

Jahresbericht 2004 - 2005



Mit freundlichen Grüßen überreicht von

Prof. Dr.-Ing. Harald Schwarz

Prof. Dr.-Ing. Rainer Bitsch



Kontakt:

*Brandenburgische Technische Universität Cottbus
Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik
Walther-Pauer-Straße 5
D - 03046 Cottbus*

*Tel.: +49 (0355) 69 4502
Fax.: +49 (0355) 69 4039
Email: harald.schwarz@tu-cottbus.de*

Inhaltsverzeichnis

1.	CEBra – Centrum für Energietechnologie Brandenburg	6
1.1.	Struktur.....	6
1.3.1	Umorientierung im Bereich der Lehrstühle Energieverteilung und Hochspannungstechnik bzw. Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik.....	10
2.	Personelle Besetzung.....	13
3.	Lehre.....	14
3.1.	Einbindung in das Studium	14
3.2.	Vorlesungen, Übungen, Praktika, Seminare.....	15
3.2.1.	Wintersemester	15
3.2.2.	Sommersemester.....	18
3.3.	Studien- und Diplomarbeiten; Bachelor- und Masterarbeiten; Dissertationen.....	21
3.4.	Projektarbeit mit Schülern	23
3.5.	Exkursion	23
4.	Forschung.....	25
4.1.	Schwerpunkte am ZEV	25
4.2.	Universitäre Projekte.....	26
4.2.1.	Optische Messung von Blitzstoßspannung.....	26
4.2.2.	Messung impulsförmiger Funkstörfelder auf Schienenfahrzeugen	27
4.2.3.	Marktorientierte Betriebsführung und Systemintegration großflächig verteilter dezentraler Erzeugungsanlagen mit besonderer Berücksichtigung der Windenergie.....	28
4.3.	Industrieprojekte.....	28
4.3.1.	Strombegrenzende Betriebsmittel im Eigenbedarf von Kraftwerken	28
4.3.2.	Einsatz von resistiven HTSL-Strombegrenzern im Eigenbedarf von Vattenfall-Neubaukraftwerken	29
4.3.3.	Optimierung von Monitoringsystemen	30
4.3.4.	Optimierung des elektrischen Eigenbedarfes und von Kabelanlagen	31
4.3.5.	Korrosion im Erdboden verlegter metallischer Anlagen durch Streustromeinflüsse	31
4.3.6.	Statistische Untersuchungen bei Vereisungsprüfungen an Mittelspannungsschaltgeräten.....	32
4.3.7.	Erwärmungsversuche mit Hochstrom	32
4.3.8.	Hochfrequente Netzspannungsanalyse	33
4.3.9.	Netzspannungsanalyse in Großkraftwerken	33
4.3.10.	Tiefemperaturuntersuchungen an einem Hochspannungsleistungsschalter.....	33
4.3.11.	Entwicklung einer ökoeffizienten Reinigungstechnologie für die Instandhaltung spannungsführender Anlagen.....	34
4.3.12.	Alterungsuntersuchung an Generatorstäben	34
4.3.13.	Untersuchung verölter Generatorstäbe.....	36
4.3.14.	Faseroptische Temperaturmessung an einem Großtransformator.....	36
4.3.15.	Simulation von besonderen Schaltfällen im sekundären Verteilungsnetz	37
4.3.16.	Studie zu supraleitenden Betriebsmitteln.....	37
4.3.17.	Entwicklung und Bau eines passiv optischen Stromwandlers.....	39

5.	Prüf- und Messeinrichtungen.....	40
5.1.	Räumlichkeiten	40
5.2.	Wechselspannungsprüftechnik	40
5.3.	Wechselspannungsmesstechnik	41
5.4.	Wechselstrommess- und prüftechnik	41
5.5.	Gleichspannungsmess- und prüftechnik	41
5.6.	Stoßspannungsmess- und prüftechnik.....	41
5.7.	Klimakammer.....	42
5.8.	Optiklabor	42
5.9.	Elektroniklabor.....	42
5.10.	EMV-Labor	42
5.11.	Schutztechnik-Labor.....	42
5.12.	Schutztechnik-Labor mit Studenten und VDE-Mitgliedern	43
5.13.	Wandlermessplatz	44
5.14.	Netzanalyselabor.....	45
5.15.	Software	45
6.	Projektpartner und Arbeitskontakte.....	45
7.	Publikationen	46
7.1.	Veröffentlichungen	46
7.2.	Vorträge.....	47
7.3.	Veranstaltungen	48
7.4.	Referenzen.....	48

Vorwort

Sehr geehrte Freunde der Lehrstühle Energieverteilung und Hochspannungstechnik und Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik

mit großer Freude erlaube ich mir, Ihnen den Jahresbericht für die Jahre 2004 und 2005 zu überreichen.

Im Jahresbericht 2003 hatte ich Ihnen über die Gründung des Zentrums für Energieversorgung berichtet, in dem die Forschungsaktivitäten der Professuren Energiewirtschaft, Energieverteilung und Hochspannungstechnik, Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik sowie der Juniorprofessur Elektrizitätswirtschaft koordiniert werden sollten. Die Erfahrungen in den ersten Monaten dieses Zentrums zeigten äußerst positive Effekte.

Deshalb wurde bereits Ende 2003 begonnen, diese Struktur zu verbreitern. Im Mai 2004 wurde das CEBra – Centrum für Energietechnologie Brandenburg an der BTU gegründet. Hierin wurden alle energietechnischen Aktivitäten von 13 BTU-Lehrstühlen und 2 Honorarprofessuren mit insgesamt etwa 120 Mitarbeitern gebündelt. Eine kurze Übersicht zu CEBra sehen Sie in den Folgeseiten. Für mehr Informationen verweise ich auf die separate Imagebroschüre des CEBra oder www.tu-cottbus.de/cebra/.

Verbunden mit der Gründung des CEBra wurde auch die Internationalisierung der Lehre im Energiebereich vorangetrieben. Neben den deutschsprachigen Angeboten für energietechnische Lehre in den Studiengängen Elektrotechnik, Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen wurde der Studiengang MSc Electrical Power Engineering als erster internationaler Studiengang der BTU mit Joint Degree zusammen mit der TU Poznan, Polen und der TU Graz, Österreich aufgebaut und zum Wintersemester 2005/06 gestartet.

Durch diese strukturbildenden Organisationsmaßnahmen, sowie die Umarbeitung und Neuerstellung eines englischsprachigen Lehrangebotes waren die Personalkapazitäten des Lehrstuhles derart ausgelastet, dass dem Jahresbericht 2004 leider nicht die erforderliche Aufmerksamkeit gewidmet werden konnte. Deshalb hier nun der Bericht für 2 Jahre.

Im Rahmen der Internationalisierung der Lehre wurden auch die Kontakte des Lehrstuhles zu anderen Universitäten deutlich ausgebaut. Neben den schon lange guten Kontakten zur TU Poznan und TU Wroclaw, mit der wir in 2004 und 2005 die 3. und 4. deutsch-polnische Studentenexkursion durchgeführt haben, bestehen inzwischen gute Arbeitsbeziehungen zur University of Cardiff, University of Shanghai, University of Sao Paulo. Mit weiteren 5 ausländischen Universitäten sind wir im Gespräch, ob diese einen Beitrag zum Joint Masterprogramm liefern wollen.

Ich hoffe, dass dieser Jahresbericht Ihnen einen kleinen Eindruck der Aktivitäten des Lehrstuhles Energieverteilung und Hochspannungstechnik im Rahmen des neu gegründeten CEBra – Centrum für Energietechnologie Brandenburg vermittelt.

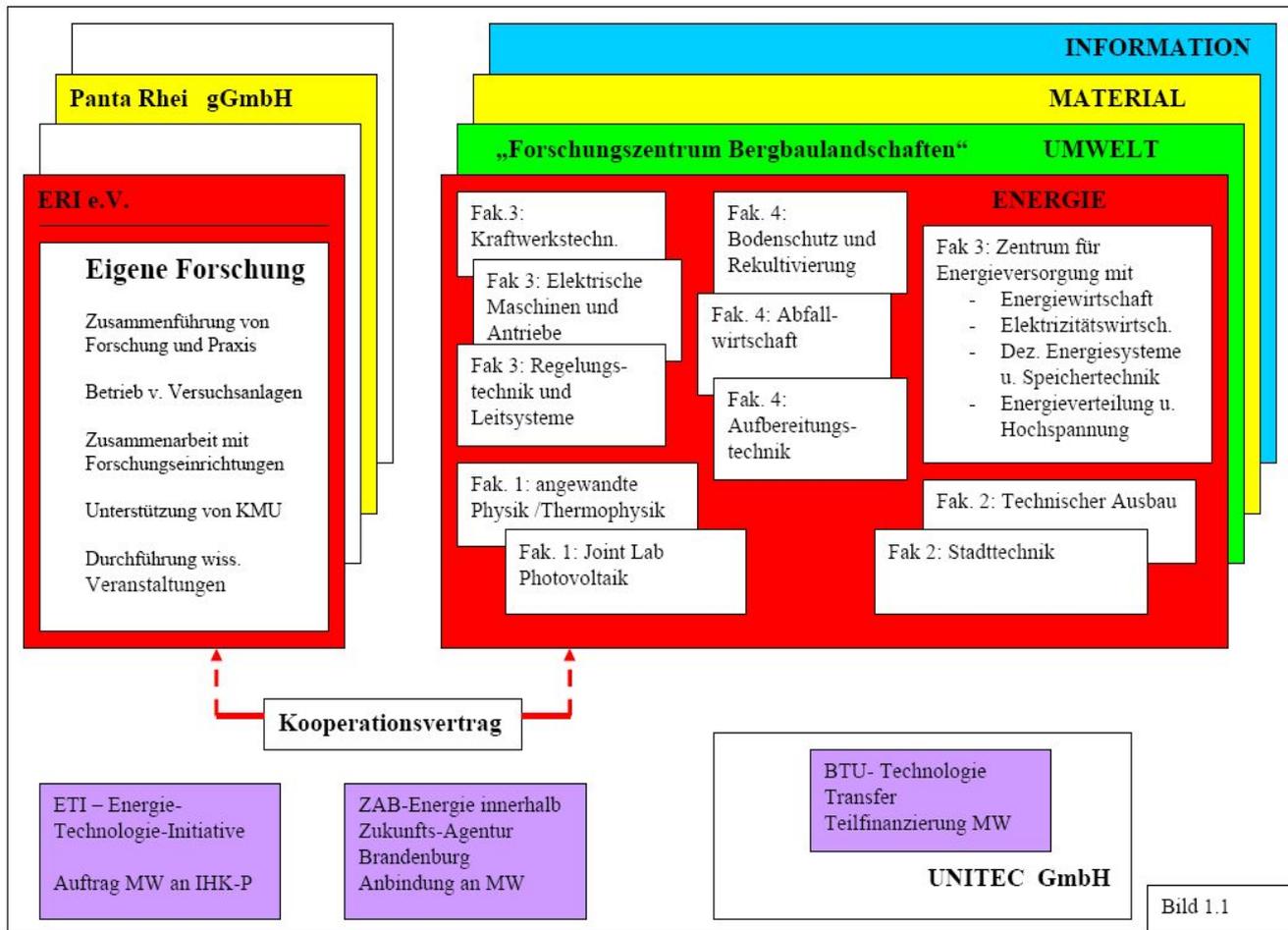
Mit den besten Wünschen für die restlichen Monate des Jahres 2006, auch im Namen meiner Mitarbeiter, möchte ich deshalb schließen und verbleibe

Mit freundlichen Grüßen

1. CEBra – Centrum für Energietechnik Brandenburg

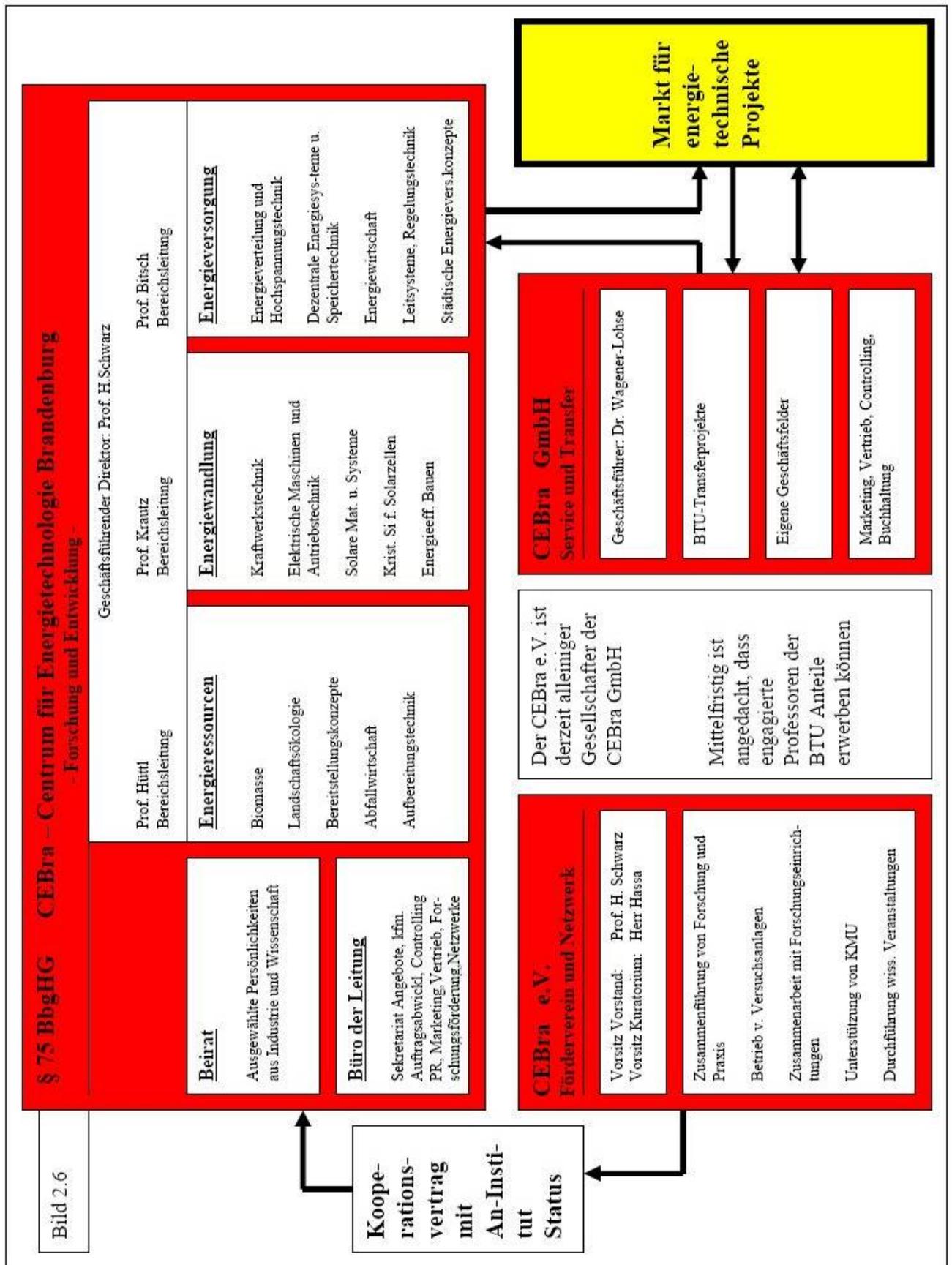
1.1. Struktur

Seit der Gründung hatten sich an der BTU in allen Fakultäten unterschiedlich stark ausgebildete Aktivitäten im Bereich der Energietechnik herausgebildet (Bild 1.1). Der Schwerpunkt lag hierbei im Institut für Energietechnik der Fakultät 3, wobei auch nennenswerte Aktivitäten in der Physik (Solarthermie, Photovoltaik), dem Bauingenieurwesen und der Umwelt- und Verfahrenstechnik zu verzeichnen waren.

