

Jahresbericht 2008

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
 D-09107 Chemnitz

Dienstsitz:

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

Homepage:

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

Telefon, Fax, e-mail:

Name:	Telefon:	Fax:	e-mail:
Prof. W. Schufft	+49 371 531 33343	+49 371 531 24239	wolfgang.schufft@etit.tu-chemnitz.de
Sekretariat: A. Wickleder	+49 371 531 33342	+49 371 531 24239	angelika.wickleder@etit.tu-chemnitz.de
Prof. D. Amft	+49 371 531 33341	+49 371 531 24239	dietrich.amft@etit.tu-chemnitz.de
D. Barsch	+49 371 531 36560	+49 371 531 800269	dietrich.barsch@etit.tu-chemnitz.de
S. Coban	+49 371 531 983564	+49 371 531 800269	selma.coban@s2008.tu-chemnitz.de
A. Götz	+49 371 531 37199	+49 371 531 800269	andreas.goetz@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
J. Lippold	+49 371 531 33341	+49 371 531 800269	juergen.lippold@etit.tu-chemnitz.de
L. Liu	+49 371 531 37491	+49 371 531 800269	lan.liu@etit.tu-chemnitz.de
K. Malekian- Boroujeni	+49 371 531 37648	+49 371 531 800269	kaveh.malekian-boroujeni@etit.tu-chemnitz.de
K. Richter	+49 371 531 37659	+49 371 531 800269	konrad.richter@s2008.tu-chemnitz.de
U. Schmidt	+49 371 531 36561	+49 371 531 800269	uwe.schmidt@etit.tu-chemnitz.de
A. Shirvani- Boroujeni	+49 371 531 37186	+49 371 531 800269	ali.shirvani-boroujeni@etit.tu-chemnitz.de
M. Stark	+49 371 531 33364	+49 371 531 800269	michael.stark@etit.tu-chemnitz.de
J. Teuscher	+49 371 531 37752	+49 371 531 800269	jens.teuscher@s2003.tu-chemnitz.de

Redaktion: Uwe Schmidt

1 Vorwort

Sehr geehrte Freunde und Partner,

auch am Ende des Jahres 2008 möchten wir über unsere Arbeit berichten und Sie damit über einige Ergebnisse, Höhepunkte und Entwicklungen informieren.



Zum 1. Januar 2009 tritt in Sachsen ein neues Hochschulgesetz in Kraft, welches den Hochschulen mehr Eigenverantwortung übergibt.

Das bisherige Konzil wird abgeschafft und ein Hochschulrat eingesetzt, der nun Kontroll- und Aufsichtspflichten wahrnimmt. Der Senat wählt dann den Rektor. Der Rektor beruft die Professoren, die vorher erfolgreich mit dem Kanzler verhandelt haben. Die Machtfrage an einer Universität, d.h. Rektor oder Kanzler, akademische Selbstverwaltung oder klassische Verwaltungsbürokratie, ist nicht beantwortet. Mit dem neuen (SächsHG) wird wohl wenig anders, aber kaum etwas einfacher werden.

Was die Auftragseingänge für die Industrie, das sind die Neueinschreibungen für eine Universität. Die Zahl der Neueinschreibungen an der TU Chemnitz hat sich gegenüber dem Vorjahr um knapp 20 % reduziert. Damit bildet sich der Rückgang der Absolventen von sächsischen Gymnasien ab, der durch den Geburtenrückgang Anfang der 90-er Jahre bedingt ist.

Für ein Bachelor-Studium der Elektrotechnik haben sich 50 Personen entschieden, davon 7 im sog. Zweitstudium. Im Vorjahr waren es noch 40 im Diplomstudiengang Elektrotechnik, der ja eingestellt wurde, und 19 im Bachelor-Studiengang Elektrotechnik, also auch ein Minus von 15 %. Ein Diplomstudiengang Elektrotechnik ist in Sachsen noch an der TU Dresden und an den Fachhochschulen in Dresden, Zwickau und Zittau im Angebot.

Leider ist ein Studium der Elektrotechnik für junge Leute nach wie vor wenig attraktiv. Hingegen erweist sich an der TU Chemnitz der neue Master-Studiengang Sports Engineering, der gemeinsam von der Philosophischen Fakultät und der Fakultät Maschinenbau ausgestaltet wird, als der große Renner. Positiv hervorzuheben ist aber, dass sich im Diplomstudiengang Elektrotechnik nahezu 50 % der Studenten des Matrikels 2006 nach dem Vordiplom für die Studienrichtung Elektrische Energietechnik entschieden haben.

Wir versuchen die Attraktivität unserer Fakultät durch neue Master-Studiengänge zu erhöhen. Zum Wintersemester konnten wir erstmals einige ausländische Studenten im Master-Studiengang Nachhaltige Energieversorgungstechnologien immatrikulieren. Hierbei handelt

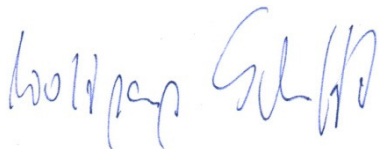
es sich um einen nichtkonsekutiven, interdisziplinären Master-Studiengang, der von den Fakultäten für Maschinenbau, für Wirtschaftswissenschaften und für Elektrotechnik und Informationstechnik getragen wird. Zum Wintersemester 2009 können sich die ersten eigenen Bachelor-Absolventen der Wirtschaftswissenschaften für die Fortführung ihres Studiums mit diesem Master-Studiengang entscheiden. Die ersten Bachelor-Absolventen der Elektrotechnik stehen zum Wintersemester 2010 für weiterführende Master-Studiengänge bereit. Für diese werden wir dann auch einen Master-Studiengang Energie- und Automatisierungssysteme anbieten, der gerade vorbereitet wird.

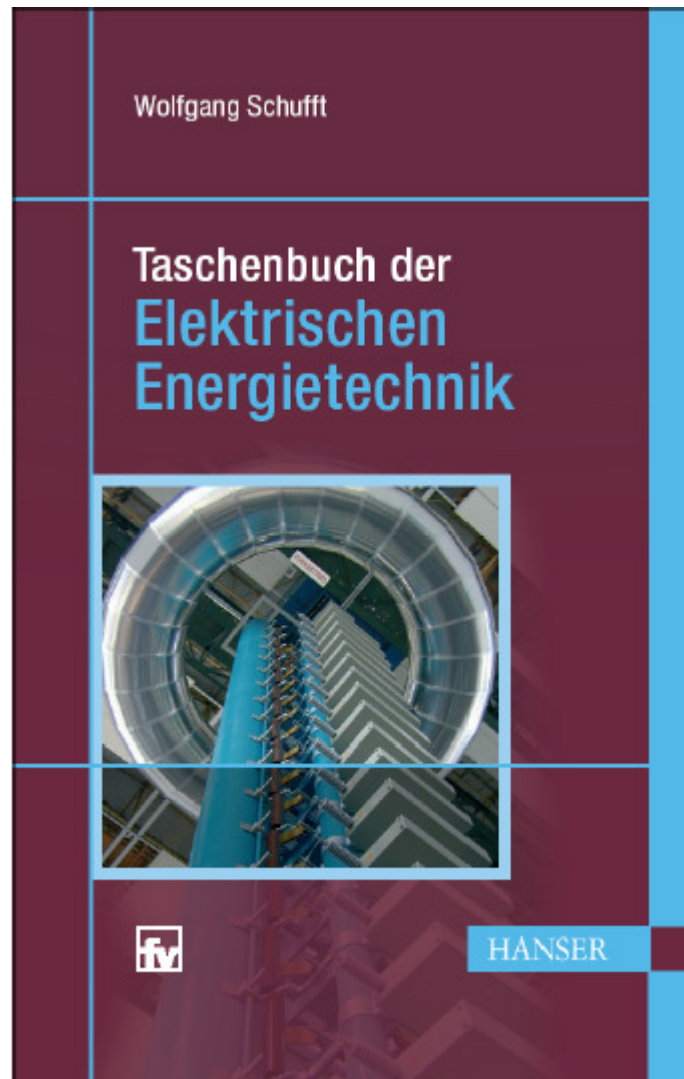
Ein gewisses Alleinstellungsmerkmal an der TU Chemnitz ist der Brückenschlag zwischen Technik- und Wirtschaftswissenschaften. In diesem Zusammenhang wurde Herr Dr. Norbert Menke am 5. Februar 2008 mit Unterstützung der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften zum Honorarprofessor für Elektroenergiewirtschaft berufen. Herr Prof. Menke ist schon seit 2002 als Lehrbeauftragter tätig und wird uns nun erst recht tatkräftig zur Seite stehen.

Im Jahre 2008 konnten wir an der Professur an Internationalität gewinnen. So stärken nun Frau Selma Coban aus Kanada, die Herren Ali Shirvani-Boroujeni und Kaveh Malekian-Boroujeni aus dem Iran und Herr Lan Liu aus China unsere Reihen. Mit Herrn Adithya Sridhar haben wir einen ersten ERASMUS-Studenten von der SRM University Chennai, Indien unter unsere Fittiche genommen.

Auch am Ende des Jahres gibt es im Hinblick auf die weltpolitisch zu lösenden Probleme keinen Grund zum Jubeln, wohl aber auch keine Alternative zum Optimismus. So wünsche ich Ihnen für das Jahr 2009, auch im Namen der Mitarbeiter der Professur, viel Glück, Erfolg und persönliches Wohlergehen und freue mich auf eine weitere, gute Zusammenarbeit.

Chemnitz im Dezember 2008





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	Vorwort	3
2	Personelle Besetzung.....	7
3	Lehre.....	9
	Abfolge der aktuellen Lehrfächer im Studiengang Elektrotechnik.....	9
	Abfolge der aktuellen Lehrfächer im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen .	9
	Beschreibung der Lehrfächer	10
4	Forschungsschwerpunkte.....	14
	Insulation Coordination study of a 500/220 kV-Substation.....	16
	Einwirkung von Blitzströmen auf Kabelstrecken im Hochspannungsnetz.....	18
	Laboruntersuchungen an betriebsgealterten PE-isolierten 20-kV-Mittelspannungs-Kabelproben.....	20
	Bewertung von Investitionsalternativen in MS-Kabelnetzen	22
	Zur Bereitstellung positiver Minutenreserve durch dezentrale Klein-KWK-Anlagen.....	24
	Intelligentes Energiemanagement von Brennstoffzellen-Hybridsystemen	26
	Realisierbarkeitsstudie zur normierten Erweiterung der D-Sicherungssysteme	28
5	Studien-, Diplomarbeiten, Dissertationen	30
	Diplomarbeiten	30
	Bachelor-Arbeiten.....	33
	Aktuelle Dissertationsprojekte	35
6	Veröffentlichungen.....	36
	Fachaufsätze	36
	Vorträge, Poster	37
7	Externe Aktivitäten und Kontakte	38
	Teilnahmen an Konferenzen, Tagungen, Kolloquien	38
	Exkursionen	39
	Gäste an der Professur	42
	Höhepunkte	43
8	Ausstattung für Praktika und Prüfungen in der Hochspannungstechnik	45
	Laborausstattung.....	48
	Software	50
9	Dienstleistungen	51
	Dielektrische Prüfungen	51
	Diagnose	51
	Prüfung der Stromtragfähigkeit.....	51
	Spezielle Messaufgaben	51
	Virtueller Stossspannungsgenerator	52
	Netzanalysen.....	52
10	Referenzen	53

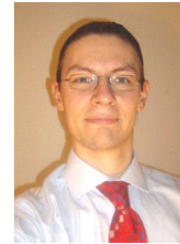
2 Personelle Besetzung



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



Dipl.-Ing. (FH) Dietrich Barsch



Dipl.-Ing. Thilo Bocklisch
bis 30.06.08



BSc. Selma Coban
seit 01.10.08



Dr.-Ing. Reinhardt Fuchs
KEMA-IEV, Dresden
Lehrbeauftragter



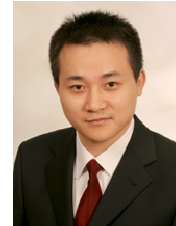
Dipl.-Ing. Andreas Götz
seit 01.03.08



Dipl.-Ing. Steffen Hetzel



Dipl.-Ing. Eva Marie Kurscheid



MSc. Lan Liu
seit 01.07.08



Jürgen Lippold
Technischer Angestellter



MSc. Kaveh Malekian-
Boroujeni
seit 01.10.08



Dipl.-Ing. Klaus Mehlhorn
bis 30.06.08



Prof. Dr.-Ing. Norbert Menke
Würzburger Versorgungs-
und Verkehrs-GmbH
Lehrbeauftragter



