

Jahresbericht 2003



Mit freundlichen Grüßen überreicht von

Prof. Dr.-Ing. Harald Schwarz

Prof. Dr. habil. Bernd Schieferdecker

Prof. Dr.-Ing. Rainer Bitsch

Prof. Dr.-Ing. Christian Fünfgeld

Kontakt:

*Brandenburgische Technische Universität Cottbus
Zentrum für Energieversorgung
Karl Jannack Straße 2
D - 03046 Cottbus*

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

Inhaltsverzeichnis

1.	Zentrum für Energieversorgung	7
1.1.	Struktur	7
1.2.	Professur für Energieverteilung und Hochspannungstechnik	9
1.3.	Professur für Energiewirtschaft.....	10
1.4.	Juniorprofessur Elektrizitätswirtschaft.....	10
1.5.	Gastprofessur für Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik	11
1.6.	Honorarprofessur für Mittel- und Niederspannungstechnik	12
2.	Personelle Besetzung	13
3.	Lehre	15
3.1.	Einbindung des ZEV in das Studium.....	15
3.2.	Vorlesungen, Übungen, Praktika, Seminare	17
3.2.1.	Wintersemester	17
3.2.2.	Sommersemester	21
3.3.	Studien- und Diplomarbeiten; Bachelor- und Masterarbeiten	25
3.4.	Exkursion	28
4.	Forschung	29
4.1.	Schwerpunkte am ZEV	29
4.2.	Universitäre Projekte.....	30
4.2.1.	Optische Messung von Spannungsimpulsen	30
4.2.2.	Optimierung und Feldberechnung einer impulsbasierten EMVSystemprüfanlage.....	31
4.2.3.	Diagnostische Überwachungsmessverfahren bei der künstlichen Alterung von Mittelspannungsschaltanlagen....	32
4.2.4.	Reinigen elektrischer Anlagen mit Trockeneis	34
4.2.5.	Auswirkungen des Ausbaus der Windenergienutzung in Brandenburg.....	35
4.2.6.	Integration energiewirtschaftlicher Aspekte in Systeme der Produktionsplanung und –steuerung.....	36
4.2.7.	Fuzzy-Clusteranalyse als Methode zur verbesserten Modellierung und Klassifizierung von Lastganglinien zu Lastprofilen in der Energiewirtschaft	36
4.2.8.	Der industrielle Energiekunde als aktiver Partner am Energiemarkt	37
4.2.9.	Lastgangerfassung und –analyse im Haushaltbereich.....	37
4.2.10.	Lastprofile für die leitungsgebundene Energieversorgung im Land Brandenburg.....	38
4.2.11.	Kombination regionaler Potenziale von Windkraft und Biomassen zu Einheiten mit planbarer Kraftwerkscharakteristik.....	38
4.3.	Industrieprojekte	38
4.3.1.	Einsatz von strombegrenzenden Betriebsmitteln im Eigenbedarf von Vattenfall-Neubaukraftwerken.....	38
4.3.2.	Dielektrische Stückprüfungen an Mittelspannungsschaltanlagen	40
4.3.3.	Grenztemperaturuntersuchungen an Hochspannungsleistungsschalter	41
4.3.4.	Dielektrische Prüfungen an Mittelspannungsleistungsschalter	43
4.3.5.	Grenztemperatur- und Vereisungsprüfungen an Scherentrennschalter	44
4.3.6.	Kippschwingungsuntersuchungen an Kombi- und GIS-Hochspannungswandler	47
4.3.7.	Hochspannungsprüfungen an Rotorblättern von Windkraftanlagen.....	50
4.3.8.	Hochspannungsprüfgeneratoren und –prüfungen von Zündgarnituren des Automobilindustrie.....	52

4.3.9.	Korrosion im Erdboden verlegter metallischer Anlagen durch Streustromeinflüsse	53
4.3.10.	Der Fahrplan 3.4	55
4.3.11.	LPuVE	55
4.3.12.	Energieverbrauchsorientierte Produktionsplanung und –steuerung in der KAHELIT GmbH.....	55
4.3.13.	Bestimmung von Lastprofilen für unterbrechbare Verbrauchseinrichtungen.....	56
4.3.14.	Firmenspezifische Lastprognose für Elektro-Speicherheizungen im Netzgebiet eines Regionalversorgers	56
4.3.15.	Erstellung von synthetischen Lastprofilen für unterbrechbare Verbrauchseinrichtungen im Netzgebiet eines Regionalversorgers	57
4.3.16.	Bestimmung von Lastprofilen für Wärmepumpen	58
4.3.17.	Bewertung der Auswirkungen von Strukturänderungen im Tarifkundensegment auf die Strombeschaffungskosten	59
4.3.18.	Synthetische Lastprofile für den Elektrizitätsbedarf von Haushaltskunden.....	59
4.3.19.	Biomassestrategie in der Niederlausitz.....	60
4.3.20.	Aufschlussberatungen bei Klein- und Mittelständischen Unternehmen	60
5.	Prüf- und Messeinrichtungen	60
5.1.	Räumlichkeiten	60
5.2.	Wechselspannungsprüftechnik.....	61
5.3.	Wechselspannungsmesstechnik.....	61
5.4.	Wechselstrommess- und prüftechnik	62
5.5.	Gleichspannungsmess- und prüftechnik.....	62
5.6.	Stoßspannungsmess- und prüftechnik	62
5.7.	Klimakammer	63
5.8.	Optiklabor.....	63
5.9.	Elektroniklabor.....	63
5.10.	EMV-Labor.....	63
5.11.	Schutztechnik-Labor mit Studenten und VDE-Mitgliedern	64
5.12.	Wandlermessplatz	65
5.13.	Netzanalyselabor	65
5.14.	Software.....	66
5.15.	Messtechnik für Energieanalysen.....	66
6.	Projektpartner und Arbeitskontakte	67
7.	Publikationen	69
7.1.	Veröffentlichungen	69
7.2.	Vorträge.....	70
7.3.	Veranstaltungen.....	72
7.4.	Referenzen	72

Vorwort

Sehr geehrte Freunde des Zentrums für Energieversorgung

mit großer Freude erlauben wir uns, Ihnen den Jahresbericht 2003 zu überreichen.

Die aus den Vorjahren bereits vorhandene gute fachliche Kooperation zwischen den Lehrstühlen „Energiewirtschaft“ sowie „Energieverteilung und Hochspannungstechnik“ konnten in den ersten 18 Monaten des Zentrums für Energieversorgung weiter gefestigt werden. Auch die ab Ende 2002 besetzte Professur „Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik“ sowie die Juniorprofessur „Elektrizitätswirtschaft“ haben sich ausgezeichnet in das Zentrum integriert.

Im Bereich der Forschung konnten erste gemeinsame Themen bearbeitet werden, z.B. „Einfluss der Windkraftnutzung in Brandenburg“. Durch zahlreiche, überwiegend drittmittelfinanzierte, Projekte konnte ein Personalstand von 20-25 Personen gesichert werden.

Die Aktivitäten im Bereich der Lehre waren geprägt durch die Einführung der Bachelor-Studiengänge in Elektrotechnik und Maschinenbau zum Wintersemester 2003. Durch eine spezielle Struktur des Studiums konnte sichergestellt werden, dass nach 6 Semester eine ausgesprochen berufsqualifizierte Ausbildung abgeschlossen werden kann, die für das spezifische Anforderungsprofil der angestrebten beruflichen Einstiegsverwendung nahezu das Niveau eines Diplomabschlusses erreicht. Details hierzu sehen sie in Kapitel 3.

Zusammen mit der TU Wroclaw in Polen wurde die 2. deutsch-polnische Studentenexkursion, diesmal in Deutschland, durchgeführt.

Wir hoffen, dass dieser Jahresbericht Ihnen einen kleinen Eindruck der Aktivitäten des Zentrums für Energieversorgung vermittelt.

Mit den besten Wünschen für das kommende Jahr, auch im Namen unserer Kollegen und Mitarbeiter, möchten wir deshalb schließen und v erleben

Mit freundlichen Grüßen



Harald Schwarz



[Handwritten signature]



[Handwritten signature]

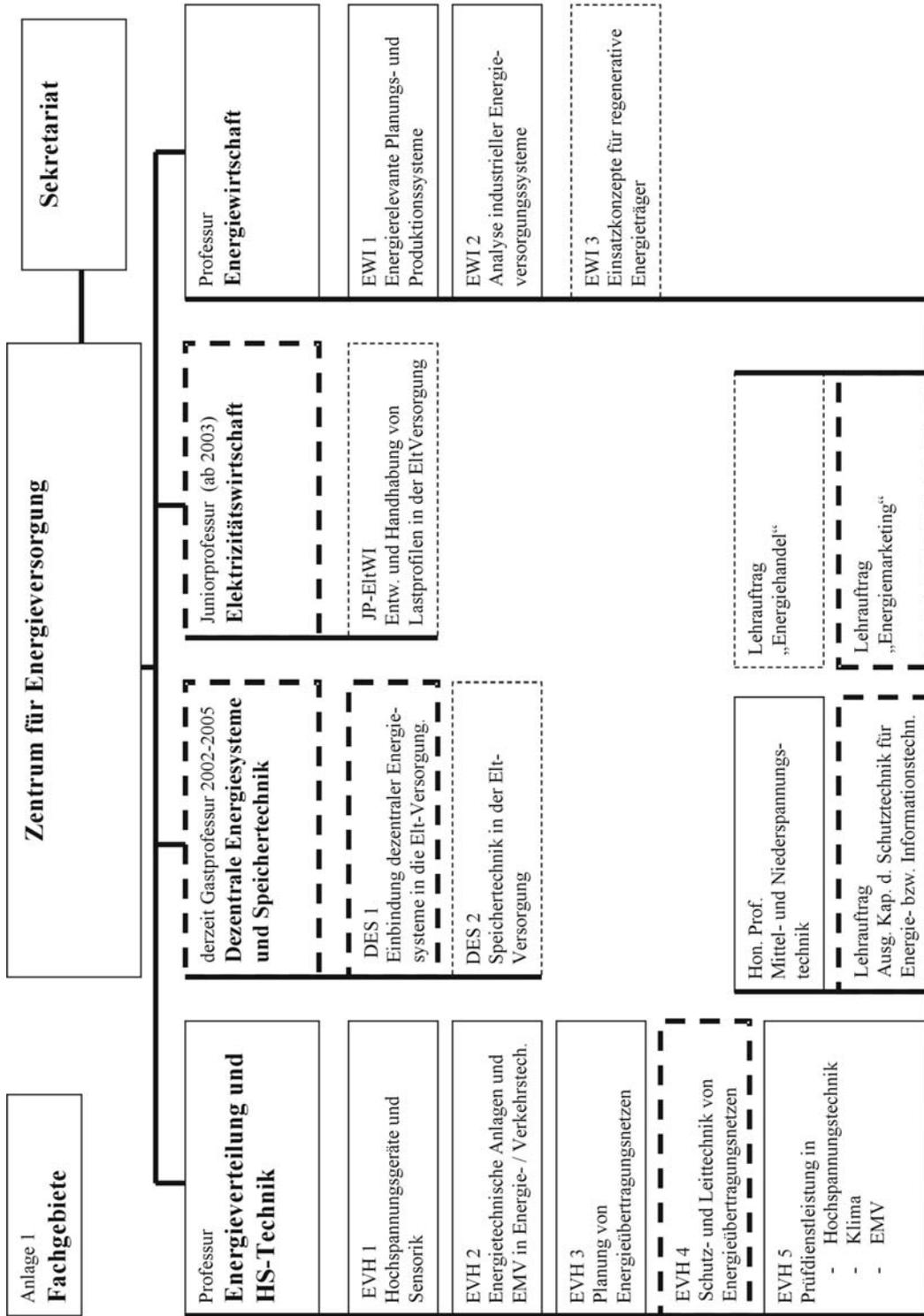


1. Zentrum für Energieversorgung

1.1. Struktur

Das Zentrum für Energieversorgung wurde im April 2002 gegründet durch den Zusammenschluss der Professuren für "Energiewirtschaft" bzw. „Energieverteilung und Hochspannungstechnik“. Ergänzt wird das Zentrum um eine Professur für „Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik“ sowie eine Juniorprofessur „Elektrizitätswirtschaft“, die Anfang 2003 besetzt wurde. Ferner ist im Gründungsbeschluss des Zentrums die Möglichkeit vorgesehen, über vorgeschaltete Lehraufträge bis zu vier Honorarprofessuren aufzubauen, von denen derzeit die erste für „Mittel- und Niederspannungstechnik“ bereits realisiert ist.

Tragender Gedanke für den Zusammenschluss zum Zentrum für Energieversorgung war, alle Lehr- und Forschungsgebiete, die sich mit dem Energieversorgungsnetz als verbindende Größe befassen, in einer Struktureinheit zu bündeln. Um der absehbaren Veränderung des Netzes vom reinen Transportmedium hin zum virtuellen Kraftwerk mit stark verteilten Einspeisungen Rechnung zu tragen, wurde dabei die zu einem späteren Berufszeitpunkt geplante Professur für „Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik“ vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg für 5 Jahre vorfinanziert .



im Aufbau
in Planung



1.2. Professur für Energieverteilung und Hochspannungstechnik

Die Professur für „Energieverteilung und Hochspannungstechnik“ deckt 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. Ergänzend zur bisher bereits vertretenen Planung von Energieübertragungsnetzen wurde auch der Aspekt des Schutzes von Energieübertragungsnetzen in das Lehr- und Forschungsprogramm aufgenommen. Die angebotene Grundlagenvorlesung zu diesem Thema wird ergänzt durch ein Schutztechniklabor, welches in erheblichem Umfang von Siemens und dem VDE-Bezirksverein Lausitz gefördert wurde. Inhaltlich abgerundet wird das neue Lehrangebot durch einen Lehrauftrag an Herrn Dr. Lemmer, Siemens, der ergänzende Vertiefungen im Bereich der Schutz- und Leittechnik sowohl für Energietechniker als auch für Mikroelektroniker und Informationstechniker anbietet.

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

Ferner wurde zusammen mit Prof. Bitsch und Prof. Fünfgeld im Auftrag des Wirtschaftsministeriums Brandenburg eine Studie zu den Auswirkungen der Windenergieeinspeisungen auf den Netzbetrieb und die Kostenstruktur des ostdeutschen Versorgungsnetzes mit speziellem Fokus auf Brandenburg erarbeitet.

Die Aktivitäten im Gebiet der Hochspannungsgeräte waren weiter geprägt durch die konsequente Fortentwicklung der Arbeiten im Bereich der optischen Sensorik. In einem bis Ende 2004 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 wurden detaillierte 3-dimensionale Modellierung der pulsformigen Felder durchgeführt. Ferner wurde erneut eine modernisierte Lokomotive der LAUBAG (jetzt Vattenfall Europe Mining) einem Störfestigkeitstest bis 10 kV/m bei Pulsparametern 2/5 ns und etwa 500 – 1000 Hz Pulsfolgefrequenz getestet.

1.3. Professur für Energiewirtschaft

Die Professur Energiewirtschaft wurde an der Fakultät Maschinenbau, Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieurwesen der BTU Cottbus erstmalig im November 1993 besetzt. Sie vertritt in der Lehre (Vgl. 3.2 und 3.3) die gesamte Breite von grundsätzlichen energiewirtschaftlichen Zusammenhängen über den notwendigen Ordnungsrahmen in der Energiewirtschaft, besonders in der Elt-Wirtschaft, bis zu Schwerpunkten der betrieblichen Energieversorgung und –anwendung wie z.B. Wärmewirtschaft. Betriebliches Energiemanagement, aber auch Fernwärmesysteme und Technik und Nutzung regenerativer Energien. Die elt.-wirtschaftlichen Fächer werden inzwischen von der Juniorprofessur Elektrizitätswirtschaft wahrgenommen.

Die Forschung kann aus Kapazitätsgründen nicht in dieser Breite angegangen werden. Hier erfolgte eine Konzentration auf Themen der betrieblichen Energieversorgung und –anwendung und im Bereich der Entwicklung und Anwendung von Lastprofilen mit unterschiedlichen Ansätzen in der öffentlichen Energieversorgung.

Mit der Etablierung der Energiewirtschaft im Zentrum für Energieversorgung ergeben sich weitere Möglichkeiten, besonders über den Schwerpunkt Dezentrale Energieversorgung, den bisher erreichten Stand in weitere Aufgabenstellungen einzubringen.

1.4. Juniorprofessur Elektrizitätswirtschaft

Zum 23.12.2002 wurde die Juniorprofessur Elektrizitätswirtschaft mit Dr.-Ing. Christian Fünfgeld besetzt, der damit als Oberingenieur aus dem Lehrstuhl Energiewirtschaft ausgeschieden ist. Der Juniorprofessur sind aus universitären oder sonstigen öffentlichen Mitteln keine weiteren Mitarbeiter zugeordnet und auch der jährliche Sachkostenetat ist minimal. Zur effizienten Bewirtschaftung einer Juniorprofessur ist daher die enge organisatorische und inhaltliche Kooperation innerhalb der Universität notwendig. Insofern konnte die Mitarbeit am Lehrstuhl Energiewirtschaft ohne Reibungsverluste in eine erfolgreiche Kooperation der beiden Professuren übergehen.

Die Juniorprofessur Elektrizitätswirtschaft ist zur Zeit verantwortlich für die Lehre in den Fächern Elektrizitätswirtschaft, Technik und Nutzung Regenerativer Energiequellen und Fernwärmesysteme sowie koordinierend im Fach Hauptseminar Energieversorgung (Ordnungsrahmen der Energiewirtschaft), die grundsätzlich in der Verantwortung des Lehrstuhl Energiewirtschaft liegen und wegen der Befristung der Juniorprofessur auch bleiben.

Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeit ist das Thema Lastprofile in der Elektrizitätsversorgung und -anwendung, womit seit Beginn der Liberalisierung deren technische Umsetzung begleitet wird. Das Thema Lastprofile für unterbrechbare Verbrauchseinrichtungen (LPuVe) dominierte hier die Tätigkeiten im Berichtsjahr. Im Rahmen der erfolgreichen Kooperation mit verschiedenen Unternehmen wurden vielfältige Ansätze zur Anwendung, Ergänzung und praktischen Umsetzung der Lastprofile beziehungsweise Lastprognose für schaltbare Elektrizitätsverbraucher entwickelt und begleitet. Nach wie vor ist die BTU in diesem Bereich wissenschaftlich führend.