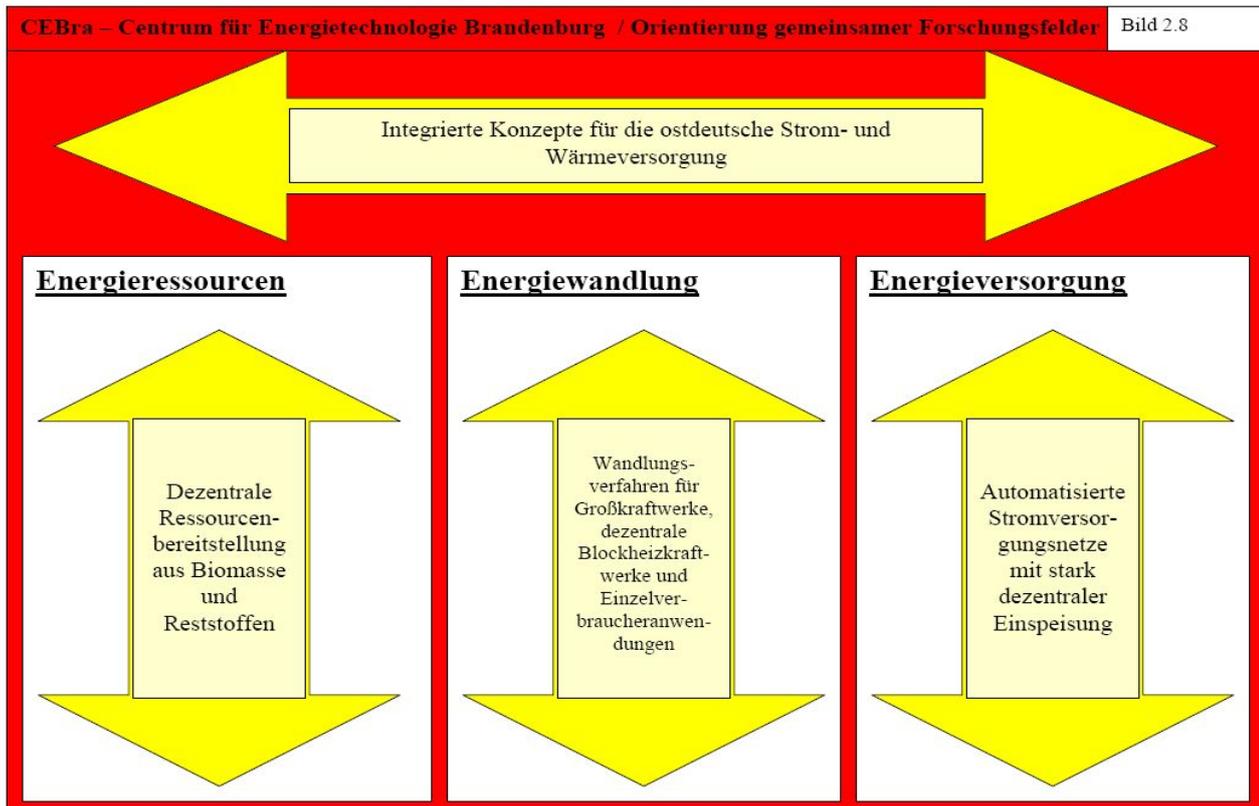
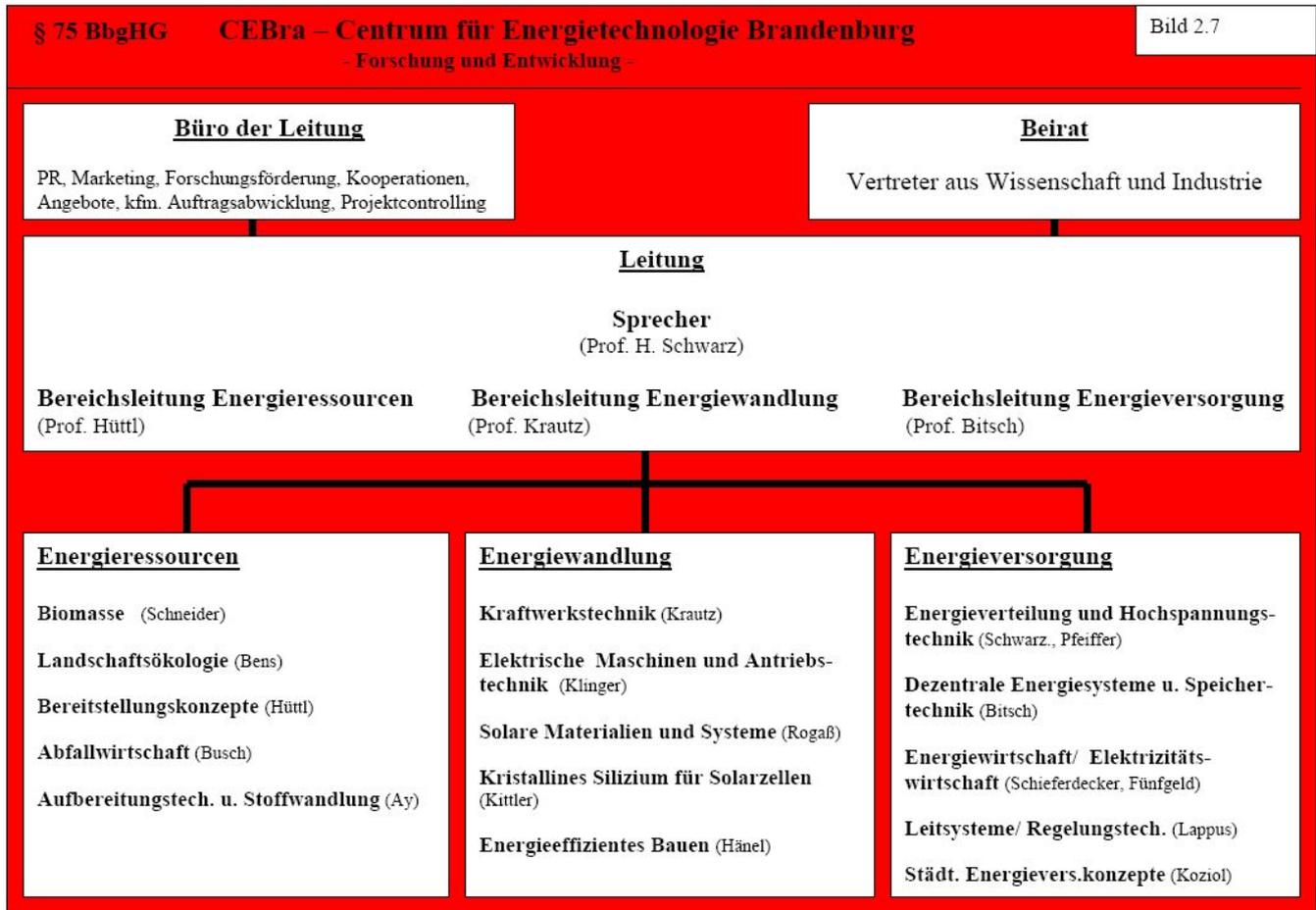


Da der Bereich der Energieforschung einer der erklärten Forschungs- und Lehrschwerpunkte an der BTU sind, sollten alle Aktivitäten in diesem Bereich in einer zentralen wissenschaftlichen Einrichtung gebündelt werden, die dem BTU-Präsidenten direkt untersteht. Auch die Aktivitäten im Energieressourcen-Institut ERI e.V. als An-Institut der BTU sollten besser integriert werden. Aufbauend auf den Erfahrungen aus dem Zentrum für Energieversorgung entstand so das CEBra – Centrum für Energietechnik Brandenburg.

Die Gesamtstruktur von CEBra ist im nachfolgenden Bild dargestellt. Außer den Verknüpfungen zwischen CEBra als zentrale wissenschaftlicher Einrichtung mit CEBra e.V. und CEBra GmbH ist auch die innere Struktur des BTU-Teiles bereits erkennbar.



1.2 Inhaltliche Ausrichtung



Energieressourcen**Biomasse** (Schneider)

- Schnellwuchsplantagen
- Alley Cropping
- Landwirtschaft / grüne Gentechnik
- Weitere Nutzsyste (Energiegärten)

Landschaftsökologie (Bens)

- CO₂ Festlegung
- Biodiversität
- Wasserhaushalt / Wassermanagement
- Rekultivierung / Renaturierung
- Landschafts- und Regionalplanung

Bereitstellungskonzepte (Hüttl)

- Produktion / Gewinnung
- Ernte, Aufbereitung
- Lagerung/ Speicherung
- Transport / Logistik
- Entsorgung (Rückstände)

Abfallwirtschaft (Busch)

- Ersatzbrennstoffe aus Abfällen
- Abfälle aus der Energiewirtschaft
- Biomasse-Vergärung zu Biogas, -treibstoff

Aufbereitungstech. u. Stoffwandlung (Ay)

- Charakterisierung Rohstoffe, Zwischen-Endprodukte
- Fraktionierung, Stofftrennung, -vereinigung
- Aufbereitung, Lagerung, Transport
- Reststoffbehandlung

Energiewandlung**Kraftwerkstechnik** (Krautz)

- Kraft- und Wärmetechnik
- Biomasseverwertung
- CO₂-Minderungstechnologien

Elektrische Maschinen und Antriebstechnik (Klinger)

- Auslegung elektro-mechanischer Energiewandlersysteme
- Mehrmotorenantriebe mit Zwangslaufeigenschaften
- Energiestell- und regelungen für Antriebe

Solare Materialien und Systeme (Rogaß)

- Charakterisierung von Oberflächen, Stoffen und Speichermedien
- Energie-Wandlung von solaren Systemen
- Modellierung, Simulation solarer Systeme

Krist. Silizium f. Solarzellen (Kittler)

- Effizienzsteigerung d. Gettern, Passivieren
- Alternative Si-Materialien
- Ausbeuteerhöhung, Standzeitverlängerung

Energieeffizientes Bauen (Hänel)

- Nutzung von Erdwärme im oberflächennahen Bereich für Heizung und Kühlung von Gebäuden
- Entwicklung von Anlagensystemen zur Nutzung regenerativer Energieformen

Energieversorgung**Energieverteilung und Hochspannungstechnik** (Schwarz, Pfeiffer)

- Sensorik und zukünftige Betriebsmittel
- EMV in der Energie- und Verkehrstechnik
- Planung und Schutz von Netzen
- Hochspannungsmeß- und Prüftechnik

Dezentrale Energiesysteme u. Speichertechnik (Bitsch)

- dezentrale Systemintegration
- Modellierung und Simulation
- Virtuelle Großanlagen
- Energieeinsatzoptimierung

Energiewirtschaft/ Elektrizitätswirtschaft (Schieferdecker, Fünfgehd)

- Betriebliche Energiewirtschaft
- Rationelle Energieverwendung
- Energiemanagement
- Lastprofile für Elektrizitätsverbraucher und dezentrale Erzeugung
- Synergiesysteme der Eft.-Versorgung

Leitsysteme / Regelungstech. (Lappus)

- Leitsysteme für energietechnische Anlagen
- Regelungsverfahren
- Hochdruckgasverteilstetze

Städt. Energievers.konzepte (Kozioł)

- Rat. Energieeinsatz im städt. Kontext
- Wechselw. Stadt- u. Versorgungsstrukt.
- Stadumbau; Versorgungskonzepte

Anzumerken ist, dass die Forschungsbereiche Energieressourcen bzw. Energieversorgung in sich homogene und inhaltlich abgerundete Bereiche darstellen. Der Bereich Energiewandlung ist in seiner Zusammensetzung sehr heterogen und ist in den jeweiligen Einzelaktivitäten wenig mit einander vernetzt. Da die BTU in diesen Themenfeldern jedoch nicht breiter aufgestellt ist, war keine andere sinnvolle Strukturbildung möglich.

1.3.1 Umorientierung im Bereich der Lehrstühle Energieverteilung und Hochspannungstechnik bzw. Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik

Lehrstuhl für Energieverteilung und Hochspannungstechnik

Der Lehrstuhl für „Energieverteilung und Hochspannungstechnik“ erhielt den Status einer Eckprofessur in der Fakultät und deckt weiterhin die gesamte Breite der hochspannungstechnischen Geräte, Anlagen und Netze sowie den Bereich der elektromagnetischen Verträglichkeit in der Energietechnik und in einigen Anwendungen in der Verkehrstechnik ab.

Die Aktivitäten im Gebiet der Hochspannungsgeräte waren weiter geprägt durch die konsequente Fortentwicklung der Arbeiten im Bereich der optischen Sensorik. In einem bis Mitte 2007 laufenden Projekt ist die Fertigstellung der laufenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, der Bau von Versuchsmustern und die Erprobung dieser Versuchsmuster im 110 kV Netz eines polnischen (ENEA) und deutschen (ENVIA-M) Regionalversorgers vorgesehen.

Im Bereich der Elektromagnetischen Verträglichkeit wurde die in 2001 in Betrieb genommene EMV-Störfestigkeitsprüfanlage aufgrund der bei den Störfestigkeitstests mehrerer Lokomotiven gewonnenen Erkenntnisse umfassend weiterentwickelt. Die neuen Konzepte ermöglichen Pulsanstiegszeiten von unter 1 ns bei Pulsbreiten von 2-3 ns. Auch das Reflexionsverhalten der Antenne wurde deutlich verbessert.

Im Bereich der Netzplanung wird das in 2002 gestartete Mehrjahresprojekt zu Einfluss von strombegrenzenden Elementen auf die Struktur des Kraftwerkseigenbedarfes bis Ende 2007 fortgesetzt.

Ferner wurde im Auftrag des Wirtschaftsministeriums Brandenburg eine Studie zum neuen Netzsicherheitsmanagement durch envia-M bzw. eon-edis erstellt.

Eine mehrjährige Konzeptplanung zur Netzintegration erneuerbarer Energien in die ostdeutschen Stromnetze wird zusammen mit dem Wirtschaftsministerium Brandenburg und mehreren Netz- und Anlagenbetreibern vorbereitet und soll Anfang 2006 starten.

Lehrstuhl für Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik

Dieser Lehrstuhl wurde als Gastprofessur zum WS 2002/2003 eingerichtet und mit Prof. Bitsch besetzt. Aufgrund des Brandenburgischen Hochschulgesetzes ist eine Gastprofessur auf maximal 3 Jahre befristet. Obwohl weitere Finanzierungsmittel vorhanden waren, konnte Prof. Bitsch somit ab 30.9.2005 nicht mehr mit der Leitung des Lehrstuhles beauftragt werden. Die kommissarische Leitung ging somit ab 1.10.2005 auf Prof. Schwarz über. Ferner wurde der Bereich in einer Übergangszeit personell verstärkt, da neben dem Aufbau virtueller großer Kraftwerke im Bereich der dezentralen Energieeinspeisung vor allem die Netzintegration von Windenergie (in enger Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik) eines der tragenden Themen sein wird.

Im Bereich der Lehre war eine der Hauptaufgaben dieses Lehrstuhles der Aufbau eines umfassenden, englischsprachigen Lehrangebotes für den internationalen Masterstudiengang „Electrical Power Engineering“ gewesen.

Für die Forschung auf dem Gebiet der Systemintegration dezentraler Energiesysteme wurden mit der Installation und Vernetzung sowie einer neuen Version der drei vorhandenen DEMS-Systeme die Voraussetzungen für die Modellierung, Simulation und Optimierung dezentraler Versorgungssysteme geschaffen.

Die Aktualität dieser Thematik zeigt sich an der im Zusammenhang mit Novellierung des Energie-Einspeise-Gesetzes und jüngsten großräumigen Störfällen in Europa und Übersee verstärkten Energiediskussion in Deutschland. Die konkreten Aufgabenstellungen orientieren sich in Zusammenarbeit mit den regionalen/überregionalen Energieversorgern an den Ergebnissen der im Auftrag des brandenburgischen Ministeriums für Wirtschaft durch das Energiereisourcen-Institut e.V. erstellten Studie „Auswirkungen des Ausbaus der Windenergienutzung in Brandenburg“(Bitsch, Fünfgeld, Schwarz).

Honorarprofessur für Mittel- und Niederspannungstechnik

Die Honorarprofessur ist organisatorisch dem Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik zugeordnet.

Das Fachgebiet umfasst Netze der industriellen und öffentlichen Elektroenergieversorgung sowie die zugehörigen Betriebsmittel und Schaltanlagen. Die Studierenden sollen befähigt werden, Netze und Schaltanlagen für hohe Versorgungszuverlässigkeit bei minimalen Kosten zu planen und zu betreiben. Dazu werden Grundsätze und Einflussgrößen der Grundsatzplanung, der Projektierung und des Netz- und Anlagenbetriebes vermittelt. Folgende Themenkomplexe werden vertreten:

Auslegungsberechnungen

- Ermittlung der Beanspruchungsparameter (Maximale Kurzschlussströme, Störlichtbogenbeanspruchung, thermisch wirksamer Kurzschluss)
- Bemessungsgrößen von Betriebsmitteln und Schaltanlagen (Transformatoren, Leistungsschalter, Wandler, Kabel, Sicherungen Schaltanlagen)
- Sternpunktbehandlung
- Schutzkonzeption (Minimale Kurzschlussströme, Selektivitätsarten, Auslöserauswahl)
- Sinnvolle Anwendung der vorhandenen Netzberechnungs- und Planungssoftware; Entwicklung neuer Software

Kabelauswahl

- Durch zusätzliche Einbeziehung von
- Abnehmercharakteristiken
- Schaltgeräten
- Selektivitätsforderungen

Gestaltung von Mittel- und Niederspannungsschaltanlagen

- Auswahl der Betriebsmittel
- Konstruktive Gestaltung
- Personen- und Anlagenschutz

Einsatz von neuen Strombegrenzungseinrichtungen

- Auswirkungen auf Dimensionierung der Betriebsmittel und Schaltanlagen sowie auf Selektivschutz und Netzbetrieb
- Konzeptionen angepasster Versorgungsstrukturen
- Gestaltungsmöglichkeiten neuer Schaltanlagengenerationen
- Neue Schutz- und Steuerungskonzepte

Honorarprofessur für Schutz- und Leittechnik

Die Honorarprofessur ist organisatorisch dem Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik zugeordnet.

Im Rahmen der Vorlesungen "Power Automation" wird Studenten der elektrischen Energietechnik, aber auch anderer Studienschwerpunkte die Gelegenheit gegeben, ihre Kenntnisse auf dem Gebiet des Schutzes elektrischer Übertragungs- und Verteilungsnetze zu vertiefen. Die Blockvorlesung im Wintersemester umfasst die folgenden Themengebiete:

- Basisanforderungen: Selektivität, Redundanz, Genauigkeit, Geschwindigkeit
- Schutzprinzipien: Überstromschutz, Distanzschutz, Differentialschutz sowie weitere Prinzipien
- Einfluss der Netzstrukturen auf die Schutzkonzepte
- Algorithmen zur digitalen Erfassung von Strom- und Spannungsamplituden sowie von Impedanzen
- Schutzkonzepte für Leitungen, Transformatoren, Sammelschienen und Maschinen einschließlich der technischen Realisierung
- Einfluss der Netzsternpunktbehandlung auf die Schutzkonzepte
- Prinzipien zur selektiven Einstellung von Schutzgeräten
- Hardwareanforderungen
- Kommunikation in Schaltanlagen

Diese Themen spannen einen Bogen von der traditionellen Energietechnik, die beispielsweise Kurzschlussvorgänge mit symmetrischen Komponenten berechnet, über Algorithmen digitaler Messtechnik inklusive hardwaremäßiger Realisierung bis hin zu Kommunikationslösungen zur Anwendung im Bereich von Schaltanlagen. Die Schutztechnik elektrischer Netze wird damit sowohl aus Herstellersicht (Algorithmen, Messtechnik) wie auch aus Anwendersicht (Schutzkonzepte, Einstellung von Schutzgeräten) beleuchtet.