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



Dipl.-Ing. Konrad Richter
seit 01.11.08



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



Dipl.-Ing. Uwe Schmidt



Tobias Schnelle
RWE-Stipendiat
seit 01.10.08



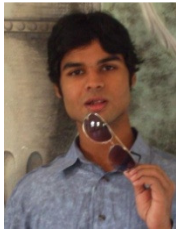
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schufft
Leiter der Professur



MSc. Ali Shirvani-Boroujeni
DAAD-Stipendiat



Dr.-Ing. Dietmar Siegmund
Lehrbeauftragter



Adithya Sridhar
ERASMUS-Student



Michael Stark
Technischer Angestellter



Dipl.-Ing. Jens Teuscher
seit 01.11.08



Angelika Wickleder
Sekretariat

3 Lehre

Abfolge der aktuellen Lehrfächer im Studiengang Elektrotechnik

Lehrfach	Verantwortlicher	Semester					
		3	4	5	6	7	8
<i>Pflichtfächer:</i>							
Elektrische Energietechnik	Frei, 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	
Netzberechnung	Fuchs						2 0 0
Schutztechnik	Fuchs						2 0 0

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

Abfolge der aktuellen Lehrfächer im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen

Lehrfach	Verantwortlicher	Semester					
		3	4	5	6	7	8
<i>Pflichtfächer:</i>							
Elektrische Energietechnik	Frei, Schufft	2 1 0*					
Energie- und Hochspannungstechnik	Schufft			2 1 0	0 0 1		
<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

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

Dr.-Ing. B. Frei, 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 Schalttern

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

Wahlfach im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen - Studienrichtung Elektrotechnik

Umfang: 2 Vorlesungen / 1 Übung / 0 Praktikum

(im Sommersemester, empfohlen für 6. Semester)

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

Wahlfach im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen - Studienrichtung Elektrotechnik

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, Biomasse-Kraftwerke, Wasserkraftanlagen, Windenergieanlagen, 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

Wahlfach im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen - Studienrichtung Elektrotechnik

Umfang: 1 Vorlesung / 0 Übungen / 0 Praktikum

(im Sommersemester, empfohlen für 8. Semester)

Prof. 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. rer. nat. 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

Schutztechnik

Wahlfach im Studiengang Elektrotechnik, Studienrichtung Elektrische Energietechnik

Umfang: 2 Vorlesungen / 1 Übung / 0 Praktikum

(im Sommersemester, empfohlen für 8. 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

4 Forschungsschwerpunkte

Die Schwerpunkte in der Forschung orientieren sich an den Anforderungen der Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber sowie der Industrie des deutschen und internationalen Marktes. Entwicklungen mit hohem wissenschaftlichem Potenzial sind dabei auf dem Gebiet der Einbindung großer Off-Shore-Windkraftwerke und Integration dezentraler Einspeiser zu verzeichnen. Als Folge zunehmenden Kostendrucks auf die Netzbetreiber verursacht durch die Regulierung des Energiemarktes werden verbesserte Systeme zur Entwicklung effizienter Instandhaltungs- und Erneuerungsstrategien notwendig. Zur Bedienung dieser Systeme müssen Kenntnisse vorliegen, die ein Abbild des momentanen Betriebszustandes und der Reduzierung des Isoliervermögens erlauben. Zu den genannten Forschungsschwerpunkten werden nachfolgend Kurzfassungen von Arbeiten vorgestellt.

Netzanbindung großer Off-Shore-Windparks

- Netzführung großer Windparks
- Einfluss des Einsatzes großer HVDC-Systeme auf die Netzstabilität
- Implementierung großer HVDC-Systeme
- Entwicklung geeigneter Modelle von Windenergieanlagen zur Beschreibung des Systemverhaltens

Dezentrale Einspeiser im Elektroenergiesystem

- Modellierung der Inanspruchnahme positiver Minutenreserve
- Untersuchung des Netzbetriebs bei Bereitstellung positiver Minutenreserve durch ein virtuelles Kraftwerk aus dezentralen Klein-KWK-Anlagen

Asset Management

- Bewertung von MS-Netzen auf Basis von Netzstruktur und Netzzusammensetzung
- Ableiten von Investitionsoptionen und Strategien unter Berücksichtigung aktueller Rahmenbedingungen

Zustandsbewertung von Betriebsmitteln

- Durchführung diagnostischer Labor-Untersuchungen an Mittelspannungskabeln
- Durchführung des FGH-Stufentest bis zu einer Spannung von 150 kV
- Materialuntersuchungen an der Isolierung von Mittelspannungskabeln

Ausgleichsvorgänge in Elektroenergiesystemen

- Transiente Ausgleichsvorgänge auf langen Kabelstrecken in der Hoch- und Höchstspannungsebene
- Untersuchungen zur Ausbreitung von Blitzstromwellen im Hochspannungsnetz unter Berücksichtigung der frequenzabhängigen Parameter der Betriebsmittel
- Berechnung von Überspannungen bei Schalt- und Fehlervorgängen im Mittelspannungs- und Hochspannungsnetz



Insulation Coordination Study of a 500/220 kV-Substation

Ali Shirvani-Boroujeni

The subject of the project was the study of insulation coordination for a 500/220 kV substation in Russia. The capability against lightning and switching over-voltages is shown in the study. Calculations were based on CIGRE SC 33 WG 01 N°63 [1], IEC 71-1 and IEC 71-2. For all calculations the software ATP/EMTP has been used. Based on the IEC 60099-5, the optimal surge arresters are selected and applied.

Figure 1 shows the outline of the mains configuration for the following investigations. Red coloured arresters in the figure mark all investigated over-voltages protection devices. Several variants were compared in the investigation.

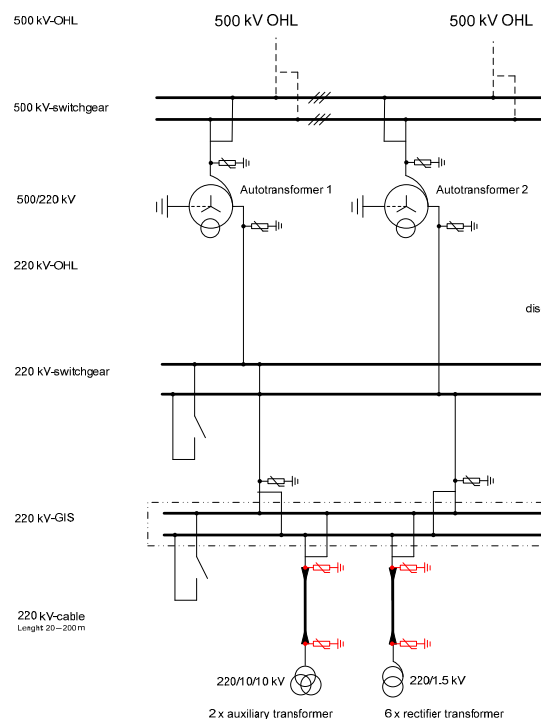


Figure 1: principal configuration of substation and investigated variants

The system over-voltages varied depended on the time and the location of the impact. It is required to consider a travelling-wave model. All of the devices in substation (busbar, feeder, surge arrester, instrument transformers) are modelled with travelling-wave behaviour.

Some of the most important results of the calculation and simulations were:

1. Strokes in front of the 500/220 kV-transformers cannot induce dielectrical breakdowns in the 220 kV-mains. All devices are located in the protection zone of the arrester at the 220 kV-line.

2. Direct impacts in the 220 kV-line must be avoided. It is the task of the primary lightning protection. A protection level by 17 kA (peak of current) has to be realized. It corresponds to a protection angle of the earth wires of 43 °. Recommended is an angle smaller than 33 °.
3. Very-fast-front over-voltages follow from switching operations or faults in GIS. In the GIS the wave propagation is nearly without attenuation propagation. These over-voltages have a high steepness. The amplitudes of the waves are rapidly damped after leaving the GIS.
4. The frequency of very fast transients can reach frequencies above 1 MHz. The frequency depends on the lengths of the switchgear sections. The frequency content of the over-voltages may cause internal stresses in transformer windings because of part-winding resonances. Arresters cannot protect the transformers in this case.
5. The VFT is generated by a pre-ignition before closing of disconnector. In figure 2 the voltage across the transformers is compared with the voltage across the line disconnector.

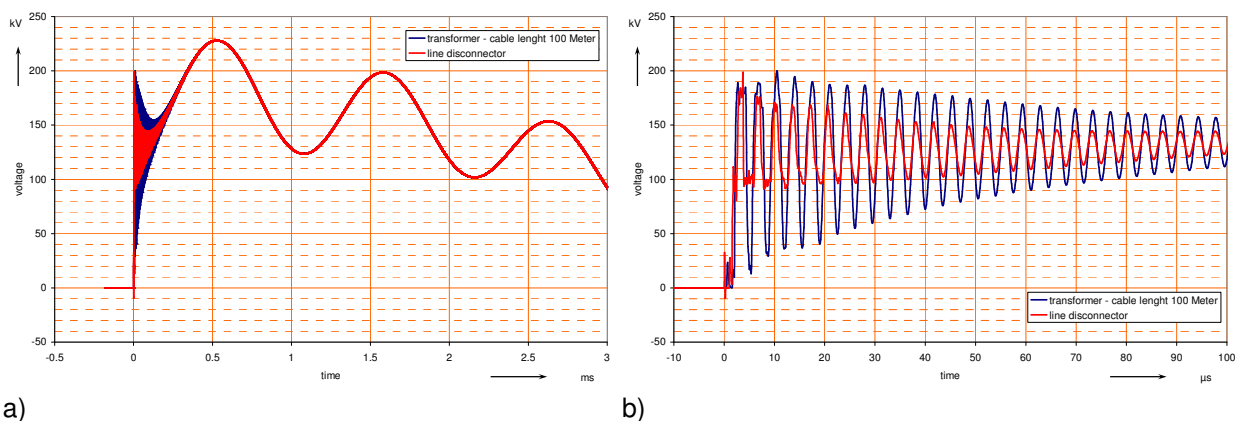


Figure 2: Representation of very fast transients after preignition
 a) time domain of milliseconds; superposition of different frequencies
 b) process of very fast transients; zoom

6. The voltage caused by the very fast transients is smaller than the maximum voltage at the transformer. The maximum voltage is a result of the natural frequency of the net (figure 2). The frequency depends on the inductance of the 500/220 kV-transformer and the capacitance of the mains (cable, GIS). In this special case the frequency is about 1 kHz.

Bibliography

[1] CIGRE WG 33.01;

Guide to Procedures for estimating the lightning performance of transmission lines; CIGRE technical brochure No. 63 – 1991



Einwirkung von Blitzströmen auf Kabelstrecken im Hochspannungsnetz

Uwe Schmidt

Die sinkende Akzeptanz neu zu errichtender Freileitungen erzwingt den Einsatz von Kabeln mit Längen von einigen 10 km in den Spannungsebenen ≥ 110 kV. Dies führt zur intensiven Auseinandersetzung mit dem Verhalten von solchen Kabelanlagen im Netzbetrieb. Dabei ist die Kenntnis der Auswirkungen der transienten Ausgleichsvorgänge auf die Betriebsmittel von grundlegender Bedeutung. Blitzeinschläge in die Kabelanlage können zwar praktisch ausgeschlossen werden, prinzipiell sind jedoch Einwirkungen von Blitz-Stoßströmen auf vorgelagerte Freileitungen möglich. Aufgrund des deutlich geringeren Wellenwiderstandes des Kabels sind die Spannungen als Folge des Blitzeinschlages deutlich geringer. Im Vergleich zu Freileitungen verfügen Kabel deshalb über einen „natürlichen“ Überspannungsschutz, der einlaufende Blitz-Stromwellen aus dem Freileitungsnetz auf ca. 10 ... 20 % reduziert. Dieser Zusammenhang wird in Form des Spannungs-Brechungsfaktors b_u am Übergang einer Freileitung zum Kabel deutlich. In Abbildung 1 sind die resultierenden Spannungen über dem Blitz-Stoßstrom des Freileitungsabschnittes ohne die Wirkung von Überspannungsableitern dargestellt.

