPro 6.0.33

Konvertierung, Bearbeitung und Analyse von Meßwertdatensätzen

FLUX 7.4

FEM-basierte Berechnung von Feldern

Labview

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

PC Anywhere

Fernsteuerung von Rechentechnik über Modem und Netzwerk, vor allem eingesetzt zur Meßwertfernabfrage

Simplorer 4.2

Umfangreiches Simulationssystem zur Berechnung und Dimensionierung elektrischer Netzwerke aller Art, eingesetzt zur Simulation von Anlagen und Systemen der Photovoltaik und Leistungselektronik

9. Dienstleistungen

I. Prüfung der elektrischen Festigkeit von Isolierstoffen und Isolieranordnungen

- I.1 Wechselspannungsprüfungen bis 200 kV
- I.2 Stoßspannungsprüfungen bis 600 kV
- I.3 Gleichspannungsprüfungen bis 200 kV
- I.4 FGH-Stufentest an Mittelspannungskabeln
- I.5 Spannungsprüfungen von Vakuumanordnungen
- I.6 Vor-Ort-Prüfungen an Mittelspannungskabeln und anderen kapazitiven Prüfobjekten mit einem mobilen Resonanzprüfsystem

II. Bestimmung der dielektrischen Eigenschaften von Isolierstoffen und Isolieranordnungen

- II.1 Verlustfaktor-Messungen im Labor und Vor-Ort
- II.2 Teilentladungs-Messungen im Labor und Vor-Ort
- II.3 Kabelfehlerortung an Mittelspannungskabeln
- II.4 Isotherme Relaxationsstrom-Analyse (IRC) an Energiekabeln
- II.5 Messungen von Isolations- und Ableitwiderständen
- II.6 Ladungsmessungen
- II.7 Messung kleiner Ströme

III. Prüfung der Stromtragfähigkeit von Kontakt- und Leiteranordnungen

- III.1 Wechsel-, Gleich- und Stoßstromprüfungen
- III.2 Prüfungen mit von 50 Hz abweichenden Frequenzen
- III.3 Erwärmungsprüfungen
- III.4 Prüfungen an Niederspannungs-Schaltkontakten

IV. Messung von Netzdaten

- IV.1 Messung der Oberschwingungen von Strom und Spannung
- IV.2 Langzeitmessungen (Monitoring) der Effektivwerte von Strom und Spannung
- IV.3 Messungen der Netzimpedanz

V. Spezielle Meßaufgaben

- V.1 Messungen magnetischer, elektrischer und elektromagnetischer Felder
- V.2 Messungen mit Isoliermeßverstärkern
- V.3 Schnelle, berührungslose Bewegungsmessung (Laserdistanzmessungen)
- V.4 Präzisionswägung und Dichtebestimmung
- V.5 Mikroschnitte an PE-/VPE-Kabeln zum Nachweis von Wasserbäumchen (water trees)

Konzeption der Professur Energie- und Hochspannungstechnik

Inhalt: (Kausalfuß) *Regenerative Energiequellen* *Energie-management* *Elektroenergiesysteme* *Beanspruchung el. Betriebsmittel* *Geräte- und Isoliertechnik* *Hochspannungstechnik*