Im Sommersemester werden diese Themen in Workshopform vertieft. Hier steht die Anwendersicht im Vordergrund. Es werden Schutzkonzepte für spezielle Netzsituationen betrachtet und es wird intensiv auf die Berechnung der Schutzeinstellungen („Staffelplanerstellung“) eingegangen. Obwohl sich die Grundprinzipien der Schutztechnik in den vergangenen Jahrzehnten nicht wesentlich verändert haben, wird eine netzweite optimale Einstellung der Schutzgeräte zunehmend schwieriger, aber auch wichtiger: Einspeisungen regenerativer Energien sowie intensiver Energiehandel führen dazu, dass die Netze nicht immer unter den Bedingungen betrieben werden, für die sie geplant wurden, und dass sie näher am Limit betrieben werden. Dies erfordert innovative Lösungen bei der Schutztechnik.

Beide Veranstaltungen gehören zum Studienangebot für den englischsprachigen Masterstudiengang und finden deshalb in englischer Sprache statt.

Verantwortlich für dieses Gebiet ist Herr Prof. Dr.-Ing. Siegfried Lemmer, Siemens AG Nürnberg. Herr Prof. Lemmer hat als Leiter des Produktmanagements Schutztechnik der Siemens AG und als Mitglied nationaler und internationaler Gremien langjährige Erfahrung in seinem Gebiet. Er ist damit in der Lage, dieses Fachgebiet theoretisch fundiert und praxisnah zu vermitteln.

2. Personelle Besetzung

Leitung:

Prof. Dr.-Ing. Harald Schwarz Leitung der Lehrstühle
Energieverteilung und Hochspannungstechnik
sowie kommissarisch
Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik

Prof. Dr. Rainer Bitsch Stv. Lehrstuhlleitung

Honorarprofessoren

Prof. Dr.-Ing. Günter Pfeiffer
Prof. Dr.-Ing. Siegfried Lemmer

Lehrbeauftragte

DI Johan Pohany; Siemens Wien

Sekretariat:

Marika Scholz

Wissenschaftliche Mitarbeiter Hochspannungsgeräte:

Dipl.-Ing. Dirk Lehmann
Dipl.-Ing. Henryk Stürmer

Wissenschaftliche Mitarbeiter Optische Sensorik:

Dipl.-Ing. Holger Borowiak
Dipl.-Ing. (FH) Maik Honscha
Dipl.-Ing. (FH) Alexander Feige

Wissenschaftliche Mitarbeiter EMV:

Dipl.-Ing. Thomas Lange (bis 30.9.2005)
Dr.-Ing. Gunnar Löhning

Wissenschaftliche Mitarbeiter Netzanalyse:

Dr.-Ing. Klaus Pfeiffer
Dipl.-Ing. Stefan Fenske
Dipl.-Ing. Matthias Müller (bis 30.6.2005)
Dipl.-Ing. Stephan Schulz

Wissenschaftliche Mitarbeiter Dezentrale Energiesysteme

Dipl.-Ing. Georg Gjardy
Dipl.-Ing. (Wi.-Ing.) Thomas Woldt
Dipl.-Ing. Lars Roskoden

Technische Mitarbeiter:

Dipl.-Ing. (FH) Holger Häusler Laboringenieur
Dipl.-Ing. (FH) Lothar Kleinod Techniker (ab 01.10.2003)
Karl-Heinz Kleinschmidt Elektriker

Studentische und Wissenschaftliche Hilfskräfte

Marc Blaha
Andreas Bosch
Ronny Fritz
Stefan Fenske
Marco Groschke
Johannes Götzinger
Sebastian Harms
André Lehmann
Martin Ruge

Sebastian Schneider
Marcel Schneider
Kathleen Stornowski
Piotr Jaworski
Thomas Koch
Claudia Rössinger
Gilbert, Vogler
Nigels Downes

3. Lehre

3.1. Einbindung in das Studium

Die Lehrstühle Energieverteilung und Hochspannungstechnik, Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik sowie die Honorarprofessur Mittel- und Niederspannungstechnik sind in folgende deutschsprachige Studiengänge eingebunden:

- Wirtschaftsingenieurwesen (Diplom) / SR Energieversorgung
- Elektrotechnik (Diplom) / SR Energiesysteme und dezentrale Energieversorgung
- Elektrotechnik (Diplom) / SR Netzleittechnik mit Vertiefung in Energienetzen
- Elektrotechnik (Diplom) / SR Automatisierungstechnik und Antriebssysteme
- Elektrotechnik (BSc) / SR Elektrische Energietechnik
- Elektrotechnik (MSc) / SR Energiesysteme und dezentrale Energieversorgung
- Elektrotechnik (MSc) / SR Netzleittechnik mit Vertiefung in Energienetzen
- Elektrotechnik (MSc) / SR Automatisierungstechnik und Antriebssysteme

Das Akkreditierungsverfahren für die Bachelor- und Masterstudiengänge der Elektrotechnik sind bereits weit fortgeschritten. Im April 2006 wird mit einem positiven Ausgang des Verfahrens gerechnet. Bachelor- und Masterstudiengängen wurden mit dem Diplomstudiengang in Elektrotechnik so stark harmonisiert, dass diese praktisch deckungsgleich sind und damit ohne Mehrbelastung solange parallel betrieben werden können, bis andere Entscheidungen getroffen werden.

Parallel zum Aufbau der energietechnischen Lehrinhalte im neuen Bachelor und Master sowie der Anpassung der Diplomstudiengänge wurde ein englischsprachiger internationaler Master-Studiengang in „Electrical Power Engineering“ vorbereitet und zum Wintersemester 2005/06 erstmals gestartet. Der Master bietet einen Joint-Degree und wird in enger Kooperation der BTU Cottbus mit den Universitäten in Poznan, Graz, Wroclaw und Cardiff durchgeführt, die jeweils mindestens ein Semester in diesem Studiengang anbieten. Ferner wurden engere Beziehungen zu den Universitäten in Shanghai, Sao Paulo und Ostrava bzgl. dieses Studienganges geknüpft. Mit einer kleineren Gruppe eingeschriebener Studenten werden derzeit vor allem die organisatorischen Abläufe zwischen den Universitäten optimiert.

Darüber hinaus sind die Lehrstühle Energieverteilung und Hochspannungstechnik sowie Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik auch in den Wahlpflichtbereich des internationalen Studienganges Environmental Resource Management integriert.

3.2. Vorlesungen, Übungen, Praktika, Seminare

3.2.1. Wintersemester

LS Energieverteilung und Hochspannungstechnik

Grundzüge der elektrischen Energie- und Antriebstechnik 1

Studiengang Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieurwesen SR Energieversorgung
3. Semester – VL/UE 3 SWS

Die Studenten beherrschen nach dem Teil 1 die Grundkenntnisse zu Primärressourcen, Wandlung, Transport und Anwendung elektrischer Energie mit speziellem Blick auf Primärenergieverbrauch, Struktur und Technik des Kraftwerkparkes, Lastgänge, Speicherbarkeit, regenerative Einspeisungen, Übertragungs- und Verteilnetze, Endenergieverbrauch, elektrotechnisches Rechnen in dreiphasigen Netzen, Grundlagen energietechnischer Geräte und Anlagen

Schwarz, Lehmann

Hochspannungstechnik und Isolierstoffe

Studiengang Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieurwesen SR Energieversorgung
5. Semester - VL/UE 4 SWS

Die Studenten verfügen über vertiefte Kenntnisse in der Hochspannungstechnik sowie den Hochspannungsisolierstoffe und haben ein breites Verständnis für elektrische Felder und Durchschlagsvorgänge in technischen Isolierstoffen entwickelt mit speziellem Blick auf Elektrische Feldstärke, Raumladungen, Grenzflächen, Schichtdielektrika, Gasentladung, Durchschlagmechanismen in Gasen, Feststoffen und Flüssigkeiten, Herstellung und Materialparameter technischer Isoliergase, flüssige und feste Isolierstoffe

Schwarz, Lehmann

Planung von Energieübertragungsnetzen

Studiengang Elektrotechnik, 5. oder 7. Semester, Wirtschaftsingenieurwesen Energieversorgung - VL/UE
4SWS

Die Studenten verstehen die betriebstechnischen und planerischen Zusammenhänge in Energieübertragungsnetzen und können die entsprechenden Rechentechniken anwenden mit speziellem Blick auf Verbundnetz, Lastfluss, Längs- und Querregelung, Blindleistungsbereitstellung, FACTS, Oberschwingungen, Flicker, symmetrischer und asymmetrischer Kurzschluss, Sternpunktbehandlung, Erdung, Stabilität, Hochspannungs-Gleichstromübertragung, Bahnstromversorgung

Schwarz, Lehmann

Mittelspannungsnetze und Schaltanlagen I

Studiengang Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieurwesen SR Energieversorgung
Hauptstudium - VL 2SWS

Die Studenten beherrschen die Berechnungs- Planungs- und Betriebsgrundlagen von Mittel- und Niederspannungsnetzen, -anlagen und –geräten mit speziellem Blick auf Beanspruchungen von Betriebsmitteln und Schaltanlagen in der öffentlichen und industriellen Energieversorgung, Auslegungsberechnungen, Konzepte für den Selektivschutz, Personen- und Anlagensicherheit, Planungsgrundsätze, Projektbeispiele

G. Pfeiffer, Schwarz

Introduction in Electrical Power Systems

Joint Master Studiengang Electrical Power Engineering - VL 1 SWS

Students will get a basic understanding in electrical power engineering with special reflection on the situation during normal or fault operation with special reflection on basics in single phase and three phase systems, conventional power plants, generators, transformers, operation under normal and fault conditions, overvoltages

Die Veranstaltung ist als Einstiegsveranstaltung in diesem englischsprachigen Studiengang für die Studenten gedacht, die ihre energietechnischen Grundkenntnisse aus vorangegangenen Bachelorstudiengängen auffrischen wollen.

Schwarz

EMC in Electrical Power Systems

Joint Master Studiengang Electrical Power Engineering - VL/PR 1/2 SWS

Students will get a deeper understanding of possible interferences in power systems and will be able to design a EMC compatible layout in large scale power installations and systems with special respect to electromagnetic environment (high frequency impulse fields, lightning impulse overvoltages, switching impulses, low and medium frequency interferences), EMC design criteria (protection against direct lightning stroke, potential grounding, screening, overvoltage protection, filters), EMC system planning (zone concept, interface definition) EMC measuring and testing technique

Schwarz, Borowiak

Basics in Power Automation

Joint Master Studiengang Electrical Power Engineering
Studiengang Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieurwesen SR Energieversorgung
Hauptstudium - VL 2SWS

Students will get a basic understanding of protection systems in electrical power networks with special respect to electronic basics of protection engineering, requirements, algorithms, hard ware concepts, new technologies of protection devices

Lemmer, Schwarz

EU-East Expansion and Intercultural Competence

Joint Master Studiengang Electrical Power Engineering
Studiengang Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieurwesen SR Energieversorgung
Hauptstudium – SE/EX 2SWS

Die Studenten entwickeln in interkulturelles Verständnis für Osteuropa und erhalten durch die energietechnische Exkursion in Deutschland oder Polen einen breiten Einblick in die Arbeitswelt in beiden Ländern

Die Veranstaltungsreihe beginnt mit einem Seminar in englischer Sprache zu interkultureller Kompetenz (2 SWS) im Wintersemester. Zu Beginn des Sommersemesters findet ein Grundkurs (ca. 30 h) in polnischer Sprache statt. Im Sommersemester findet dann eine deutsch-polnische Studentensexkursion (Dauer 7 Tage) mit der Besichtigung technischer und kultureller Highlights in Polen oder Deutschland statt (Exkursionssprache ist englisch, deutsch, polnisch). Die Veranstaltung ist im Rahmen des fachübergreifenden Studiums anerkannt.

Schwarz, Borowiak

LS Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik

Technology for Decentralized Generation and Storage 1 (Generation and Storage)

Joint Master Studiengang Electrical Power Engineering - VL/UE 2/1 SWS

Students will get an overall understanding of technical solutions for decentralized power generation as well as energy storage with special respect to hydro power plants, biomass combustion, wind power plants, photovoltaic, solar thermal power plants, fuel cells, pumped hydropower, compressed air energy storage, battery storage

K. Pfeiffer, Schwarz

Technology for Decentralized Generation and Storage 2 (Grid Assets)

Joint Master Studiengang Electrical Power Engineering - VL/UE 2/1 SWS

Students will get a deeper understanding of the relevant solution for the integration of decentralized power generation systems into the electrical power grid with special respect to transformers, low-voltage- and medium-voltage cables, overhead lines, substations, low-voltage- and medium-voltage switchgears, circuit breakers

K. Pfeiffer, Schwarz

Environment for Decentralized Power Generation

Joint Master Studiengang Electrical Power Engineering - VL/UE 2/1 SWS

Students will get a first overview of the energy economic frame for the implementation of decentralized energy systems; barriers, drivers and concepts with special respect to energy economic aspects, consumption, resources, new energy scenarios and concepts; decentralized energy supply in developing, emerging and industrialized countries; liberalization in industrialized countries

Bitsch, Schwarz

Aspects of Grid Integration of Decentralized Power Generation 1 (Energy Mix, Optimisation)

Joint Master Studiengang Electrical Power Engineering - VL/UE 2/1 SWS

Students will get a basic understanding of the different aspects, concepts and solutions for energy system integration of relevant decentralized power generation in energy mix, operational optimization of decentralized energy systems

Relevant elements of decentralized energy systems, important operational characteristics, structures, integration concepts, requirements for necessary communication and distributed intelligence, introduction to decentralized energy management systems, modelling and simulation

Bitsch, Schwarz

Basics in Energy Information Systems

Joint Master Studiengang Electrical Power Engineering - VL 2 SWS

Students will get a first basic understanding of the structure- und process optimized information systems in the energy sector with special respect to structures and processes in the energy supply, information requirements, basic data and data exchange, data models, company wide integration, communication, automation, office integration, standard architecture, CIM-data model etc., functional moduls, architecture und workflow

Pohany, Schwarz

3.2.2. Sommersemester

LS Energieverteilung und Hochspannungstechnik

Hochspannungsgeräte und Schaltanlagen

Studiengang Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen SR Energieversorgung - VL/UE 4 SWS

Die Studenten verfügen über vertiefte Kenntnisse zu elektrischen Betriebsmittel und Schaltanlagen in Hochspannungsübertragungs- und –verteilnetzen mit speziellem Blick auf Transformatoren, Kabel, Freileitungen, Leistungs- und Trennschalter, Strom- und Spannungswandler, Ableiter, Schaltanlagenkonzepte für GIS und AIS, Blitzschutz, Erdung

Schwarz, Lehmann

Schutz von Energieübertragungsnetzen

Studiengang Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieurwesen SR Energieversorgung - VL/UE 4 SWS

Die Studenten verfügen über ein vertieftes Verständnis zum analogen und digitalen Schutz von Hochspannungsnetzen mit speziellem Blick auf Wandler, Überstromzeitschutz, Distanzschutz, Differentialschutz, Trafoschutz, Sammelschienen- und Anlagenschutz, Erdschlusschutz, digitale Schutzrelais, Schutzprüfung

Schwarz, Borowiak

Mittel- und Niederspannungstechnik II

Fortsetzung der VL Mittel- und Niederspannungstechnik I aus dem WS mit Inhalten zur Auswahl von Schaltgeräten, Mittel- und Niederspannungsschaltanlagen, Schutzmaßnahmen, Selektivschutz, Bemessung von Kabeln.

G. Pfeiffer, Schwarz

EU East Expansion and Intercultural Competence Teil 2

Fortsetzung der gleichnamigen Veranstaltung aus dem Wintersemester mit Durchführung der einwöchigen deutsch-polnischen Studentenkursion entweder in Polen oder Deutschland

Schwarz, Borowiak

Einführung in das Hochspannungslabor

Interessierten Studenten und Schülern wird eine 1-2 stündige Einführung mit kleineren Experimenten in die Hochspannungslabore der BTU gegeben. Weitere Informationen, Termine und Anmeldungen am LS Energieverteilung und Hochspannungstechnik, LG 3A.

Schwarz, Lehmann

Einführung in die elektrische Energieversorgung

Interessierten Studenten, die nicht Elektrotechnik oder WI-Ing-Energieversorgung studieren sowie Schülern wird eine ca. 3-4 stündige Einführung in die wesentlichen Zusammenhänge der elektrischen Energieversorgung gegeben. Das Seminar ist als Rechnerübung mit Vortragsteil aufgebaut. Weitere Informationen, Termine und Anmeldungen am LS EVH, LG 3A.