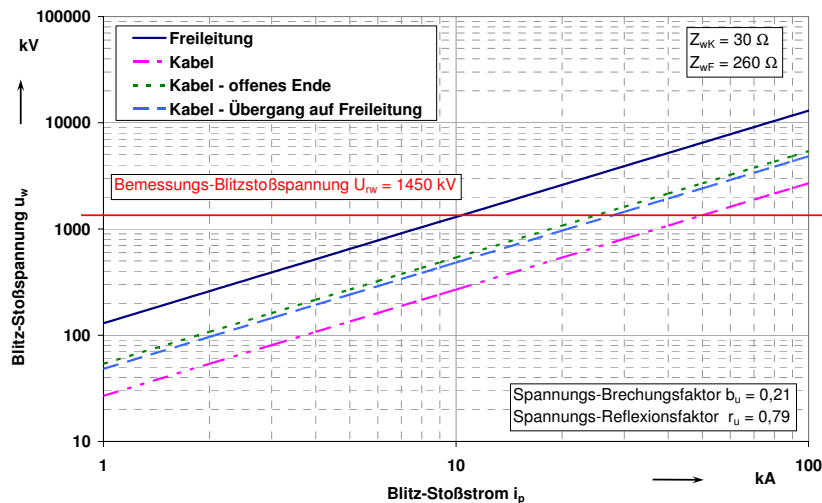


Abbildung 1: Vergleich der Spannungen von Freileitung und Kabel (380-kV-Netz)

Aus Abbildung 1 wird deutlich, dass Blitzströme > 20 kA zu kritischen Werten der Blitz-Stoßspannung am offenen Kabelende bzw. am Übergang zu einer Freileitung führen. Dort ist in jedem Falle ein Überspannungsschutz notwendig. Der primäre Blitzschutz der vorgelagerten Freileitung oder des jeweiligen Umspannwerkes bestimmt die Höhe möglicher Blitz-Stoßströme des Direkteinschlages. Das installierte Erdseil auf den Freileitungsmasten übernimmt dabei die Funktion einer abschirmenden Elektrode. Zur Abschätzung der Schutzwirkung des Erdseiles können verschiedene elektrotechnische Modelle verwendet werden,

wobei sich die Ergebnisse grundsätzlicher Aussagen nur unwesentlich unterscheiden. Im verwendeten Modell [1] wird, ausgehend von der geometrischen Konfiguration, der Entstehungsort der ersten Fangentladung ermittelt. Diese wird, bei Berücksichtigung der Inhomogenitäten des Aufbaues der Elektrode, von der kürzesten Entfernung zum Blitzkopf bestimmt.

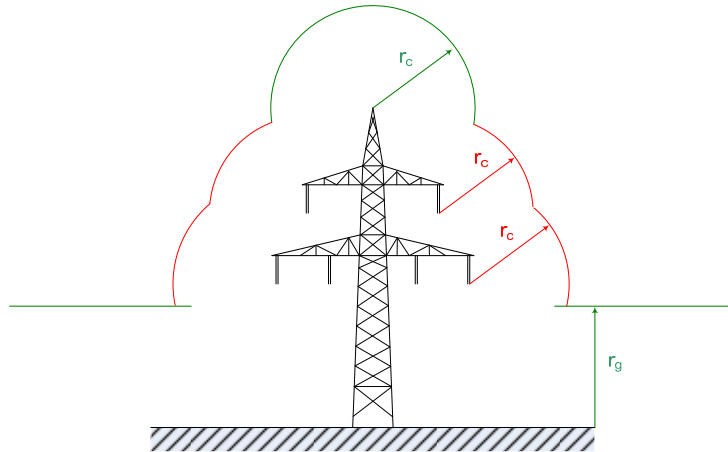


Abbildung 2: Schlagdistanzen des Erd- und Leiterseils bzw. der umgebenden Erde

Unterschieden werden Schlagdistanzen für den Direkteinschlag in das Leiter- und Erdseil r_c sowie die Schlagdistanz für den Erdschlag r_g . In Abbildung 3 ist die sich ergebende resultierende Einzugsfläche (rote Markierung) eines spezifischen Donau-Mastbildes angegeben. Vergleichend wurden jeweils ein konservatives (Armstrong & Whitehead) und ein eher optimistisches Modell (IEEE Working Group) gegenübergestellt.

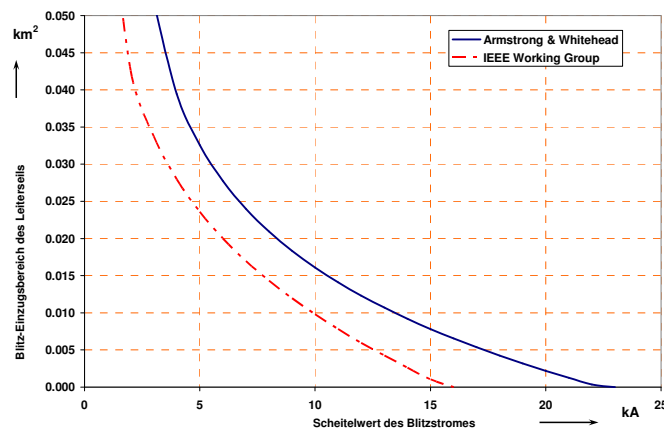


Abbildung 3: Blitz-Einzugsbereich des Leiterseils in Abhängigkeit des Blitzstromes

Bei verwendetem Mastdesign werden direkte Blitzeinschläge mit Blitzstromstärken größer 23 kA relativ unwahrscheinlich. Dieser Wert liegt unterhalb des kritischen Blitzstromes von 27 kA.

Quellenverzeichnis

- [1] **CIGRE WG 33.01;**
Guide to Procedures for estimating the lightning performance of transmission lines;
CIGRE technical brochure No. 63 - 1991



Laboruntersuchungen an betriebsgealterten PE-isolierten 20-kV-Mittelspannungskabelproben

Dietrich Barsch

Im Rahmen von Netzumbaumaßnahmen des Mittelspannungsnetzes der Netzgesellschaft eines Stadtwerkes erfolgen an ausgewählten 20-kV-Mittelspannungs-Verteilernetzen Restrukturierungsmaßnahmen. Für die Ableitung von Investitionsstrategien bzw. von perspektivischen Verfahrensweisen ist die Kenntnis über den Alterungszustand des Mittelspannungskabelnetzes von großer Bedeutung. In der zweiten Hälfte des Jahres 2007 wurden deshalb 42 Kabelproben vom Typ NA2YHCaY von 14 ausgewählten Kabelstrecken aus einem spezifischen Netzbereich geborgen und für das Projekt "Laboruntersuchungen an betriebsgealterten PE isolierten Mittelspannungskabeln" der Professur Energie- und Hochspannungstechnik der TU-Chemnitz bereitgestellt.

Inhalt dieses Projektes waren folgende Untersuchungen:

- Bestimmung der Restspannungsfestigkeiten mit dem FGH-Stufentest
- Verlustfaktormessung $\tan \delta$ bei 50 Hz
- Verlustfaktormessung $\tan \delta$ als Funktion der Frequenz
- IRC-Analyse
- Bestimmung der elektrischen Festigkeit der PE-Isolierung
- Ermittlung des Feuchtigkeitsgehaltes der PE-Isolierung
- Aufbaumessung des Isoliersystems
- Mikroskopische Auswertung von Wasserbäumchen (water-trees)

Die Bestimmung der Restspannungsfestigkeit an betriebsgealterten Mittelspannungskabel war der Schwerpunkt der Untersuchungen. Vom FGH-Arbeitskreis (Forschungsgemeinschaft Hochspannung) wird dafür der FGH-Stufentest zur einheitlichen Anwendung für Prüflaboratorien empfohlen, der einen Kompromiss von verschiedenen wesentlichen Aspekten bei Spannungsprüfungen von Kabelproben darstellt. Die Prüfung der Kabelproben erfolgte mit 150-kV-Wasser-Prüfendverschlüssen (Abbildung 1). Das Prinzip dieser Endverschlüsse beruht auf einer kontrollierbaren elektrischen Feldsteuerung durch den Einsatz von entionisiertem Wasser, das in einer Wasseraufbereitungsanlage durch ein Mischbettfilter aufbereitet wird.



Abbildung 1: Wasserendverschlüsse

Aus den ermittelten Restspannungsfestigkeiten der einzelnen Kabelproben, die zwischen $2 \cdot U_0$ und $10 \cdot U_0$ liegen (Abbildung 2), war es möglich den Alterungszustand der Kabelproben und somit auch der Kabelstrecken zu bewerten.

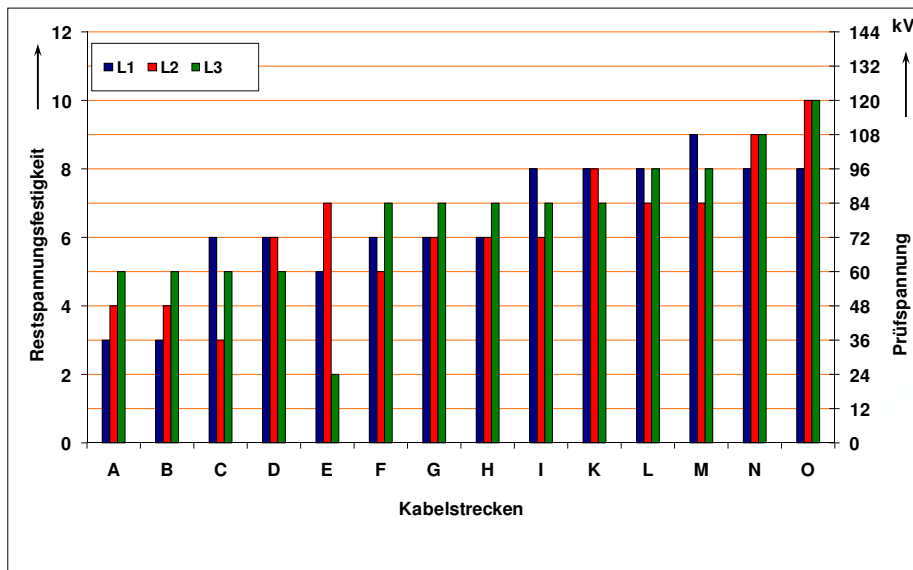


Abbildung 2: Ermittelte Restspannungsfestigkeiten

Nach der empirischen Verteilungsfunktion aus der Summenhäufigkeit der ermittelten Restspannungsfestigkeiten liegt das 50%-Quantil bei $7 \cdot U_0$ (Abbildung 3).

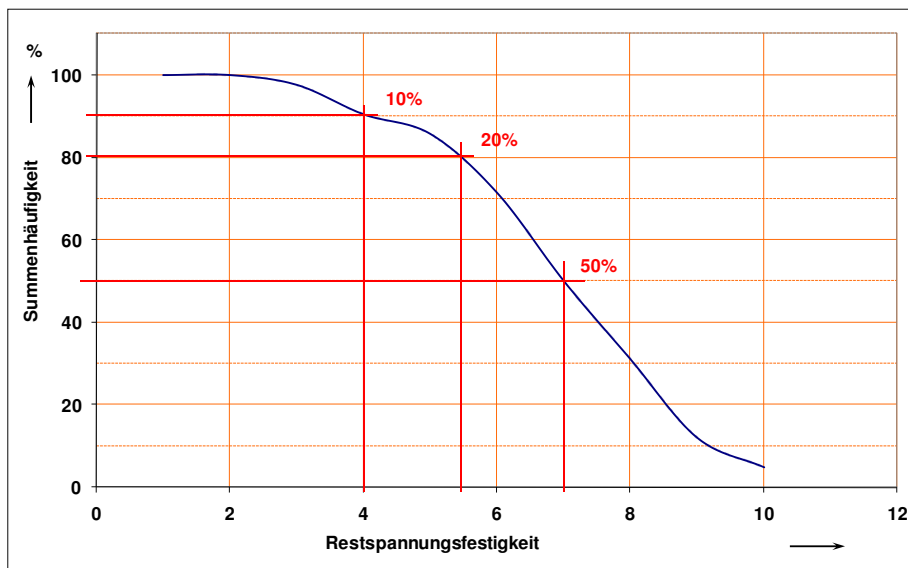


Abbildung 3: Summenhäufigkeit der ermittelte Restspannungsfestigkeiten

Auf der Grundlage der durchgeführten Untersuchungen an den Kabelproben war eine Evaluierung des Alterungszustandes der Mittelspannungskabel des Netzbereiches möglich. Über den fortlaufenden Alterungsprozess, der zu einer gleichmäßigen Absenkung der Restspannungsfestigkeiten bis zum Erreichen kritischer Werte führt, oder über die Alterungsgeschwindigkeit, kann bei derzeitigem Erkenntnisstand keine ausreichende Aussage getroffen werden. Im 20-kV-Netz des Netzbereiches ist aber mittelfristig mit gehäuften Ausfallgeschehen bei den PE-Mittelspannungskabeln zu rechnen.



Bewertung von Investitionsalternativen in MS-Kabelnetzen

Steffen Hetzel

Die zuverlässige Versorgung mit Elektroenergie ist eine der bedeutendsten Aufgaben der heutigen Zeit. Die Grundlage hierfür stellen die vorhandenen Energieübertragungs- und Verteilungsnetze dar.

Mit Blick auf die Zuverlässigkeit der Energieversorgung haben MS-Verteilnetze eine besondere Stellung. Zur Wahrung einer angemessenen Versorgungssicherheit und -qualität sind kontinuierliche Investitionen notwendig. Diese sind optimal zu platzieren.