Neue Aktivitäten der Elektrizitätswirtschaft an der BTU Cottbus gehen in die Richtung der effizienten Kombination unterschiedlicher regenerativer Energieträger im ländlichen Raum zur Vermeidung aber auch Bereitstellung von Regelleistung und Regelenergie

1.5. Gastprofessur für Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik

Die Gastprofessur Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik wurde zum WS 2002/2003 eingerichtet, und so stand das erste akademische Jahr ganz im Zeichen des Aufbaus von Lehre und Forschung. Die ersten kurzfristig angebotenen Vorlesungen wurden von Hörern der Studienrichtungen Energietechnik, Energie-Wirtschaftsingenieurwesen und

Umwelt-/Verfahrenstechnik besucht. Ausgehend von den ersten gewonnenen Erfahrungen wird das Lehrangebot im WS 2003/2004 die jeweils zweistündigen, zeitlich und inhaltlich aneinander anschließenden Vorlesungen

- Einführung in die dezentrale Energieversorgung sowie
- Komponenten dezentraler Energiesysteme und Aspekte der Netzeinbindung I

umfassen und im SS 2004 mit

- Komponenten dezentraler Energiesysteme und Aspekte der Netzeinbindung II sowie
- Systemintegration und Optimierung dezentraler Energiesysteme

in gleicher Weise aufeinander folgend fortgesetzt.

Mit der geplanten Einführung eines trinationalen Master-Studienganges in Kooperation mit der Technischen Universität Wroclaw und einer Partner-Universität in Großbritannien soll dieser Vorlesungsumfang voraussichtlich ab WS 2004/2005 abwechselnd jeweils ein Semester in deutscher bzw. in englischer Sprache gehalten werden.

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 Energieressourcen-Institut e.V. erstellten Studie „Auswirkungen des Ausbaus der Windenergienutzung in Brandenburg“ (Bitsch, Fünfgeld, Schwarz). So stand auch der Energietag Brandenburg 2003 mit dem vom Lehrstuhl federführend betreuten BTU-Teil „Dezentrale Energieerzeugung und –einspeisung“ ganz im Zeichen dieser Thematik und der Beitrag „Integrationskonzepte für große regenerative/dezentrale Energieeinspeisungen“ (Bitsch) beschreibt Ausgangsbasis und Stoßrichtung der zukünftigen Forschungstätigkeit des Lehrstuhls.

1.6. Honorarprofessur für Mittel- und Niederspannungstechnik

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.

Themenkomplexe

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

Kabelausswahl

- Durch zusätzliche Einbeziehung von
- Abnehmercharakteristiken
- Schaltgeräten
- Selektivitätsforderungen

wird die Kabelausswahl optimiert.

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 Schaltanlagen Generationen
- Neue Schutz- und Steuerungskonzepte

2. Personelle Besetzung

Direktorium:

Prof. Dr.-Ing. Harald Schwarz	(geschäftsführender Direktor)
Prof. Dr. habil. Bernd Schieferdecker	(stellv. Direktor)
Prof. Dr. Rainer Bitsch	(Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik)
Prof. Dr.-Ing. Christian Fünfgeld	(Juniorprofessur Elektrizitätswirtschaft)

Sekretariate:

Marika Scholz
Betriebswirt (VWA) Kirsten Pietsch

Honorarprofessor Lehrbeauftragte

Prof. Dr.-Ing. Günter Pfeiffer
Dr.-Ing. Lemmer; Siemens Erlangen
Dr. Lehmann; ENVIA-M, Halle

Wissenschaftliche Mitarbeiter Optische Sensorik:

Dipl.-Ing. Henryk Stürmer
Dipl.-Ing. (FH) Maik Honscha
Dipl.-Ing. (FH) Alexander Feige

Wissenschaftliche Mitarbeiter EMV:

Dipl.-Ing. Thomas Lange
Dipl.-Ing. Gunnar Löhning

Wissenschaftliche Mitarbeiter Netzanalyse:

Dipl.-Ing. Dirk Lehmann
Dipl.-Ing. (FH) Lothar Kleinod (bis 30.09.2003)
Dipl.-Ing. Holger Borowiak
Dipl.-Ing. Klaus Pfeiffer

Wissenschaftliche Mitarbeiter Lastprofile

Dipl.-Ing. Remo Tiedemann
Dipl.-Ing. (FH) Carsten Fiebig

Wissenschaftliche Mitarbeiter Betriebliche Energiewirtschaft

Dr.-Ing. Alexis Bonneschky (bis 30.08.2003)
Dipl.-Ing. (Wi.-Ing.) Thomas Woldt

Wissenschaftliche Mitarbeiter Dezentrale Energiesysteme

Dipl.-Ing. Georg Gjardy

Technische Mitarbeiter:

Dipl.-Ing. (FH) Holger Häusler	Laboringenieur
Dipl.-Ing. (FH) Maik Koch	Techniker (bis 30.03.2003)
Dipl.-Ing. (FH) Lothar Kleinod	Techniker (ab 01.10.2003)
Karl-Heinz Kleinschmidt	Elektriker

Studentische und Wissenschaftliche Hilfskräfte

Volker Wannack	Christoph Nolden
Marcell Schneider	Claudia Rössiger
Kathleen Stornowski	Lars Schönberg
Constance Fischer	Stephan Schulz
Ingo Kamenz	Susanne Wuttge
Normen Lochthofen	Wolfgang Langer
Lars Neumann	

3. Lehre

3.1. Einbindung des ZEV in das Studium

Durch die Zusammenfassung der Professuren Energieverteilung und Hochspannungstechnik, Energiewirtschaft und die Angliederung der Gastprofessur Dezentrale Energieversorgung und Speichertechnik sowie der Juniorprofessur Elektrizitätswirtschaft ist das Zentrum für Energieversorgung maßgeblich verantwortlich für alle Lehrverpflichtungen zur Elt-Versorgung an der Universität sowie für die energiewirtschaftlichen Lehrverpflichtungen in den Studienrichtungen

- Wirtschaftsingenieure / SR Energieversorgung
- Elektrotechnik (Diplom)/ SR Elektrische Energietechnik
- Elektrotechnik (BSC) / SR Elektrische Energietechnik
- Maschinenbau / SR Thermischer Maschinenbau

Darüber hinaus sind alle Professoren des ZEV in den Wahlpflicht- bzw. Wahlbereich des internationalen Studiengang Environmental an Resource Management involviert.

Als Ergebnis der konzentrierten Bemühungen einer kleinen Arbeitsgruppe der Fakultät wurden die BSC-Studiengänge für Maschinenbau bzw. Elektrotechnik ausgestaltet und bereits zum WS 2003/04 eingeführt. Die neuen Studiengänge sind gekennzeichnet durch ein breites Grundstudium über nahezu 4 Semester, welches sich nur unwesentlich vom Diplomstudiengang unterscheidet. Dieses Grundstudium soll eine solide Basis sowohl für alle nachfolgenden Studienangebot bzw. das lebenslange lernen bilden. hierauf aufgesetzt wurde eine 2-semesterige berufsqualifizierende Vertiefung. Hierzu werden 10 Vorlesungspakete empfohlen, die für eine spezifische Erstverwendung im Beruf nahezu Diplom-Niveau erreicht. Details – siehe nachfolgende Grafik -. Aufgabe der in 2004 zu erstellenden Masterstudiengänge muss es dann sein, diesen fachlich sehr schmalen, aber in diesem Segment sehr hohen Kenntnisstand zu verbreitern, um so die Basis für einen sehr flexiblen und gleichzeitig qualitativ hochwertigen Berufseinsatz zu erreichen.

<p>1./2. Semester 60 ECTS</p> <p>8 ECTS Mathematik 1 8 ECTS Mathematik 2</p> <p>4 ECTS Informatik f. Ingenieure 4 ECTS Informatik f. Ingenieure</p> <p>4 ECTS Techn. Mechanik 1 4 ECTS Techn. Mechanik 2</p> <p>4 ECTS Werkstoffe Grundlagen</p> <p>4 ECTS Elektrotechnik 1 4 ECTS Elektrotechnik 2</p> <p>6 ECTS Einführungsprojekt „Elektrotechnik“</p> <p>4 ECTS BWL für Ingenieure 4 ECTS fachüberg. Studium 2 ECTS Fachexkursion</p> <hr/> <p>60 ECTS gesamt</p>	<p>3./4. Semester 60 ECTS</p> <p>SR Elektronik u. Informationstechn.</p> <p>4 ECTS Mikroproz. techn. 1 4 ECTS Lab. Digu. Mikroproz. T 8 ECTS gesamt</p> <hr/> <p>6 ECTS Mathematik 3 6 ECTS Mathematik Wahlmod.</p> <p>4 ECTS Physik für Ingenieure</p> <p>4 ECTS GZ Kommunik.technik 8 ECTS GZ el. Energie- und Antriebstechnik 8 ECTS GZ Regelungen- und Automatisierungst.</p> <hr/> <p>4 ECTS Elektronik 4 ECTS Digitaltechnik 4 ECTS Lab. zu ET 1/2 4 ECTS Theoretische ET 1 52 ECTS gesamt</p> <p>SR Elektrische Energietechnik</p> <p>4 ECTS Energiewandlung 4 ECTS Einf. Konstruktionslehre 8 ECTS gesamt</p>	<p>5./6. Semester 60 ECTS Empfehlungen für Berufsqualifizierung</p>	<p>36 ECTS Informationstechnik</p> <hr/> <p>36 ECTS Hochfrequenztechnik</p> <hr/> <p>36 ECTS Mikroelektronik</p> <hr/> <p>36 ECTS Schutztechnik und Leitsysteme für Energienetze</p> <hr/> <p>36 ECTS Leit- und Sicherheitstechnik für Bahnsysteme</p> <hr/> <p>36 ECTS Betriebsmittel der elektrischen Energietechnik</p> <hr/> <p>36 ECTS Energieübertragung und verteilung</p> <hr/> <p>36 ECTS Automatisierungs- und Antriebstechnik</p> <hr/> <p>36 ECTS Energiewirtschaft</p>	<p>P R A K T I K U M 10 ECTS</p> <p>B S C A R B E I T 14 ECTS</p>
--	--	--	---	--

3.2. Vorlesungen, Übungen, Praktika, Seminare

3.2.1. Wintersemester

Hochspannungstechnik

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

Grundlagen Hochspannungstechnik: Feldstärke, Raumladungen, Grenzflächen, Schichtdielektrikum, Gasentladung, Durchschlagsmechanismen, Isolierstoffe, Prüftechnik, Messtechnik. Die Veranstaltung wird durch Experimentalvorlesungen in der Hochspannungshalle begleitet.

Schwarz, Löhning, Lange

Angewandte Hochspannungstechnik – VL/UE 2 SWS

Anhand ausgewählter Beispiele wird die praktische Umsetzung hochspannungstechnischer Verfahren vertiefend behandelt.

Löhning, Lange

Planung von Energieübertragungsnetzen (Energieverteilung)

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

Energieverteilungsnetze: Verbundnetz, Lastfluss, Kurzschluss, Sternpunktbehandlung, Erdung, Stabilität, Hochspannungs- Gleichstrom- Übertragung.

Schwarz, Lehmann

Planung von Energieübertragungsnetzen (Energieverteilung) Angewandte Netzplanung - VL/UE 2SWS

Anhand ausgewählter Beispiele wird die praktische Umsetzung von Netzplanungsverfahren vertiefend behandelt.

Lehmann

Mittelspannungsnetze und Schaltanlagen I - VL 2SW5

Beanspruchungen von Betriebsmitteln und Schaltanlagen in der öffentlichen und industriellen Energieversorgung, Auslegungsberechnungen, Konzepte für den Selektivschutz, Personen- und Anlagensicherheit, Planungsgrundsätze, Projektbeispiele

Pfeiffer
Schwarz

Elektromagnetische Verträglichkeit II, Studiengang Elektrotechnik, technisches Wahlfach 9. Semester, 1. Semesterhälfte - VL/PR 4 SW5

Transiente Störquellen, mittel- und niederfrequente Störquellen, EMV-Prüftechnik, Blitzüberspannungen, Schaltüberspannungen, Oberschwingungen, Flicker, netzfrequente Überspannungen.

Schwarz

Elektromagnetische Verträglichkeit II Laborübungen zu EMV Teil A,B,C

Löhning, Lange, Jänicke, Karbowiak

Schutz- und Leittechnik II für Mikroelektroniker und Informationstechnik

Zweitägige Blockveranstaltung für Mikroelektroniker und Studenten der Energietechnik; Schutztechnik aus Sicht der elektronischen Signalverarbeitung; Mathematik zur Gewinnung und Verarbeitung der Messwerte, Korrelationsverfahren, Schätzverfahren. Am zweiten Tag erfolgt die Vorlesung in Berlin bei Siemens und wird mit einer Führung durch die Schutzrelaisproduktion verbunden.

Lemmer
Schwarz

Allgemeine Energiewirtschaft (EW I)

Studiengang Energie- und Antriebstechnik, Wi.-Ing. Energieversorgung, ERM, TIM und fachübergreifend - *VL/SE*

Energiewirtschaftliche Grundzusammenhänge, Begriffe, Wirtschaften mit Energie; Energieressourcen und Verbrauch; Besonderheiten der Energiewirtschaft; Energiebereitstellung in Deutschland, Versorgungsstrukturen, Bereitstellungskosten; Energiepreise und –tarife.

Schieferdecker, Woldt, Tiedemann

Elektrizitätswirtschaft (EW III)

Studiengang Energietechnik- und Antriebstechnik, Maschinenbau, Wi.-Ing. Energieversorgung und fachübergreifend - *VL/SE*

Struktur und Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft; Erzeugung, Verteilung und Anwendung von Elektrizität; Kosten der Elektrizitätserzeugung, Preise der Elektrizitätsnutzung; Liberalisierung der (inter)nationalen Märkte, Stromhandel.

Fünfgeld, Tiedemann

Fernwärmeversorgung

Studiengang Wi.-Ing. Energieversorgung und fachübergreifend - *VL/SE*

Diese Lehrveranstaltung ersetzt gemeinsam mit der Lehrveranstaltung „Kraft-Wärme-Kopplung“ des Lehrstuhls Kraftwerkstechnik das technische Fach I „Fernwärmeversorgung“ Zum Inhalt: Fernwärme im System der Energieversorgung; Fernwärmenetze, Netzgestaltung und Betriebsführung; Übergabestationen; Kosten der Fernwärmeversorgung, Kostenwälzung, Preissysteme. Vorbereitungen zum Entwurf von Fernwärmesysteme.

Krautz, Schieferdecker, Fünfgeld

Energie und Umwelt

Studiengang Wi.-Ing. Diplom, ERM, TIM und fachübergreifend - *VL*

Begriffe und grundsätzliche Zusammenhänge, Umweltwirkungen ausgewählter Energietechniken, Umweltbelastungen bei der Umwandlung von Energie, Auswirkungen der Luftschadstoffe, Umweltrecht – energierelevante Zusammenhänge, Umweltbewertung aus energetischer Sicht.

Schieferdecker

Hauptseminar Energieversorgung (Ordnungsrahmen der Energiewirtschaft)

Studiengang Wi-Ing Energieversorgung (Integrationsfach) und fachübergreifend - VL/SE

Aktuelle, an den dynamischen Entwicklungen der Praxis orientierte Lehrveranstaltung. Zur Prüfung relevante Vorträge der Studierenden. Zum Inhalt: Der strukturierte und rechtliche Ordnungsrahmen, nationale und internationale Marktstrukturen, Energierecht; Kostenrahmen und Kostenwälzung; Marketing in der Energieversorgung. Exkursion >>Empfehlungen<< Teilnahme ab dem 7. FS, erfolgreiche Teilnahme an zumindest einer der folgenden Veranstaltung: Marketing I, Unternehmensrechnung I, Investition/Finanzierung, Elektrizitätswirtschaft.

Fünfgeld, Lehmann (Lehrbeauftragter)

Einführung in die dezentrale Energieversorgung

Studiengang Elektrotechnik, Wi-Ing., Energieversorgung, Umwelt- und Verfahrenstechnik (5./7. Semester) - VL 2 SWS

Energiewirtschaftlicher Rahmen, Ressourcen- und Umweltproblematik, zukünftige Energieszenarien und -konzepte. Dezentrale Energieversorgung in Entwicklungs-/Schwellenländern und Industrieländern

Bitsch

Komponenten dezentraler Energiesysteme und Aspekte der Netzeinbindung

Studiengang Elektrotechnik, Wi-Ing., Energieversorgung, Umwelt- und Verfahrenstechnik (7. Semester) - VL 2 SWS

Neue Technologien der Energieumwandlung aus regenerativen und fossilen Quellen, Systeme der Kraft/Wärmekopplung, Hybrid-Systeme, Speicher und Lastklassen mit unterschiedlichen Versorgungsanforderungen, spez. leistungselektronische Elemente und Systeme, Anforderungen der Netzeinbindung, Betriebsführungscharakteristika, Grundzüge des Energiemanagements.

Bitsch

Systemintegration und Optimierung dezentraler Energiesysteme

Studiengang Elektrotechnik, Wi-Ing., Energieversorgung, Umwelt- und Verfahrenstechnik (8. Semester) - *VL/UE 2 SWS*

Dezentrales Energiemanagement mit Prognosen, Einsatzplanung, Online-Optimierung von Erzeugung Speicherung und Last. Modellierung und Simulation dezentraler Versorgungssysteme zur Steigerung des energiewirtschaftlichen Nutzens regenerativer Energien bzw. dezentraler Energieerzeugung in öffentlicher Versorgung und Industrie.

Bitsch, Gjardy

3.2.2. Sommersemester

Hochspannungsmess- und Prüftechnik

Studiengang Elektrotechnik, 7. oder 9. Semester - *VL/PR 4 SWS*

Es werden die modernen Techniken zur Prüfung energietechnischer Geräte sowie die dafür erforderliche Messtechnik vorgestellt. Aufgrund des extremen Dynamikbereiches der Messgrößen (10⁻¹² ... 10⁺¹²) stellt die Hochspannungsmesstechnik wesentlich höhere Anforderungen an Wissen, Messverfahren und eingesetzte Technik als bei der üblicherweise praktizierten Betriebsmesstechnik. Die Veranstaltung wird durch ein Praktikum im Hochspannungslabor begleitet.