Schwarz, Lehmann

HV Measuring and Testing Technique

Joint Master Studiengang Electrical Power Engineering - VL/PR 2/2 SWS

Students will get a detailed knowledge in measuring and testing circuits and equipment with special respect to high voltage applications and will practise their knowledge in several high voltage lab experiments with special respect to AC, DC and impulse generators with Marx-generator or transformers, oscillating impulse generation, EMP- and cable generators, high current sources, resistive or capacitive dividers, response time, band width, earth capacitance, measuring cables, digital and analog oscilloscopes, rogowski-coils, hall-sensors, shunts, optical voltage and current sensors, dielectric measurements, partial discharge detection

Schwarz, Lehmann

Advanced Power Automation

Joint Master Studiengang Electrical Power Engineering - VL 2 SWS

Students will get a deeper understanding of power network protection systems and will be able to design own basic layouts with special respect to protection concepts, device engineering, settings, communication, requirements, algorithms, hard ware concepts, new technologies

Lemmer, Schwarz

LS Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik

Grid Operation with Decentralized Power Generation 1 (Network Planning)

Joint Master Studiengang Electrical Power Engineering - VL/UE 2/2 SWS

Students will get a deeper understanding of network operation and network calculation with special reflection on the integration of dispersed generation, especially to medium- and low-voltage grids with special respect to procedures of short-circuit calculation and power flow calculation, equivalent circuit diagrams, asymmetrical short-circuit currents, stresses to electrical equipment

K. Pfeiffer, Schwarz

Grid Operation with Decentralized Power Generation 2 (Network Protection)

Joint Master Studiengang Electrical Power Engineering - VL/UE 2/2 SWS

Students will get a deeper understanding of the interaction between analogue or digital protection systems, designed for a classical feeding situation and now faced with a large amount of dispersed generation, especially to the medium- and low-voltage grid with special respect to discriminating protective systems, determining of settings, selectivity characteristic, tripping characteristic, different kinds of tripping devices

K. Pfeiffer, Schwarz

Advanced Energy Information Systems

Joint Master Studiengang Electrical Power Engineering - VL 2 SWS

Students will get a more deeper knowledge in the structure- und process optimized information systems in the energy sector (Continuation of Lecture Basics in Information Systems) with special respect to Structures and processes in the energy supply, information requirements, basic data and data exchange, data models, company wide integration, communication, automation, office integration, standard architecture, CIM-data model etc., functional moduls, architecture und workflow (Continuation of Lecture Basics in Information Systems)

Pohany, Schwarz

Integrated Project in Grid Operation of Large Scale Virtual Power Plants

Joint Master Studiengang Electrical Power Engineering - SE 6 SWS

Students will get a complex understanding of the integration and operation of Large Scale Virtual RES/DG Power Plants with special respect to structures and characteristics of LSVPP, requirements of grid connection, necessary power automation / communication / information systems, operational aspects and opportunities with respect to energy market approach

Bitsch, K. Pfeiffer, Lemmer, Pohany, Bachmann

3.3. Studien- und Diplomarbeiten; Bachelor- und Masterarbeiten; Dissertationen

Studienarbeiten / Bachelor-Arbeiten, Master-Arbeiten

- Matthias Müller „Messverfahren zur Überwachung von MS-Schaltanlagen während der künstlichen Alterung in Anlehnung an die IEC 60932 R“
*betreut am Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik
durch Prof. H. Schwarz und Dipl.-Ing. D. Lehmann*

- Sven Arndt „Konzipierung einer netzgekoppelten Photovoltaikanlage für Lehr- und Forschungsaufgaben am Zentrum für Energieversorgung“
*betreut am LS Energieverteilung und Hochspannungstechnik
durch Prof. H. Schwarz und Dipl.-Ing. D. Lehmann*

- Ronny Richter „Untersuchung ausgewählter Einflussgrößen auf die Genauigkeit eines optischen Spannungswandlers“
*betreut am LS Energieverteilung und Hochspannungstechnik
durch Prof. H. Schwarz und Dipl.-Ing. H. Borowiak*

- Jens Schubert „Konzeptstudie zum Bau einer Impulsgleichspannungsquelle mit variabler Ausgangsleistung für eine Photoinjektor-Elektronenquelle“
*betreut am LS Energieverteilung und Hochspannungstechnik
durch Prof. H. Schwarz und Dipl.-Ing. D. Lehmann*

Diplomarbeiten

- Matthias Müller „Konzipierung der Leistungsabführung von Offshore – Windparks“
betreut am LS Energieverteilung und Hochspannungstechnik
- Maik Koch „Berechnung impulsförmiger elektromagnetischer Felder an einer EMV-Systemprüfanlage“
betreut am LS Energieverteilung und Hochspannungstechnik
- Sven Arndt „Grundsätzliche Aspekte bei der Zusammenschaltung von großen Verbundsystemen“
betreut am LS Energieverteilung und Hochspannungstechnik
- Stefan Fenske „Konzept zur Erhöhung der Übertragungsleistung bestehender Höchstspannungs-Freileitungsstraßen“
betreut am LS Energieverteilung und Hochspannungstechnik
- Maik Honscha „Optimierung eines optischen Spannungswandlers mit verteilt optischer Messung der elektrischen Feldstärke“
betreut am LS Energieverteilung und Hochspannungstechnik
- Jens Schubert „Untersuchung von Betriebseigenschaften statischer Umrichter zur Prüfung von Leistungstransformatoren“
betreut am LS Energieverteilung und Hochspannungstechnik
- Sven Wittek „Entwicklung von Ein- und Ausgabemodulen für eine Merging Unit und Prüfung der Funktion an einem Prototypen“
betreut am LS Energieverteilung und Hochspannungstechnik

Dissertationen

- Gunnar Löhning „Ein Beitrag zur Messung impulsförmiger elektromagnetischer Störfelder auf Schienenfahrzeugen“
betreut am Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik durch Prof. H. Schwarz
- Klaus Pfeiffer „Einsatzmöglichkeiten von resistiven hochtemperatur-supraleitenden Kurzschlussstrombegrenzern im Kraftwerkseigenbedarf“
betreut am Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik durch Prof. H. Schwarz

3.4. Projektarbeit mit Schülern

Holger Borowiak

Mit dem Max Steenbeck Gymnasium in Cottbus wurde für die Schüler dieser mathematisch-technisch orientierten Bildungseinrichtung eine Zusammenarbeit vereinbart. Eine Gruppe von Schülern absolviert einmal pro Monat einen Projekttag am Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik. Unter fachlicher Betreuung erhalten die Schüler Einblicke in die Thematiken der Erzeugung von Elektroenergie, ihrer Weiterleitung und die Energiepotentiale der Zukunft. Im Rahmen einer Führung durch das Informations- Kommunikations- und Medienzentrum (IKMZ) der BTU bestand für die Schüler außerdem die Möglichkeit eine sehr moderne Bibliothek und ihre Möglichkeiten kennen zu lernen. Die Tage an der BTU werden von den Schülern mit Ausarbeitungen zu den jeweiligen Themen vorbereitet. In Form von Kurzvorträgen tragen die Schüler halbjährlich eine Zusammenfassung ihrer Ausarbeitungen vor, die als Leistung bewertet wird.



Projekttag mit Schülern des M. Steenbeck Gymnasiums

Das aktuelle Projekt der Schüler ist der Entwurf und die Errichtung einer Photovoltaikanlage, mit der Messungen der Lichteinstrahlung über den Jahresverlauf getätigt werden sollen. Die selbständige Auswahl und Dimensionierung der Komponenten der Solaranlage durch die Schüler gehört ebenso dazu wie Praktikumsversuche an einem Wechselrichter. Mit umfangreichen Versuchen und der Aufnahme und Auswertung ausführlicher Messreihen wird so den Schülern das Thema Photovoltaik näher gebracht.

3.5. Exkursion

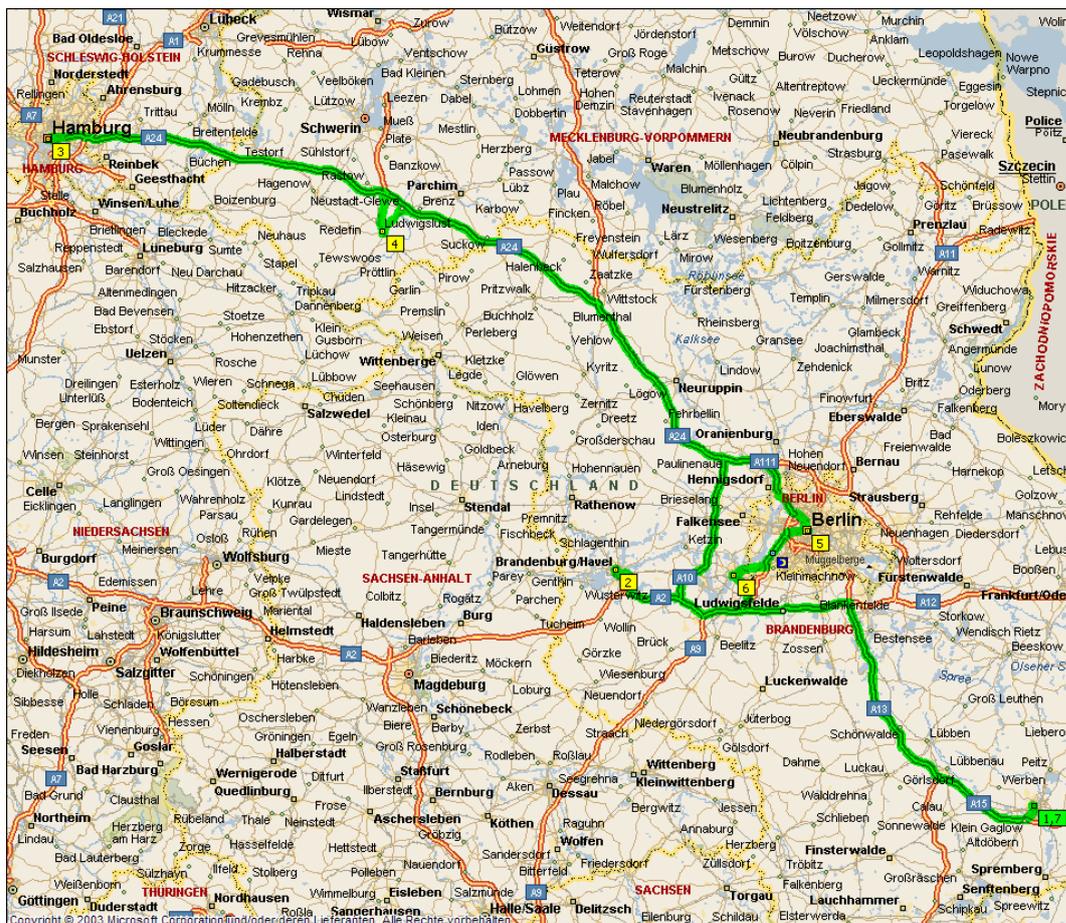
Deutsch / polnische Studenten-Exkursion

Der Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik der BTU-Cottbus und der entsprechende Lehrstuhl der Universität Wroclaw organisieren seit mehreren Jahren gemeinsame Exkursionen, bei denen energietechnisch interessante Unternehmen besucht werden. Es nehmen jeweils bis zu 50 Personen (Studenten, Professoren und Lehrstuhlmitarbeiter) daran teil. So fand in den Jahren 2004 und 2005 jeweils eine Exkursion in

Deutschland und in Polen statt. Die Exkursion 2004 in Polen führte nach Südpolen in die Beskiden und Krakau. In 2005 ging die Reise in Deutschland von Cottbus über Magdeburg bis Hamburg und über Berlin zurück. Es wurden jeweils Firmen besichtigt, die aus energie-technischer Sicht von besonderem Interesse waren. Das ganze wurde mit einer Reihe kultureller Highlights kombiniert, so dass beide Exkursionen ein voller Erfolg wurden.

Die Exkursion wurde durch den DAAD und über Sponsoring der besuchten Unternehmen finanziell unterstützt und soll auch in den kommenden Jahren stattfinden.

Die Exkursion stellt für die Studenten aus Cottbus die praktische Komponente des Faches: EU East Expansion and Intercultural Competence dar, in der die Exkursion fachlich vorbereitet wird. Außerdem wurde erstmalig vier Schülern des Max Steenbeck Gymnasiums in Cottbus die Teilnahme an der Exkursion ermöglicht.



Route der Exkursion

Im Laufe der einwöchigen Exkursion wurden beispielsweise der Tagebau Jänschwalde, Enercon in Magdeburg, die Werft Blohm & Voss in Hamburg, das Kernkraftwerk Brokdorf und das Siemens Schaltwerk in Berlin besucht. Ein Sponsoring durch den VDE, durch EON und durch Siemens ermöglichte die Verringerung der Teilnahmekosten für die Studenten.



Gruppenfoto der Teilnehmer

Die Exkursion durch Deutschland war sehr interessant und wurde von beiden Seiten als voller Erfolg bewertet.

4. Forschung

4.1. Schwerpunkte am ZEV

Die Forschung im Bereich der Energieverteilung und Hochspannungstechnik konzentriert sich in den letzten Jahren auf

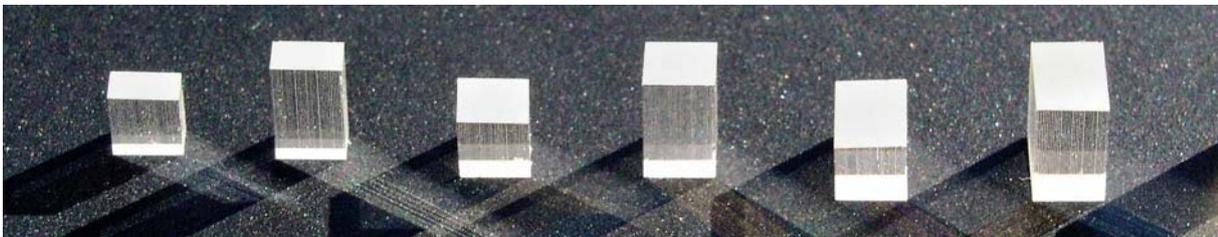
1. den Schwerpunkt „Optische Sensorik“, in dem neue Verfahren zur optischen Messung von hohen Spannungen bzw. hohen Strömen auf hohem Potential in der elektrischen Energietechnik erforscht, entwickelt und im Feldversuch an entsprechenden Versuchsmustern erprobt werden.
2. den Schwerpunkt „Elektromagnetische Verträglichkeit“, in dem ein Verfahren zur EMV-Störfestigkeit von Schienenfahrzeugen und großen Straßenfahrzeugen erforscht und in einer ersten Pilotanlage realisiert wurde, mit der bereits zwei Lokomotiven erfolgreich getestet wurden.
3. den Schwerpunkt „Kraftwerkseigenbedarfsnetze“, in dem zahlreiche Analysen und Konzeptstudien zur zukünftigen Ausgestaltung dieses Bereiches bei Kraftwerksneubauten durchgeführt werden.
4. Zusammen mit den Professuren Dezentrale Energiesysteme + Speichertechnik sowie Energiewirtschaft werden verstärkt Projekte in den Verteil- und Übertragungsnetzen unter dem speziellen Gesichtspunkt der Einspeisung regenerativer Energie durchgeführt.

4.2. Universitäre Projekte

4.2.1. Optische Messung von Blitzstoßspannung

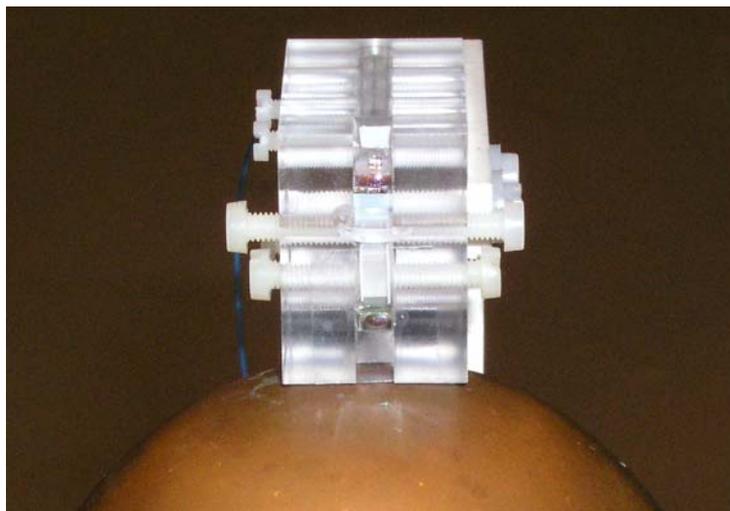
Holger Borowiak

Die optische Messung von Stoßspannungen verspricht, ebenso wie die teilweise schon in die Praxis umgesetzte optische Messung von Spannungen im Energieverteilungsnetz, Vorteile bezüglich der galvanischen Entkopplung von Hochspannung und Messspannung sowie Vorteile hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit. Prinzipbedingt durch einen nichtelektrischen optischen Sensoraufbau können starke elektromagnetische Felder, wie sie bei der Stoßspannungsprüfung von Betriebsmitteln auftreten, nicht das Ergebnis der Messung stören und möglicherweise verfälschen. Zur Messung wird ein Kristallmaterial verwendet, welches den Pockels-Effekt zeigt. Durch eine besondere Geometrie und einen speziellen Aufbau werden Resonanzerscheinungen in diesen Sensorkristallen weitestgehend unterbunden. Das Ergebnis dieser Entwicklung sind nachfolgend dargestellte Stacks aus Bismutgermanat (kurz BGO).



Stacks aus Bismutgermanat

Im Jahr 2005 wurden verschiedene Testanordnungen und Laborvarianten von optischen Stoßspannungssensoren entwickelt. Die optische Sensortechnik konnte dabei im Spannungsbereich von -700kV bis 650kV ohne die Hinzunahme eines Spannungsteilers getestet werden. Die bereitzustellende Bandbreite liegt bei 10 MHz.