Dazu wird der Zustand realer Mittelspannungs-Kabelnetze systematisch erfasst und bewertet. Als Ergebnis werden vorhandene Investitionsalternativen identifiziert. Gleichzeitig sind die Auswirkungen von Investitionen speziell auf die Kriterien der Zuverlässigkeit darstellbar. Somit ist eine umfassende Unterstützung der Investitionsplanung gegeben. Die Grundlage hierfür bildet eine eigens entwickelte Software.

Das Netz wird betriebsmittelgenau und in der real vorhandenen Topologie abgebildet. Es erfolgt eine Einteilung des Netzes in vorhandene (oder geplante) Schutzbereiche. Ausgehend hiervon können auf Basis netzbezogener Fehlerstatistiken die Ausfallerwartungen der Schutzbereiche ermittelt werden. Dies erlaubt die Identifikation kritischer Bereiche. Der gewählte Ansatz erlaubt zusätzlich das Einbeziehen weiterer Störungskennzahlen, wie beispielsweise von Ortsnetzstationen oder Schaltanlagen.

Gleichzeitig sind weitere Merkmale des Schutzbereiches, wie z.B. Art und jeweilige Länge der innerhalb des Bereiches verbauten Betriebsmittel visualisierbar. Ergänzende Kennzahlen, wie die Anzahl der Kunden oder Summe der jeweils installierten Leistung können den Daten zugeordnet werden (siehe Abbildung 1).

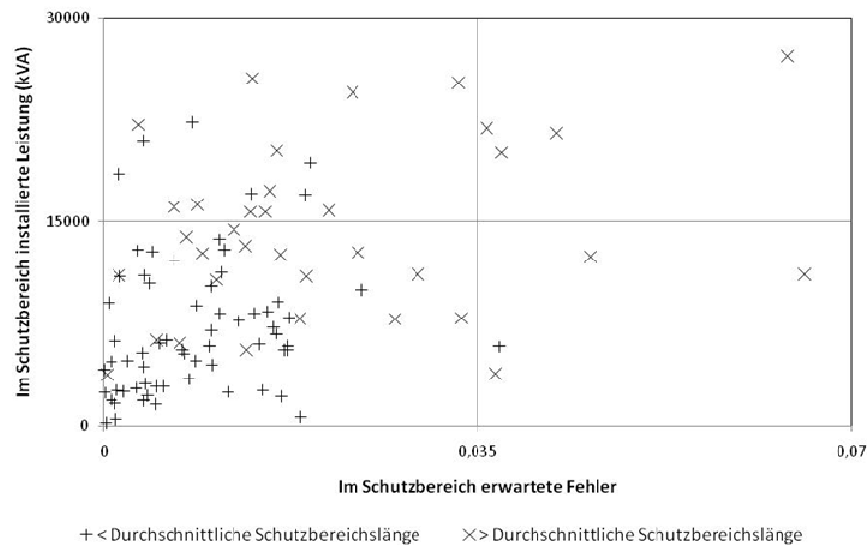


Abbildung 1: Bewertungsmatrix

Das System ermöglicht weitere Betrachtungen der als kritisch eingestuften Schutzbereiche bzgl. Zusammensetzung und der Altersstruktur. Die resultierenden Zuverlässigkeitskennziffern, wie z.B. SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) und SAIDI (System Average Interruption Duration Index), sowie erwartete Instandsetzungskosten sind unter Annahmen für vorhandene oder geplante Schutzbereiche ermittelbar. Auch die noch nicht abschließend festgelegten Regelungen der Bundesnetzagentur in Bezug auf Pönalien können flexibel berücksichtigt und in das System integriert werden.

Aktuell wurden im Rahmen von Seminararbeiten Ansätze zur wirtschaftlichen Optimierung der Investitionen in vorhandene Netze entwickelt und validiert. Diese basieren auf gegebenen Netzes sowie den aktuellen Rahmenbedingungen, die sich aus Gesetzen und der Regulierung ergeben. Die Anwendung dieser Ansätze auf bestehende Netze sowie die Validierung der Ergebnisse bilden aktuell den Schwerpunkt der Arbeit.

Quellenverzeichnis

- [1] **Hetzel, S., Schufft, W.;**
Zur Frage der Platzierung von Investitionen in Mittelspannungskabelnetzen
ew Nr. 21, Oktober 2008 S. 42 ff



Zur Bereitstellung positiver Minutenreserve durch dezentrale Klein-KWK-Anlagen

Eva-Maria Kurscheid

Es wird die Eignung dezentraler KWK-Anlagen zur nachhaltigen Bereitstellung von Minutenreserve ganzheitlich diskutiert. Ganzheitliche Nachhaltigkeit umfasst Ökologie, Ökonomie und physikalische Gegebenheiten. Grundvoraussetzung für entsprechende wissenschaftliche Untersuchungen sind Kenntnisse über das Abrufverhalten der vorgehaltenen Reserve. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt daher auf der detaillierten Analyse der Inanspruchnahme positiver Minutenreserve und der mathematischen Modellbildung. Die Untersuchung der Inanspruchnahme umfasste eine tiefgehende statistische Analyse, eine Untersuchung der Korrelation externer Faktoren sowie eine Zerlegung der Inanspruchnahme nach dem klassischen Komponentenmodell für Zeitreihen.

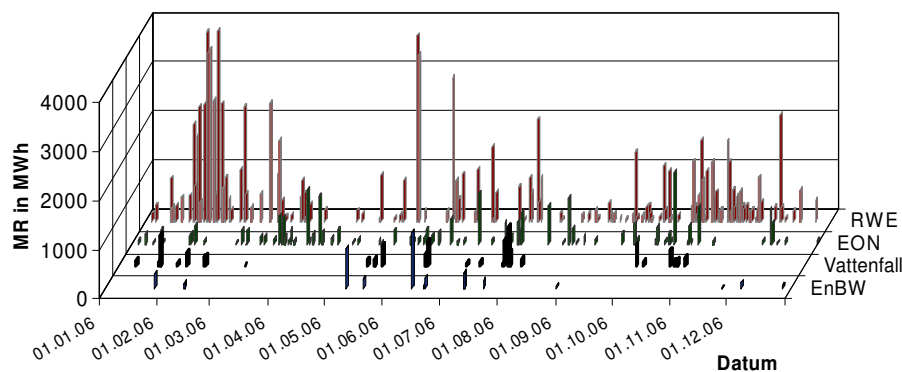


Abbildung 1: Erfassung der Abrufe in Abhängigkeit des Zeitraumes und der Regelzonen

Die statistische Analyse ergibt eine Häufung der Abrufe zu Lastschwerpunkten und eine starke Regelzonenabhängigkeit der Abrufe (Abbildung 1). Weiterhin treten Abrufe häufig als Büschel auf, d.h. auf einen Abruf folgen häufig direkt weitere Abrufe in etwa derselben Höhe. Die Korrelationsanalyse ergibt keinen direkten Zusammenhang zwischen Abrufen positiver Minutenreserve und Fehlern in der Windprognose. Auf jeden Preispeak an der Strombörse folgen Abrufe positiver Minutenreserve in mindestens einer Regelzone. Die Analyse gemäß klassischem Komponentenmodell liefert Jahreszeitunabhängigkeit sowie eine Wochentags- und Tageszeitkomponente für jede Regelzone.

In enger Kooperation mit dem Lehrstuhl für Inverse Probleme an der Fakultät Mathematik wurden diese Analyseergebnisse ausgewertet und die Charakteristik der Inanspruchnahme

positiver Minutenreserve als zusammengesetzter Poisson-Prozess modelliert. Ein Poisson-Prozess liefert zufällig verteilt die Werte, die auf Null und Eins gerundet werden. Die Intensität für das Auftreten des Wertes Eins wird als Parameter vorgegeben. Das Eintreten des Ereignisses „Abruf“ wird als Ereignis „Eins“ des Poisson-Prozesses modelliert. Die Höhe der Abrufe entspricht regelzonenunabhängig einer linksschiefen Normalverteilung. In der Praxis treten Abrufe positiver Minutenreserve häufig als Büschel auf, d.h. mehrere direkt aufeinanderfolgende Abrufe in etwa gleicher Höhe. Dieses Phänomen wird im Modell durch Büschelabrufe beim Ereignis „Eins“ nachgebildet. Die mit Hilfe des Modells simulierten Abrufe decken sich regelzonenunabhängig sehr gut mit real eingetretenen Abrufen.

Parallel dazu wurde im Rahmen einer Diplomarbeit der stationäre Netzbetrieb mit einer sehr hohen Dichte dezentraler Klein-KWK-Anlagen anhand eines realen Netzgebietes untersucht. Das Modell für die Inanspruchnahme positiver Minutenreserve dient der optimalen Dimensionierung der Wärmespeicher und der Einsatzoptimierung der Einzelanlagen innerhalb des virtuellen Kraftwerks. Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit wurde das aktuelle Angebot an KWK-Anlagen und Wärmespeichern am Markt hinsichtlich Typen, Leistungsgrößen, technischen Eigenschaften, Anschaffungs- und Betriebskosten recherchiert. Daraus wurden die zu erreichenden Erlöse aus der Bereitstellung von Minutenreserve für das Beispieljahr 2006 ermittelt. Für die Erlöse aus dem Verkauf der Abwärme wurden $\frac{2}{3}$ 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. Zur Beurteilung der ökologischen Nachhaltigkeit von Regelenergie aus dezentralen KWK-Anlagen wurde die normgerechte Ökobilanz auf das Kriterium der Wärmenutzung reduziert und die Gültigkeit dieser Vereinfachung für den Vergleich zentral – dezentral bei identischem Brennstoff nachgewiesen. Anschließend wurden real erreichbare Wärmenutzungsgrade in Mehrfamilienhäusern ermittelt und mit den theoretisch minimal notwendigen Wärmenutzungsgraden verglichen. Insgesamt haben sich die dezentralen Klein-KWK-Anlagen und insbesondere Motor-Blockheizkraftwerke sogar bei nur eingeschränkter Wärmenutzung als ökologisch nachhaltig erwiesen.



Intelligentes Energiemanagement von Brennstoffzellen-Hybridsystemen

Thilo Bocklich

In einem zukünftigen nachhaltigen Energieversorgungssystem werden dezentrale Photovoltaik-(PV)-Anlagen im Gebäudebereich, dezentrale hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungs-(KWK)-Anlagen (z.B. Brennstoffzellen-Heizgeräte) sowie flächendeckend verteilte Ladestationen für Elektro- und Plug-in-Hybridfahrzeuge eine wichtige Rolle spielen. Energiespeicher dienen hierbei zur sicheren, effizienten, schonenden und ökonomischen Vermittlung zwischen schwankendem und nur eingeschränkt steuerbarem Energieangebot und -bedarf (siehe Abbildung 1).