Schwarz, Löhning, Lange

Starkstromanlagen

Studiengang Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen - *VL/UE 4 SWS*

Aufbauend auf Teil 1 der Vorlesung werden die Betriebsmittel und Anlagen der Energieverteilung wie Transformatoren, Freileitung, Kabel, Leistungs- und Trennschalter, Strom- und Spannungswandler, Ableiter, Schaltanlagenkonzepte für GIS und AIS, Blitzschutz, Erdung behandelt.

Schwarz, Lehmann

Schutz von Energieübertragungsnetzen

Studiengang Elektrotechnik - VL/UE 4 SWS

Wandler, Überstromzeitschutz, Distanzschutz, Differentialschutz, Trafoschutz, Sammelschienen- und Anlagenschutz, Erdschlussschutz, digitale Schutzrelais, Schutzprüfung, leittechnische Systeme in der Energieübertragung.

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.

Pfeiffer, Schwarz

Ausgewählte Kapitel aus der Schutztechnik für Energietechniker

Zweitägige Blockveranstaltung für Studenten der Energietechnik. Thematische Ergänzung zur VL „Schutz- und Leittechnik“, Vertiefungen zu Schutzprinzipien und Kennlinien, Einsatz und Funktionsweise der Schutzrelais, Staffelung, Fehlerortung, Standards, Gerätekommunikation.

Lemmer, Schwarz

EU East Expansion and Intercultural Competence Teil 2

2. deutsch-polnische Studentenexkursion. Nach der letztjährigen Exkursion in Polen fand die Fahrt in 2003 in Deutschland statt (Raum Berlin-Dresden-Erfurt. Besichtigt wurden unterschiedliche Firmen der Energietechnik- bzw. Elektrotechnik und des Maschinenbaues. Exkursionssprache ist englisch oder deutsch/polnisch. Die Exkursion ist offen für ET/MB/WI und Energieverfahrenstechnik.

Schwarz, Borowiak, Frau Baudach, Frau Prof. Albert

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

Wärmewirtschaft und Energiekonzepte (EW II)

Studiengang Antriebs- und Energietechnik, Maschinenbau, Wi-Ing Energieversorgung und fachübergreifend - *VL/SE*

Effizienz der Erzeugung von Nutzenergie – insbesondere Wärme und Wirtschaftlichkeit. Energetisches System eines Unternehmens, Schwerpunkte der energiewirtschaftlichen Optimierung; Praxisversuche und Übungen

Schieferdecker, Tiedemann, Woldt

Energiemanagement

Studiengang Wi-Ing Energieversorgung und fachübergreifend - *VL/SE*

Grundlagen des Unternehmensmanagements, Energieprojektmanagement, Entscheidungsgrundlagen für Projekte der rationellen Energieverwendung, permanentes Energiemanagement, territoriales Energiemanagement, Planspiel

Schieferdecker, Woldt

Technik und Nutzung regenerativer Energiequellen

Studiengang Wi-Ing Energieversorgung und fachübergreifend - VL/SE 4 SWS

Überblick, Nutzungsmöglichkeiten, Solarenergienutzung, aktive und passive Solarthermie, Photovoltaik, Wasserkraft, Meeresenergie, Windkraft, Geothermie, Biomasse, Wirtschaftlichkeit der Nutzung regenerativer Energien.

Fünfgeld, Rogäß, Krautz und Mitarbeiter

Einführung in die dezentrale Energieversorgung

Studiengang Elektrotechnik, Wi-Ing., Energieversorgung, Umwelt- und Verfahrenstechnik (5./7. Semester) - VL 2 SWS

Energiewirtschaftlicher Rahmen, Ressourcen- und Umweltproblematik, zukünftige Energieszenarien und –konzepte. Dezentrale Energieversorgung in Entwicklungs-/Schwellenländern und Industrieländern

Bitsch

Komponenten dezentraler Energiesysteme und Aspekte der Netzeinbindung

Studiengang Elektrotechnik, Wi-Ing., Energieversorgung, Umwelt- und Verfahrenstechnik (7. Semester) - VL 2 SWS

Neue Technologien der Energieumwandlung aus regenerativen und fossilen Quellen, Systeme der Kraft/Wärmekopplung, Hybrid-Systeme, Speicher und Lastklassen mit unterschiedlichen Versorgungsanforderungen, spez. leistungselektronische Elemente und Systeme, Anforderungen der Netzeinbindung, Betriebsführungscharakteristika, Grundzüge des Energiemanagements.

Bitsch

Systemintegration und Optimierung dezentraler Energiesysteme

Studiengang Elektrotechnik, Wi-Ing., Energieversorgung, Umwelt- und Verfahrenstechnik (8. Semester) - VL/UE 2 SWS

Dezentrales Energiemanagement mit Prognosen, Einsatzplanung, Online-Optimierung von Erzeugung Speicherung und Last. Modellierung und Simulation dezentraler Versorgungssysteme zur Steigerung des energiewirtschaftlichen Nutzens regenerativer Energien bzw. dezentraler Energieerzeugung in öffentlicher Versorgung und Industrie.

Bitsch; Gjardy

3.3. Studien- und Diplomarbeiten; Bachelor- und Masterarbeiten

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

- Steffen Engelmann „Impedanzbestimmung der Antennenkonstruktion des SYS.T.E.M.P.“ (November 2002)
betreut am LS Energieverteilung und Hochspannungstechnik

- Marcel Hanakam „Sas TPM-Konzept in Verbindung mit Energetischen Einflussebenen auf die Produktionsanlage – am Beispiel einer Roboterschweißanlage“
Studienarbeit im SG Wirtschaftsingenieurwesen Energieversorgung, betreut am LS Energiewirtschaft

- Steffen Dietrich Untersuchung der Möglichkeiten zum Betrieb von Windparks, Finanzierung und geeignete Betreibermodelle.
Studienarbeit im SG Wirtschaftsingenieurwesen Energieversorgung, betreut an der JP Elektrizitätswirtschaft

- Franca Herold Analyse der Vergasung von flüssiger Biomasse für ein Wind-Biomasse-Hybridkraftwerk.
Study-Projekt im Masterstudiengang Environmental- and Ressource Management, betreut an der JP Elektrizitätswirtschaft

- Lydia Ondraczek Analyse der Vergasung von flüssiger Biomasse für ein Wind-Biomasse-Hybridkraftwerk.
Study-Projekt im Masterstudiengang Environmental- and Ressource Management, betreut an der JP Elektrizitätswirtschaft

- Stephan Schulz „Elektrizitätswirtschaftliche Untersuchungen zur Evaluierung von Lastprofilen elektrischer Verbrauchergruppen“
Studienarbeit im SG Elektrotechnik, betreut am LS Energiewirtschaft

- Falk Schmidt „Kostenstellenbezogene Energiekennwerterhebung in einem Unternehmen der glasherstellenden und – verarbeitenden Industrie“
Betreut am LS Energiewirtschaft

- Stefan Fenske „Lastprofile für Elektro-Speicherheizungen“
Betreut am LS Energiewirtschaft

- Sebastian Hermann Analyse der Möglichkeiten der Zwischenspeicherung von Windenergie hinsichtlich der Versorgung eines Stadtwerks.
Bachelor-Arbeit im SG Environmental- and Ressource Management, betreut am LS Energiewirtschaft

- Paul Kühne Analyse von Windenergie-Ertragsdaten.
Bachelor-Arbeit im SG Environmental- and Resource
Management, betreut am LS Energiewirtschaft

- Kati Ernst Analyse der Bereitstellung von Biomasse für ein Wind-
Biomasse-Hybridkraftwerk
Bachelor-Arbeit im SG Environmental- and Resource
Management, betreut an der Juniorprofessur Elektrizitäts-
wirtschaft

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

- Andreas Klumpp „Einsatz von Speichersystemen für elektrische Energie in
Windparks“
Betreut am LS Energiewirtschaft

- Thomas Woldt „Energetische Betriebsanalyse in einem Unternehmen
der glasherstellenden und –verarbeitenden Industrie“
Diplomarbeit im SG Wirtschaftsingenieurwesen Ener-
gieversorgung, betreut am LS Energiewirtschaft

3.4. Exkursion

Zweite Energietechnische Exkursion

Der Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik der BTU-Cottbus und der entsprechende Lehrstuhl der Universität Wroclaw organisieren seit zwei 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 diesem Jahr, vom 12.05.03 bis 18.05.03, die zweite Energietechnik-Exkursion statt. Sie wurde vom Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik organisiert und führte innerhalb Deutschlands zu Firmen und Zielen, die aus energietechnischer Sicht, vom Tagebau bis zur Energieverteilung, interessant sind. Außerdem wurden in das Programm der Exkursion eine Reihe kultureller Highlights einbezogen, so dass sie ein voller Erfolg wurde.

	<p>Sponsored by:</p> 	
<p>2nd Polish - German Student Excursion on Power Engineering 12 - 18 May 2003</p>		<p>Route:</p> <ul style="list-style-type: none">Start - BTU-Cottbus1 - Welzow: Opencast Coal Mining2 - Schwarze Pumpe: Coal Power Plant3 - Dresden: Sghtsæing-Tour4 - Ziegenrück: Museum of Hydroelectric Power Plant5 - Goldisthal: Pumped Storage Plant6 - Milow: Barbecue7 - Berlin: Siemens, EEWAG, e.on8 - Potsdam: Sanssouci
		

Abb. 1: Teilnehmerurkunde

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

4. Forschung

4.1. Schwerpunkte am ZEV

Die Forschung im Bereich Energiewirtschaft, die Juniorprofessur Elektrizitätswirtschaft mit einbezogen, konzentriert sich in den letzten Jahren auf

1. den Schwerpunkt „Industrielle Energiewirtschaft“, wo in der Grundlagenforschung bisher zwei Dissertationen erfolgreich verteidigt wurden und weitere erfolgreiche Dissertationen damit im Zusammenhang stehende Themen bearbeitet haben. Hinzu kommen auch einige Industrie-, Drittmittelprojekte.
2. den Schwerpunkt „Erarbeitung und Handhabung von standardisierten Lastprofilen in der Energieversorgung“, hier wurden die sog. VDEW-Lastprofile, aber auch die Methoden zur Entwicklung von Industriekunden-Lastprofilen und für unterbrechbare Abnehmer (Nachtspeicherheizung) erarbeitet. Zwei Dissertationen hierzu sind in nächster Zeit zu erwarten. Umfangreiche Applikationen sind in Arbeit.
3. den insbesondere im Berichtsjahr stärker an Bedeutung gewinnenden Bereich der Kombination verschiedener regenerativer Energiequellen in Kraftwerken unterschiedlicher, planbarer Charakteristik. Hier arbeitet die Juniorprofessur Elektrizitätswirtschaft mit anderen Lehrstühlen der BTU Cottbus zusammen und wird sich insb. dem Aspekt der RE-bereitstellung widmen. Die Ausweitung der Aktivitäten ab dem Jahr 2004 ist geplant. Langfristiges Ziel ist die Ermittlung von charakteristischen Parametern für insbesondere die Kombination aus Wind und Biomasse sowie die Realisierung eines Pilotprojekts auch als Beispiel für die notwendigen Kraftwerkssanierungen der nächsten Jahre.

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 anderen Professuren des Zentrums 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 Spannungsimpulsen

Holger Borowiak

Energetische Anlagen können, z.B. bei Schalthandlungen oder Blitzeinschlägen besonders hohen, impulsförmigen Spannungen ausgesetzt werden. Im Rahmen entsprechender Prüfungen werden sie deshalb mit definierten Stossspannungen beaufschlagt und ihr Verhalten darauf untersucht. Die Messung dieser Spannungsimpulse unter Ausnutzung von elektrooptischen Eigenschaften in bestimmten Kristallen verspricht verschiedene Vorteile gegenüber herkömmlichen Messeinrichtungen. So u.a. eine durch das Messprinzip bedingte Potentialtrennung sowie eine bessere EMV. Die genaue Messung und Übertragung dieser Impulse erfordert eine hohe Bandbreite des gesamten Messsystems. Das Erreichen dieser hohen Übertragungsbandbreiten unter Einhaltung eines nur geringen Messfehlers soll durch in Material und Form geeignete Kristalle in günstiger Messanordnung erfolgen und ist ein Schwerpunkt dieser Untersuchung.



Abb. 2: Untersuchung der Übertragungseigenschaften verschiedener Kristalle

4.2.2. Optimierung und Feldberechnung einer impulsbasierten EMV-Systemprüfanlage

Maik Koch, Thomas Lange, Gunnar Löbning

Die EMV-Störfestigkeitsprüfung von Geräten unter Nutzung breitbandiger Impulse verspricht eine Einsparung von Prüfzeit und Kosten, eine Nachbildung real auftretender Störquellen und ermöglicht die Untersuchung sehr großer Systeme, etwa von Eisenbahnzügen. Ein dafür geeigneter Impulsgenerator („SYS.T.E.M.P.“) wurde am Lehrstuhl für Energieverteilung und Hochspannungstechnik der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus entwickelt und als Prototyp aufgebaut.

Die weitere technische Verbesserung des Prüfverfahrens machte eine Optimierung von Erzeugung, Ausbreitung und Absorption der entstehenden Prüfimpulse notwendig. Zu diesem Zweck wurden numerische Simulationen des Generators durchgeführt, die eine einfache Beurteilung der Auswirkung konstruktiver Änderungen ermöglichen.

Mittels eines PSPICE-Netzwerkmodells wurde der Entladungsvorgang in den impulserzeugenden Druckfunkenstrecken simuliert. Die Kapazität der Funkenstrecke ist der den Entladungsvorgang dominierende Energiespeicher. Sie bildet mit der Elektroden- und Funkeninduktivität und dem Funkenwiderstand einen Reihenschwingkreis. In dieser Konstellation wurde die bisher unbekannte Ursache für die Oszillationen der erzeugten Impulse sichtbar.

In einem zweiten Schritt erfolgte die numerische Berechnung und Visualisierung des generierten Impulsfeldes (Software: Microwave Studio). Die durchgeführten Simulationen trugen zu einem besseren Verständnis der Impulsausbreitung bei. So konnte u.a. eine kugelförmige Wellenausbreitung (angenommen wurde bisher eine ebene Welle) nachgewiesen werden.

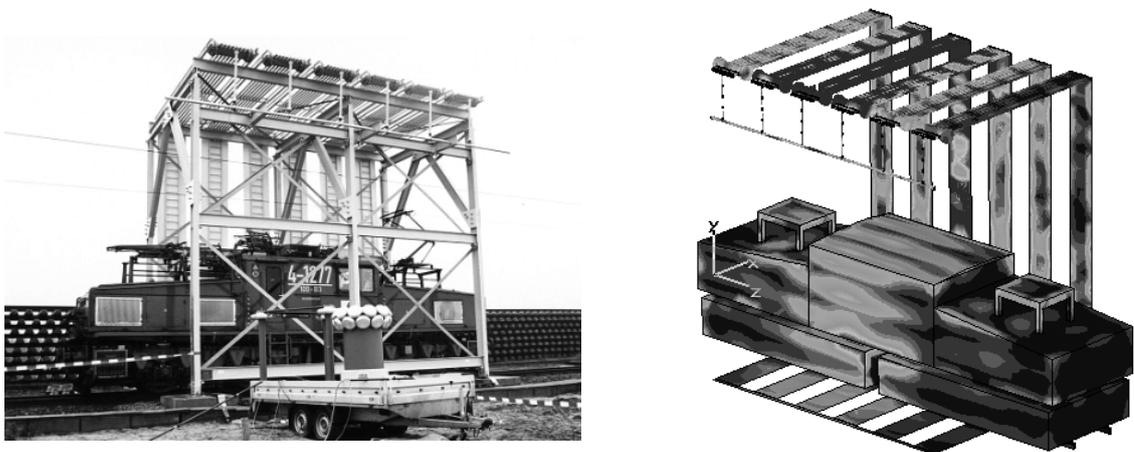


Abb. 3: Prototyp (links) und Simulationsmodell (rechts) des Prüfgenerators

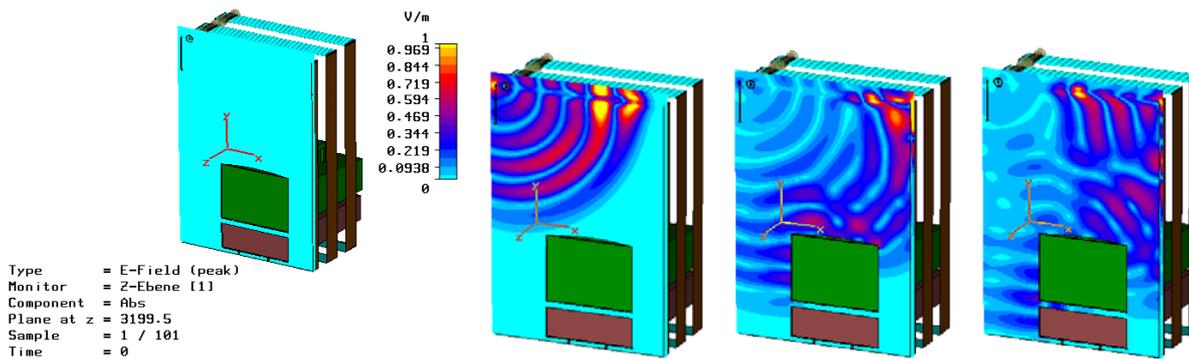


Abb. 4: Feldausbreitung in der Anlage mit Prüfling (Industrielokomotive) zu den Zeitpunkten $t = 0; 20; 30; 35$ ns nach dem Durchzünden der Funkenstrecke

4.2.3. Diagnostische Überwachungsmessverfahren bei der künstlichen Alterung von Mittelspannungsschaltanlagen

Mathias Müller, Dirk Lehmann

Elektrotechnische Betriebsmittel unterliegen während ihrer langjährigen Nutzung je nach Anwendung und Aufstellungsort den unterschiedlichsten Umwelt- und Umgebungseinflüssen wie z.B. Temperatur, Feuchte, Verschmutzung, usw.

Für die Untersuchung des Alterungszustandes von Mittelspannungssinnenraum-schaltanlagen existieren normative Ansätze gemäß IEC 60932 R bzw. 60068-30 auf deren Grundlage in den Jahren 2001 und 2002 mehrere Schaltanlagen in der Klimakammer des Lehrstuhls Energieverteilung und Hochspannungstechnik künstlich gealtert wurden.