Optisches Sensormodul über einer Kugelelektrode

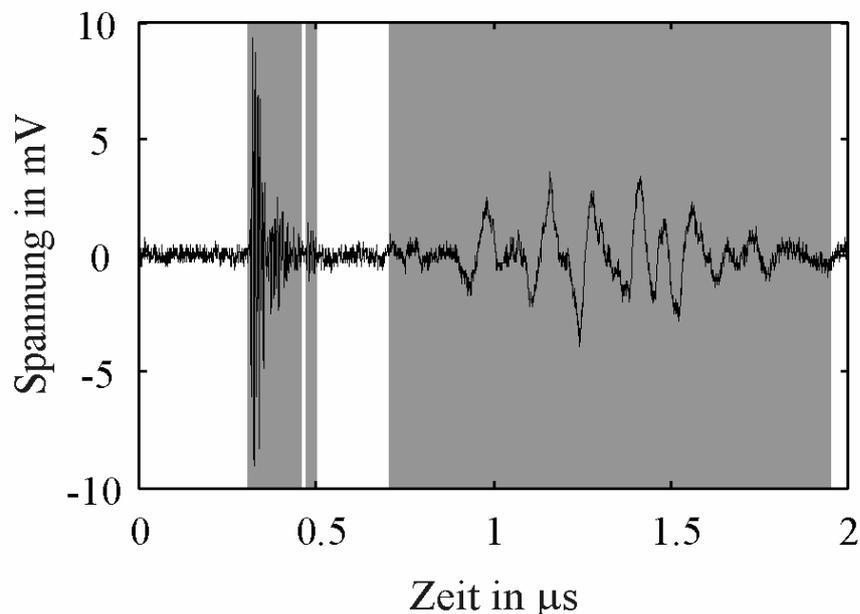
Bei den optischen Sensoren wird auf kompakten Aufbau großen Wert gelegt, so dass sich das entwickelte Sensormodul in verschiedene bereits existierende oder künftige Messumgebungen einfügen ließe.

4.2.2. Messung impulsförmiger Funkstörfelder auf Schienenfahrzeugen

Gunnar Löhning

Elektrische Schienenfahrzeuge sind räumlich ausgedehnte, bewegliche Systeme, die durch eine Vielzahl verteilter Funkstörquellen gekennzeichnet sind. Eine Analyse der für Schienenfahrzeuge typischen Funkstörquellen und der jeweiligen Störsignalcharakteristik verdeutlicht, dass insbesondere die von Schalt- und Entladungsvorgängen erzeugten Impulsfelder ein erhebliches Störpotential aufweisen. Die Messung dieser Störfelder kann mittels geeigneter Nahfeldsonden und eines digitalen Speicheroszilloskops direkt auf dem Fahrzeug erfolgen. Durch die Klassifikation der aufgezeichneten Störimpulse und eine anschließende statistische Auswertung wird es möglich, die Störaussendung der einzelnen Quellen zu beurteilen.

Ausgehend von der Charakteristik realer Messdaten wurde ein zweistufiges Signalerkennungssystem entwickelt, welches nach einer Trainingsphase die automatische Detektion und Klassifikation impulsförmiger Störsignale in den aufgezeichneten Messdaten vornimmt. Für die Impulsdetektion kommt dabei das Wavelet-Schwellwertverfahren unter Anwendung einer geeigneten Analysefilterbank zum Einsatz. Anschließend erfolgt die Klassifikation der Störsignale anhand ihrer charakteristischen Emissionsspektren mittels künstlicher neuronaler Netze.



*Markierung von Störimpulsen in aufgezeichneten Messdaten durch das Signalerkennungssystem:
links – Stromabnehmerstörungen, rechts - Wechselrichterstörung*

4.2.3. Marktorientierte Betriebsführung und Systemintegration großflächig verteilter dezentraler Erzeugungsanlagen mit besonderer Berücksichtigung der Windenergie

Georg Gjardy

Die bereits existierenden Elektroenergieversorgungssysteme werden aufgrund von Liberalisierung/Deregulierung, Umwelt- und Ressourcenschonung, dem Streben nach Effizienzsteigerung sowie neuer verfügbarer Technologien zunehmend durch erneuerbare Energiequellen und dezentrale Erzeugungen ergänzt. Neben dem Zubau von weiteren Windenergieanlagen wird zukünftig auch mit einer Vielzahl verteilter kleiner Kraft-Wärme-Kopplungen, Biomasse-Kraftwerke und PV-Anlagen in den Verteilnetzebenen zu rechnen sein.

In kleinerer Anzahl und mit vergleichsweise geringen Leistungen können derartige dezentrale Einspeisungen im Allgemeinen auch ohne größere Probleme in die jeweiligen Netzebenen eingebunden werden. In größeren Stückzahlen und mit größeren Einspeiseleistungen sowie zum Teil weit entfernt von den Last- bzw. Verbrauchsschwerpunkten installiert, führen der verstärkte Zubau und eine unkoordinierte Einspeisung von dezentralen Erzeugungseinheiten, insbesondere von Windenergieanlagen, zu verschiedenen technischen Problemen, die das Netz und seinen sicheren Betrieb gefährden können.

Das Ziel dieser Untersuchungen war es Lösungsansätze für eine zukünftige marktorientierte Betriebsführung und Systemintegration von dezentralen Erzeugungsanlagen aufzuzeigen und zu entwickeln. Aus einer gegenwärtig unkoordinierten Einspeisung wird somit eine planbare profilbasierte Erzeugung, wodurch der Strom aus verteilten dezentralen Erzeugungsanlagen überhaupt erst marktfähig wird und der energiewirtschaftliche Nutzen steigt. Eine eingehende Untersuchung eines möglichen Mix-Szenarios mit unterschiedlichen Akteuren und ausgewählten Betriebsführungsvarianten zeigt, wie eine zukünftige marktorientierte Betriebsführung dezentraler Erzeugungsanlagen prinzipiell umzusetzen ist und welche Randbedingungen zu einer möglichst hohen gesicherten Windenergieeinspeisung führen.

4.3. Industrieprojekte

4.3.1. Strombegrenzende Betriebsmittel im Eigenbedarf von Kraftwerken

Klaus Pfeiffer

Im Rahmen einer von Vattenfall Europe Generation AG & Co. KG initiierten und beauftragten Arbeit, bei der ebenfalls die Siemens AG technisch und finanziell eingebunden war, wurde der Einsatz eines strombegrenzenden Halbleiterschalters im 10-kV-Kraftwerkseigenbedarf untersucht. Die strombegrenzende Wirkung des Halbleiterschalters beruht auf seiner geringen Ausschaltzeit, so dass Kurzschlussströme weit vor Erreichen des unbegrenzten Stoßkurzschlussstromes unterbrochen werden.

Für eine einsträngige Versorgungsstruktur des Kraftwerkseigenbedarfes wurden Berechnungen mit dem Programm NETOMAC durchgeführt, um Kurzschlussstrom- und Spannungsverläufe für verschiedene Fehlerorte und -arten bei Variation des Einsatzortes des Halbleiterschalters zu erhalten. Der Halbleiterschalter selbst wurde als fertig programmiertes Makro von der Siemens AG zu Verfügung gestellt.

Wesentliche Ergebnisse der Berechnungen waren, dass

- die begrenzten Netzkurzschlussströme nur noch aus einem kurzen Stromimpuls bestehen, so dass ein Anfangs-Kurzschlusswechselstrom nicht mehr auftritt,
- der Gesamtkurzschlussstrom praktisch nur noch von den unbegrenzten Kurzschlussströmen der direkt gespeisten Asynchronmotoren bestimmt wird,
- durch das Schalten außerhalb der Stromnulldurchgänge Überspannungen auftreten, die den Einsatz von Ableitern erforderlich machen.

Der Einsatz von strombegrenzenden Halbleiterschaltern erfordert neue Schutzgeräte mit einem Algorithmus zur schnellen Fehlererfassung (sowie der Unterscheidung von Kurzschluss- und Anlaufströmen) und eine grundlegende Änderung der Schutzkonzeption für das Eigenbedarfsnetz.

Die Auswirkungen auf die veränderten Bedingungen für die Dimensionierung von Schaltanlagen und Betriebsmitteln wurden qualitativ untersucht.

Das Projekt wurde im Mai 2004 abgeschlossen.

4.3.2. Einsatz von resistiven HTSL-Strombegrenzern im Eigenbedarf von Vattenfall-Neubaukraftwerken

Klaus Pfeiffer

In Fortführung der Untersuchungen zum Einsatz von strombegrenzenden Betriebsmitteln im Kraftwerkseigenbedarf wurde die BTU Cottbus von Vattenfall Europe Generation AG & Co. KG beauftragt, die Einsatzmöglichkeiten von resistiven HTSL-Kurzschlussstrombegrenzern in den Spannungsebenen 10 kV, 0,69 kV und 0,40 kV des Kraftwerkseigenbedarfes für Kraftwerksblöcke mit Generatoren großer Bemessungsleistungen zu untersuchen. Innerhalb dieser Aufgabenstellung wurden folgende Zielstellungen verfolgt: Einerseits sollen die durch eine Kurzschlussstrombegrenzung deutlich reduzierten thermischen und dynamischen Beanspruchungen sowie Störlichtbogenbeanspruchungen zu Kosteneinsparungen bei der Dimensionierung von Schaltanlagen und Betriebsmitteln und zur Verbesserung des Personen- und Anlagenschutzes führen. Andererseits soll der Einsatz der bisherigen konventionellen Schutztechnik generell weiterhin möglich sein. Diese gegenläufigen Ziele werden besonders deutlich, da aus Sicht der Schutztechnikbedingungen große begrenzte Kurzschlussströme mit ausreichender Begrenzungsdauer zur Fehlerortselektierung erwünscht sind, aber aus der Sicht der Beanspruchungsreduzierung möglichst kleine begrenzte Kurzschlussströme erreicht werden sollen.

Ausgehend von den Anforderungen an die Kurzschlussstrombegrenzung wurden Begrenzungsparameter abgeleitet, die sich an der für Personen- und Anlagen zulässigen Lichtbogenenergie sowie am kleinsten Stehvermögen handelsüblicher Schaltanlagen und Betriebsmittel orientieren. Da die Schutztechnikbedingungen und der kritische Strom eine untere Grenze der Begrenzung setzen, ergaben sich Einschränkungen der Begrenzungsziele, hauptsächlich bei der Reduzierung der Lichtbogenenergie in Mittelspannungsschaltanlagen. Die Untersuchungen zeigten, dass die festgelegten Begrenzungsparameter den Einsatz von resistiven HTSL-Kurzschlussstrombegrenzern in Massivmaterialausführung erforderlich machen.

Die Einsparpotenziale bei der Dimensionierung von Schaltanlagen und Betriebsmitteln wurden herausgearbeitet, insbesondere sind in der Mittelspannungsebene große Kosteneinsparungen bei Schaltanlagen und Kabeln zu erwarten. Noch größere wirtschaftliche Effekte sind zu erwarten, wenn Schaltanlagen abgestimmt auf die Kurzschlussstrombe-

grenzung für die stark reduzierten dynamischen und thermischen Beanspruchungen und Störlichtbogenbeanspruchungen dimensioniert und gestaltet werden.

Ein wesentlicher Teil dieses Projektes beschäftigt sich mit den Auswirkungen auf die Schutzkonzeption. Es wurden Lösungsansätze gezeigt, die zusätzlich zum UMZ-Schutz eine Steuerungslogik vorsehen, die Selektivschutzaufgaben erledigt.

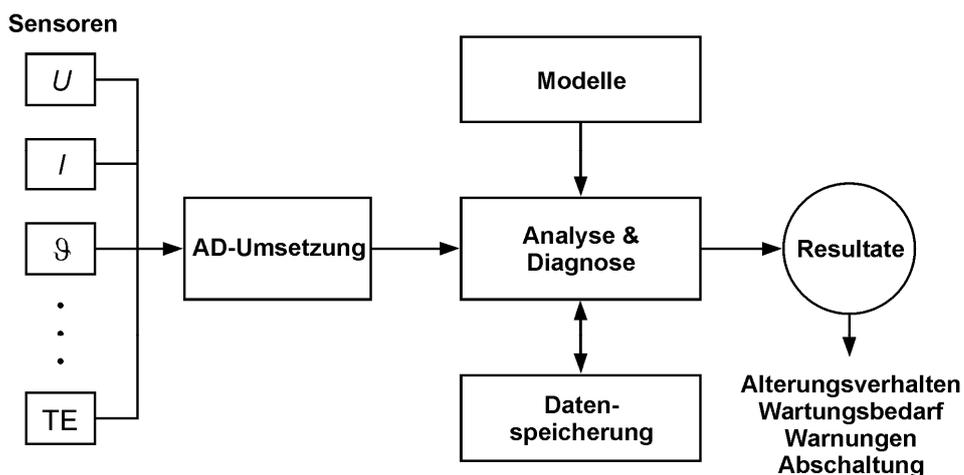
Die Bearbeitung dieses Projektes zeigte, dass die Kurzschlussstrombegrenzung als komplexe Aufgabe einer abgestimmten Anlagen- und Systemgestaltung behandelt werden muss.

Die Arbeiten sollen mit dem Ziel, Prototypen zu erproben, fortgesetzt werden.

4.3.3. Optimierung von Monitoringsystemen

Gunnar Löhning

Monitoringsysteme zur Ermittlung des Zustandes elektrotechnischer Betriebsmittel haben in den letzten Jahren aus technischen und wirtschaftlichen Gründen eine erhebliche Bedeutung erlangt. Als Monitoring bezeichnet man dabei die kontinuierliche Überwachung wichtiger funktions- und lebensdauerbestimmender Parameter von Betriebsmitteln unabhängig von ihren Schutzeinrichtungen.



Grundsätzlicher Aufbau eines Monitoringsystems

Im Rahmen eines Drittmittelprojektes sollen Kriterien zur Optimierung von Monitoringsystemen für elektrische Komponenten des Kraftwerkseigenbedarfs und für Maschinentransformatoren erarbeitet werden. Zielstellung ist eine effektive Nutzung von Monitoringsystemen für die Betriebsführung und die Instandhaltung.

In einem ersten Schritt erfolgte dazu eine Analyse der am Markt befindlichen Monitoringsysteme für Öltransformatoren sowie für Mittel- und Niederspannungsschaltanlagen und der jeweils angebotenen Funktionalitäten. Darauf aufbauend sollen die für den Kraftwerksbetrieb relevanten Messungen und Meldungen festgelegt werden. Anschließend ist die Erarbeitung eines Konzepts für Übertragung, Auswertung, Speicherung und Bewertung der überwachten Größen für den weiteren Betrieb vorgesehen.

4.3.4. Optimierung des elektrischen Eigenbedarfes und von Kabelanlagen

Stefan Fenske, Klaus Pfeiffer

Im Auftrag von Vattenfall Europe Generation AG & Co. KG und in Zusammenarbeit mit Vattenfall Europe PowerConsult GmbH werden in der ersten Etappe Kurzschluss- und Lastflussberechnungen für eine vorgegebene Kraftwerkseigenbedarfsstruktur mit den Spannungsebenen 10 kV, 690 V und 400 V durchgeführt.

Mit Hilfe der Netzberechnungssoftware PowerFactory werden die maximalen Kurzschlussströme (zur Auswahl und Dimensionierung der Betriebsmittel und Schaltanlagen) und die minimalen Kurzschlussströme (zur Ermittlung der Schutzeinstellwerte) sowie die Lastflüsse ermittelt. Um die jeweils kritischen Fälle zu erfassen, sind eine Reihe von Varianten zu untersuchen, die sich durch die Einspeisemöglichkeiten (Generator plus Übertragungsnetz, nur Übertragungsnetz oder nur Fremdnetz) und die auftretenden Schaltzustände unterscheiden.

Weiterhin ist vorgesehen, die Auswahl von Niederspannungskabeln zu optimieren. Dazu werden zusätzlich zu den bekannten Auswahlkriterien die Abnehmercharakteristiken, Schaltgerätearten und Selektivitätsanforderungen berücksichtigt.

Bei mehreren parallelen Drehstromsystemen, die aus Einleiterkabeln gebildet werden, wird die Nullreaktanz durch die räumliche Anordnung der PEN-Leiter maßgeblich bestimmt. Da das Verhältnis Null- zu Mitreaktanz wesentlich größer als üblich werden kann, sind spezielle Berechnungen erforderlich.

4.3.5. Korrosion im Erdboden verlegter metallischer Anlagen durch Streustromeinflüsse

Lothar Kleinod, Henryk Stürmer

Aufgrund der elektrochemischen Spannungsreihe treten in einer Elektrolytlösung an zwei unterschiedlichen Metallen Potenzi­alspannungen auf, die einen Strom treiben. Die Potenzi­alspannungen werden zur Referenz gegenüber einer Wasserstoffelektrode gemessen. An der unedleren Elektrode tritt ein Strom aus, der, nach dem Faradayschen Gesetz, einen Materialabtrag an dieser Elektrode hervorruft. Im Erdboden eingebaute metallische Anlagen, z.B. metallische Rohrleitungen, sind durch diese elektrochemischen Prozesse stark korrosionsgefährdet.

Beispielsweise beträgt das Potenzial von Zink gegenüber einer Wasserstoffelektrode -0,76 Volt und das Potenzial von Eisen -0,44 Volt. Das heißt, befinden sich beide Metalle in einer Elektrolytlösung, so wird sich eine Spannung von 0,32 Volt einstellen und ein elektrischer Strom von Zinkelektrode zur positiveren Eisenelektrode fließen. Dabei wird die Zinkelektrode korrodieren und nach dem Faradayschen Gesetz an Masse verlieren.