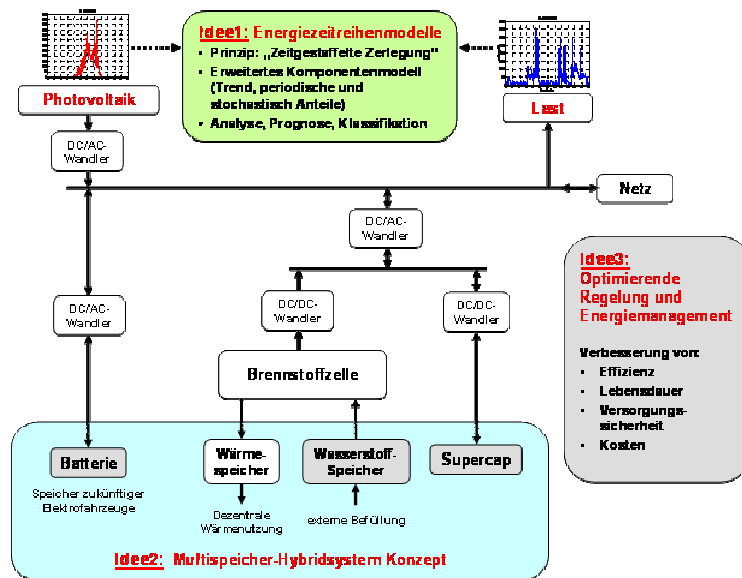


Abbildung 1: Beispiel einer dezentralen Energieversorgungseinheit mit Energiespeichern

Ein chemischer Energiespeicher (z.B. Wasserstoff) ermöglicht die ganzjährige Versorgung der KWK-Anlage mit Primärenergie und die Wandlung in Strom und Wärme. Moderne und hocheffiziente Batteriesysteme zukünftiger Plug-in-Hybridfahrzeuge können im netzgekoppelten Betriebsmodus einen wichtigen Beitrag zur Abfederung von Erzeuger- und Verbraucherschwankungen im Minuten- bis Stundenbereich leisten. Supercaps ermöglichen die Abdeckung von Spitzenlast, die Reduzierung von für die KWK-Anlage und die Batterie schädlichen Leistungsgradienten sowie die Erhöhung der Energiequalität durch aktive Filterung stochastischer Leistungsschwankungen. Ein Wärmespeicher dient zur Entkopplung des Wärmebedarfs vom Wärmeangebot der KWK-Anlage bei stromgeführtem Betrieb. Das resultierende „Multispeicher“-Hybridsystem eröffnet regelungstechnische Freiheitsgrade für die Optimierung der Leistungsflüsse zwischen Angebots- und Bedarfsseite, insbesondere im Hinblick auf die Reduzierung des Verbrauchs an chemischem Kraftstoff und die Reduzierung der dynamischen Komponentenbelastung (insbesondere der Brennstoffzelle) und damit die Stei-

gerung der Lebensdauer. Der Fokus liegt auf der Analyse, optimierenden Auslegung, Regelung und Betriebsführung von Brennstoffzellen-Hybridsystemen. Schwerpunkt bildet die theoretische und experimentelle Untersuchung einer Brennstoffzelle-Speicher-Hybrideinheit und die Erarbeitung eines neuen dreistufigen „Intelligenten Energiemanagement-Konzepts“ bestehend aus: Primärregelung, Betriebsführung (Lastfolge-, Lade- und Begrenzungsregelung) und Optimierung. Das Verfahren wurde in Form von Simulationswerkzeugen unter Matlab/Simulink umgesetzt und getestet. Dabei wurden reale und aufbereitete Messdaten für die PV-Leistung und die elektrische Verbraucherlast vom Referenzobjekt Josephienplatz (365 Tage, 20s-Abtastrate) genutzt. In Analogie zur Multispeicher-Idee und orientiert am klassischen Komponentenmodell wurde das Prinzip der „zeitgestaffelten Zerlegung“ eingeführt und die Energiezeitreihen in Trend, periodische und stochastische Anteile zerlegt und angepasst modelliert.

Zum praktischen Funktionsnachweis wurde ein Experimentiersystem konzipiert (siehe Abbildung 2), welches als Kernbaugruppe einen ebenfalls im Rahmen dieser Arbeit entwickelten DC/DC-Wandler zur Steuerung der Leistungsflüsse zwischen Erzeugung, Verbrauch, Brennstoffzelle und Batterie-/Supercap-Speicher enthält.

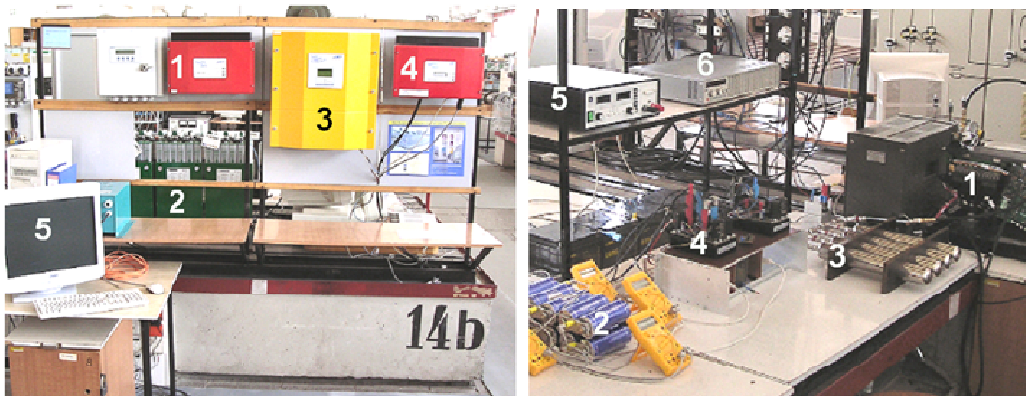


Abbildung 2: Photovoltaik-Experimentiersystem (links):

1:PV-Wechselrichter, 2:Solarbatterie, 3:Batteriestromrichter, 4:Brennstoffzellen-Wechselrichter, 5:Energiemanagement-PC und

Brennstoffzellen-Hybridsystem (rechts):

1:Brennstoffzelle, 2:Supercap, 3:Wasserstoff-Metallhydridspeicher, 4:DC/DC-Wandler, 5:Programmierbare Stromquelle und 6>Last

Auf der Basis des Simulationsmodells, der Messdatenbasis und Zeitreihenmodelle sowie des Experimentiersystems konnte das neu entwickelte „Intelligente Energiemanagement-Konzept“ umfassend untersucht und getestet werden. Für das praxisrelevante Beispiel einer Hybrideinheit aus 1.2 kW Brennstoffzelle und 3 kWh Batteriespeicher ergibt sich eine jährliche Verbrauchsreduzierung von durchschnittlich 10 % bei über 80 % dynamischer Brennstoffzellenentlastung! Außerdem muss die Brennstoffzelle im Hybridverbund nicht mehr auf Spitzenleistung ausgelegt werden, das spart Investitionskosten. Weitere Untersuchungen zeigen, dass das neue Energiemanagement-Konzept im Vergleich zu anderen in der Literatur diskutierten Ansätzen bessere Ergebnisse liefert, Vorteile bezüglich der Integration der Zeitreihen-Prognosemodelle und Optimierungsansätze bietet und eine hohe Praxistauglichkeit aufweist.



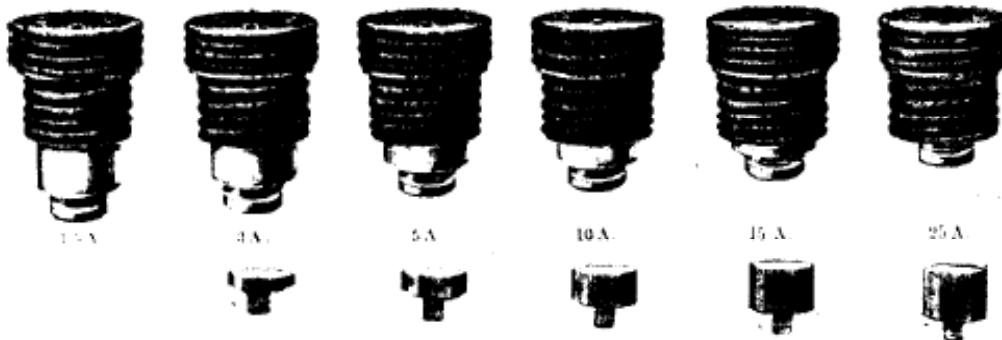
Realisierbarkeitsstudie zur normierten Erweiterung der D-Sicherungssysteme

Andreas Götz

Ziel dieser Studie, welche durch den Verein NH-HH-Recycling e.V. initiiert wurde, ist die Untersuchung der Realisierbarkeit die Stromstufen 40 A im D- und D0-System unverwechselbar zu gestalten und in die Norm VDE 0636-3 aufzunehmen. Dies ist aufgrund der historischen Entwicklung und der Unterscheidung der einzelnen Stromstufen durch Durchmesservariation der Sicherungsbauteile problematisch, da die Baugrößen und Toleranzen keine weitere Durchmessergröße erlauben. Gefragt ist eine konstruktive Lösung, welche allen Anforderungen der Praxis und Sicherheit genügt.

Als Basis für die Betrachtungen wurde eine historische Betrachtung zur Entwicklung des Systems der Unverwechselbarkeit von Schmelzsicherungen durchgeführt. Dazu wurde eine Literatur- und Patentrecherche durchgeführt um die einzelnen Entwicklungsschritte zu kennen und einen Überblick /bisheriger Realisierungsideen zu erhalten. Die Literaturrecherche stützt sich vorrangig auf die Ausgaben der etz von 1880 bis 1978 (B) bzw. 1982 (A). Die beschriebenen Entwicklungsschritte zeigen die Entwicklung bis zum heute weltweit verbreiteten D-System (DIAZED) bzw. D0-System (NEOZED) von Schmelzsicherungen auf. Die Abbildung 1 zeigt die beiden Varianten des Systems der Unverwechselbarkeit, welche sich u.a. konkurrierend gegenüberstanden.

In Bezug auf Stromstärke unverwechselbare Edison-Stöpsel von 1896



Unverwechselbare Patronen von Siemens & Halske von 1906

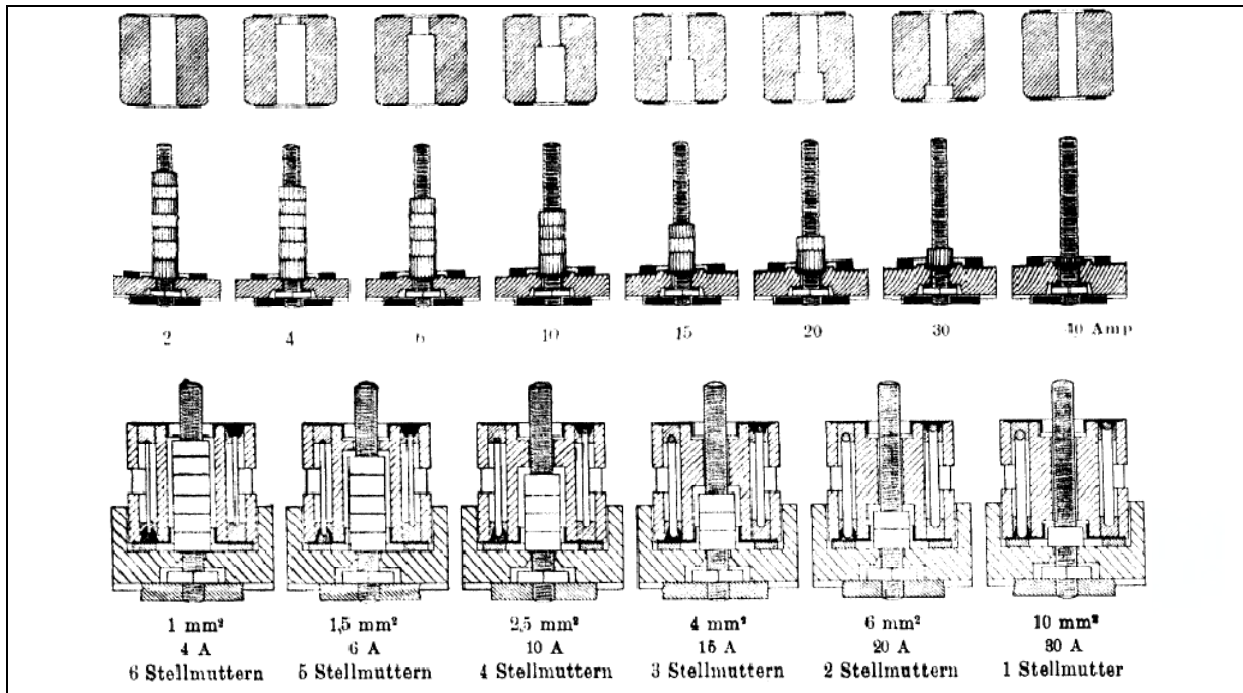


Abbildung 1: Unverwechselbarkeit der meist verbreiteten Systeme

Die historische Betrachtung gibt ebenso die Standpunkte der damaligen Wissenschaftler und die Schwerpunkte der wissenschaftlichen Diskussionen wieder. Als Ergebnis der Studie stehen technische sowie sicherheitsrelevante Anforderungen an eine mögliche konstruktive Lösung der Aufgabenstellung, welche folgend aufgeführt sind:

Elektrische und mechanische Robustheit

- Leichte, einfache und sichere Handhabung (durch Laien bedienbar)
- Passeinsatz durch Fachpersonal austauschbar
- Sicherung darf nicht verkehrt einsetzbar sein
- Sicherungseinsatz darf bei Entnahme nicht im Sockel hängen bleiben

Zur Realisierung einer Lösung unter diesen Anforderungen wurden verschiedene Vorschläge erarbeitet, welche es zu bewerten gilt. Ein Vorschlag wurde bereits als Erfindung gemeldet.

Dieses Projekt wird im Jahr 2009 weitergeführt und bei aussichtsreicher Realisierung eines Vorschlages könnte es zu einer normativen Veränderung der D-Sicherungssysteme kommen.

5 Studien-, Diplomarbeiten, Dissertationen

Diplomarbeiten

Richter, Konrad: Ermittlung der frequenzabhängigen Impedanzen eines Drehstromkabelsystems

Zur Berechnung von Ausgleichsvorgängen in Energiesystemen ist die Kenntnis der frequenzabhängigen Systemparameter zwingend erforderlich.