Bei den Versuchsvorbereitungen mit den Schaltanlagenherstellern kristallisierten sich grundlegende Probleme, die in Vornormen und Normen fixiert sind, heraus:

- kein zeitlicher Bezug der Prüfverfahren auf die reale meridiane Alterung;
- unterschiedliche, nicht miteinander vergleichbare künstliche Alterungsverfahren wie die Immissions-Fremdschicht-Prüfung mit Salznebel oder die Feuchte-Temperaturwechsel-Prüfung;
- undefinierte Anfangs- und Endzustände bei den Prüfabläufen;
- keine konkreten Angaben zum Messaufbau für die geforderte kontinuierliche Prüflings- und Alterungsüberwachung mittels Isolationswiderstandsmessung;
- usw.

Im Vorfeld wurden mit dem Anlagenhersteller die Methode der Feuchte-Temperaturwechsel-Beanspruchung, die Anfangs- und Endbedingungen der zyklischen Langzeituntersuchung mit einer Gesamtdauer von 45 Tagen sowie der Messaufbau zur kontinuierlichen Erfassung und Überwachung des Alterungszustandes mittels Isolationswiderstandsmessung der unter Bemessungsspannung stehenden Schaltanlagen abgestimmt und festgelegt.



Abb. 5: Mittelspannungsschaltanlagen in der Klimakammer vor der Alterung

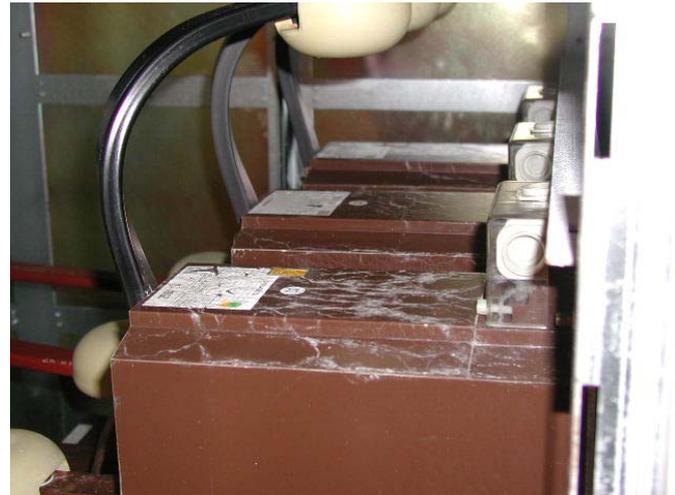


Abb. 6: Schädigung von Spannungswandler durch Oberflächengleitentladungen nach der Alterung

Während der Versuchsdurchführung und bei den anschließenden Ergebnisbewertungen traten erhebliche Mängel in derzeitigen normativen Vorgaben hervor, die eine abschließende Bewertung des Alterungszustandes nur durch abschließende Isolationsüberprüfungen mit der Stehwechself- und Blitzstoßspannung zulassen. Die zerstörungsfreie kontinuierliche Überwachung des Isolationswiderstandes führte zu keinem aussagekräftigen Ergebnis, obwohl hör- und sichtbare Schädigungen an Baugruppen durch Oberflächengleitentladungen (Abb. 6) zu verzeichnen waren.

Im Rahmen einer Studienarbeit wurden unterschiedliche Lösungsansätze aus den Erkenntnissen der Anlagenhersteller, des Prüfpersonals und den Ergebnissen der bisheriger Alterungsuntersuchungen zusammengefasst und alternative Messverfahren wie die Anwendbarkeit der dreiphasigen kontinuierlichen Teilentladungsmessung betrachtet.

Im Ergebnis wurden Prüfabläufe zur Verbesserung der Vergleichbarkeit abgeleitet, optimierte Messaufbauten und Auswertungsalgorithmen vorgestellt sowie Methoden zur wissenschaftlichen Gegenüberstellung der bisherigen Isolationsüber-

wachung mittels Ableitwiderstandmessung und der kontinuierlichen Teilentladungsmessung dargelegt.

Es zeichnet sich ab, dass weiterführende Grundlagenuntersuchungen zur künstlichen Alterung von Mittelspannungsschaltanlagen erforderlich sind um vergleichbare Prüfverfahren mit einem Bezug auf das reale Betriebverhalten und dem Umfeld zu erlangen.

4.2.4. Reinigen elektrischer Anlagen mit Trockeneis

Mathias Müller, Lothar Kleinod

Beträchtliche Verschmutzungen elektrischer Anlagen können zu Beschädigungen der elektrischen Betriebsmittel oder zu Versorgungsausfällen führen. Deshalb sind Reinigungsarbeiten an elektrischen Betriebsmitteln unumgänglich und derzeit jedoch nur mit hohem Aufwand und i.d.R. nur in Verbindung mit Abschaltungen realisierbar.

Werden durch Abschaltmaßnahmen für eine Reinigung im spannungslosen Zustand der Betriebsablauf oder die Versorgungssicherheit beeinflusst, so kann eine Reinigung unter Spannung erforderlich werden. Bisher wird das Reinigen unter Spannung im Nieder- und Mittelspannungsbereich in verschiedenen Verfahren als Trocken- oder Nassreinigung durchgeführt.

Ein verbreitetes Verfahren zum Reinigen verschmutzter Anlagen aller Art ist das Trockeneisreinigen. Dabei wird mit gefrorenem Kohlendioxid die zu reinigende Fläche bestrahlt. Der Reinigungsprozess gliedert sich in drei Etappen – Strahlwirkung der gefrorenen Kohlendioxidpartikel, Gefrieren der Verschmutzung und Verdampfen des Kohlendioxids. Gefrorenes Kohlendioxid ist elektrisch nicht leitend und könnte damit auch als Reinigungsmittel für elektrische Anlagen eingesetzt werden.



Abb. 7: Vorversuch zum Trockeneisreinigen elektrischer Anlagen

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 mit der Entwicklung eines Verfahrens zur Reinigung unter Spannung stehender elektrischer Anlagen mit Trockeneis begonnen worden (Abb. 7).

4.2.5. Auswirkungen des Ausbaus der Windenergienutzung in Brandenburg

Prof. Dr.-Ing. H. Schwarz, Prof. Dr.-Ing. R. Bitsch, Dr.-Ing. Ch. Fünfgeld

Die Nutzung der Windenergie zur Stromerzeugung ist umweltfreundlich und wird deshalb durch politische Rahmenbedingungen stark vorangetrieben. Gesetzlich geregelte Vergütungssätze für die Betreiber und Abnahmeverpflichtungen der Netzbetreiber führten zu einer starken Verbreitung von Windkraftanlagen in den nord- und mitteldeutschen Bundesländern. Hatte das Land Brandenburg zu Beginn des Jahres 2003 eine installierte Windenergieleistung von ca. 1300 MW so werden es 2007 bereits 2200 MW sein. Der Anteil des Windstroms am Nettostromverbrauch des Landes Brandenburg wird sich in dieser Zeit von 15% auf 26% erhöhen.

Der unverminderte Ausbau der Windenergie stößt jedoch an wirtschaftliche und technische Grenzen der Einspeisung der Windenergie in die Energieversorgungsnetze. Da große Windanlagenleistungen hauptsächlich in ländlichen Gebieten mit schwacher Netzinfrastuktur realisiert werden, sind einige Netzabschnitte des 110-kV-Netzes in der Prignitz, in der Uckermark und im Fläming bereits vollständig ausgelastet oder kurz davor. Ein Netzausbau ist daher dringend notwendig. Im 380kV-Übertragungsnetz muss aufgrund der stark schwankenden und schwer auf Viertelstundengenauigkeit zu prognostizierenden Windleistung zusätzliche Regelleistung bereitgestellt werden.

Durch das Wirtschaftsministerium des Landes Brandenburg wurde das Energieressourcen Institut Cottbus beauftragt, eine „Studie über die Auswirkungen des Ausbaus der Windenergienutzung in Brandenburg“ zu erstellen.

Schwerpunkte dieser Studie sind:

- Entwicklung der Stromerzeugung aus der Windkraft bis 2020;
- Rahmenbedingungen für die Windstromeinspeisung;
- Auswirkungen der Windkrafteinspeisung auf die Energienetze in Brandenburg;
- Erfordernisse für die Novellierung des EEG aus brandenburgischer Sicht;

- Zukünftige Potenziale zur Erhöhung des energiewirtschaftlichen Nutzens von regenerativen Energien.

Diese Studie dient dem Wirtschaftsministerium des Landes Brandenburg als Grundlage bei der Novellierung des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG). Sie wurde am 27.03.2003 im Wirtschaftsministerium der Fachöffentlichkeit vorgestellt.

4.2.6. Integration energiewirtschaftlicher Aspekte in Systeme der Produktionsplanung und –steuerung

Alexis Bonneschky

Ausgehend von den am Lehrstuhl Energiewirtschaft (weiter-) entwickelten Ansätzen zur Systematisierung der betrieblichen Energiebewirtschaftung wurden Lösungen für eine energieorientierte Produktionsplanung und –steuerung erarbeitet, die in eine direkte Verknüpfung von produktions- und energiewirtschaftlich ausgerichteten Zielfunktionen münden

Im Rahmen der technologischen Gegebenheiten und nach Prüfung der Erreichbarkeit aller primär an die Umsetzung eines bestimmten Fertigungsauftrages gestellten Zielgrößen lassen sich Energieeinsparpotentiale insbesondere durch die logistische Abstimmung einzelner Produktionsschritte erschließen. Anzuführen sind hierbei in erster Linie die Reduzierung von energetischen Verlusten (insbesondere durch Optimierung von Anlagenfahrweisen, wie Teillast, häufige Stillstände und Anfahrvorgänge) und das gezielte Eintakten von Arbeitsgängen zur Vermeidung ausgeprägter Lastspitzen. Stellt sich, nicht zuletzt im Zuge der Liberalisierung des Energiemarktes, die Aufgabe an den Lieferanten zeitlich abgestimmte, bedarfsgerechte Energiemengen auf Grundlage der Kenntnis des Verbrauchsverhaltens seiner Kunden vorzuhalten, so eröffnen sich gerade in diesem Aufgabenbereich des Energiemanagements neue Möglichkeiten für das Produktionsunternehmen, durch verlässliche Bedarfsvorhersagen im Ergebnis der Fertigungsplanung seine Energiebezugskosten zu senken und damit seine Wettbewerbsposition zu stärken (Dissertation, abgeschlossen am 22.03.2002). Die praktische Anwendung hat insbesondere das Jahr 2003 (bis August) bestimmt.

4.2.7. Fuzzy-Clusteranalyse als Methode zur verbesserten Modellierung und Klassifizierung von Lastganglinien zu Lastprofilen in der Energiewirtschaft

Remo Tiedemann

Der Kern, der sich durch die Liberalisierung der Energiemärkte ergebenden Problemstellungen, ist die Kenntnis über Lastverläufe der Einzelverbraucher und Verbrauchergruppen. Dieses Wissen ist beispielsweise Voraussetzung, um in die heu-

tigen dynamischen Versorgungsstrukturen einen Versorgerwechsel zu ermöglichen oder die Anteil von nicht leistungsgemessenen Kunden an der Netzbelastung zu ermitteln. Hierfür sind Methoden und Werkzeuge zu entwickeln beziehungsweise anzuwenden, die auf Grundlage historischer Messdaten und ohne großen finanziellen, personellen und zeitlichen Aufwand eine zuverlässige Angabe über den Lastverlauf abgeben. Ein vielversprechender Weg ist die Entwicklung und Anwendung von Lastprofilen, unter Berücksichtigung signifikanter Einflussfaktoren. Die mehrstufige Fuzzy-Clusteranalyse bietet dafür interessante neue Ansätze (Dissertation).

4.2.8. Der industrielle Energiekunde als aktiver Partner am Energiemarkt

Alexis Bonneschky

Mit der Öffnung der Energiemärkte hat sich der Handlungsspielraum für Produktionsunternehmen im Bereich der Energiebewirtschaftung maßgeblich geändert. Der Lieferant ist frei wählbar. Neben Arbeits- und Leistungspreisen lassen sich mit dem Lieferanten Vergütungen für hochwertige Vorhersagen zum erwarteten Energieverbrauch aushandeln. Die Frage: „*Sind herkömmliche Instrumente für die Fertigungsplanung und –lenkung mit Hilfe geeigneter Indikatoren auch für die Optimierung der Energiekosten des Unternehmens in Anwendung zu bringen?*“ wurde mit der Erprobung des Prototyps eines energieorientierten Produktionsplanungs- und steuerungssystems (ePPS) grundsätzlich mit „Ja“ beantwortet. Den Ausgangspunkt für die weitere Forschung auf diesem Gebiet bildet eine detaillierte Untersuchung der Branchen und Produktionstypen, für die sich der Einsatz von ePPS im besonderen Maße bezahlt macht.

Neben der Erörterung von organisatorischen sowie mess- und datentechnischen Voraussetzungen sind soweit möglich mit Hilfe weiterer Beispiellösungen potentielle Anwender durch konkrete Kostenoptimierungspotentiale zu motivieren und zu aktivieren. Diesbezüglich sind Möglichkeiten zur Optimierung der innerbetrieblichen Energieanwendung aber auch Chancen darzulegen, die sich an der Schnittstelle zum Lieferanten durch den Wandel einer reinen Abnehmer-Versorger-Beziehung hin zu einer kooperativen Kunden-Dienstleister-Partnerschaft ergeben können.

4.2.9. Lastgangerfassung und –analyse im Haushaltbereich

Remo Tiedemann, Christian Fünfgeld

Zur Weiterentwicklung und Validierung von Lastprofil-Modellen werden gezielt einzelne Zählpunkte für die Übergabe von Strom langfristig erfasst und analysiert. In der im Berichtszeitraum deutlich ausgeweiteten Erfassung werden ausgewählte Haushalt- sowie Wärmestrom-Kunden und eine dezentrale Erzeugungsanlage (PV-Fassade) registriert.

4.2.10. Lastprofile für die leitungsgebundene Energieversorgung im Land Brandenburg

Remo Tiedemann

Projekt im Rahmen der Brandenburgischen Energie Technologie Initiative (ETI) Erfassung und Analyse von Tarifikunden-Lastgängen Brandenburgischer EVU mit einer vergleichenden Bewertung zu den Repräsentativen VDEW-Lastprofilen. Zwischenergebnis: Aufbau eines Datenpools mit Stationsmessungen und Einzelmessungen im Bereich Haushalt und Gewerbe.

4.2.11. Kombination regionaler Potenziale von Windkraft und Biomassen zu Einheiten mit planbarer Kraftwerkscharakteristik.

Christian Fünfgeld

Die zunehmende Problematik der dezentralen Einspeisung von insbesondere Windenergie in das bestehende Versorgungsnetz macht neue Ansätze zu deren Integration unabdingbar. Die Kombination von Biomasse, als zunächst am Besten in der Grundlast einsetzbarer Energieträger, und Windenergie, der in der Versorgungsstruktur kein Lastbereich zugeordnet werden kann, erscheint insbesondere für ländlich strukturierte Gebiete sinnvoll kombinierbar. Im Berichtsjahr wurden einerseits Grundlagen hinsichtlich der einzelnen Energieträger und möglicher Systemkomponenten erarbeitet und an Hand von Beispielen Arbeitsbilanzen aufgestellt, um im nächsten Jahr, gemeinsam mit verschiedenen Kooperationspartnern, gezielte Untersuchungen angehen zu können.

4.3. Industrieprojekte

4.3.1. Einsatz von strombegrenzenden Betriebsmitteln im Eigenbedarf von Vattenfall-Neubaukraftwerken

Klaus Pfeiffer

Durch den Einsatz von Halbleiterschaltern, die aufgrund ihrer Schnelligkeit beim Schalten die Kurzschlussströme weit vor Erreichen des unbegrenzten Stoßkurzschlussstromes unterbrechen können, ist eine wirkungsvolle Kurzschlussstrombegrenzung zu erreichen. Im Rahmen einer von Vattenfall-Europe Generation AG u. Co. KG initiierten und geförderten Arbeit, bei der ebenfalls die Siemens AG technisch und finanziell eingebunden ist, wurde der Einsatz eines strombegrenzenden Halbleiterschalters im 10-kV-Kraftwerkseigenbedarf untersucht. Dazu sind in einer ersten Etappe für eine einsträngige Versorgungsstruktur ausgewählte Strom- und Spannungsverläufe für verschiedene Fehlerorte und –arten bei Variation des

Einsatzortes des Halbleiterschalters mit dem Programm NETOMAC berechnet worden.

Aus der Vielzahl der durchgeführten Berechnungen ergaben sich folgende Ergebnisse:

- Der Netzanteil besteht nur noch aus einem kurzen Stromimpuls; ein Anfangs-Kurzschlusswechselstrom tritt nicht auf. Strombegrenzungsfaktoren können nur für Stoßkurzschlussströme angegeben werden. Sie liegen im Bereich $k_{pCL} = (0,10 \dots 0,12)$.
- Auf Grund der kurzen Dauer der begrenzten Netzkurzschlussströme leisten diese keinen maßgebenden Beitrag zum Gesamtkurzschlussstrom. Deshalb werden die dynamischen und thermischen Beanspruchungen praktisch nur noch von den Kurzschlussströmen der direkt gespeisten Asynchronmotoren bestimmt. Für die Asynchronmotoren des untersuchten Eigenbedarfes liegen je nach Fehlerort und –art die Stoßkurzschlussströme im Bereich von (35 ... 40)% und die Anfangs-Kurzschlusswechselströme im Bereich von (31 ... 39)% der jeweiligen unbegrenzten Ströme.
- Durch das Schalten außerhalb der Stromnulldurchgänge (hartes Schalten) treten Überspannungen auf, die durch Ableiter im Halbleiterschalter begrenzt werden. Die noch im Eigenbedarfsnetz festgestellten Überspannungen werden als ungefährlich eingeschätzt. Der größte Überspannungsfaktor beträgt $k_U = 5,9$ bei einer Steilheit von $S = 5,0 \text{ kV}/\mu\text{s}$. Die Überspannungsverläufe sind teilweise sehr unterschiedlich, weil die nach Kurzschlussabschaltungen entstehenden Teilnetze ein unterschiedliches Schwingungsverhalten haben, d.h. eine

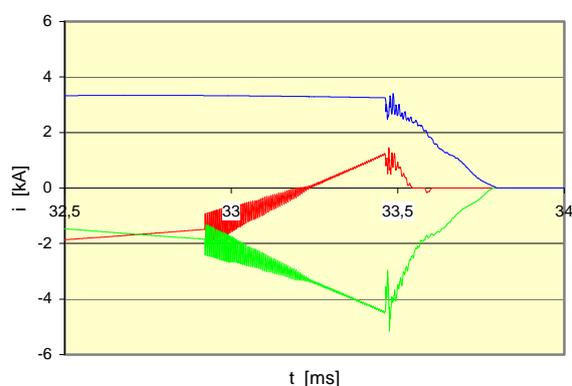


Abb. 8: Netzanteil des Kurzschlussstromes bei zwei-poligem Fehler

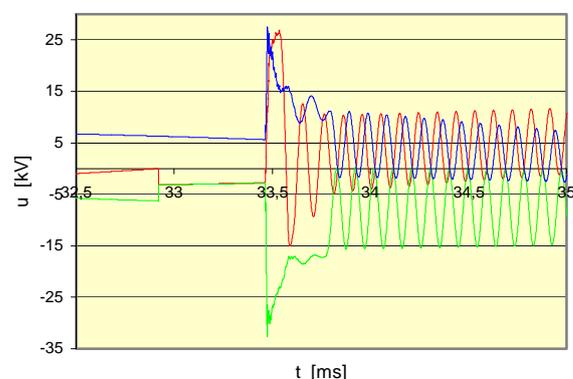


Abb. 9: Spannung am netzseitigen Anschluss des Halbleiterschalters - Fehler: zwei-poliger Kurzschluss auf 10-kV-Sammelschiene

Abhängigkeit vom Einsatzort des Halbleiterschalters und von den Fehlerorten und –arten ist deutlich erkennbar.