Ursachen elektrochemische Korrosion metallischer Anlagen im Elektrolyten Erdboden:

- Aufgrund der auftretenden Spannungsdifferenzen an einer metallischen Rohrleitung, die durch unterschiedliche Bodenarten gelegt wurde, treten durch Gleichstromaustritt an Fehlstellen der Korrosionsschutzisolation der Rohrleitung im unbelüfteten Boden Korrosionsschäden auf (Belüftungskorrosion).

- Auch ist in der Nähe von Stahlbetonbauwerken durch das höhere Potenzial von Stahlbeton gegenüber im Erdboden verlegter Stahlrohrleitungen mit Korrosion an den Stromaustrittstellen der Rohrleitung zu rechnen (Korrosion durch Elementbildung).
- Über das Erdreich abfließende künstlich verursachte Gleichströme, z.B. Rückströme aus Gleichstrombahnanlagen, tragen ebenfalls zu einer hohen Korrosionsgefahr im Erdboden verlegter metallischer Anlagen bei

Die Untersuchung der Streustromsituation in einem komplexen Industriegebiet (Großkraftwerk) mit Gleichstrombahnanlagen nach langjähriger Nutzung ist Bestandteil eines Industrieprojektes des Energieressourcen Instituts e.V. (seit Mai 2004 Zentrum für Energietechnologie Brandenburg CEBra e.V.) in Zusammenarbeit mit der BTU Cottbus. Darin werden Korrosionsschäden analysiert und Veränderungen der Gefährdungs- und Schutzbereiche gegenüberstellend erfasst.

Die Streustrommessungen im Jahr 2005 erfolgten über das gesamte Kraftwerksgelände verteilt an ausgewählten Messpunkten mit CU/CUSO₄-Feststoffelektroden und Digitalvoltmeter. An besonderen Messpunkten wurden zeitliche Aufzeichnungen zur Beobachtung der Auswirkungen des Bahnbetriebes auf die Streustromausbreitung mit einem Transientenrecorder vorgenommen. Bei einem Vergleich der Messergebnisse mit Messwerten bis zu 20 Jahren zurückliegenden Messungen wurden Rückschlüsse auf die Veränderung der Streustromeintrittsgebiete und Streustromaustrittsgebiete (Gefährdungsgebiete) gezogen.

4.3.6. Statistische Untersuchungen bei Vereisungsprüfungen an Mittelspannungsschaltgeräten

Holger Häusler, Lothar Kleinod

Elektrische Freiluftschaltanlagen müssen unter winterlichen Bedingungen besonderen Anforderungen der Zuverlässigkeit bei Schalthandlungen genügen. Zunehmend prüfen die Hersteller solcher Anlagenteile ihre Produkte daher bereits während der Produktentwicklung unter Eisbelastung. Die Klimakammer des CEBra e.V. an der BTU Cottbus, Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik bietet dazu ideale Voraussetzungen. Im Mai 2005 wurden, zusammen mit einem renommierten Schaltgerätehersteller, Untersuchungen zum erforderlichen Drehmoment an Koppelgetrieben für Mittelspannungsschaltanlagen bei 20mm- Klareisbeschichtung durchgeführt. Um eine statistische Aussage zu treffen wurden gleichzeitig drei baugleiche Koppelgetriebe untersucht.

4.3.7. Erwärmungsversuche mit Hochstrom

Holger Häusler, Lothar Kleinod

Entwicklungen in der Mittelspannungstechnik führen neben anderen Gesichtspunkten zu immer kompakteren und leistungsfähigeren Schaltgeräten. Dabei werden insbesondere die Kontaktsysteme in ihrer Größe durch Verwendung neuer Isolierstrecken und Kontaktwerkstoffe optimiert. Zur Untersuchung der Stromtragfähigkeit dieser neuen Verbindungen bietet die 10 kA-Hochstromanlage des CEBra e.V. an der BTU Cottbus, Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik ideale Voraussetzungen. Zusammen mit einem großen Hersteller von Mittelspannungsschaltgeräten wurde im Dezember 2005 Untersu-

chungen mit bis zu 8000 A Dauerstrom über Zeitraum von bis zu 10 Stunden an einem Mittelspannungskontaktsystem durchgeführt. Dabei wurde an über 40 Punkten die Erwärmung des Kontaktsystems gemessen.

4.3.8. Hochfrequente Netzspannungsanalyse

Lothar Kleinod

Die Anforderungen an die Spannungsqualität des elektrischen Netzes haben im medizinischen Bereich mit besonders sensibler Technik eine besondere Bedeutung. Zusammen mit einem sächsischen Elektro-Installationsbetrieb für medizinische Anlagen wurden im September 2005 an einem Anschlusspunkt für einen Magnet-Resonanz-Tomograph (MRT) in einer Universitätsklinik dreiphasige, hochfrequente Netzspannungsanalysen bis zur 600. Harmonischen der Spannung durchgeführt. Es wurden vier Messungen mit einer Messdauer von jeweils 10 Minuten verteilt über den Zeitraum von 2 Stunden aufgenommen. Die umfangreichen Messdaten wurden am Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik der BTU Cottbus für den Auftraggeber graphisch aufbereitet. Durch die Messungen wurde nachgewiesen, dass die hohen Anforderungen des Herstellers des MRT an die Netzspannung am Anschlusspunkt gewährleistet sind.

4.3.9. Netzspannungsanalyse in Großkraftwerken

Lothar Kleinod

Eine Vielzahl leistungselektronischer Antriebe bestimmt heute die Spannungsqualität des elektrischen Eigenbedarfs in Großkraftwerken. In den vergangenen Jahren habe umfangreiche Untersuchungen der Spannungsqualität im elektrischen Eigenbedarf von Großkraftwerken dazu geführt, dass Maßnahmen zur Kompensation der Netzurückwirkungen von leistungselektronischen Antrieben mit passiven und aktiven Filtern getroffen wurden. Durch Nachweismessungen in den Jahren 2004 und 2005 wurde die Wirksamkeit der Kompensationsmaßnahmen beurteilt.

4.3.10. Tieftemperaturuntersuchungen an einem Hochspannungsleistungsschalter

Holger Häusler, Lothar Kleinod

Der Einsatz von gasisolierten Hochspannungsschaltgeräten in den sehr kalten Regionen Kanadas oder Russlands erhöht die Anforderungen für Untersuchungen im Tieftemperaturbereich während der Geräteentwicklung. Das eingesetzte Isoliergas darf sich selbst bei minus 50°C nicht verflüssigen. Aus diesem Grund werden zusätzlich Heizungen in die Schaltgeräte eingebaut. Die Wirksamkeit der Heizungen lässt sich mit Tieftemperaturversuchen in der Klimakammer des CEBra an der BTU Cottbus, Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik nachweisen. Diese Versuche stellen aufgrund der zusätzlichen Wärmeleistung des Prüflings besonders hohe Anforderungen an die Klimakammer. Da die Kundenanforderungen in der Zukunft jedoch bei minus 60°C liegen werden, ist im Jahr 2006 ist eine Erweiterung der Klimakammer auf den Temperaturbereich bis minus 65°C bei einer zusätzlichen Wärmeabführung von 10kW vorgesehen.

4.3.11. Entwicklung einer ökoeffizienten Reinigungstechnologie für die Instandhaltung spannungsführender Anlagen

Auszüge aus dem Abschlußbericht

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik, der BTU Cottbus, der RWE Eurotest GmbH, der VDI/VDE-Technologiezentrum Informationstechnik GmbH und weiteren Projektpartnern aus der Industrie ist im Jahr 2003 mit der Entwicklung eines Verfahrens zur Reinigung unter Spannung stehender elektrischer Anlagen mit Trockeneis begonnen worden.

Für die elektrotechnische Überprüfung des Gesamtsystems wurden Prüfstandards und Methoden erarbeitet. In Anlehnung an die DIN VDE 0681 T1 : 1986 zur elektrischen Prüfung des Prototyps der Trockeneisstrahlanlage auf Ableitstrom, Isoliervermögen und Überbrückungssicherheit wurden am Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik der BTU Cottbus Prüfstände aufgebaut. Die Prüfungen erfolgten in der Klimakammer des Zentrums für Energietechnologie Brandenburg (CEBra). Sämtliche Prüfungen wurden vom vorliegenden System bestanden. Durch die Messungen konnten die Einsatzgrenzen des Verfahrens und Gefährdungspotenziale definiert werden.

In Feldversuchen in einer Mittelspannungsschaltstation auf dem Gelände des Kraftwerks Schwarze Pumpe konnte die Praxistauglichkeit des Systems nachgewiesen werden. In Vergleichsuntersuchungen mit der Trocken- und Feuchtreinigung konnte gezeigt werden, dass mit der neuen Technologie deutliche Vorteile in Bezug auf Reinigungsleistung und beherrschbare Verschmutzungsgrade erreicht werden.

Die Düsenteknik wurde auf die umfangreiche Materialpalette elektrischer Anlagen angepasst, so dass eine schädigungsfreie Reinigung sämtlicher Oberflächen ermöglicht wurde. Für die Reinigung Sicht abgewandter Flächen wurden Düsen mit einem Strahlwinkel von 90° und 135° realisiert.

Das Projekt ist im November 2005 erfolgreich abgeschlossen worden. Es ist gelungen, ein Reinigungsset, mit dem eine konventionelle, am Markt verfügbare Trockeneisstrahlanlage für die Reinigung spannungsführender Anlagen bis 30 kV Nennspannung eingesetzt werden kann, prototypisch aufzubauen.

4.3.12. Alterungsuntersuchung an Generatorstäben

Henryk Stürmer

Die Diagnose des Isolationssystems elektrischer Maschinen hat durch steigenden Kostendruck speziell auch für Generatoren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Mittels diagnostischer Untersuchungen sollen bei hoher Betriebssicherheit die Lebensdauerkosten so weit wie möglich reduziert werden. Es soll gleichzeitig eine Entscheidungsgrundlage für eine optimale Reinvestitionsplanung geschaffen werden. Für eine zustandsorientierte Instandhaltung ist die frühzeitige Erfassung von Alterungs- und Schädigungsprozessen Voraussetzung.

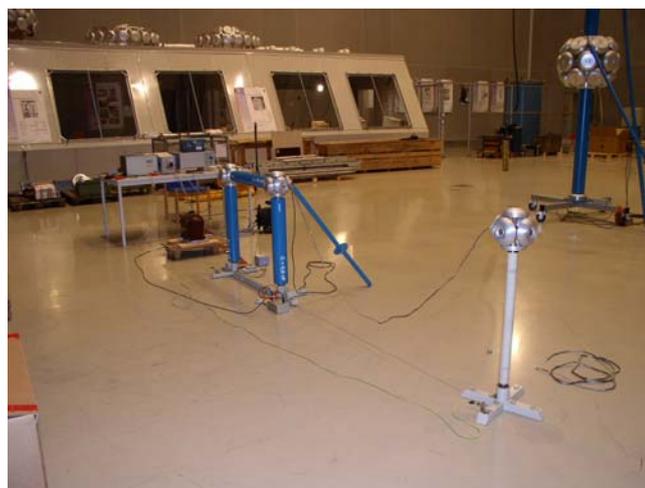
Die Beurteilung der Diagnosedaten erfordert vor allem beim Generator die Berücksichtigung zahlreicher Einflussfaktoren. Unterschiede bestehen beim Aufbau, den Produktions- und Betriebsbedingungen, im Isolationssystem und in den Wechselwirkungen der einzelnen Betriebsbeanspruchungen.

Im Projekt wurden Generatorstäbe eines ca. 25 Jahre in Betrieb gewesenen Generators sowie unbenutzte, gelagerte Generatorstäbe aus einem Kraftwerk hinsichtlich ihres Alterungszustandes untersucht. Die Untersuchungen erfolgten in einem Kraftwerk sowie im Labor in der Hochspannungshalle der BTU Cottbus.

Für eine offline-Diagnose gibt es verschieden Untersuchungsmöglichkeiten.

Visuelle Kontrolle	Visuelle Kontrolle des Isolationssystems durch einen erfahrenen Experten
Verlustfaktormessung Lade-/Entladestrommessung	beruhen auf Leitungs- und Polarisationsprozessen im Dielektrikum, Anregung im Zeit- oder Frequenzbereich, die Antwort des Isoliersystems ändert sich mit der Alterung
TE-Messung	Erfassung lokaler Isolationsdefekte, Darstellung von TE-Mustern, Beurteilung des Gefahrenpotentials nur über vergleichende Analyse mittels Trenddaten
Isolations-/Leckstrommessung bei hoher DC-Spannung	

Zur Untersuchung wurden ganze Generatorstäbe genutzt und auch Proben hergestellt. Diese wurden neben den Prüfungen auch einer künstlichen Alterung (thermisch) in der Klimatrube unterzogen. Es wurden verschiedene Temperaturzyklen durchgeführt.



Versuchsaufbau in der Hochspannungshalle der BTU Cottbus

Im Ergebnis der Untersuchung konnten der Alterungszustand und die Restlebensdauer der Generatorstäbe abgeschätzt werden. Dadurch konnte eine Entscheidung über die weitere Behandlung der Generatorstäbe gefällt werden. Es wurden weiterhin Empfehlungen für den weiteren Betrieb gegeben, auch bezüglich weiterer Maschinen.

4.3.13. Untersuchung verölter Generatorstäbe

Henryk Stürmer

In die Isolierung von verschiedenen Generatorstäben ist während des Betriebes Maschinenöl eingetreten. Da die Generatorstäbe weiterhin in Betrieb bleiben sollen, ist zu untersuchen, welchen Einfluss das Öl auf die langfristige Funktionsfähigkeit der Isolierung hat sowie die Möglichkeit des Aufbringens von neuem Glimmschutz auf die Isolierung.

Zunächst wurden die Herstellungsverfahren Resin Rich (RR) und Vacuum Pressure Impregnation (VPI) dargestellt. Weiterhin wurden Aspekte zur Ölalterung und Ölverunreinigung erarbeitet. Zur Analyse des Öles wurden labortechnische Analysemöglichkeiten wie analytische Ferrografie, Farbzahl oder Neutralisationszahl beschrieben.

Im Weiteren wird der Einfluss des Öles auf die Isolierung beschrieben. Es erfolgt eine Untersuchung der zwei Perspektiven Entfernung des Öles aus der Isolierung bzw. Weiterbetrieb mit verölten Generatorstäben mit Aufbringen von Glimmschutz auf die verölte Oberfläche.

4.3.14. Faseroptische Temperaturmessung an einem Großtransformator

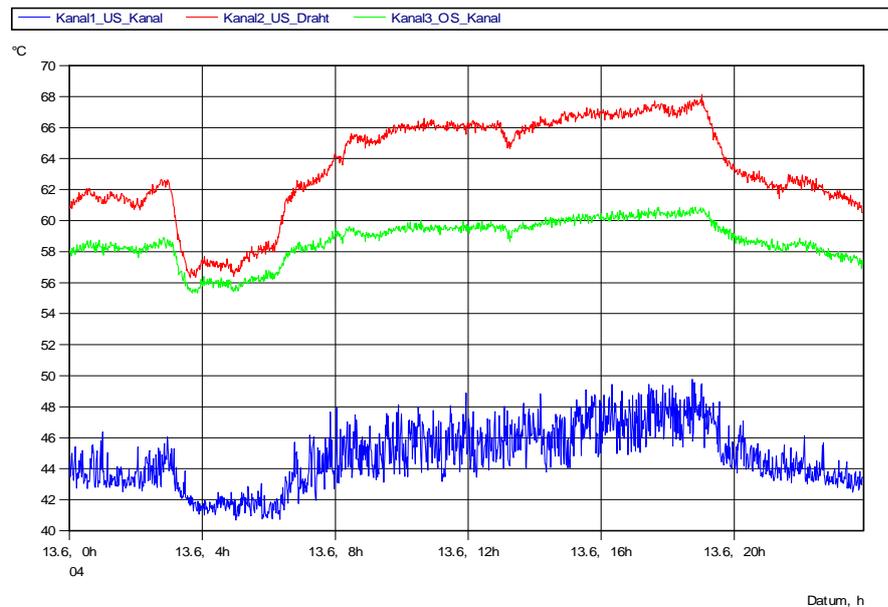
Henryk Stürmer

Über einen Zeitraum von 12 Monaten erfolgte eine faseroptische Wicklungstemperaturmessung an einem Maschinentransformator im Kraftwerk. Es wurde an drei Stellen kontinuierlich die Wicklungstemperatur aufgezeichnet. Diese wurde mit den bereitgestellten Wartendaten grafisch dargestellt und ausgewertet.

Lage der Messpunkte in der Phase W:

- US-Wicklung oben, im Kanal
- US-Wicklung oben, am Wickeldraht
- OS-Wicklung oben, im Kanal

Die Heißpunkttemperatur wurde nach DIN VDE 0532 berechnet und mit den gemessenen Temperaturwerten verglichen. Die thermische Alterung des Transformators über den Versuchszeitraum wurde mittels der berechneten Alterungsrate sowie dem Gesetz von Montsinger bestimmt.



Temperaturverlauf der drei Messpunkte über 24 Stunden

4.3.15. Simulation von besonderen Schalfällen im sekundären Verteilungsnetz

Henryk Stürmer, Klaus Pfeiffer

Im Projekt wurde das mögliche Auftreten von Überspannungen beim Schalten im sekundären Verteilungsnetz der Mittelspannung untersucht. Für die rechentechnische Untersuchung wurde die Programme PSPICE und ATP verwendet.