Gegenstand dieser Arbeit ist daher die Ermittlung der verkoppelten Impedanzen eines Leitungssystems der Energieversorgung. Mit Hilfe des Computerprogramms MatLab wurde ein Berechnungsalgorithmus mit grafischer Benutzeroberfläche erarbeitet. Die Prozeduren sind dabei insbesondere auf erdverlegte Kabelsysteme zugeschnitten.

Ausgangspunkt bildet die geometrische Anordnung eines parallel verlegten, unendlich langen Leitungssystems. Innerhalb eines vorgegebenen Frequenzbereiches werden für zu definierende Stützpunkte die Impedanzen des Systems berechnet. Dabei können alle Leiter des Kabelsystems, wie Leitungskern, Schirm und Bewehrung sowie außenliegende Leiter, beispielsweise Reduktions- oder Erdungsleiter, berücksichtigt werden.

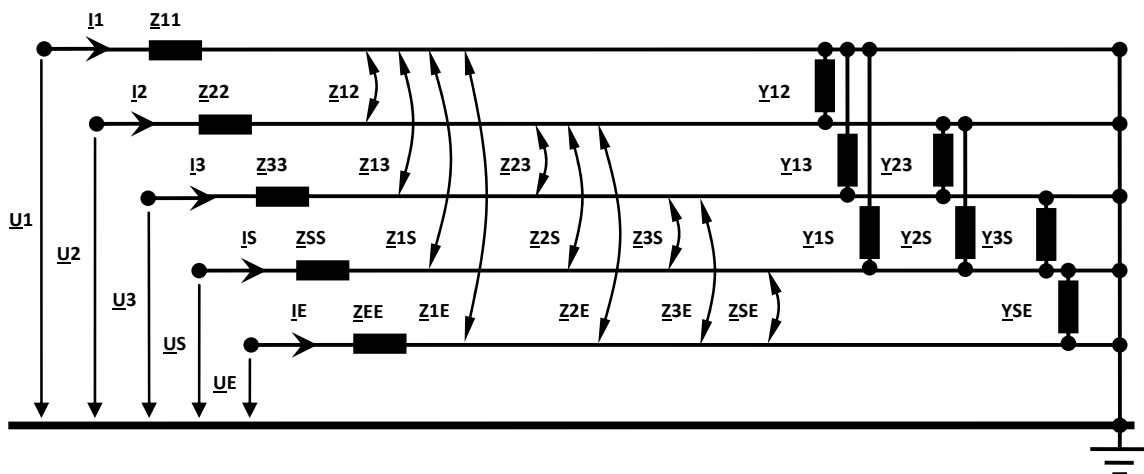


Abbildung 1: Prinzip der Verkopplung der betrachteten Leiter

Skin- und Proximity-Effekt, die bei Zunahme der Frequenz zur Widerstandserhöhung führen, werden auf Basis des verwendeten Verfahrens einbezogen. Zur Bestimmung der verkoppelten, frequenzabhängigen Impedanzmatrix wird das Teilleiterverfahren angewendet, welches über einen breiten Frequenzbereich, auch für die Erdrückleitung eine befriedigende Lösung liefern kann.

Die kapazitive Verkopplung wird auf Basis des Ersatzladungsverfahrens berechnet.

Mit den ermittelten Leitungsparametern im Frequenzbereich können über geeignete Modelle zur Wellenausbreitung transiente Vorgänge, wie Schalthandlungen, der Fehlereintritt auf dem Leitungssystem oder Blitzstromausbreitung berechnet werden.

Daniel Brumme: Auswirkungen „flexibler Verbraucher“ auf tagesabhängige Preise von Elektroenergie

Gegenstand der vorliegenden Arbeit mit wirtschaftswissenschaftlichem Fokus sind die Auswirkungen der zusätzlichen Energienachfrage von Elektroautos auf den Strompreis unter der Annahme, dass diese neuen Verbraucher ausschließlich in „Nebenzeiten“, also in den Tälern der Lastkurve, aufgeladen werden.

Mit Hilfe mehrerer Methoden wurde die zusätzliche Energienachfrage von Elektroautos abgeschätzt, wobei mit vier verschiedenen Marktanteilsszenarien (10 %, 30 %, 50 % 100 %) gerechnet wurde. Diese Nachfrage wurde zur Lastkurve einer mittleren deutschen Großstadt hinzugefügt, wobei mit realen Lastdaten gearbeitet wurde. Im Anschluss erfolgte eine Neukalkulation der Komponenten des Strompreises.

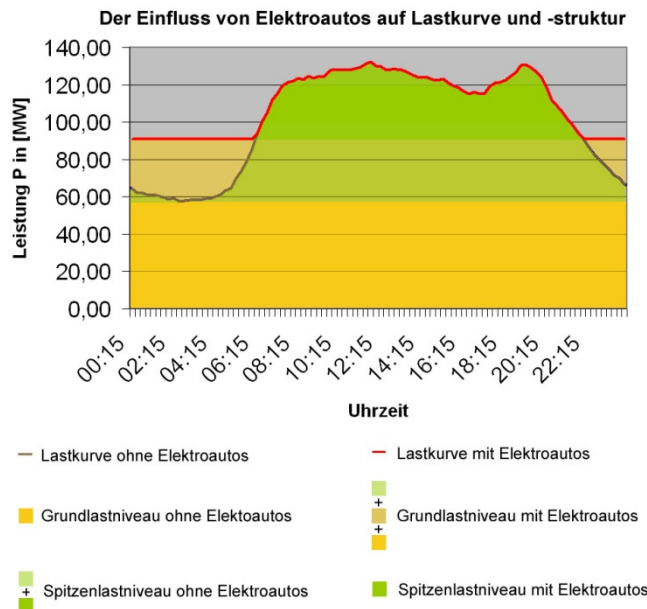


Abbildung 1: Einfluss von Elektroautos auf die Lastkurve und die Laststruktur

Es konnte gezeigt werden, dass durch Elektroautos die Strompreise je nach Marktanteilsszenario zwischen 3 % und 17 % sinken könnten, während die Energienachfrage zwischen 2 % und 16 % steigt. Die Nachfrage nach Grundlastenergie steigt dabei zwischen 21 % und 86 %, während Spitzenlastnachfrage deutlich zurück geht (18 %-90 %). In keinem der angenommenen Szenarien übersteigt die zusätzliche Energienachfrage die Lasttäler: Die Lastspitze blieb stets unverändert. Dies lässt darauf schließen, dass selbst eine vollständige Umstellung der Fahrzeugflotte auf Elektroautos die Spitzenlast unverändert lassen würde.

Abschließend wurde eine Reihe von weiterführenden Fragen und Herausforderungen im Hinblick auf die Umsetzung aufgezeigt, die sich im Laufe der Arbeit offenbart haben. Hierzu gehörten eine kritische Auseinandersetzung mit der Grundannahme der Optimierbarkeit des Ladeverhaltens von Elektroautobesitzern, volkswirtschaftliche Fragen und Umweltaspekte sowie Herausforderungen beim Aufbau der nötigen Infrastruktur.

Jens Teuscher: Bestimmung tageszeitabhängiger Betriebsgrößen in real abgebildeten Verteilnetzen bei dezentraler Einspeisung

Thema der Arbeit war die Untersuchung des Netzbetriebes mit einer großen Anzahl dezentraler Klein-KWK-Anlagen. Dafür wurde eine rechenfähige Abbildung eines realen Netzes geschaffen. Im Vordergrund der Betrachtung stand die Bestimmung der technisch maximal möglichen dezentralen Anschlussleistung bei Einhaltung der DIN EN 50160. Ergänzend wurden ein Vergleich zu den derzeitigen Netzanschlussrichtlinien sowie eine Verlustbetrachtung durchgeführt. Die Struktur des Netzes entspricht der Realität. Die Modellierung der Lastgänge deckt sich mit den Erfahrungswerten aus der Praxis. Das Netzmodell hat somit eine sehr gute Aussagekraft und kann nicht nur bei der Berechnung der Auswirkungen der dezentralen Einspeisung sinnvoll angewendet werden.

Die Ermittlung der technisch maximal möglichen Einspeiseleistung erfolgte mittels eines Algorithmus zur Variation der Anlagendichte und des Anlagentyps. Der Einfluss der Tageszeit auf die maximal mögliche Einspeiseleistung ist gering. In erster Linie ist die maximal mögliche Einspeiseleistung von dem Ort des Netzanschlusses sowie der Nennleistung der einzelnen Anlagen abhängig. Unter gewissen Bedingungen können die Grenzwerte der Netzanschlussrichtlinien deutlich überschritten werden, ohne die DIN EN 50160 zu verletzen (siehe Abbildung 1). In jedem Fall ist bei einer Überschreitung der Netzanschlussrichtlinien eine Überprüfung der Einhaltung des Spannungsbandes mittels Lastflussrechnung notwendig. Bei einer mit dem Referenzgebiet vergleichbaren Bebauungs- und Verbraucherstruktur wird für die Bereitstellung von 15 MW regelbarer Leistung eine Fläche von ca. 8 Quadratkilometern benötigt. Die kritische Betriebsgröße ist die Spannung, welche durch die Vielzahl dezentraler Einspeiser nahe an die Grenzen des Spannungsbandes nach DIN EN 50160 angehoben wird. Diese Herausforderung kann jedoch in Zukunft mit dem Einsatz von regelbaren Ortsnetztransformatoren gelöst werden.

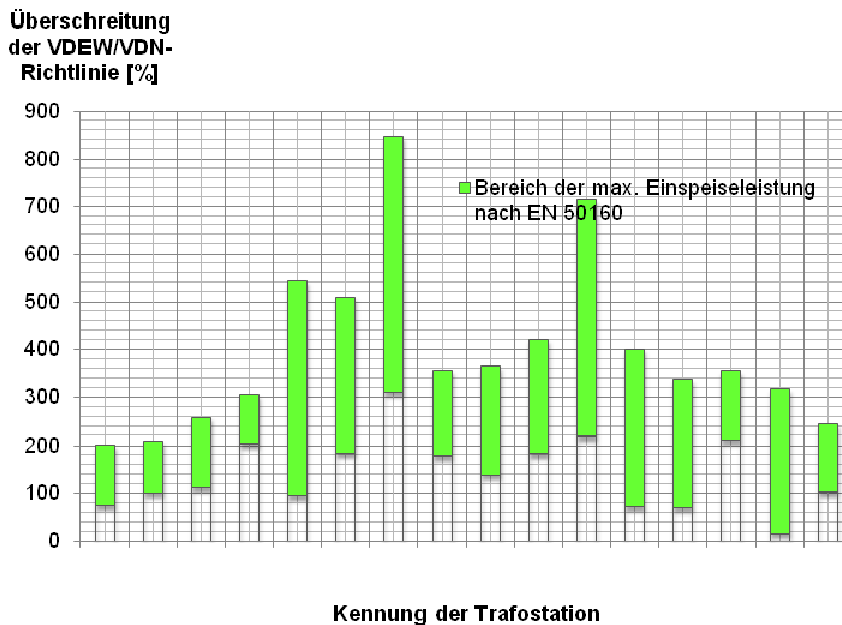


Abbildung 1: Abbildung: Überschreitung der Netzanschlussrichtlinie von VDEW/VDN

Bachelor-Arbeiten

Anne Wenzel: Erstellung eines Modells zum Abruf positiver Minutenreserve

Im Rahmen der Bachelor-Arbeit wurden die Daten für Minutenreserveabrufe in den Jahren 2006 und 2007 nach Regelzonen analysiert und ein stochastisches Modell erstellt. Die detaillierte Analyse der Minutenreserveabrufe ergab eine Tageszeitabhängigkeit des Auftretens von Abrufen. In den Nachtstunden erfolgten sehr wenige bis keine Abrufe. Die jeweils abgerufenen Mengen lassen ebenfalls eine Tageszeitabhängigkeit erkennen. Auffällig war, dass die Minutenreserveabrufe in der RWE-Regelzone signifikant anders als in den übrigen Regelzonen erfolgten.

Für die Modellbildung wurde ein zusammengesetzter Poisson-Prozess gewählt. Die Intensität λ blieb dabei konstant. Um die Tageszeitabhängigkeit einfließen zu lassen, wurde angenommen, dass die Mengen pro Abruf einer Normalverteilung mit tageszeitabhängigen Parametern μ und σ gehorchen. Mit Hilfe des Modells erfolgten Simulationen von Minutenreserveabrufen für jede Regelzone. Zur Verifikation des Modells wurden die simulierten Abrufe mit den real eingetretenen Abrufen im Jahr 2008 verglichen. In Intensität der Abrufhäufigkeit und im Erwartungswert der Abrufmengen decken sich die Simulationen sehr gut mit der Realität (siehe Abbildung). Unter Anwendung des Modells lassen sich vielfältige Berechnungen beispielsweise zum Einsatz dezentraler KWK-Anlagen durchführen. In naher Zukunft ist die Erweiterung des Modells um das in der Realität häufig eintretende Ereignis mehrerer direkt aufeinander folgender Abrufe in etwa derselben Höhe oder auch die Betrachtung negativer Minutenreserve wünschenswert.