- Kabelauswahl
 - die thermische Kurzschlussfestigkeit ist kein Dimensionierungskriterium mehr, mit einer Querschnittsbemessung nach der Dauerstrombelastbarkeit ist eine ausreichende thermische Festigkeit gegeben
 - uneingeschränkter Einsatz von Dreileiterkabeln hinsichtlich der dynamischen Beanspruchung
- Leistungsschaltauswahl
 - Auswahl allein nach dem Nennstrom für das geringste am Markt erhältliche Ausschaltvermögen
- Gestaltung und Dimensionierung neuer Schaltanlagen einschließlich der zugehörigen Betriebsmittel.

Zur Realisierung der Strombegrenzung mit Halbleiterschaltern ist ein neues Schutzsystem erforderlich.

Nach Abschluss der Arbeiten für die 10-kV-Spannungsebene sollen die Auswirkungen der Strombegrenzung auf die Niederspannungsebene bei Einsatz eines Supraleitenden Strombegrenzers untersucht werden.

4.3.2. Dielektrische Stückprüfungen an Mittelspannungsschaltanlagen

Holger Häusler, Lothar Kleinod

Elektrische Schaltanlagen müssen auch unter ungünstigen Betriebsbedingungen gefahrlos betrieben werden können. Dazu sind vor der Inbetriebnahme umfangreiche Prüfungen durchzuführen.

Im Rahmen eines Industrieprojektes (Drittmittelprojekt) wurden beim Energieressourcen-Institut Cottbus e.V. für Stückprüfung vier metallgekapselte 17,5kV Schaltanlagen Stehwechselfeldprüfungen der Hauptstromkreise nach DIN VDE 0670 Teil 6 beauftragt. Dabei handelte es sich um zwei Generatorausleitungen und um zwei Sternpunktbildner, die für den Export nach Chile vorgesehen waren.

Die Besonderheit dieser Prüfung war der Wunsch des Auftraggebers, die Prüfungen vor Ort im Werkstattgebäude des Auftraggebers durchzuführen. In Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik der BTU Cottbus wurde dazu ein 100kV-Prüftransformator mit zugehöriger Messtechnik mobil beim Auftraggeber aufgebaut (Abb. 10).



Abb. 10: Mobiler Einsatz der Hochspannungsprüftechnik im Werkstattgebäude des AG

Die Stehwechselfspannungsprüfungen wurden durch die Schaltanlagen bestanden.

4.3.3. Grenztemperaturuntersuchungen an Hochspannungsleistungsschalter

Holger Häusler, Lothar Kleinod, Dirk Lehmann

Betriebsmittel der Elektroenergieversorgung sind während ihrer Nutzung in Abhängigkeit vom Aufstellungsort den unterschiedlichsten Umgebungseinflüssen wie z.B. Temperatur, Feuchte, Eis, usw. ausgesetzt.

Vor der Inverkehrbringung von Schaltanlagen werden durch die Hersteller umfangreiche entwicklungsbegleitende Untersuchungen bis hin zu normativen Funktionsproben unter erschwerten Betriebsbedingungen durchgeführt, um die Funktion der Anlagen bei spezifizierten Umgebungsbedingungen über die gesamte Nutzungsdauer von teilweise 30 Jahren zu gewährleisten.

Dem Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik steht für die Erprobung und Funktionsprüfung von Schaltanlagen unter erschwerten klimatischen Betriebsbedingungen die Klimakammer des Energieressourcen-Institut e.V. zur Verfügung.

Speziell konzipiert für die Untersuchung von Mittel- und Hochspannungsschaltanlagen unter definierten Umweltbedingungen sind folgende Klimakammerparameter nutzbar:

- Anmaße: 7 x 5 x 8 m
 (L x B x H)

- Temperatur: $-50\text{ °C} \leq \vartheta \leq +80\text{ °C}$; $\Delta\vartheta \leq 0,5\text{ °K / min.}$
- rel. Feuchte: $10\% \leq \delta_{\text{rel.}} \leq 95\%$; (ab 20 °C)
- Beregnung und Vereisung
- Hochspannungs- und Hochstromdurchführung, usw.



Abb. 11: Klimakammer im Hochspannungsprüffeld beim Aufbau eines 550 kV-Leistungsschalter

An der Brandenburgischen Technischen Universität wurden im Jahr 2003 durch den Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik in Anlehnung an die IEC 62271 vielfältige Grenztemperaturuntersuchungen an den unterschiedlichsten Hochspannungsleistungsschaltern für Industrieunternehmen als Drittmittelprojekte durchgeführt.



Abb. 12: Freiluft- und Innenraumleistungsschalter



Abb. 13: einpoliger Innenraumleistungsschalter und dreipoliger gasisolierter Trennschalter

Hierzu zählten Freiluftleistungsschalter mit einer und zwei Unterbrechereinheiten sowie gasisolierte ein- und dreipolige Innenraumleistungsschalter (GIS) einschließlich den zugehörigen Trennschaltern.

Hauptaugenmerk der Grenztemperaturuntersuchungen lag in den Funktionsproben der in Temperaturstufen durchtemperierten Prüfobjekte und der Vermessung der Schaltzeiten im Temperaturbereich von -50 °C bis $+55\text{ °C}$. Die engen temperaturabhängigen Schaltzeittoleranzen wurden durch die Anlagenhersteller bewertet und begutachtet.

Bei zertifizierenden Typprüfungen durch die Hersteller wurden die Versuchsdurchführungen durch anerkannte Gesellschaften für elektrische Hochleistungsprüfungen überwacht und begutachtet.

4.3.4. Dielektrische Prüfungen an Mittelspannungsleistungsschalter

Holger Häusler, Dirk Lehmann

Dielektrische Untersuchungen an elektrotechnischen Betriebsmitteln dienen zur Feststellung und Überprüfung der elektrischen Durchschlagsfestigkeit von Isolierstoffen und Trennstrecken gegen innere und äußere Überspannungen in Energieversorgungsnetzen.

Die Herkunft und Entstehung von transienten und stationären Überspannungen in Elektroenergieversorgungsnetzen sind unterschiedlicher Natur und unterteilen sich dementsprechend in äußere sowie innere Überspannungen. Lassen sich äußere Überspannungen auf die sichtbare Erscheinung der atmosphärischen Gewitterentladung zurückführen, sind die inneren Spannungsüberhöhungen differenzierter zu charakterisieren und resultieren aus betriebsbedingten Schalt-handlungen oder Netzfehler wie z.B. Erdschlusswischer, Erdschluss, usw.

Für die dielektrische Standfestigkeit wurden in Abhängigkeit von den Betriebsmitteln und Spannungsebenen des Energieversorgungsnetzes Prüfverfahren wie die Stehwechselfestigkeitsprüfung zur Überprüfung Spannungsfestigkeit bei Normalbetrieb oder die Blitzstoßspannungsprüfung zur Standfestigkeitsverifizierung gegen Überspannungen entwickelt und in Normen festgehalten.

Im Hochspannungsprüffeld des Lehrstuhls Energieverteilung und Hochspannungstechnik wurden im Jahr 2003 mehrere Projekte zur Untersuchung der dielektrischen Festigkeit von Mittelspannungsleistungsschalter für Industrieunternehmen als Drittmittelprojekte durchgeführt und bestehende Partnerschaften ausgebaut.

Gegenstand der Untersuchungen bildeten größtenteils Entwicklungsversuche an Mittelspannungsleistungsschalter zur Blitzstoßspannungsfestigkeit gegenüber äußeren atmosphärischen Entladungen (Gewitter). Grundlage hierfür bilden die Normen DIN VDE 0111 und 0432, in denen die Scheitelspannungen für die Iso-

lationskoordination sowie die Impulsform mit einer Anstiegszeit von $1,2 \mu\text{s}$ und einer Rückenhalbwertzeit von $50 \mu\text{s}$ festgelegt sind.



Abb. 14: Mittelspannungsleistungsschalter bei der Blitzstoßspannungsprüfung

Je nach Auftraggebervorgabe werden die Prüfschärfegrade während der Versuchsdurchführung mit zusätzlichen Sicherheitsfaktoren modifiziert, um die statistische Streuung der Fertigungsqualität zu berücksichtigen.

Im Ergebnis wurden durch die Hersteller die Schalter modifiziert oder zertifizierende Typprüfungen in unabhängigen Prüffeldern vorgenommen.

4.3.5. Grenztemperatur- und Vereisungsprüfungen an Scherentrennschalter

Lothar Kleinod, Holger Häusler, Dirk Lehmann

Elektrische Betriebsmittel sind während ihres Betriebes je nach Aufstellungsort den unterschiedlichsten Umwelteinflüssen, z.B. Temperatur, Verschmutzung, Vereisung, etc., über eine lange Nutzungsdauer von teilweise über 30 Jahre ausgesetzt. Vor Produktionsaufnahme und Inverkehrbringung von Schaltgeräten werden durch die Hersteller zahlreiche mechanische und dielektrische entwicklungsbegleitende Untersuchungen bis hin zu den normativen Typprüfungen zur Funktionsprobe unter erschwerten Betriebsbedingungen durchgeführt.

Für Anlagenhersteller und –betreiber von Freiluftschaltanlagen ist die Funktion der Betriebsmittel bei den vorherrschenden meridionalen Umweltbedingungen wie Temperatur und Vereisung von großem Interesse.

In der Klimakammer des Energieressourcen-Institut e.V. am Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik wurden im Jahr 2003 in einem Verbund-

projekt zwischen dem Anlagenhersteller ALSTOM Energietechnik GmbH und dem Netzbetreiber der Vattenfall Europe AG gleichzeitig an vier Scherentrennschalter Grenztemperatur- und Vereisungsuntersuchungen durchgeführt.

Zur Aufwandsreduzierung und Verkürzung erfolgten die Untersuchungen an zwei baugleiche Lieferschalter sowie an zwei Prototypen. Durch eine enge Versuchsvorbereitung zwischen dem Hersteller und den Mitarbeitern des Lehrstuhls wurde eine neue Messschaltung zur Erfassung und Aufzeichnung der charakteristischen Schalterkenngrößen abgeleitet und realisiert. Während der Versuchsdurchführung waren die zeitlichen Verläufe von anliegender Motorspannung, Motorstrom, Hilfschalterkontaktzeiten und Scherenkontaktzeiten aufzuzeichnen und zu bewerten.



Abb. 15: Vier 420 kV-Scherentrennschalter in der Klimakammer



Abb. 16: Vereiste Scherentrennschalter

Mit der Verwendung einer Potentialdifferenzschaltung erübrigte sich die allgemein angewandte isolierte, voneinander galvanisch getrennte Aufstellung der Prüfobjekte. Im Laufe der Versuchsdurchführung hat sich die eingesetzte Schaltung fehlerfrei bewährt und wird zukünftig bei weiteren derartigen Versuchen angewendet.

Durch die Verwendung von zwei baugleichen Prüfobjekten konnten für die Auftraggeber bei den gestuften Grenztemperaturversuchen im Temperaturbereich von -50 °C bis $+50\text{ °C}$ zusätzlich folgende Zusammenhänge durch Variation der Prüfparameter untersucht werden:

- die Abhängigkeit der Erstschtung der Prüfobjekte von der anliegenden Motorspannung;

- die Abhängigkeit der normativen Schaltspiele O-C-O-C-O-C von der anliegenden Motorspannung;
- die Abhängigkeit der Motorstrommaxima sowie Schaltzeiten von Motorspannung und Umgebungstemperatur;
- die Einführung von Referenzmessungen vor Versuchsbeginn und von Vergleichsmessungen nach Versuchende zur Bewertung reversibler und irreversibler Funktionsbeeinträchtigungen;
- die Optimierung der Versuchsreihenfolge aus Sicht von Hersteller und Anlagenbetreiber im Rahmen der normativen Vorgaben.

Die normativen Vorgaben für die Grenztemperaturprüfungen von Trennschalter nach IEC 62271-102 (2001-12), Abschnitt 6.104 „Operation at the temperature limits“ in Verbindung mit dem zweiten Prüfobjekt ließen hierzu den entsprechenden Spielraum.

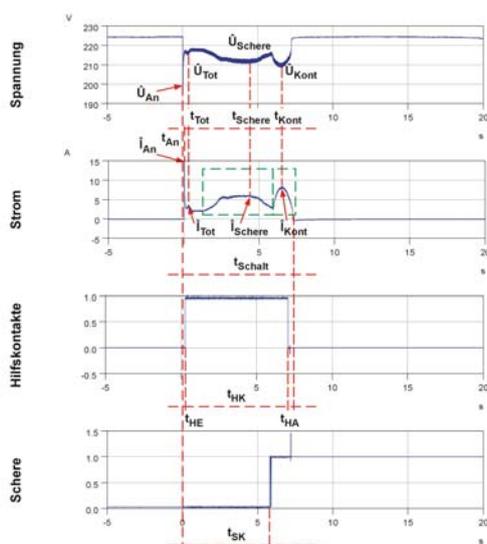


Abb. 17: Zeitliche Verläufe bei der Einschaltung eines Scherentrennschalters

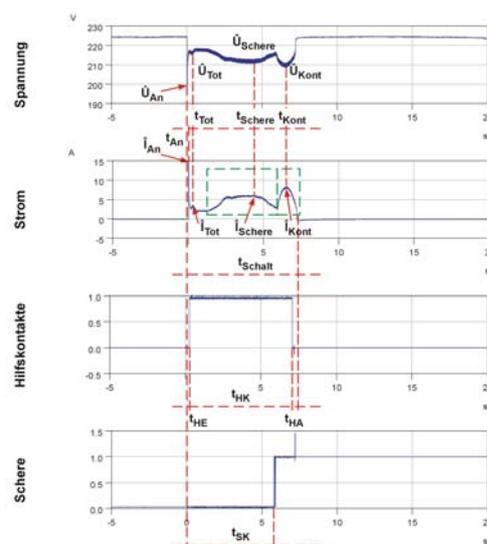


Abb. 18: Zeitliche Verläufe bei der Ausschaltung eines Scherentrennschalters

Aus der fehlenden normativen Bewertungsgrundlage der zu dokumentierenden zeitlichen Verläufe für Antrieb und Trennschalterschere wurden in Zusammenarbeit mit dem Schalterhersteller markante Kenngrößen in Abhängigkeit vom signifikanten Schaltverhalten bei Ein- und Ausschaltung spezifiziert.

Basierend auf die signifikanten Kenngrößen nach Abb. 17 und Abb. 18 erfolgte die Erstellung einer vergleichbaren Bewertungsgrundlage unter dem Gesichtspunkt einer automatisierten Auswertbarkeit.

Eine automatisierte Auswertung mit definierten Bewertungsschemen wird mit zunehmender Anzahl von Prüfobjekten und Temperaturstufen während der Grenztemperaturprüfung unumgänglich.

Die aus den Grenztemperaturuntersuchungen abgeleiteten Erkenntnisse und Bewertungsansätze fanden Eingang in die Vereisungsprüfungen nach IEC 62271-102 (2001-12), Abschnitt 6.103 „Operation under severe ice conditions“ mit Klareis-schichtdicken von 10 und 20 mm.

Mit der zertifizierenden Überwachung durch den Anlagenhersteller wurden entsprechende Berichte aus den Versuchsnotizen für die Prüfobjekte erarbeitet.

4.3.6. Kippschwingungsuntersuchungen an Kombi- und GIS-Hochspannungswandler

Holger Häusler, Dirk Lehmann

In Elektroenergieversorgungsnetzen finden für Zählung und Verrechnung bzw. für Mess- und Schutzaufgaben Wandler mit den Messfunktionen Spannungs- und Strommessung Anwendung.

Beim Betrieb von Hochspannungswandler können ungünstige Netzkonfigurationen in Abhängigkeit von der Wandlerbauform kritische Zustände bei der Ausschaltung leer laufender, transformatorischer Wandler hervorrufen.

Die in der Literatur als Ferroresonanzen oder Kippschwingungen benannte und beschriebene Schwingungsvorgänge können bei Ausschaltung mit geringer Betriebskapazität des Netzes oder ungünstigen Fehlerkonstellationen zu Spannungsüberhöhungen mit der daraus resultierenden thermischen Überlastung in der oberspannungsseitigen Hochspannungswicklung führen und das Betriebsmittel erheblich irreversibel schädigen.

Einige Wandlerhersteller und Netzbetreiber führen vor dem Netzeinsatz Sensitivitätsuntersuchungen gegen Kippschwingungen in nichtnormativen Modellversuchen mit ihren Spannungswandlern durch, um Anhaltspunkte über das Kippschwingungsverhalten bzw. grundlegende theoretische Erkenntnisse zur Entstehung und Charakteristik von Kippschwingungen zu sammeln sowie die Resistenz gegen ferroresonante Schwingungen nachzuweisen.

Im Jahr 2003 wurden im Hochspannungsprüffeld des Lehrstuhls Energieverteilung und Hochspannungstechnik umfangreiche Untersuchungen zum Kippschwingungsverhalten von Kombihochspannungswandler und GIS-Wandler für Industriepartner als Drittmittelprojekte durchgeführt.