Nach einer Literaturrecherche wurde weiterhin eine Unternehmensbefragung zum Informationsgewinn bezüglich Problemen mit Überspannungen durch Schaltvorgänge im realen Netzbetrieb durchgeführt. So wurden praxisrelevante Fälle ausgearbeitet. Schaltversuche wurden mittels PSPICE und ATP nachgebildet. Zur weiteren Untersuchung wurde eine beispielhafte Konfiguration gewählt. Es erfolgte die Nachbildung ein- und dreiphasige Betriebsfälle mittels ATP. Durch eine Parametervariation konnte der Einfluss verschiedener Parameter untersucht werden.

4.3.16. Studie zu supraleitenden Betriebsmitteln

Henryk Stürmer

Es wurde eine Zusammenfassung über die Möglichkeiten des Einsatzes von supraleitenden Betriebsmitteln in der Energietechnik erarbeitet.

Der Einsatz der Supraleitung in der Energietechnik ist hauptsächlich auf drei Kategorien von Vorteilen zurückzuführen.

- Es gibt sehr geringe elektrische Verluste, welche hohe Gesamtwirkungsgrade ermöglichen.
- Die hohe Leistungsdichte führt zu reduzierten Volumina und Gewichten der Systeme.
- Es gibt die Möglichkeit, völlig neuartige Systeme, wie z.B. supraleitende

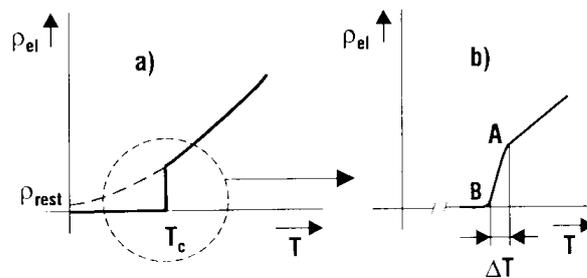
magnetische Energiespeicher einzusetzen.

Problematisch steht diesen Vorteilen das Problem gegenüber, dass dies eine komplexe und kühltechnisch aufwendige Technologie ist. Es sind zum Erzielen der erforderlichen Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit erhebliche Anstrengungen nötig. Dies schlägt sich in hohen Kosten für die Anlagen nieder. Dadurch ist der Einsatz der Supraleitung nur in bestimmten Bereichen und bei gewissen Anlagengrößen ökonomisch sinnvoll.

Das Anwendungspotential erhöht sich stark, wenn es möglich ist, Supraleiter bei Betriebstemperaturen ab 77K einzusetzen.

In der einleitenden Darstellung zu den Grundlagen der Supraleitung wurden

- der Verlauf des spezifischen elektrischen Widerstandes von Metallen in Abhängigkeit von der Temperatur bei tiefen Temperaturen,
- der Meissner-Ochsenfeld-Effekt,
- die kritischen Größen Temperatur, Stromdichte und Induktion,
- die Kriterien für technische Supraleiter und
- verschiedene Hochtemperatur-Supraleiter (HTSL) dargestellt.



*Verlauf des spezifischen elektrischen Widerstandes metallischer Leiter
gestrichelt: normaler Leiter, durchgezogene Linie: Supraleiter*

Als Anwendungen der Supraleitung in der Energietechnik wurden betrachtet:

- elektrische Maschinen
- Energieübertragungskabel
- Strombegrenzer
- Energiespeicher
- Transformatoren
- Generatoren

Weiterhin wurden ökonomische Betrachtungen sowie der technische Einsatz der Anwendungen gezeigt.

4.3.17. Entwicklung und Bau eines passiv optischen Stromwandlers

Maik Honscha, Alexander Feige

Bei den optischen Stromwandlern handelt es sich um neuartige elektrische Betriebsmittel, die zukünftig in den Hochspannungsnetzen zur Messung hoher Ströme eingesetzt werden sollen.

Gegenüber den konventionellen Stromwandlern besitzen sie den entscheidenden Vorteil, dass sich zwischen der Hochspannung und den Sekundärmeßgeräten nur eine optische Verbindung besteht. Im Gegensatz zu früher können damit Überspannungen, wie sie z.B. bei Blitzeinschlägen auftreten, nur noch in sehr geringem Maße die Messseite beeinflussen.

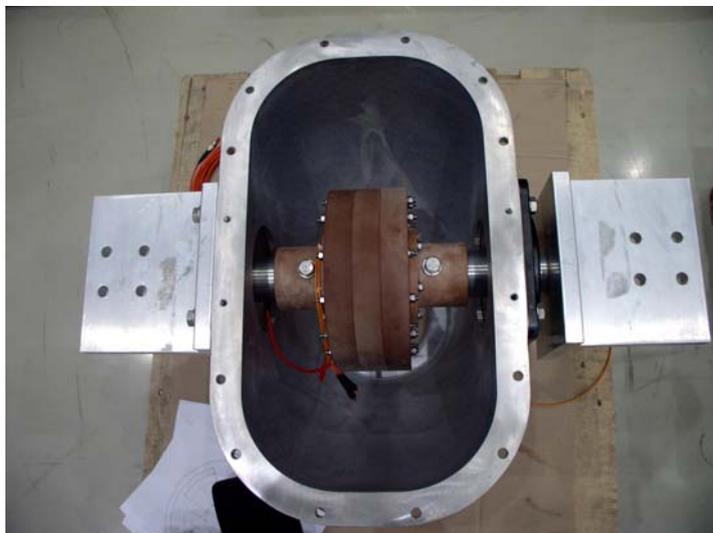
Im Rahmen eines Projektes „Unterstützung der Markteinführung neuartiger Strom- und Spannungswandler auf dem polnischen und deutschen Markt“ wurde parallel ein passiv optischer Stromwandler entwickelt und auf seine Tauglichkeit für den Praxiseinsatz getestet.

Hierzu wurden verschiedene Tests mit dem passiv optischen Stromwandler durchgeführt.

Das Optische Design für den passiv optischen Stromwandler wurde entwickelt. Dazu wurde die existierende Optik den neuen Erfordernissen angepasst. Hierzu gehören vor allem die Entwicklung der optischen Komponenten (Kollimatoren, Ankopplung von Lichtwellenleitern) sowie die werkstofftechnische und mechanische Auslegung des Sensorkopfes des passiv optischen Stromwandlers.

Im Rahmen der Untersuchungen zur Linearität und zum Dynamikverhalten des passiv optischen Stromwandlers wurden durch die Optimierung folgende Ergebnisse erreicht.

Der Dynamikbereich des passiv optischen Stromwandlers wurde von 1,2 kA auf 10 kA erhöht. Somit konnte die Funktion des passiv optischen Stromwandlers als Messwandler auf die Funktion als Schutzwandler (5P15) erweitert werden. Der Linearitätsfehler im Schutzbereich beträgt 5 %. Beim Messbereich von 50A bis 1,5 kA des passiv optischen Stromwandlers beträgt der Linearitätsfehler gleich 0,5%.



passiv optischer Stromwandler eingebaut für den Einsatz im Netz

Nach der Optimierung der Optik und der Linearität des passiv optischen Stromwandlers wurde anschließend das Temperaturverhalten untersucht. Hierzu wurden mehrere Temperaturfahrten in der Klimakammer durchgeführt. Der auftretende Fehler im Temperaturbereich von -20°C bis 40°C betrug hierbei $\pm 0,5\%$.

Eine weitere Aufgabe war es, den hohen Dynamikbereich für den Mess- und Schutzbereich des Stromwandlers zu realisieren. Hierzu wurde der Mess- und Schutzbereich optisch getrennt. Somit war es möglich, den Signal-Rausch-Abstand (SNR) der Messbereiche zu optimieren und den Messfehler zu verringern. Dabei spielte die Elektronik bei der Aufbereitung der Signale eine wesentliche Rolle. Hierzu wurden verschiedene Filter der Analog- und Digitaltechnik am Rechner simuliert und praktisch realisiert.

Die Entwicklungsarbeiten wurden durch drei Schüler des Steenbeck-Gymnasiums Cottbus unterstützt. Dabei wurde der passiv optische Stromwandler auf verschiedenen Messen, z.B. bei der internationalen Jugendmesse (ESE 2004) in Dresden, sowie beim Bundeswettbewerb „Jugend forscht“ in Dortmund (2. Platz) ausgestellt.

5. Prüf- und Messeinrichtungen

5.1. Räumlichkeiten

Die große Hochspannungshalle besitzt Achsmaße von 30 x 24 x 15 m (LxBxH). Die Zufahrt erfolgt über ein Tor 4,0 x 4,2 m (BxH), wobei die Torschwelle für eine Achslast von 15 t ausgelegt ist. In der Halle beträgt die zulässige Flächenpressung 10 t/m². Lasten bis 8 t können über den Hallenkran bewegt werden, darüber steht bis 20 t eine Luftkissenanlage zur Verfügung. Die Halle weist eine Vollschildung mit einer Dämpfung von ca. 100 dB im Bereich 10 kHz bis 1 GHz auf.

Als Nebenräume existieren:

kleine Hochspannungshalle mit 4 Versuchsständen;

Optiklabor;

Elektroniklabor;

EMV-Labor;

Klimakammer;

Wandlerlabor;

Netzanalyselabor

5.2. Wechselspannungsprüftechnik

1 phasig

3 Plätze 350 kV, 175 kVA bzw.

1 Platz 350/700/1000 kV; 400/400/250 kVA

alternative Speisung über Maschinenumrichter 10 - 100 Hz

1 Platz 100 kV, 20 kVA

2 Plätze 100 kV, 5 kVA

3 phasig

1 Platz 600 kV, 525 kVA

5.3. Wechselspannungsmesstechnik

3 Messteiler, kapazitiv a 350 kV, kaskadierbar mit 1000 kV Kopfelektrode

3 Messteiler, kapazitiv a 100 kV

9 Messteiler, ohmsch-kapazitiv a 50 kV, kaskadierbar und freilufttauglich für Vor-Ort-Messungen

2 Kugelfunkenstrecken 500 mm bzw. 250 mm

1 TE-Messplatz mit Sperrdrossel bis 700 kV

1 TE-Messplatz mit Sperrdrossel bis 100 kV

1 Druckgaskondensator, 400 kV, 100 pF

1 Druckgaskondensator, 100 kV, 100 pF

diverse C, tan δ - Messbrücken 1 induktiver Normalspannungswandler 110/60 kV, 200 ppm

diverse Scheitelwert- bzw. True-RMS Messgeräte

5.4. Wechselstrommess- und prüftechnik

1 Hochstromanlage 10 kA DB, 40 V

1 Hochstromanlage 1 kA DB, 5 V

1 Messstromwandler 10 kA CL 0,5

1 Normalstromwandler 6 kA, 50 ppm

diverse Stromzangenwandler bzw. Shunts

5.5. Gleichspannungsmess- und prüftechnik

1 Gleichspannungsanlage 1600 kV, 10 mA mit 1000 Hz Erregermaschine

1 Gleichspannungsanlage 400 kV, 20 mA

1 Gleichspannungsanlage 140 kV, 15 mA

4 Messteiler ohmsch a 500 kV kaskadierbar mit 2000 kV Kopfelektrode

1 Messteiler ohmsch a 400 kV

2 Messteiler ohmsch a 140 kV

5.6. Stoßspannungsmess- und prüftechnik

Stoßanlage 1800 kV-BIL bzw. 1400 kV-SIL, 90 kJ

aufrüstbar auf 2400 kV, 120 kJ

Stoßanlage 200 kV, 2,5 kJ

aufrüstbar auf 1000 kV, 25 kJ

3 Stoßteiler ohmsch-kapazitiv a 600 kV, kaskadierbar mit Kopfelektrode 1800 kV-BIL, 1400 kV-SIL

2 Stoßteiler ohmsch-kapazitiv a 200 kV

1 Stoßteiler ohmsch 1200 kV

diverse Scheitelspannungsmessgeräte

1 Platz mit digitalem Stoßspannungsauswertesystem

9 Stoßspannungsteiler für Vor-Ort-Messungen, 200 kV-BIL, 50 KV-AC

Die Stoßspannungsanlage kann zur Stoßstromanlage umgerüstet werden und erzeugt dann 25 kA (8/20 (µs) bzw. 50 kA (4/10 (µs).

5.7. Klimakammer

Innenabmessungen 7x5x7,95 m (LxBxH)
Tor 2x7 m (BxH)
Personenschleuse
Temperaturbereich -50 ... +80°C
Feuchte 10 ... 95 %
Belastbarkeit 5 t statisch plus 50 kN dynamisch
Durchführungen 350 kV AC, 1050 kV-BIL, 10 kA AC
Sprühwasser-Vereisungsanlage

5.8. Optiklabor

2 optische Tische mit Schwingungs-Dämpfungssystem
diverse Justage- und Montageeinrichtungen
Lichtquellen, Empfänger, optisches Multimeter, Spektrometer, Mikroskop, 30 L-
Temperaturtruhe (-40° ... +180°C)
Polarisationsmessgeräte sowie diverse Polarisatoren

5.9. Elektroniklabor

Leiterplattenentwurfssystem;
Funktionsgeneratoren;
6,5 bzw. 7,5 stellige Digitalmultimeter;
Speicheroszilloskope bis 8 GS/s und 8 Mbyte;
Entwicklungsplattform für S7-Steuerungen

5.10. EMV-Labor

1 Absorberkammer 7x4x4 m (3 m - Messstrecke) für Prüflinge bis 1x1x2 m (LxBxH);
Streifenleiter-Prüfanlage 24x6x6 m für Lokomotiven, Züge, Busse, Lkw;
Streifenleiter-Prüfanlage 10x7x8 m für Pkw, etc.;
1 GTEM-Zelle
2 Antennen 9 kHz ... 30 MHz;
2 Antennen 30 MHz ... 3 GHz;
Leistungsverstärker bis 100 W;
Feldmesssonden DC, 16 2/3, 50 Hz und bis 1 GHz;
Burstgenerator;
Surgegenerator;
ESD-Generator;
Netzunterbruchsimulator
diverse Einkoppelzangen
1 optische Übertragungsstrecke, 1 kHz – 1 GHz (50 m LWL)

5.11. Schutztechnik-Labor

Für das Fach „Schutz von Energieübertragungsnetzen“ wurde bereits 2002 ein Labor aufgebaut, das zur Vertiefung der Kenntnisse der Studenten in diesem Fach dient. Der Er-

werb der verschiedenen Schutzrelais wurde u.a. über eine Förderung durch den VDE-Bezirksverein Lausitz e.V. möglich. Die Versuche an den Schutzrelais werden mit Seminaren zur Untersetzung des Vorlesungsinhaltes und mit Rechenübungen vorbereitet.

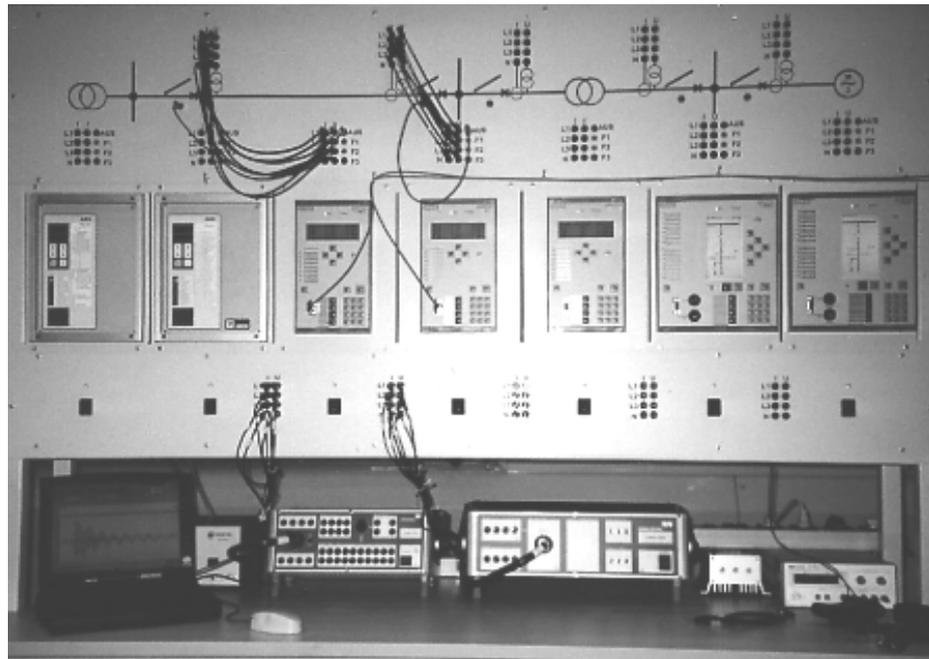


Abbildung 1 Schutztechniklabor

Folgende Inhalte werden behandelt:

Verschiedene Schutzprinzipien mit Beispielen

Anwendung von ATP (alternativ transient program)

Arbeit mit dem Omicron-System

Überstromzeitschutz	PM481	ALSTOM
Trafodifferentialschutz	PQ 721	ALSTOM
Leitungsdifferentialschutz	7SD610	SIEMENS
Trafodifferentialschutz	7UT612	SIEMENS
Distanzschutz	7SA610	SIEMENS
Multifunktionsschutz	7SJ631	SIEMENS,
Einbindung der Schutzrelais in ein Netzmodell		
Fernbedienung der Schutzrelais		

5.12. Schutztechnik-Labor mit Studenten und VDE-Mitgliedern

Für das Fach „Schutz- und Leittechnik in Energieübertragungsnetzen“ wurde 2002 ein Labor konzipiert und aufgebaut, das zur Vertiefung der Kenntnisse in diesem Fach dient. Der Erwerb der verschiedenen Schutzrelais wurde u.a. über Förderung durch den VDE-Bezirksverein Lausitz e.V. möglich. Im Gegenzug konnte in diesem Jahr die Schutztechnik nicht nur den Studenten der BTU sondern auch VDE-Mitgliedern zugänglich gemacht werden.