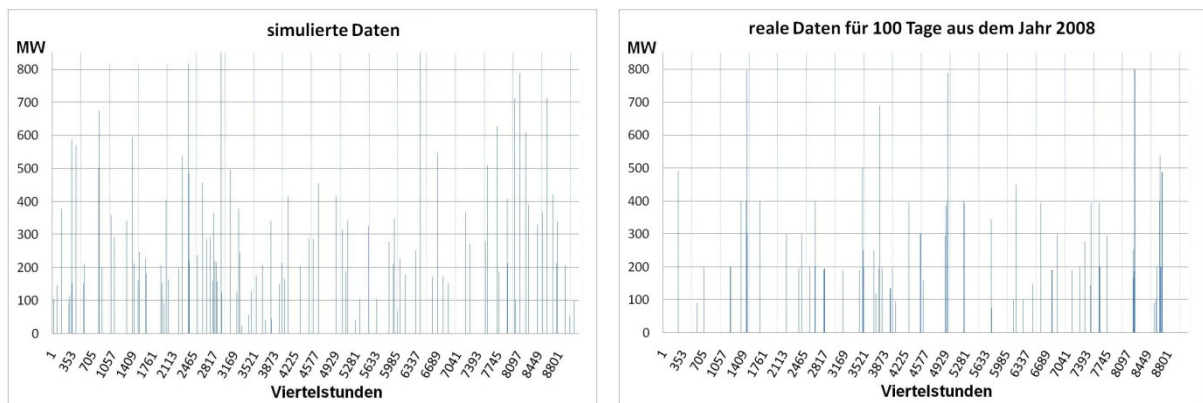


Abbildung 1: und real eingetretene Abrufe im Jahr 2008, Regelzone E.ON

Marlen Fiedler: Analyse der Zusammenhänge zwischen Börsenpreisen für Kurzzeitprodukte der Elektroenergie und dem Abrufverhalten von positiven Minutenreserven

Im Rahmen der Bachelor-Arbeit wurden die Preise für Kurzzeitprodukte an der Strombörse und die Inanspruchnahmen positiver Minutenreserve im Jahr 2006 auf Korrelationen untersucht. Die detaillierte Analyse der Zeitreihe Börsenpreise ergab neben wochentags- und tageszeitlichen Schwankungen insgesamt neun Preispeaks mit einer Höhe über 300 Euro pro MWh, von denen sechs auf denselben Tag fallen und deshalb zu einem Büschelpeak zusammengefasst werden. Für die weiteren Betrachtungen ergeben sich folglich vier Zeitspannen nach Preispeaks, in denen Abrufe positiver Minutenreserve erfolgen können. Die detaillierte Analyse der Einzelzeitreihen „Abrufe positiver Minutenreserve“ ergibt eine eindeutig detektierbare Abhängigkeit der Abrufhäufigkeit von Wochentag und Tageszeit. Insgesamt zeigt sich, dass auf einen Preispeak für Kurzzeitprodukte in mindestens einer Regelzone ein Abruf positiver Minutenreserve erfolgt. Aus mathematischer Sicht widerspricht dieses Ergebnis einer Korrelation von Preispeaks und Abrufen positiver Minutenreserve nicht, kann eine Korrelation aber auch nicht eindeutig bestätigen. Technisch ist die Erklärung über eine gemeinsame Ursache für beide Effekte plausibel. Ein ungeplanter Kraftwerksausfall wird gleichzeitig im Markt einen spontanen Preisanstieg und in der Systemführung einen Abruf der Reserve verursachen. In Zukunft ist die Einbeziehung der Abrufe negativer Minutenreserve wünschenswert.

Aktuelle Dissertationsprojekte

BOCKLISCH, T.:

Intelligentes Energiemanagement von Multispeicher-Hybridsystemen

GÖTZ, A.:

Belastbarkeit von NS-Netzen hinsichtlich zukünftiger Verbraucher- und Einspeiserstrukturen

HETZEL, S.:

Bewertung der Nachhaltigkeit von Investitions- und Instandhaltungsstrategien in Mittelspannungskabelnetzen

KURSCHEID, E. M.:

Zur Bereitstellung von positiver Minutenreserve durch dezentrale Klein-KWK-Anlagen

MALEKIAN, K.:

Netzintegration von Off-shore-Windparks durch HGÜ

MEHLHORN, K.:

Berechnung von Verlusten in Energieversorgungsnetzen

SCHMIDT, U.:

Modellierung von Kabeln bei transienten Vorgängen

SHIRVANI-BOROUJENI, A.:

Zur frequenzabhängigen Dämpfung von Spulenanordnungen

6 Veröffentlichungen

Fachaufsätze

KURSCHEID E. M.;

Kleine KWK-Anlagen als Entwicklungsansatz für Städte und Kommunen;
Fachaufsatz in Wissenschaftliche Beiträge der Fachhochschule Lausitz, VII. Ausgabe,
Senftenberg, 2008, ISBN 3-9810211-3-4;
Seiten 163 bis 170

KURSCHEID, E.M., UHLIG, D. DR.;

Zur Anwendbarkeit von Zeitreihenanalyse auf die Modellierung der Inanspruchnahme positiver Minutenreserve;
Konferenz Environmental Impacts on Power Industry, 19.-23.05.2008, Pilsen, CZ, ISBN 978-80-7043-681-3,

SCHMIDT. U, SCHUFFT, W.;

Transiente Ausgleichsvorgänge auf langen Kabelstrecken im Hochspannungsnetz;
ew, Jg. 107 (2008), Heft 15, S. 50-55, vwew Energieverlag GmbH, Juli 2008; ISSN 1619-5795-D 9785 D

MEHLHORN, K., SCHUFFT, W.;

Analyse von Einflussfaktoren auf Netzverluste in Niederspannungsnetzen;
ew, Jg. 107 (2008), Heft 21, S. 50 - 54, vwew Energieverlag GmbH, Juli 2008; ISSN 1619-5795-D 9785 D

HETZEL, S., SCHUFFT, W.;

Zur Frage der Platzierung von Investitionen in Mittelspannungsnetzen;
ew, Jg. 107 (2008), Heft 21, S. 42 - 49, vwew Energieverlag GmbH, Juli 2008; ISSN 1619-5795-D 9785 D

T. BOCKLISCH, W. SCHUFFT, J. SCHMID, S.F. BOCKLISCH;

Predictive and optimizing energy management of photovoltaic fuel cell hybrid systems with short-time energy storage;
4th European Conference "PV-Hybrid and Mini-Grid", Glyfada, Greece, 2008, ISBN 978-3-934681-72-9

BOCKLISCH, TH.; TROMPKE, W.-J. ET AL;

Efficiency and lifetime optimising energy management for mobile and portable fuel cell battery hybrid systems;
Conference on Power Conversion and Intelligent Motion - PCIM, Nürnberg, 2008

Vorträge, Poster

KURSCHEID, E.

Grenzen der Elektroenergiespeicherung und intelligente Erzeugung als Alternative;

Vortrag;

Internationales Fachforum für Energie - Kraft, Wärme, Kälte, Chemnitz

HETZEL, S., SCHUFFT, W.;

Bewertung von Investitionsalternativen in Kabelnetzen;

Poster;

VDE-Kongress 2006, München

SCHMIDT, UWE;

Grundsätze des Einsatzes von Überspannungsableitern im Hochspannungsnetz;

Fachveranstaltung: Hochspannungs-Schaltanlagen;

Vortrag;

Haus der Technik, Essen

7 Externe Aktivitäten und Kontakte

Teilnahmen an Konferenzen, Tagungen, Kolloquien

17. Januar	RWE Neujahrempfang	Prof. Schufft	Berlin
23. Januar	VDN Störungsstatistik, Seminar	Hetzel	Mannheim
25. Januar	Sitzung AK SC D1	Prof. Schufft	Stuttgart
05. – 06. März	Konferenz KELI 2008;	Kurscheid & Studenten	Hamburg
19. – 23. Mai	Konferenz Environmental Impacts on Power Industry	Prof. Schufft, Kurscheid	Pilsen
25. – 28. August	CIGRE	Prof. Schufft	Paris
10. – 11. September	Internationales Fachforum für Energie - Kraft Wärme Kälte	Kurscheid, Götz	Chemnitz
21. – 24. September	ATP/EMTP Meeting, User- group	Schmidt	Izmir
24. September	Spätsommerfest der RWE	Schufft	Berlin
19. November	CIGRE/CIRED- Informationsveranstaltung "Europäische Netze im Wandel"	Kurscheid	Heidelberg

Exkursionen

Hochspannungslabor der TU Dresden, Siemens Trafowerk Dresden und HIGHVOLT Prüftechnik Dresden GmbH am 01. Februar 2008



Traditionell findet am letzten Freitag des Wintersemesters eine Experimentalvorlesung in der Hochspannungshalle der TU Dresden statt. Im Rahmen einer Einführung wurden die vorhandenen Hochspannungs-Prüfanlagen im Megavolt-Bereich vorgestellt und erklärt, siehe Foto. Auf eine kurze Wiederholung der theoretischen Grundlagen zur Berechnung der Einsetz- und Durchschlagspannung folgte eine beeindruckende Vorführung entsprechender Durchschlagversuche, um die zuvor berechneten Werte zu verifizieren.

Anschließend ging es zum Siemens Trafowerk und zur benachbarten HIGHVOLT Prüftechnik Dresden GmbH. Herr Dr. Pietsch und Herrn Siebert sei herzlich für die fundierten Erläuterungen gedankt. Auch der gereichte Imbiss war sehr willkommen.

Studentenaustausch 19. - 23.05.2008

Vom 19. bis 23.05.2008 fand der seit nunmehr 11 Jahren etablierte Studentenaustausch „rund ums Erzgebirge“ statt. Neben den Kernteilnehmern der Universitäten Pilsen, CZ und Kosice, SK, der TU Graz und der FH Zwickau waren Prof. Schufft, Frau Kurscheid und Chemnitzer Energietechnik-Studenten des 8. Fachsemesters anwesend. Prof. Rindelhardt hatte sich in diesem Jahr erstmalig unterstützend eingebracht und uns eine sehr interessante Führung im historischen Wasserkraftwerk Mittweida organisiert, an der er selbst teilnahm - herzlichen Dank dafür! Unser besonderer Dank gilt den Herren Meyer und Harnisch von der Vattenfall Europe Transmission GmbH für die interessanten Einführungsvorträge und die umfangreiche Führung durch das Umspannwerk in Röhrsdorf, insbesondere für die Geduld bei der Beantwortung aller offenen Fragen, siehe Foto.



Weitere interessante Exkursionen führten uns zur Geothermie-Tiefenbohrung in Windisch-Eschenbach sowie in Photovoltaik-, Biomasse- und Wasserkraftanlagen. Wie jedes Jahr ergänzten abendliche Kolloquiumsvorträge über energietechnische und ökologische Themen die interdisziplinäre Weiterbildung. Die geselligen Abende im Gasthaus Motocest 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 2009 an gewohntem Ort. Zu hoffen bleibt auf eine Steigerung des Organisationstalents der Chemnitzer Studenten - vielleicht gelingt es ihnen in 2009 trotz verschulter Bachelor- und Master-Studiengänge, die Termine mit Anwesenheitspflicht rechtzeitig zu verschieben und die einmalige Gelegenheit des direkten Austauschs mit Fachkollegen rund um das Erzgebirge ausgiebig zu nutzen?

Exkursion nach Berlin 11.-13.06.2008

Von Mittwoch, 11.06. bis Freitag, 13.06.2008 fand die jährliche Exkursion des elektrotechnischen Institutes statt, in diesem Jahr mit dem Ziel Berlin. Pünktlich um 7:15 Uhr am Mittwoch starteten 19 Studenten und 2 Assistenten als Betreuer vor dem Weinholdbau. Um 11 Uhr stand die Besichtigung der Netzleitstelle der Vattenfall Europe Transmission GmbH auf dem Programm. Nach einem



interessanten Vortrag über Systemführung auf Höchstspannungsebene im Allgemeinen durften wir den Hochsicherheitstrakt mit der zentralen Schaltstelle begehen. Der Schichtleiter und seine Mitarbeiter erklärten den prinzipiellen Aufbau und beantworteten geduldig alle Fragen der Studenten. Nach einem kurzen Zwischenstopp bei McDonalds ging es am Nachmittag ins Steinkohle-Heizkraftwerk Reuter West. Nach einem Film über den Betrieb des Kraftwerks während der Teilung Berlins wurden wir von einem alten Kraftwerksingenieur mit ursprünglich elektrotechnischem Studium durch die Anlagen geführt, siehe Foto. Die von ihm versprühte Freude an Kraftwerkstechnik sprang über, wir haben das Kraftwerksgelände erst in den späten Abendstunden gen Jugendherberge verlassen.