Die Versuche mit dem Kombiwandler waren Abnahmeprüfungen für Netzbetreiber bzw. mit unterschiedlichen GIS-Wandlerkonstellationen Entwicklungsversuche.

Zur Anregung von Ferroresonanzen bei der Ausschaltung des Wandlers im synchronisierten Spannungsmaximum der Primär- oder Prüfspannung wurde ein

ölarmer 245 kV-Leistungsschalter mit vier Unterbrechereinheiten und parallel liegenden Steuerkondensatoren benutzt.



Abb. 19: Kippschwingungsversuche am 420 kV-Kombiwandler

Für die Variation der Steuerkapazitäten am Leistungsschalter sowie der Streu- oder Parallelkapazitäten zum Wandler als Nachbildung der Betriebskapazität des Energieversorgungsnetz erfolgte die Aufstellung von Kondensatoren auf eine isolierte Tragkonstruktion und deren Verschaltung entsprechend den Erfordernissen.

Die Öffnung der Unterbrechereinheiten vom Leistungsschalter erfolgte synchronisiert auf den Nullphasenwinkel der Prüfspannung durch einen speziellen Auslösetrigger, der die Schaltereigenzeit berücksichtigte und eine Schaltung zu jedem definierten Zeitpunkt bzw. Nullphasenwinkeln ermöglichte.

Mit einer aufwendigen Messschaltung wurden die Prüfspannung des Hochspannungstransformators, die Sekundärspannung des Wandlers, der Primärstrom im kalten Ende vom Wandler und die Auslösung des Leistungsschalters aufbereitet und mit Rekorder erfasst.

Beim 420 kV-Kombiwandler waren keine Kippschwingungen mit Spannungsüberhöhungen nach der Ausschaltung zu verzeichnen.

Die Aufbereitung und Auswertung der zeitlichen Verläufe zeigte kipp-schwingungsähnliche Verläufe beim Übergang in den neuen stationären Zustand nach der Ausschaltung des Prüfobjektes mit dem Leistungsschalter, die sich nach max. 500 ms auf die Teilspannung zwischen Steuerkapazität und Wandlerimpedanz einschwingt. Das Teilungsverhältnis zwischen anliegender Prüfspannung und ausgeschalteten Prüfobjekt entsprach den überschlägigen theoretischen Betrachtungen.

Klassische Kippschwingungen führen zur einer kontinuierlichen Spannungsüberhöhung am abgeschalteten Wandler.



Abb. 20: Kippschwingungsversuche am GIS-Spannungswandler

Bei den Entwicklungsversuchen mit den GIS-Spannungswandlern, wobei der Luftspalt in den Messkernen variiert wurde, entstanden erhebliche transiente und stationäre Überspannungen durch die Ferroresonanz des ausgeschalteten Wandlers bei unterschiedlichen Kapazitätskonstellationen.

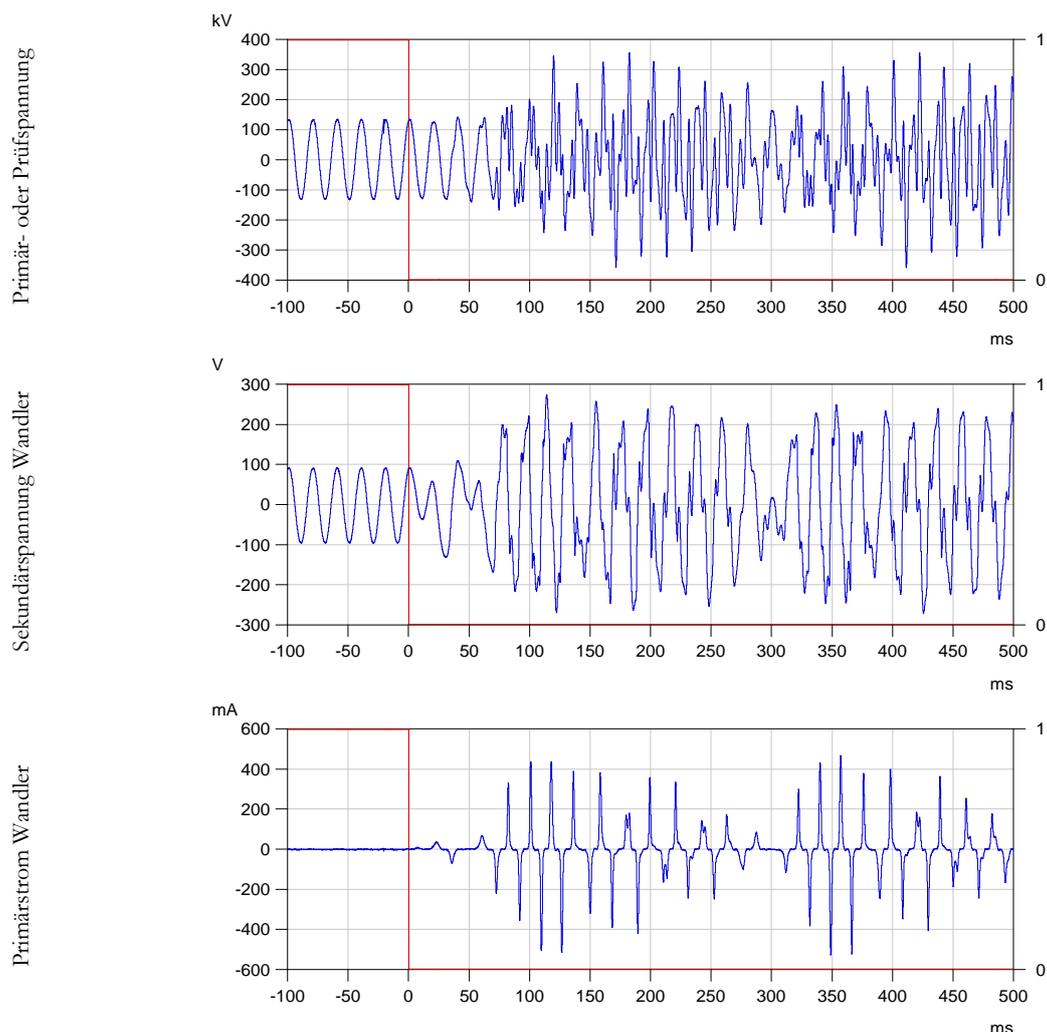


Abb. 21: Kippschwingungen bei der Ausschaltung eines GIS-Spannungswandlers

Mit der Sensibilität der GIS-Spannungswandler gegenüber Kippschwingungen wurde eine Spektralanalyse (Abb. 22) bezogen auf die Grundschwingung und Scheitelspannung der Prüfwechselfspannung vor Ausschaltung des Prüfobjektes durchgeführt, um die subharmonischen und harmonischen Frequenzanteile bzw. Überhöhungsfaktoren zu klassifizieren. Markant zeigt sich die Deformierung des Teilspannungsabfalls über die Primärwicklung in Spannung und Strom bzw. das nichtlineare Übertragungsverhältnis auf die Sekundärwicklung aufgrund der frequenzabhängigen Wandlerhysterese.

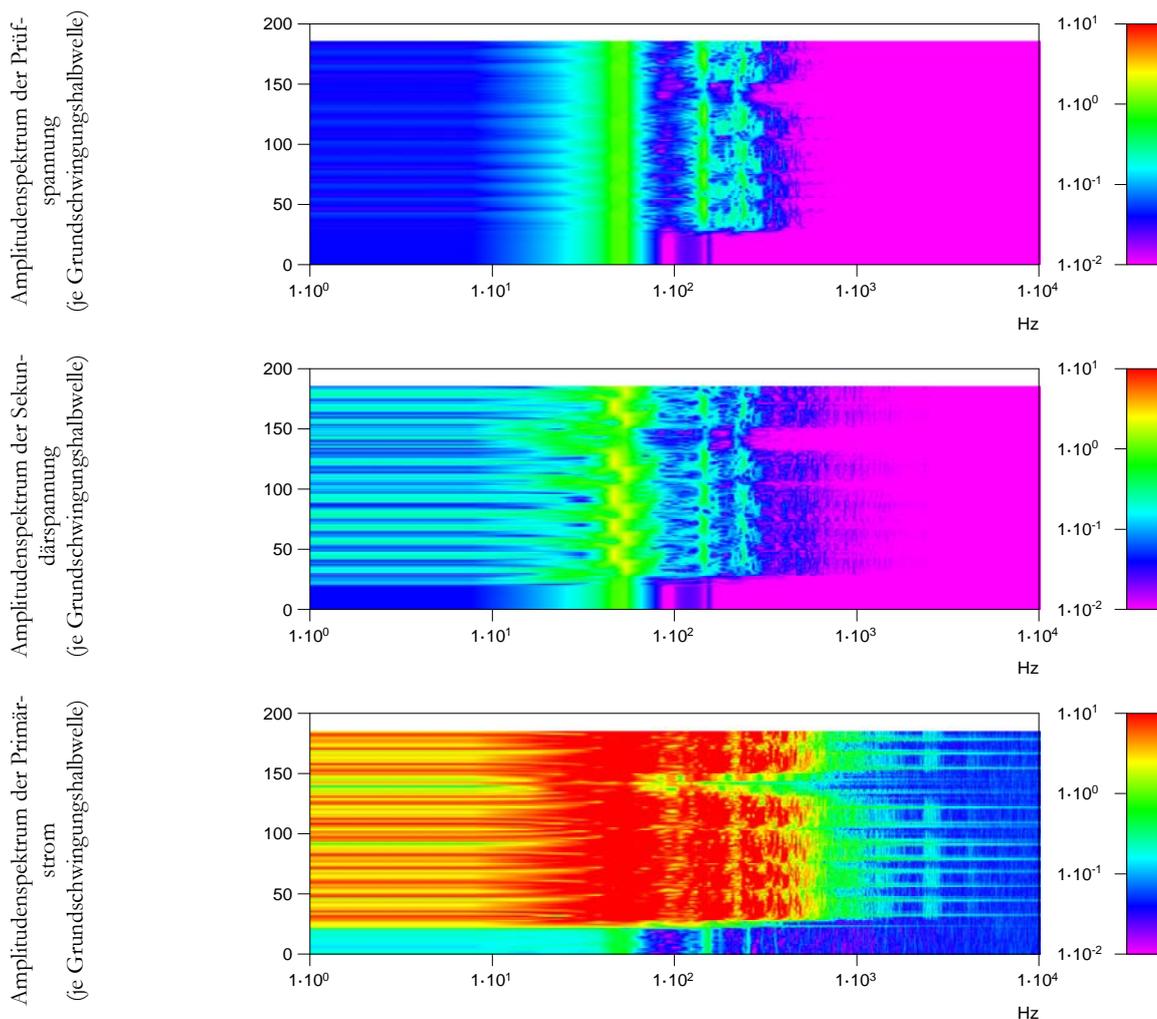


Abb. 22: Normiertes Amplitudenspektrum bei der Ausschaltung eines GIS-Spannungswandlers

Durch dieses Analyseform stehen dem Hersteller detaillierte Informationen zum nichtlinearen Verhalten des Wandlers bzgl. des Kippschwingungsverhaltens zur Verfügung.

4.3.7. Hochspannungsprüfungen an Rotorblättern von Windkraftanlagen

Holger Häusler, Lothar Kleinod, Dirk Lehmann

Die technische Entwicklung von Windkraftanlagen erreicht ständig neue Dimensionen. Windkraftanlagen mit einer Leistung von 2 MW sind im Binnenland Stand

der Technik. Dabei werden Narbenhöhen über 100 m und Rotordurchmesser bis 90 m oder größer erreicht.

Die Rotorblätter sind ein Schwerpunkt bei der Entwicklung der Gesamtanlage. Neben den aerodynamischen und mechanischen Aspekten tritt die Blitzschutzkoordination bei einem prozentualen jährlichen Schadensanteil von ca. 6% zunehmend in den Vordergrund. Mit der Entwicklung und dem zukünftigen Einsatz von Off-Shore-Windkraftanlagen verkürzen sich die Instandsetzungsfenster durch die Aufstellung in Seegebieten erheblich und verlagern sich auf die Sommermonate. Eine erhöhte Standfestigkeit wird dementsprechend erforderlich.



Abb. 23: Off-Shore-Windkraftanlagen



Abb. 24: durch Gewitterentladung geschädigte WKA

Die eingesetzten Kunststoffverbundmaterialien bei Rotorblätter neigen zur elektrostatischen Aufladung durch die Luftreibung und führen die Ladungsträger aufgrund ihrer guten Isolationseigenschaften nur ungenügend ab. Elektrostatisch aufgeladene Rotorblätter bilden somit starke exponierte Einschlagspunkte für atmosphärische Gewitterentladungen.

In der Vergangenheit wurden immer wieder große Schäden infolge von Gewitterauswirkungen bis hin zu Totalverlusten von Windkraftanlagen beobachtet, die somit eine erhebliches Risiko für Betreiber und Versicherer darstellen.

Blitzschutzsysteme für Windkraftanlagen sollte folgenden Mindestanforderungen entsprechen:

- gezielte Einleitung von Gewitterentladungen auf definierte Einschlagsregionen;
- sichere Blitzstromableitung zum Erdungssystem der Windkraftanlage;
- geringe Reduzierung der aerodynamischen Eigenschaften;
- geringe zusätzliche Geräuschbelastung;
- geringe Massen;
- lange Lebensdauer und gute Ersetzbarkeit auch nach mehrmaligen Beanspruchungen; usw.

Im Hochspannungsprüffeld am Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik der Brandenburgischen Technischen Universität wurden im Rahmen von Drittmittelprojekten im Forschungsverbund neue Ableitsysteme für Windkraftanlagenrotorblätter neuester Generation von Industriepartnern entwickelt und untersucht.

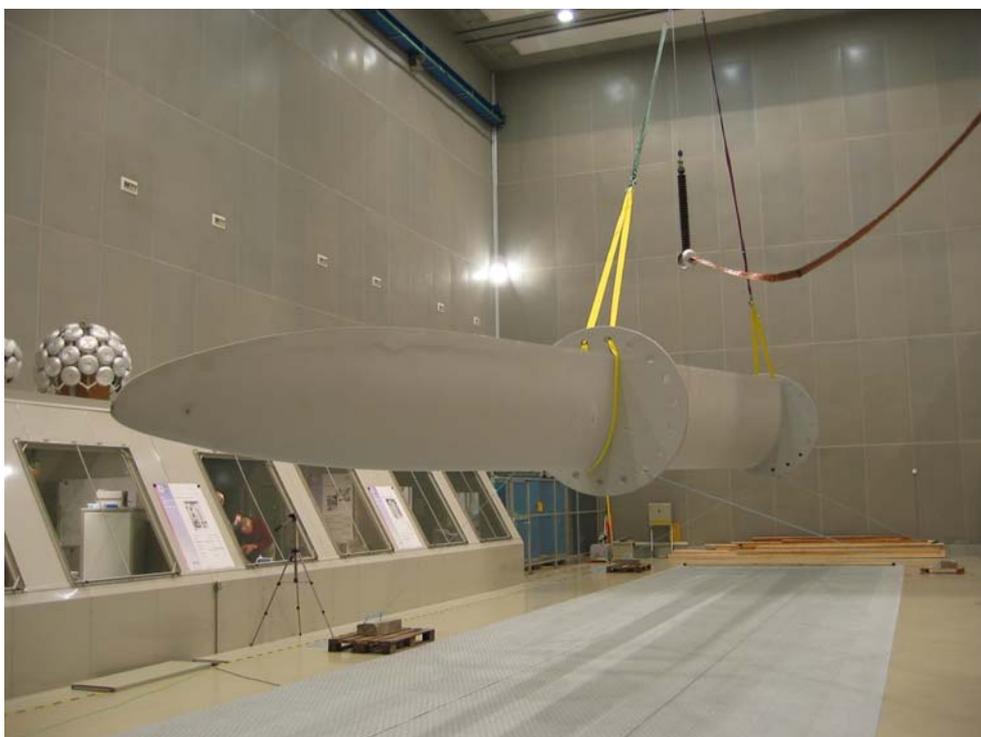


Abb. 25: Segment eines Windkraftanlagenrotorflügels im Hochspannungsprüffeld

Dabei wurden in Abhängigkeit vom Durchschlagspfad die gesamte Palette der Prüfanlagen benutzt.

Zur Ergründung des Ausbreitungsverhaltens des Blitzstromes in den im Blatt implementierten Ableitsystemen wurden der Blitzstoßspannungsgenerator zur Generierung der Stoßstromimpulsform $10 / 300 \mu\text{s}$ modifiziert.

Die theoretischen Voruntersuchungen und Simulationen zur Modifizierung entsprachen den praktischen Versuchen mit einer Fehlerabweichung unter 2 %.

4.3.8. Hochspannungsprüfgeneratoren und –prüfungen von Zündgarnituren des Automobilindustrie

Holger Häusler, Lothar Kleinod, Dirk Lehmann

Zündkabelsätze und –garnituren als Zulieferbaugruppen der Automobilindustrie sind durch die Hersteller normativen Qualitätskontrollen zu unterziehen. Hierzu gehören die elektrischen Belastungsuntersuchungen von Leitungsisolationen und

Isolationen der Steckersysteme mittels Stehwechselfspannung und Dauerimpulsspannung, wobei sich die Prüfbjekte in salzhaltigen Bädern befinden.

Im Jahr 2003 ist durch die Hannovermesse ein regionaler Hersteller an den Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik mit derartigen Prüfaufgaben herangetreten. Im Rahmen von langfristigen Drittmittelprojekten sind Zündkabelgarnituren standardisierten Qualitätskontrollen zu unterziehen.

Hierzu wurden im Hochspannungsprüffeld entsprechende Prüfgeneratoren für die Stehwechsel- und Dauerimpulsspannungsprüfung entsprechend den normativen Richtlinien entwickelt und gebaut.