Die Schutztechnik ist in einem speziellen Laboraufbau integriert, das es ermöglicht, verschiedene Fehlersituationen wie sie im Energieversorgungsnetz auftreten können, zu simulieren. Die Studenten lernen dabei den Einsatz und die Wirkungsweise der Schutzrelais zur Behandlung auftretender Netzfehler kennen.

Der Laboraufbau besteht aus:

- einem vereinfachten Netzplan mit Symbolen von verschiedenen Betriebsmitteln
- den Schutzgeräten:

Überstromzeitschutz	PM481	Alstom
Trafodifferentialschutz	PQ 721	Alstom
Leitungsdifferentialschutz	2 x 7SD610	Siemens
Trafodifferentialschutz	7UT612	Siemens
Distanzschutz	7SA610	Siemens
Multifunktionsschutz	7SJ631	Siemens

- zwei OMICRON-Geräten (Steuergerät CMC 156 und Verstärker CMS 156)
- einem Laptop.

Die softwarebasierte Fernkommunikation mit den Schutzgeräten wird über einen beige-stellten PC simuliert.

Die Laborausbildung hat folgende Schwerpunkte:

- Arbeit mit ATP (alternativ transient program)
Erstellung eines Netzplanes mit ATP
Simulation von Fehlern in diesem ATP-Netzplan
- Arbeit mit dem Omicron-System
Erzeugung von verschiedenen Sequenzen zum Test der Schutzrelais
Ausgabe von in ATP erzeugten Transienten
Arbeit mit den Testmodulen für verschiedene Schutzprinzipien
- Einbindung des jeweils behandelten Schutzrelais in den o.g. Netzplan
- Bedienung und Einstellung der Schutzrelais an ihrer Frontseite und per Fernkommunikation.

Entsprechend den Erwartungen nahmen interessierte Ingenieure und Monteure das Angebot an und zusammen mit den Studenten an den Seminaren und Praktika des Faches „Schutz- und Leittechnik“ teil.

5.13. Wandlermessplatz

- 1 kap. Normalspannungswandler 400 kV, 200 ppm;
- 1 ind. Normalspannungswandler 110/60 kV, 200 ppm;
- 1 Normalstromwandler 6 kA, 50 ppm;
- 1 Wandlermessbrücke auch mit Schnittstellen für nichtkonventionelle Wandler nach IEC-Entwürfen;
- 1 Spannungsbürde, elektronisch;
- 1 Strombürde, mechanisch

5.14. Netzanalyselabor

Oszilloskope und Transientenrekorder bis 8 GS/s bzw. 8 MByte;
2 Analysesysteme 16 Kanal für Netzgrößen, Oberschwingungen, Flicker, Transiente mit optischer Übertragung zur Synchrontriggerung;
1 Relais-Prüfsystem zum Test aller gängigen Schutzrelais incl. Vektorsprungrelais sowie der Generierung von Echtzeitsignalen aus EMTP-Berechnungen;
diverse Tastköpfe und Shunts;
9 gedämpft-kapazitiver Hochspannungsteiler (freilufttauglich und kaskadierbar) mit 50 kV AC / 200 kV BIL

5.15. Software

ABB-Calpos – Lastfluss, Kurzschluss; Oberschwingungen, dyn. Simulation, Distanzschutz und Selektivität, Kabeldimensionierung, Erdung

ATP-EMTP - transiente Ausgleichsvorgänge

Feldberechnung **Opera 2 D, 3 D, Quickfield, CST Microwave Studio**

Microsim / Orcad Pspice Simulation elektronischer Schaltungen, Leiterplattenlayout

diverse Software Pakete (z.B. **AutoCAD, MathLab, Maple** etc.)

6. Projektpartner und Arbeitskontakte

Die Darstellung der Projektpartner und Arbeitskontakte im Berichtszeitraum erfolgt in alphabetischer Reihenfolge und ist kein Maß für die Intensität der Kontakte.

LS Energieverteilung und Hochspannungstechnik

ABB	Cottbus
ALSTOM – Transformatoren	Mönchengladbach
Bombardier	Hennigsdorf
Deutsche Bahn AG	München
Deutsche Eisenbahn Consulting	Cottbus
EDIS	Fürstenwald
ENVIA-M	Halle
HIGHVOLT Prüftechnik Dresden GmbH	Dresden
Ritz Messwandler	Hamburg, Ludwigslust
Siemens PTD	Erlangen, Berlin, Frankfurt
Siemens TS	Erlangen
Stadtwerke Cottbus	Cottbus
Vattenfall Europe Generation	Berlin
Vattenfall Europe Transmission	Berlin
Wehrwissenschaftliche Erprobungsstelle der Bundeswehr	Münster

7. Publikationen

7.1. Veröffentlichungen

Pfeiffer, K.; Schwarz, H.; Weiland, H.; Kunde, K.:

Untersuchung des Einsatzes von strombegrenzenden Betriebsmitteln im elektrischen Eigenbedarf von Neubau-Kraftwerken der Vattenfall Europe Generation
VDE Kongress 2004, 18.-20.10.2004 Berlin, Fachtagungsbericht Band 1, S. 659 – 663

Pfeiffer, K.:

Einsatzmöglichkeiten von resistiven hochtemperatur-supraleitenden Kurzschlussstrombegrenzern im Kraftwerkseigenbedarf
Shaker Verlag 2005, Zugl.: Cottbus, BTU, Diss., 2005

Koch, M.; Lange, T.; Löhning, G.; Schwarz, H.: Optimierung und Feldberechnung an einer impulsbasierten EMV-Systemprüfanlage. In: 12. Internationale Fachmesse und Kongress für Elektromagnetische Verträglichkeit EMV 2004, Berlin und Offenbach: vde-verlag 2004, S. 47-54

Lange, T.; Löhning, G.; Koch, M.; Schwarz, H.: Optimisation of an EMP test facility for large systems. EUROEM 2004 Magdeburg

Löhning, G.: Ein Beitrag zur Messung impulsförmiger elektromagnetischer Störfelder auf Schienenfahrzeugen. Dissertation an der BTU Cottbus. Aachen: Shaker Verlag 2005 (ISBN 3-8322-4504-9)

Koch, M.; Lange, T.; Löhning, G.; Schwarz, H.: Optimierung und Feldberechnung an einer impulsbasierten EMV-Systemprüfanlage. In: HF-Report, 19. Jahrgang (2005), Nr. 3, S. 28-33 (Reprint des Papers von der EMV 2004)

Honscha, M.; Feige, A.; Schwarz, H.: „Optical Voltage Transformers – Types and Development Trends”, WSEAS Transactions on Power Systems, Issue 1, Volume 1, December 2005, p.157-164

Schwarz, H.; Schulz, St.: Increasing Dispersed Power Generation Leads to “Network Safety Management Systems” (NSM) in Germany, WSEAS Transactions on Power Systems, Issue 1, Volume 1, December 2005, p. 233-238

Bitsch, R.: Integrationskonzepte für großflächig verteilte regenerative / dezentrale Energieeinspeisungen; Innovationstag BTU/CEBra Cottbus 2004; Tagungsdokumentation

Bitsch, R.; Gjardy, G.; Woldt, T.: Virtuelle große Kraftwerke – eine Möglichkeit zur netzverträglichen Einbindung dezentraler Erzeugungen; Forum der Forschung 17/2004 S. 25-30, BTU Cottbus

Bitsch, R.; Gjardy, G.; Woldt, T.: Systemintegration großflächig verteilter dezentraler Energieerzeugungen großer Leistungen; ew Jg. 103 (2004) H. 26 S. 42-40

Bitsch, R.; Gjardy, G.; Woldt, T.: Systemintegration großflächig verteilter dezentraler Energieerzeugungen kleiner Leistungen; ew Jg. 104 (2005) H. 1-26 S. 58-59

Bitsch, R.; Gjardy, G.; Woldt, T.: Integrationskonzepte für großflächig verteilte regenerative/dezentrale Energieeinspeisungen; ETG-Fachtagung „Technische Innovationen in Verteilungsnetzen“ Würzburg 2005, Tagungsdokumentation

Bitsch, R.; Gjardy, G.; Woldt, T.: Aspects of Large Scale RES/DG Integration in Existing Energy Supply Systems – considering as example the situation in Germany;
Submitted to International Journal of Distributed Energy Resources, Kassel 10.2005

7.2. Vorträge

Pfeiffer, K.:
Auswahl von Niederspannungskabeln
AREVA-Planertagung 2004, Berlin 04.03.2004

Pfeiffer, K.:
Anforderungen an die Gestaltung des Kraftwerkseigenbedarfs bei Einsatz von strombegrenzenden Betriebsmitteln
Innovationstag 2004, 25.-26.05.2004, BTU Cottbus

Pfeiffer, K.:
Grundlegende Zusammenhänge zwischen Selektivschutztechnik, Anlagengestaltung, Versorgungsstruktur und Abnehmerleistungen
Workshop „Grundsätze und Zusammenhänge der Planung von Niederspannungsversorgungen“, Energietag Brandenburg, 02.09.2004

Pfeiffer, K.:
Application of Current Limiters in Station Service Switchgears
12th Workshop on High Voltage Engineering, September 20th to 24th 2004, Lübbenau

Pfeiffer, K.:
Anwendung der gesteuerten Selektivität in Niederspannungsschaltanlagen
Workshop „Spezielle Probleme der Netzurückwirkungen und des Selektivschutzes“, Energietag Brandenburg, 21.09.2005

Honscha, M.; Schwarz, H.:
Field Test of Optical Instrument Transformers in 110kv-Net
12th Workshop on High Voltage Engineering, September 20th to 24th 2004 Lübbenau

Honscha, M.; Schwarz, H.:
Optical Voltage Transformers – Types and Development Trends
5th WSEAS International Conference on Power Systems, Teneriffa, 16.12.-18.12.2005

Honscha, M.; Schwarz, H.:
Optoelektronische Wandler in Energieversorgungsnetzen
enviaM-Tag des Planers 2005, Mittweida, 01.12.2005
5th WSEAS International Conference on Power Systems, Teneriffa, 16.12.-18.12.2005

Bitsch, R.:
Integrationskonzepte für großflächig verteilte regenerative/dezentrale Energieeinspeisungen,
Innovationstag BTU-Siemens-Vattenfall Cottbus 06.2004

Bitsch, R.:

Integration großflächig verteilter dezentraler Energieeinspeisungen
Uni Oldenburg 07.2005

7.3. Veranstaltungen

Grundsätze und Zusammenhänge der Planung von Niederspannungsversorgungen
Workshop im Rahmen des Energietages Brandenburg 2004
Moderation: Prof. Dr.-Ing. G. Pfeiffer

Spezielle Probleme der Netzurückwirkungen und des Selektivschutzes
Workshop im Rahmen des Energietages Brandenburg 2005
Moderation: Prof. Dr.-Ing. G. Pfeiffer

7.4. Referenzen

- Prüfung von Hochspannungsdurchführungen

Es erfolgten Teilentladungsgleichspannungs-, TE-Umpol- sowie AC-Prüfungen verschiedener Typen von Transformator- und Wanddurchführungen. Es erfolgten Prüfungen auf verschiedenen Spannungsebenen bis 920 kV. Die Teilentladungen (TE) wurden mittels eines TE-Messsystems aufgezeichnet und im Protokoll dargestellt.

- Schutzrelaisprüfung

Es wurden mehrere Schutzgeräte vom Typ SEG MRN 1 geprüft. Es erfolgten folgende Prüfungen:

Überspannungsschutz 2-stufig
Unterspannungsschutz 2-stufig
Überfrequenzschutz 2-stufig
Unterfrequenzschutz 2-stufig

- Prüfung der Vektorsprungfunktion

Für die Prüfung wurde ein Schutzgeräteprüfsystem vom Typ OMICRON CMC 156 mit Verstärker CMS 156 verwendet.

- Ortung von Erdschlüssen

Es wurden Möglichkeiten zur Ortung von Erdschlüssen im kompensiert betriebenen Mittelspannungsnetz untersucht. Hierzu erfolgten theoretische Betrachtungen sowie Simulationen mittels der Netzberechnungsprogramme ATP und CALPOS. Zur praktischen Überprüfung der Berechnungen wurden Versuche mit künstlich eingelegten Erdschlüssen in einem 20 kV-Energieversorgungsnetz durchgeführt.

- Untersuchung der Temperaturverteilung in Großtransformatoren

Zur Untersuchung der Kerntemperatur in einem Großtransformator wurden an vier Stellen Pt100 in einen Transformator Kern eingebracht. Die Temperaturverläufe wurden über einen längeren Zeitraum aufgezeichnet. Zusätzlich wurden Messdaten wie Strom, Spannung und Stufenschalterstellung verarbeitet. Weiterhin wurden grundle-

gende theoretische Fragen der Temperaturverteilung im Transformator sowie eingesetzte Berechnungsmethoden betrachtet. Dazu gehören DIN VDE 0532 und IEC Loading Guide.

- EMV in Kraftwerken

Formulierung von EMV-Anforderungen an Betriebsmittel und Komponenten in Kraftwerken auf Grundlage einer EMV-Analyse des Kraftwerksbereiches. Messtechnische Überprüfung der Vorgaben für magnetische und elektromagnetische Störfelder sowie exemplarische Messungen von Schaltstörungen.

- EMV in der Verkehrstechnik

Entwicklung und Optimierung einer impulsbasierten Störfestigkeitsprüfung für Schienen- und große Straßenfahrzeuge. Erstmals Nachweis der Störfestigkeit eines kompletten Schienenfahrzeugs gegen elektromagnetische Störfelder unter realen Betriebsbedingungen. Möglichkeit für Störfestigkeitsprüfungen an Straßenfahrzeugen.

- Blitzschutz am Cargolifter Luftschiff

Mit Hilfe von Versuchen in der Hochspannungshalle der BTU wird das Blitzschutzkonzept an einem skalierten Modell des CargoLifter vervollständigt. Die Ergebnisse ermöglichen eine Übertragung der Erfahrungen vom Modell auf das Luftschiff in seiner endgültigen Größe.

- Netzanalyse in Bergbaunetzen

Theoretische und praktische Untersuchungen mit Schwerpunkt Isolationsfestigkeit in Tagebaunetzen (regional) der Lausitz zur Überprüfung und Reduzierung der Auswirkungen direkter und indirekter atmosphärischer Entladungen sowie Erdfehlern in erdschlusskompensierten Netzen. Die Bandbreite der praktischen Untersuchungen reicht von hochauflösenden Netzanalysen in Mittelspannungsnetzen zur Erfassung definierter Schaltvorgänge bis zur örtlich ausgedehnten Langzeiterfassung atmosphärischer transients Überspannungen. Theoretische Abschätzungen zur Reproduktion aufgezeichneter Vorgänge untermauern die praktischen Erfahrungen und offerieren die Auswirkungen auf die Betriebsmittelisolation bei Fehlereintritt in den Netzen.

- Vereisung und Klimaprüfung

Umweltsimulationen an elektrischen Betriebsmitteln der Mittel- und Hochspannungstechnik wie Vereisung, Grenztemperaturprüfung, künstliche Alterung unter forcierten klimatischen Bedingungen geben Auskunft über die mechanischen und elektrischen Eigenschaften der Betriebsmittel. Umfangreiche Erfahrungen in der künstlichen Alterung von Schaltanlagen finden zukünftig Anwendung in normabweichenden präzisieren Verfahren zur Klassifizierung der altersabhängigen Isolationsfestigkeit und -koordination für Schaltanlagenhersteller.

- Hochspannungsprüfungen

Dielektrische Untersuchungen, Entwicklungs- und Typprüfungen an Betriebsmitteln der Mittel- und Hochspannungstechnik dienen zur Überprüfung derer normkonformen und herstellerepezifischen Ausführung. Schwerpunkt im Hochspannungsprüfbereich liegt in der dielektrischen Spannungsfestigkeitsprüfung von Betriebsmitteln bis zu einer Bemessungsspannung von 525 kV. Auf Erfahrungen zur Prüfung von Mittelspannungsleistungsschaltern, Kabelendverschlüssen, Stecksystemen der Mittelspannungstechnik sowie Kabelendverschlüssen, Durchführungen Wandlern Schaltern der Schottisolatoren etc. der Hochspannungstechnik kann zurückgegriffen werden.

Mehrfache Gutachtertätigkeit für EU-Projekte der DG Research (Energy) im Rahmen von FP6

Kurz-Gutachten für die Deutsche Energie-Agentur GmbH:

Bitsch, R.; Gjardy, G.; Woldt, T.: Bedeutung der dezentralen Stromerzeugung mit Anlagen zur Nutzung regenerativer Energien und BHKW sowie des Last- und Energiemanagements in der Stromerzeugung Deutschlands bis zum Jahr 2020; Cottbus 2004

Beteiligung im BMBF-Projekt „Thematisches Netzwerk Energie und Kommunikation“

Mitgliedschaft in DKE K 261 „Systemaspekte der elektrischen Energieversorgung“

Mitgliedschaft in CIGRE WG C1 – 10 Glossary

Ausstattung des Lehrstuhls:

Drei kaskadierbare Prozesssysteme des Dezentralen Energiemanagements DEMS Version 1 sowie ein Planungssystem der Version 2 der Firma Siemens.