Der Donnerstag stand vollständig im Zeichen der Siemens AG. Den Einstieg bot ein Vortrag über den Aufbau des Konzerns und mögliche Tätigkeitsfelder für Ingenieure der Energietechnik. Anschließend folgte ein Werksrundgang durch die Messgerätefertigung und eine Einladung zum Mittagessen ins Luxus-Werksrestaurant begleitet von zwei Rekrutierungsspezialisten. Die Nachmittagsführung durch das imposante Dynamowerk hat wohl den größten Eindruck hinterlassen. Trotz der eisern geplanten pünktlichen Abreise wegen des anstehenden EM-Fußballspieles gab es Fragen über Fragen und das Interesse an Großmotorenfertigung schien wesentlich größer als die ersten Spielminuten der deutschen Nationalelf.

Glücklicherweise konnten wir kurz nach Spielbeginn Einzelplätze in einem wunderschönen Biergarten ergattern. Nach der enttäuschenden Niederlage leerte sich der Biergarten vom Schleusenkrug schlagartig und wir hatten in Ruhe Gelegenheit, mit dem wieder zu uns gestoßenen Siemens-Mitarbeiter über Arbeitsdetails zu plaudern.

Nach einer viel zu kurzen Nacht ging es am Freitag zu Converteam in Marienfelde. Der vermeintlich kleine Spin-Off-Hersteller von Umrichtern für Windkraftanlagen entpuppte sich als ehemaliger Teil des AEG-Konzerns und gehört damit für viele von uns überraschend zu den Großunternehmen der Energiebranche. Neu ist lediglich die Firmierung unter dem Namen Converteam. Insgesamt waren es drei gelungene Tage, die den teilnehmenden Studenten in einem breiten Feld der möglichen Ingenieur Tätigkeiten Einblicke in die berufliche Praxis und reale technische Problemstellungen gegeben haben.

Gäste an der Professur

16. Januar	Herr Noske Herr Krauße	envia Netzservice, Halle
24. Januar	Herr Paul	Gebhardt Ventilatoren, Netzschkau
18. Februar	Herr Prof. Haller	Westböhmisches Universität Pilsen, CZ
17. März	Herr Möbius, Herr Schackert	Pfisterer Kontaktsysteme, Gerstetten-Gussenstadt
15. Mai	Herr Dr. Becker, Herr Protz	EKL Schaltelektronik Dresden
19. Mai	Herr Dr. Rethmeier, Herr Pichler	OMICRON electronics, Klaus, A
20. Mai	Herr Prof. Muhr	Technische Universität Graz, A
17. Juni	Herr Prof. Richter, Dr. Modrzak, Herr Dr. Cernohorsky	Technische Universität Liberec, CZ
19. Juni	Herr Dr. Zocha	Capgemini Deutschland, München
24. Juni	Herr Prof. Mühlbacher, Herr Dr. Belik, Herr Dr. Drabek	Westböhmisches Universität Pilsen, CZ
23. Juli	Herr Dr. Bessei	fuseXpert, Bad Kreuznach
23. Juli	Herr Seefeld	Siemens, Regensburg
23. Juli	Herr Brogl	Ferraz Shawmut, Eggolsheim
29. Juli	Herr Eckardt	Kabelwerk Meissen Wilhelm Balzer GmbH
13. August	Herr Heimhardt, Herr Klunkat	SW Rostock Netzgesellschaft mbH
22. August	Herr Prof. Al-Masri	Al-Bath University Homs, Syrien
22. August	Herr Domes	Infineon Technologies, Warstein
26. November	Herr Dommaschk, Dr. Ebner	Siemens, Erlangen
27. November	Herr Brabandt	E.ON edis, Fürstenwalde
28. November	Herr Dr. Prinz	PM Consult, Erfurt
01. Dezember	Herr Dr. Lissek	enviaM, Halle
17. Dezember	Herr Mehlhorn	SAG, Chemnitz

Höhepunkte

Ernennung von Herrn Dr. Norbert Menke zum Honorarprofessor für Elektroenergiewirtschaft am 05.02.08

Dr. Norbert Menke, Geschäftsführer und Vorstandsmitglied der Würzburger Versorgungs- und Verkehrs-GmbH, erhielt am 5. Februar 2008 im Rahmen eines akademischen Festaktes vom Rektor der TU Chemnitz, Prof. Dr. Klaus-Jürgen Matthes, seine Ernennungsurkunde zum Honorarprofessor für Elektroenergiewirtschaft, nachdem er bereits sechs Jahre als Lehrbeauftragter tätig war. Zunächst war er mit der Vorlesung "Elektroenergiewirtschaft" in den Studiengängen Elektrotechnik (Fakultät ET/IT) und Wirtschaftsingenieurwesen (Fakultät Wirtschaftswissenschaften) verankert. Seit dem Sommersemester 2003 kam die



Fallstudie "Marketing und Management in der Elektroenergiewirtschaft" nun auch für Studierende des Studiengangs Betriebswirtschaftslehre (Fakultät Wirtschaftswissenschaften) hinzu. Die besondere Attraktivität dieser Lehrveranstaltungen liegt in einem neuen Betätigungsfeld im Grenzgebiet von Technik- und Wirtschaftswissenschaften. Hier arbeiten Studenten der Technikwissenschaften mit Studenten der Wirtschaftswissenschaften in Projektgruppen zusammen und schütten damit die alten Gräben zwischen Ingenieuren und Kaufleuten zu.

Prof. Norbert Menke studierte bis 1988 Elektrotechnik an der Universität Paderborn und erwarb darauf 1998 den Titel eines MBA (Master of Business Administration) an der britischen Bradford University. 1995 folgte die Promotion an der Universität Paderborn. Von 1995 bis 1998 beschäftigte er sich als Leiter der Abteilung Internationales Produktmarketing bei der Raab Karcher Energy Services GmbH mit der Entwicklung von Internationalisierungsstrategien und dem Innovationsmanagement sowie mit der Entwicklung und Einführung eines neuen Preissystems. Von 1998 bis 2005 war Dr. Menke zunächst Prokurist und Leiter des Fachbereichs Marketing, Vertrieb und Stromhandel der ESAG AG in Dresden. Seit 2006 ist er Geschäftsführer und Vorstandsmitglied der Würzburger Versorgungs- und Verkehrs-GmbH.

OMICRON-Roadshow am 19.05.08



Am 19.05. fand die OMICRON-Roadshow überraschend gute Resonanz bei unseren Studenten. Nicht nur die Vorstellung der Technik war interessant, sondern auch ein Vortrag von Herrn Dr. Rethmeier, der die innovative Firma OMICRON vorstellte und dabei auf unterschiedliche Tätigkeitsfelder in einem Unternehmen einging.

Exkursionstag am 25.06.2008

Das Ziel unserer diesjährigen Exkursion war die Landeshauptstadt Dresden. Wir begannen mit einer Dampferfahrt auf der Elbe. Schon der Dampfer an sich war mit seinen über 100 Jahren ein technisches Denkmal. So ließen wir denn die Elbhänge mit ihren Schlössern, Brücken und Weinberge an uns vorbeigleiten. Pünktlich zur Mittagszeit überraschte uns ein kräftiger Wolkenbruch, vor dem wir uns in ein einladendes Lokal in der rekonstruierten Dresdener Altstadt retten konnten. Nach dem Essen besichtigten wir die Frauenkirche und besuchten das Verkehrsmuseum.



Weihnachtsfeier am 19.12.2008



In entspannter Atmosphäre und weihnachtlichem Ambiente fand unsere Weihnachtsfeier im Gasthof "Grütznickels Scheune" in Chemnitz-Ebersdorf statt. Hierbei handelt es sich um eine ausgebaute Scheune, die mit allerlei musealen landwirtschaftlichen Geräten ausgestattet ist, und so eine urige Atmosphäre vermittelt. Glühwein, Gänsebraten und andere weihnachtliche Spezialitäten haben uns bestens gemundet. Besonders unsere ausländischen Mits-

treiter waren beeindruckt von unseren deutschen Weihnachtsbräuchen.

Neben den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Professur waren unser Emeritus Prof. Amft sowie weitere Ehemalige gern gesehene Gäste. Der Abend war wie immer viel zu schnell vorbei und wird uns in guter Erinnerung bleiben.

8 Ausstattung für Praktika und Prüfungen in der Hochspannungstechnik



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

Praktika:
Funkenstrecken

Erzeugung und Messung hoher Gleich- und Wechselspannungen

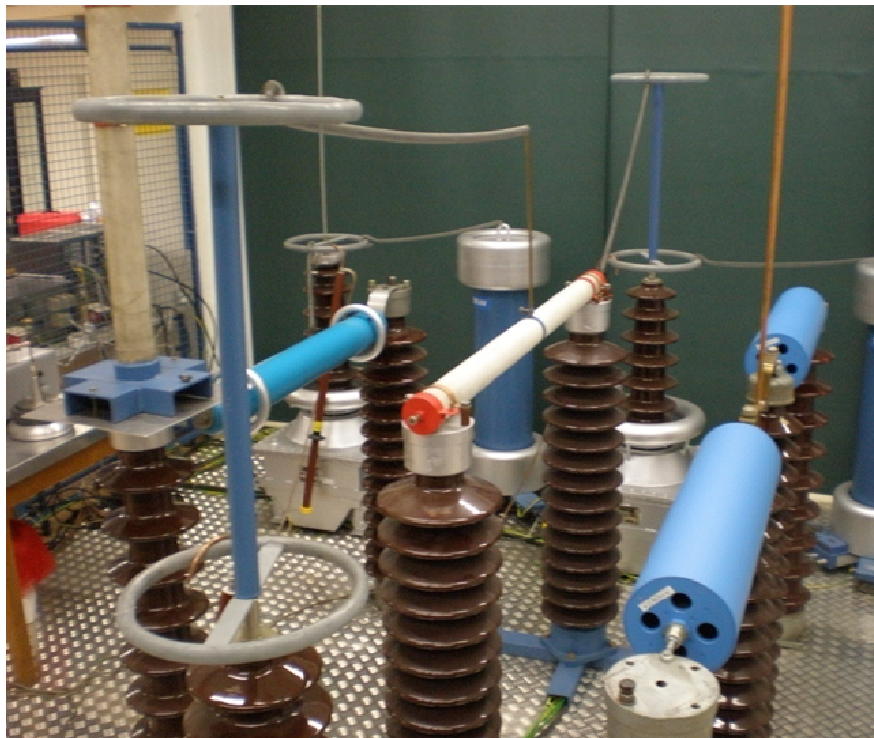


Abbildung: Prüfsystem zur Erzeugung von Wechselspannungen bis 200kV

Praktikum:
Isolatoren



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 600 kV



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



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 μF
 Frequenzbereich 5 Hz - 50 kHz

Digitales Teilentladungsmess- und Diagnosesystem LDS-6

TE-Messbereich 1 - 10^5 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 μs bis 10 kV

Spannungsmessteiler

Ohmsche Teiler bis 200 kV
 Kapazitive Teiler bis 300 kV
 Stoßspannungsteiler bis 600 kV (1,2/50 μs)

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

Transientenrecorder

8-Kanal Scope Corder DL 708 (YOKOGAWA)
 Abtaste 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 μ 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 μ T, 10 μ T, 100 μ 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/EMTP

Simulation dynamischer und transienter Netzvorgänge der Energieversorgung

EMTDC/PSCAD

Simulation dynamischer und transienter Netzvorgänge mit leistungselektronischen Betriebsmitteln in Elektroenergiesystemen

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/>

9 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-Ampere-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 μ T, 10 μ T, 100 μ T, 1 mT, 10 mT)

Messung elektrischer Felder (100 kHz bis 3 GHz; MB: 1 bis 800 V/m – 0,0027 bis 1700 W/m²)

Messung elektromagnetischer Felder

Messungen mit Isoliermessverstärkern

Berührungslose Bewegungsmessung (Laserdistanzmessung)

Mikroschnitte von PE-Kabeln zum Nachweis von Wasserbäumchen (water trees)

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

10 Referenzen

Vor-Ort-Kabeldiagnose (TE-Messung, TE-Ortung, 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

FGH-Stufentest an Mittelspannungskabeln

Stadtwerke Rostock

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 transientscher Ausgleichsvorgänge in Elektroenergiesystemen

KEMA IEV

AREVA

Spannungsprüfung

Elektrotechnische Geräte Böhlitz-Ehrenberg GmbH

Konzeption der Professur Energie- und Hochspannungstechnik