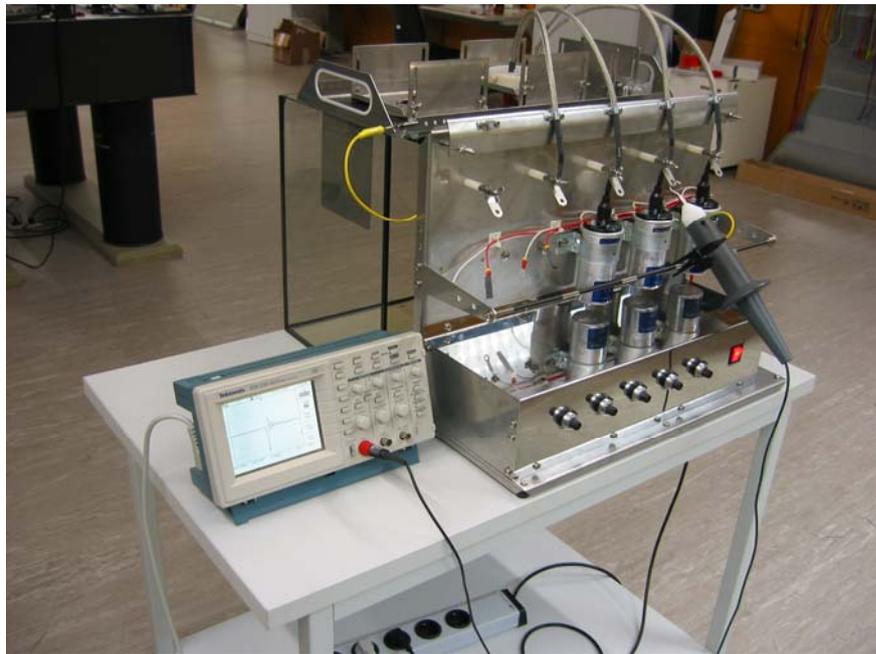


Abb. 26: Impulsspannungsprüfanlage für Zündgarnituren

Derzeitig erfolgt die Inbetriebnahme und Kalibrierung der Prüfgeneratoren, so dass im 1. Quartal 2004 der Prüfbetrieb aufgenommen werden kann.

4.3.9. Korrosion im Erdboden verlegter metallischer Anlagen durch Streustromeinflüsse

Lothar Kleinod

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 Erd-boden:

- Aufgrund der auftretenden Spannungsdifferenzen an einer metallischen Rohrlei-tung, die durch unterschiedliche Bodenarten gelegt wurde, treten durch Gleich-stromaustritt 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 Stromaustrittsstellen der Rohrleitung zu rechnen (Korrosion durch Ele-mentbildung).
- Über das Erdreich abfließende künstlich verursachte Gleichströme, z.B. Rück-ströme aus Gleichstrombahnanlagen, tragen ebenfalls zu einer hohen Kor-rosionsgefahr im Erdboden verlegter metallischer Anlagen bei (Streustrom-korrosion, Abb. 27).

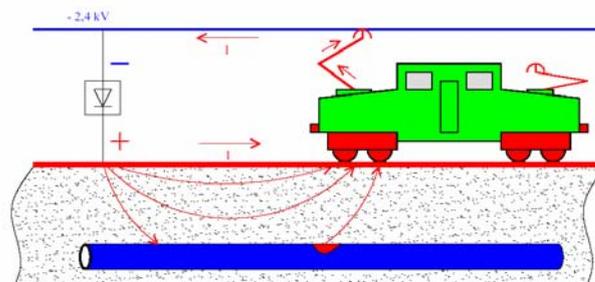


Abb. 27: Korrosion durch Streuströme

Die Untersuchung der Streustromsituation in einem komplexen Industriegebiet (Großkraftwerk) mit Gleichstrombahnanlagen nach langjähriger Nutzung ist Bestandteil eines Industrieprojektes des Energieressourcen Instituts e.V. in Zusammenarbeit mit der BTU Cottbus. Darin werden Korrosionsschäden analysiert

und Veränderungen der Gefährdungs- und Schutzbereiche gegenüberstellend erfasst.

4.3.10. Der Fahrplan 3.4

Remo Tiedemann, Christian Fünfgeld

Programmpaket zur Berechnung von Lastprognosen auf Basis der Repräsentativen VDEW-Lastprofile für das Jahr 2004; Software im Vertrieb der CEBra GmbH
Bearbeitungszeitraum: 3. Quartal 2003

4.3.11. LPuVE

Christian Fünfgeld, Carsten Fiebig, Wolfgang Langer

Berechnung von Lastprofilen für unterbrechbare Verbrauchseinrichtungen (Elektro-Speicherheizung) umfangreiche Ergänzung der Software; Software im Vertrieb des VWEW-Verlags, Frankfurt/Main. Temperaturabhängige Lastprognose bzw. Lastprofilerstellung für Elektro-Speicherheizungen.
Bearbeitungszeitraum: 1.-4. Quartal 2003
Partner: VWEW-Verlag, Frankfurt/Main

4.3.12. Energieverbrauchsorientierte Produktionsplanung und –steuerung in der KAHELIT GmbH

Alexis Bonneschky, Lars Neumann, Christoph Nolden

Ziel des Projektes ist die Optimierung der Planung für die Verarbeitung von mineralischen Ausgangsstoffen in der KAHELIT GmbH, einer Tochtergesellschaft der MKK Märkische Kies- und Kalksandsteinwerke GmbH in Hennersdorf.

In einem ersten Teilprojekt wurde für das Unternehmen eine Client-Server-Anwendung entwickelt, mit welcher die eingehenden Produktionsaufträge dokumentiert, freigegeben und deren Abwicklung kontrolliert wird. Voraussetzung für jegliche Änderungen der Produktionsfahrweise zur Verbesserung der Energieeffizienz (z.B. durch höhere Materialdurchsätze, direkte Abwärmenutzung, optimale Auftragseintaktung) ist die permanente Überwachung der Einhaltung der geforderten Produktqualität. Diesbezüglich werden energie- und qualitätsrelevante Betriebsdaten in die erprobte Software aufgenommen und somit dem Produktionsplaner und Anlagenfahrer zur Verfügung gestellt.

Bearbeitungszeitraum: 1.-3. Quartal 2003

Partner: KAHELIT GmbH, Hennersdorf

4.3.13. Bestimmung von Lastprofilen für unterbrechbare Verbrauchseinrichtungen

Christian Fünfgeld, Carsten Fiebig

Mit der Bereitstellung der repräsentativen VDEW-Lastprofile Ende 1999 konnten erstmals Haushalts- und Gewerbekunden Versorger ohne zeitgleiche Messung wechseln. Für Elektro-Speicherheizungen mit immerhin 2,4 Millionen Kunden war dies bisher nicht möglich.

Am Energieressourcen Institut wurde in Kooperation mit dem Lehrstuhl Energiewirtschaft ein Modell entwickelt, mit dem auf Basis eines praxisorientierten theoretischen Ansatzes netzspezifische Lastprognosen beziehungsweise Lastprofile für diese Verbrauchergruppe erstellt werden können. Als Eingangsgröße der strukturierten Lastaufteilung wurden zwei pragmatische Ansätze zur Bestimmung des Tages-Heizenergiebedarfs entwickelt. Grundlage ist einerseits die aktuelle Temperaturentwicklung (BTU/ERI Temperaturmodell) und andererseits eine kalendrische Mittelung der Tages-Mitteltemperatur über den Zeitraum von 1951 .. 71 (5171-Modell). Im Berichtsjahr erfolgt die Ausweitung des Modells auf gesteuerte Direktheizungen und Wärmepumpen.

Bearbeitungszeitraum: 1.-4. Quartal 2003

Partner: Verband der Netzbetreiber e.V. (VDN) im VDEW e.V.

4.3.14. Firmenspezifische Lastprognose für Elektro-Speicherheizungen im Netzgebiet eines Regionalversorgers

Christian Fünfgeld, Carsten Fiebig

Das Energieressourcen-Institut e.V. erstellt über den Zeitraum von 1 Jahr eine normierte Lastprognose für die Kundengruppen der Elektro-Speicherheizungen im Netzgebiet auf Basis des 5171-Modells der LPuVe-Methode. Der Regionalversorger kann einerseits Ausschnitte der Lastgänge gezielt zur monatlichen Lastprognose für Heizungskunden verwenden und andererseits die normierten Jahresprognosen als einheitliche Basis zur Mehr- Mindermengen Abrechnung verwenden. Damit hat das Unternehmen gemeinsam mit den in seinem Netzgebiet aktiven Händlern ein Konzept mit minimalen Transaktionskosten aber kalkulierbar höherer IST-Abweichung gewählt.

4.3.15. Erstellung von synthetischen Lastprofilen für unterbrechbare Verbrauchseinrichtungen im Netzgebiet eines Regionalversorgers

Christian Fünfgeld, Carsten Fiebig

Die Bestimmung der zur Bildung von Kundengruppen relevanten Anlagen- und Verbrauchsdaten aus den Daten des RVU ergab folgende Struktur: 7 Ladezeitgebiete, 5 Ladezeitgruppen, 2 Messarten, 3 Gerätetypen und 2 Steuerungsarten. Aus der prinzipiellen Kombinationsmöglichkeit aller einzelnen Parameter, mit Ausnahme der Variante Fußbodenheizung in Vorwärtssteuerung, sind die Repräsentanten der insgesamt 336 Kundengruppen zusammengestellt und beschrieben. Ergebnis sind Lastpofilscharen in der Abstufung von 1 K über den gesamten Einsatzbereich von Elektro-Speicherheizungen wie in Abb. 28 und Abb. 29 dargestellt.

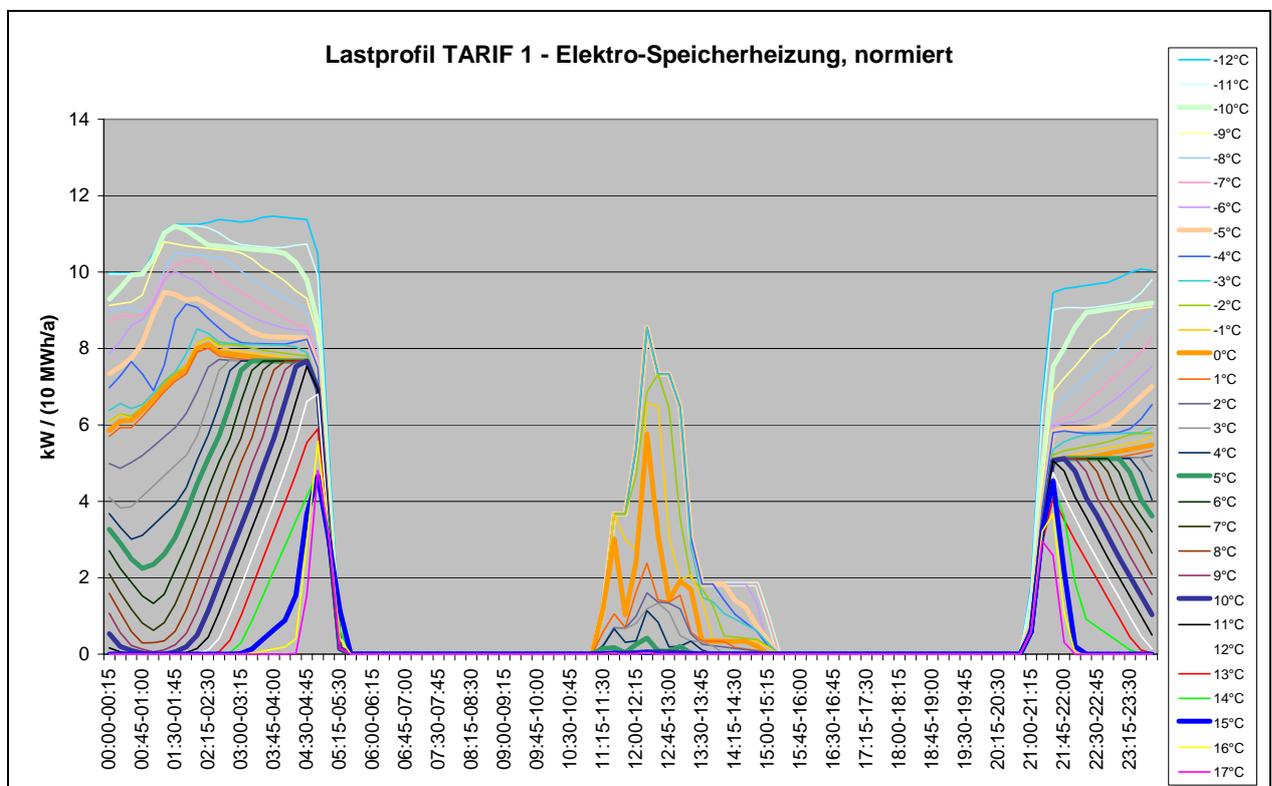


Abb. 28: Beispielhafte Lastpofilschar einer Tarifgruppe im Temperaturbereich -12..+17°C.

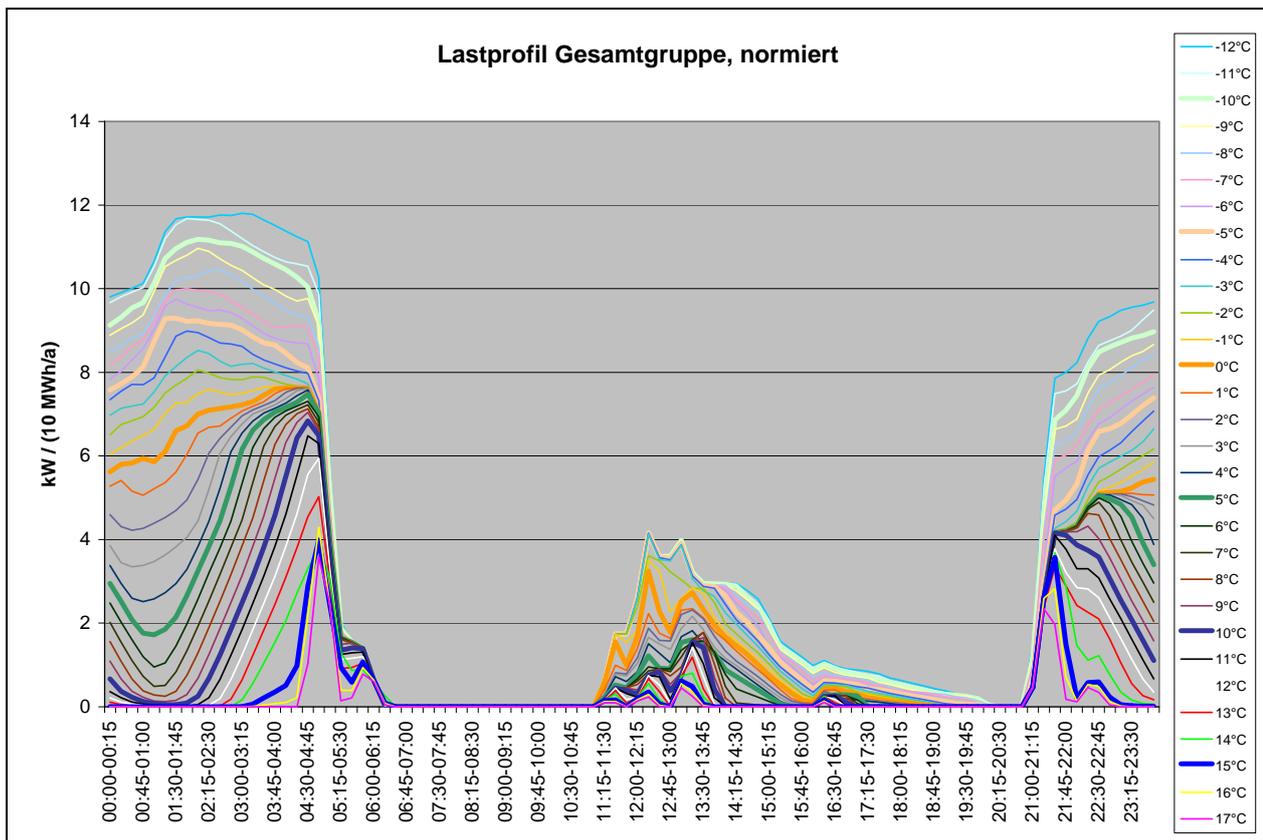


Abb. 29: Netzspezifische Lastprofilschar für alle Kunden mit Elektro-Speicherheizung eines Regionalversorgers (-12..+17°C).

4.3.16. Bestimmung von Lastprofilen für Wärmepumpen

Christian Fünfgeld, Carsten Fiebig, Wolfgang Langer

Ziel ist, auf Grundlage der in der Software LPuVe umgesetzten Lastprofilmodelle für Elektro-Speicherheizungen, die Entwicklung einer Methode zur Lastprognose/ Ermittlung von Lastprofilen für Kollektive von Wärmepumpenanlagen zu entwickeln. Phase 1: Modellentwicklung: Erarbeitung eines theoretischen Modells für die Abbildung des Lastverlaufs von Wärmepumpen auf Basis theoretischer Systemkenntnisse über die Leistungsausprägung von Wärmepumpenheizanlagen und belastbarer Kurzzeitmessungen. Phase 2: Validierung: Auswertung aktueller Lastgangmessungen von Kundenanlagen in der Heizperiode 2003/04. Überprüfung und gegebenenfalls Modifikation des Modells. Die Validierung beginnt maßgeblich im Frühjahr 2004.

4.3.17. Bewertung der Auswirkungen von Strukturänderungen im Tarifkundensegment auf die Strombeschaffungskosten

Christian Fünfgeld, Remo Tiedemann, Stephan Schulz

Durch den, im Verhältnis zur Gesamtwechselrate, verstärkten Kundenwechsel „mehr verbrauchender Haushaltskunden“ ändert sich die Abnehmerstruktur dieses Kundensegments bei Energieversorgungsunternehmen der allgemeinen Versorgung hin zu den „wenig verbrauchenden Kunden.“ Auf Basis der gewonnenen Erfahrungen wird angenommen, dass sich die Strombeschaffungskosten für die verbleibenden Tarifkunden erhöhen. Der Grund kann eine unausgewogene Durchmischung der Kundengruppe sein, welche zu stark schwankenden Summenlastgängen in diesem Kundensegment führen. Es wird vermutet, dass dadurch der Grundlastanteil verringert wird und gleichzeitig der Streubereich der erwarteten Last vergrößert wird. Diese Konstellation verschlechtert die Beschaffungsvoraussetzungen, weil die gut kalkulierbare kostengünstigere Grundlast durch teurere weniger gut prognostizierbare Spitzenleistung kompensiert werden muss. Ziel der Untersuchung ist daher die monetäre Bewertung von Auswirkungen der eintretenden Strukturänderung auf die Strombeschaffungskosten auf Basis der mittelfristigen Strompreisstruktur des Energieversorgungsunternehmens bzw. des allgemeinen Termin- bzw. Spotmarktes der EEX.

4.3.18. Synthetische Lastprofile für den Elektrizitätsbedarf von Haushaltskunden

Christian Fünfgeld, Remo Tiedemann, Stephan Schulz

Für das Bilanzkreismanagement eines großen Energieversorgungsunternehmens ist die möglichst genaue Abbildung von Bilanzkreisen von großer Bedeutung. Die Anwendung der Repräsentativen VDEW-Lastprofile für die Gruppe der Haushaltskunden führte zu Abweichungen, die für die optimierte Führung eines eigenständigen Bilanzkreises verringert werden sollen. Eine repräsentative Stichprobe von Haushaltskunden bildet die Grundlage für eine Generierung spezifischer synthetischer Lastprofile im Stil der Repräsentativen VDEW-Lastprofile. Diese spezifischen Haushalt-Profile beschreiben die Kunden im konkreten Verbrauchsverhalten besser als die von bundesweiten Einflüssen geprägten Repräsentativen VDEW-Lastprofile. Die Alternativvariante, eine große Zahl von Haushaltskunden kurzfristig mit registrierenden Zählern auszurüsten ist weder wirtschaftlich noch zeitlich realisierbar. Ziel der Untersuchung ist daher die Entwicklung synthetischer Lastprofile aus Bestandsdaten der Unternehmens, und die Bewertung ihrer Abweichung zu den Repräsentativen VDEW-Lastprofilen.

4.3.19. Biomassestrategie in der Niederlausitz

Christian Fünfgeld

Studie im Auftrag der Internationale Bauausstellung (IBA) Fürst-Pückler-Land GmbH, Großräschen im Rahmen des INTERREG III B – Projektes REKULA.

Die übergeordnete Zielstellung der Studie zur Biomassestrategie in der Niederlausitz ist die Entwicklung wirtschaftlich tragfähiger Landnutzungsmodelle mit einer intelligenten Nutzung regenerativer Energiequellen („Energielandschaften“). Nachwachsende Rohstoffe, insbesondere deren Nutzung als Bioenergieträger, stellen einen wesentlichen Bestandteil einer „Energielandschaft“ dar. Um in der „Energierregion“ Lausitz eine verstärkte Entwicklung dieses Wirtschaftszweiges voranzutreiben, sollen anhand der Studie Handlungsstrategien und Projektansätze in der Niederlausitz erarbeitet werden.

4.3.20. Aufschlussberatungen bei Klein- und Mittelständischen Unternehmen

Im Rahmen des Technologie- und Wissenstransfer führte der Lehrstuhl Energiewirtschaft zahlreiche Aufschlussberatungen in Unternehmen energieintensiver Branchen durch. Zu den Branchen zählen: Glasherstellung und –verarbeitung, Herstellung von Kunststoffwaren und die Steine- und Erden-Industrie. Auch regional ansässige Firmen der Solarbranche wurden beraten.

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 Vollschirmung 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 (μ s) bzw. 50 kA (4/10 (μ s)).

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-
Temperaturruhe (-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.;
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 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 beigestellten 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.

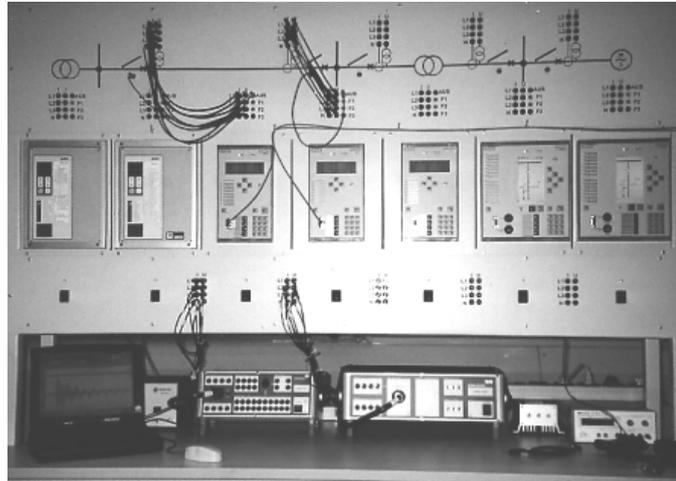


Abb. 30: Laboraufbau "Schutztechnik"

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.

5.12. 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

5.13. Netzanalyselabor

Oszilloskope und Transientenrekorder bis 8 GS/s bzw. 8 MByte;

2 Analysensysteme 16 Kanal für Netzgrößen, Oberschwingungen, Flicker, Transiente mit optischer Übertragung zur Synchrontriggenung;

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

5.14. 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.)

5.15. Messtechnik für Energieanalysen

- Tragbarer Rauchgasanalysator (O₂, CO, NO_X, SO₂, tA, Ruß) Fa. rbr-ecom.
- Eingriffsfreie Ultraschall Volumenstrom- und Wärmemengenmesstechnik für flüssigkeitsgefüllte Kreise mit Nennweiten von 10 ... 100 mm. FLUXUS ADM, Fa. Flexim.
- Energie-Analysator für elt. Mittel- und Niederspannungsnetze, Fa. EL CONTROL.
- Massenstrombestimmung in Druckluftnetzen, Fa. VarioMass.
- Ultraschall-Wanddickenmessgerät, Fa. Elektro-Physik.
- Infrarot-Thermometer, Fa. Raytec.
- Almemo-Datenlogger (2 Stk.) mit umfangreichem energiewirtschaftlichen Zubehör, Fa. AMR.
- Versuchsstand Druckluftanlage für Laborpraktikum, Fa. AGO Druckluft, Entwurf BTU LS EW.
- Versuchsstand Wärmepumpe, Banse Wärmepumpentechnik, Entwurf BTU LS EW.
- LEDAN Datenerfassungs- und Analysesystem; 25 Enerlog ML02D Datenlogger und 22 optische Datenaufnehmer für Stromzähler, Fa. MedaTec.
- LEDAN Classic Analysesysteme mit den Optionen Graph, Tarif und Interface

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
CargoLifter	Brand
Deutsche Bahn AG	München
Deutsche Eisenbahn Consulting	Cottbus
EDIS	Fürstenwald
ENVIA / ENVIA-M	Markleeberg
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

Lehrstuhl Energiewirtschaft / Juniorprofessur Elektrizitätswirtschaft

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.	München
REXAM GLASS	Drebkau
e.on Energie AG	München
EnBW Regional AG	Stuttgart
Energieressourcen-Institut e.V. (ERI e.V.)	Cottbus
Energieversorgung Potsdam GmbH (EVP)	Potsdam
envia Mitteldeutsche Energie AG	Chemnitz
Fachhochschule München	München
Fernwärmeversorgung Cottbus GmbH (FWC)	Cottbus
Forschungsstelle für Energiewirtschaft	München
Gesellschaft für Energiewirtschaft und Energiewissenschaft (GEE)	

Hamburgische Elektrizitätswerke AG (HEW)	Hamburg
Industrie- und Handelskammer	Cottbus
Märkische Kies- und Kalksandsteinwerke MKK-	Hennersdorf
Hennersdorf	
Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und	Potsdam
Technologie des Landes Brandenburg	
Neckarwerke Stuttgart AG	Stuttgart
PSI-BT	Berlin
Siemens KWU	Erlangen
Städtische Werke Brandenburg (Havel)	
Stadtwerke Cottbus GmbH	Cottbus
Stadtwerke Finsterwalde	Finsterwalde
Stadtwerke Frankfurt/Oder	Frankfurt/Oder
Stadtwerke Leipzig	Leipzig
Stadtwerke Senftenberg	Senftenberg
Technische Universität München	München
Transferstelle Bingen (TSB)	Bingen
Universidad Técnica Federico Santa Maria, Chile,	
Departamento Mecánico	
VDI-Gesellschaft Energietechnik	Düsseldorf
Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V. (VDEW)	Berlin, Frankfurt
Verband der industriellen Energie- und Kraft-	Berlin
wirtschaft (VIK)	
Verband der Netzbetreiber e.V. (VDN)	Berlin
Verband der Verbundunternehmen und Regiona-	Berlin
len Energieversorger in Deutschland (VRE) e.V.	
Walzwerk Finow GmbH	
ZukunftsAgentur Brandenburg (ZAB)	Potsdam, Cottbus
Edis Energie Nord AG	Fürstenwalde
Stadtwerke Schwerte	Schwerte
WestEnergie und Verkehr GmbH	Geilenkirchen
MarkE	Hagen
Vattenfall Europe Transmission GmbH	Berlin
IBA Fürst Pücklerland	Großräschen
NUON Deutschland GmbH	Berlin
Ruhrgas AG	Essen

7. Publikationen

7.1. Veröffentlichungen

Schwarz, H.; Löhning, G.; Lange, T.; Kleinod, L.: Impulsbasierter EMV-Störfestigkeitstest für Schienen- und Straßenfahrzeuge. Forschungskurzbericht im EMC-Kompendium 2003, S. 99. München: publish-industry Verlag GmbH 2003.

Löhning, G.; Koch, M.; Schwarz, H.: Hochspannungs-Sonderprüfungen an Luftschiffen und Schienenfahrzeugen. In HIGHVOLT KOLLOQUIUM ,03 Zusammenhänge und Tendenzen: Hochspannungsprüftechnik und Diagnostik, S. 147 – 150. Dresden: HIGHVOLT Prüftechnik Dresden GmbH 2003.

Schwarz, H.; Löhning, G.; Lange, T.; Kleinod, L.: A new pulse-based EMC test for railway vehicles. Proceedings fo the 13th International Symposium on High Voltage Engineering (CD-ROM), Delft, Netherlands 2003. Rotterdam: Millpress 2003 (ISBN 90-77017-79-8).

Pfeiffer, K.: Software zur Auswahl von Niederspannungskabel. Elektropraktiker, Berlin 57 (2003) 1, S. 52-56.

Pfeiffer, K.: Beitrag zur Kurzschlussstrombegrenzung durch resistive HTSL-Strombegrenzer in Niederspannungsnetzen. ELEKTRIE, Berlin 57 (2003) 8

Bonneschky, A. Fünfgeld, C., Schieferdecker, B. “ePPS® - Die Methode zum Einsatz von Energiekennwerten in der Produktionsplanung und -steuerung“ in: 3. VDI-GET Fachtagung Betriebliches Energiemanagement, Cottbus, den 6.-7.03.2003. VDI-Berichte 1761, ISBN 3-18-091761-X.

Klumpp, A., Fünfgeld, C. „Möglichkeiten der Zwischenspeicherung von Windstrom“, Energiewirtschaft ew Jg. 102 (2003), Heft 25

Tiedemann, R.; Fünfgeld, C. „Neue Ansätze zur Modellierung und Klassifizierung von Lastganglinien“ VDI-Berichte 1792 (2003), ISBN 3-18-091792-X

Fünfgeld, C. “Energiewirtschaftliche Forschung als Beitrag zur technischen Umsetzung der Li-

beralisierung“ Innovative Technologien, Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule Mittweida (FH), Nr. 3, 2003, ISSN 1437-7624.

Fünfgeld, C.; Bonneschky, A.

„Energierrelevante Kosten als Anreiz zur rationellen Energienutzung“
VDI Berichte 1767 (2003), ISBN 3-18-091767-9

Bitsch,R.; Fünfgeld,C.; Schwarz,H.:

Auswirkungen des Ausbaus der Windenergienutzung in Brandenburg.
Studie des Energieressourcen-Institut e.V. Cottbus im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft des Landes Brandenburg; www.brandenburgenergie.de

Bitsch,R.:

Integrationskonzepte für große regenerative/dezentrale Energieeinspeisungen.
Energietag Brandenburg 11.09.2003 Cottbus; Tagungsband

7.2. Vorträge

Pfeiffer, G.; Pfeiffer, K.:

Auswahl von Niederspannungskabeln

Teil 1: Grundlagen und Auswahlkriterien

Teil 2: Praktische Kabelauswahl im Dialog mit einer Kabelauswahlsoftware

Workshop im Rahmen des Energietages Brandenburg, 11.09.2003

Bonneschky, A., Schieferdecker, B.
“Der industrielle Energiekunde als aktiver Partner am Energiemarkt“
Tagungsband der IEWT 2003 - 3. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien - "Die Zukunft der Energiewirtschaft im liberalisierten Markt" 14.-16.02.2003.

Fünfgeld, C.
“Lastprofile in der Elektrizitätswirtschaft“
Tagungsband der IEWT 2003 - 3. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien - "Die Zukunft der Energiewirtschaft im liberalisierten Markt" 14.-16.02.2003.

Fünfgeld, C.
“Szenarien zukünftiger Windenergieerzeugung in Brandenburg“ Energietag Brandenburg 2003 - Forum Dezentrale Erzeugung und Einspeisung, Cottbus, 09.11.2003.

Fünfgeld, C. Schneider, B.U.
“Synergie-Konzept zur Energieversorgung durch Windkraft und Biomasse in Brandenburg“ Energietag Brandenburg 2003 - Forum Dezentrale Erzeugung und Einspeisung, Cottbus, 09.11.2003.

Fünfgeld, C.
“Lastprofile für unterbrechbare Verbrauchseinrichtungen - LPuVe am Beispiel Elektro-Speicherheizung“ CEM - Symposium für die Energiewirtschaft „Risikomanagement in der deregulierten Energiewirtschaft“, Hannover, 23.04.2003.

Fünfgeld, C.
“Lastprofile für unterbrechbare Verbrauchseinrichtungen - Elektro-Speicherheizung“ Hannover Messe 2003 ETI-Forum Energieland Brandenburg, Hannover, 09.04.2003.

Fünfgeld, C.
“Energiewirtschaftliche Forschung als Beitrag zur technischen Umsetzung der Liberalisierung“ enviaM Energiekonvent, Mittweida, 06.11.2003.

Fünfgeld, C.
“Von REN über UPN zu ePPS® - 10 Jahre energiewirtschaftliche Forschung an der BTU Cottbus“ Energietechnisches Kolloquium an der BTU Cottbus, 21.11.2003.

Tiedemann, R.
„Neue Ansätze zur Modellierung und Klassifizierung von Lastganglinien“ VDI-GET-Fachtagung „Optimierung in der Energieversorgung“, Würzburg Oktober 2003.

Einladung von Prof. Bitsch durch die EU-DG Research zur Begutachtung von Projekt-anträgen im Rahmen des FP 6 Sustainable Energy Systems; 07.-11.04.03 und 05.-06.05.2003

Bitsch / Fünfgeld
Verteidigung der Studie des Energieressourcen-Institut e.V. Cottbus „Auswirkungen des Ausbaus der Windenergienutzung in Brandenburg“ im Ministerium für Wirtschaft in Potsdam
27.06.2003

Bitsch
Vortrag: „Integrationskonzepte für große regenerative/dezentrale Energieeinspeisungen“.
Energietag Brandenburg 11.09.2003 Cottbus

Bitsch

Bericht über die Studie des Energieressourcen-Institut e.V. Cottbus „Auswirkungen des Ausbaus der Windenergienutzung in Brandenburg“ vor Energiereferenten der IHK Deutschlands in Berlin am 07.10.2003

7.3. Veranstaltungen

Energietag Brandenburg 2003
Cottbus 09.11.2003

3. VDI-GET Fachtagung „Energiemanagement“
Cottbus, 06./07.03.2003

7.4. Referenzen

- Optimierung der betrieblichen Energieanwendung

Ausgehend von umfassenden Analysen über den Energieverbrauch der Unternehmen wurden verschiedene Vorschläge für Rationalisierungsmaßnahmen als Hilfestellung für die Entscheidung über notwendige Investitionen erarbeitet. In den Mittelpunkt rückte hierbei die Optimierung logistischer Abläufe in der Produktion, in deren Ergebnis der spezifische Brennstoffeinsatz nachhaltig um 20 % gesenkt wurde.

- Ist-Zustanderhebung in energieintensiven Industrieunternehmen

Die Erhebung des energetischen Ist-Zustandes in Form einer Betriebsanalyse bildet den Ausgangspunkt für spätere Detailanalysen bis hin zur Einführung einer energieorientierten Produktionsplanung und -steuerung. Dieser Abschnitt der Zusammenarbeit dient in der Regel dazu, Klarheit über die bestehenden Ausprägungen der Energiebereitstellung und -anwendung in der SCD zu schaffen.

- Repräsentative VDEW-Lastprofile

Entwicklung von Lastprofilen für den Tarifkundenbereich der Elektrizitätswirtschaft mit Hilfe der Strukturanalyse nach dem Fuzzy-C-Means Algorithmus.

- Lastprofilgenerator für Sonderkunden eines Verbundunternehmens

Analyse von ca. 580 zufällig ausgewählten Lastgängen aus unterschiedlichen Perioden und Vertriebsgebieten. Ermittlung von 9 Sonderkunden-Lastprofilen bei Zuordnungswerten $> 0,9$ für 81 % der Objekte. Analyse einfacher Kunden-Stammdaten und Erstellung einer statistischen Zuordnungsfunktion zur verbesserten Initialprognose für Sonderkunden.

- Lastprofile für einen Regionalversorger

Blind-Analyse von ca. 700 Lastgängen eines Jahres. Ermittlung von 11 Sonderkunden-Lastprofilen aus einer zufälligen Stichprobe. Zuordnungswerte $> 0,9$ für 80 % der Objekte.

- Lastprofile für unterbrechbare Verbrauchseinrichtungen (LPuVe)

Mit der Entwicklung des Modells zur Lastprognose und Lastprofilerstellung für Elektro-Speicherheizungen konnte wieder einmal die Liberalisierung im Massenkundenbereich wirksam unterstützt werden. Der Lehrstuhl Energiewirtschaft hat damit seine Spitzenposition im wissenschaftlichen Bereich zum Thema Lastprofile in der Elektrizitätswirtschaft unterstrichen und trägt weiter dazu bei, den Markt zu ermöglichen.

- Technische Universität Federico Santa Maria (UTFSM), Chile

Der Lehrstuhl Energiewirtschaft kooperiert mit der Technischen Universität Federico Santa Maria. Im Ergebnis der Zusammenarbeit wurde in einem mehrwöchigen Intensivkurs die Lehrveranstaltung „Energiewirtschaft“ an der chilenischen Hochschule durchgeführt und konkrete inhaltliche Schwerpunkte für die Einbindung einer derartigen Vorlesung in den Lehrbetrieb vorgestellt. Zwischen der BTU und der UTFSM besteht seit 2000 ein Kooperationsvertrag.

- 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 grundlegende 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.