

Jahresbericht 2008

Inhaltsverzeichnis - Table of contents

	Seite - Page
Vorwort - Preface	4
1 Personelle Besetzung - Staff	6
2 Lehre - Lectures	9
2.1 Vorlesungen und Praktika - Lectures	9
2.2 Studienseminare - Student Lectures	12
2.3 Studienarbeiten – Student Research Projects	12
2.4 Diplomarbeiten - Diploma Thesis	13
3 Berichte aus Forschung und Entwicklung - Abstracts on Research Projects*	14
3.1 Kurzberichte aus laufenden Vorhaben - Abstracts on Research Projects*	14
3.1.1 Arbeitsgruppe Energiesysteme - Working Group Energy Systems*	14
3.1.2 Arbeitsgruppe Materialien und Plasmen - Working Group Materials and Plasmas*	29
3.1.3 Arbeitsgruppe Schaltgeräte - Working Group Switching Devices*	37
3.2 Dissertationen - Dissertations*	46
4 Besondere Ereignisse - Special Events*	50
4.1 Berichte von besonderen Ereignissen - Reports on Special Events*	54
5 Veröffentlichungen und Vorträge – Publications	65
5.1 Berichte in den Medien - News	68

* with english part

Liebe Freunde,

in Braunschweig entsteht das niedersächsische Forschungszentrum Fahrzeugtechnik NFF und die elektrische Energietechnik darf bei diesem wichtigen Schritt natürlich nicht fehlen. Für 23 Mio. € entsteht am Forschungsflughafen Braunschweig eine wichtige Erweiterung für die traditionell starke Verkehrstechnik in der Löwenstadt. Damit erschließt sich zukünftig für unser Institut das wichtige Zukunftsfeld Elektromobilität, in dem wir bereits in diesem Jahr im Bereich der Hybrid- und Brennstoffzellenfahrzeuge tätig waren.

Zu diesen Entwicklungen passt hervorragend die Freigabe des Ministeriums für die Wiederbesetzung unserer W2 Professur im Institut mit der Denomination „Komponenten für nachhaltige Energiesysteme“. Die Professur wird unsere schnell wachsende Arbeitsgruppe Energiesysteme, in der wir die Stärken unseres Wirtschaftsingenieurwesens nutzen, weiterentwickeln. Unterstützung dafür gibt es von unserem neuen Arbeitsgruppenleiter Herrn Gunnar Bärwaldt, der seit April die Forschung in diesem Bereich betreut.

Die Umbauarbeiten im Mühlenfordthaus sind weitgehend abgeschlossen. Die Werkstätten sind nun zusammengelegt und die Laborbereiche haben eine neue funktionelle Gestaltung erfahren. Besonders stolz sind wir auf unser Schaltgerätelabor, dass wir komplett umgestaltet und mit neuer Mess- und Steuertechnik ausgerüstet haben. Auch die komplette Sanierung der Labore im Institutsteil am Okerufer wird in naher Zukunft abgeschlossen sein.

Aus diesen erfreulichen Anlässen werden wir im nächsten Jahr wieder ein Ehemaligen-Treffen durchführen. Bitte merken Sie sich schon einmal den Termin vor:

Ehemaligen-Treffen am Samstag, dem 26. September 2009.

Wir freuen uns schon darauf!

Seit April nehme ich die Sprecherfunktion für den Forschungsverbund Energie Niedersachsen FEN wahr. Seitdem befindet sich auch die Geschäftsstelle für den FEN in Braunschweig. Eine Herausforderung war dann im Mai die Organisation und Durchführung des Meilensteinseminars in Braunschweig. Über das Ergebnis dürfen wir uns sehr freuen, denn die Gutachter haben die Fortführung und Förderung des erfolgreichen Forschungsverbundes für zwei weitere Jahre empfohlen.

Die Forschungsthemen im Institut haben wir unter vier Hauptthemen ausgerichtet. Erneuerbare Energien und Elektromobilität fordern viele Gleichstromanwendungen. Daher haben wir unter dem Titel **Gleichstromtechnik** einige unserer Forschungsarbeiten über Speicher, Schaltgeräte, Leistungselektronik und Isoliersysteme gebündelt. Die internationalen Entwicklungen bei den Hochtemperatur-Supraleiter-Bandleitern führen zu neuen Aktivitäten bei den Strombegrenzern und Kabeln. Dieses Thema **Supraleiter** greifen wir mit Materialmesstechnik, Simulationstools und Untersuchung von Kryo-Isoliersystemen auf. Den Herausforderungen an unsere Energieversorgung begegnen wir unter dem Thema **Zukünftiges Verteilungsnetz**. Hier führen wir Arbeiten zur Systemintegration dezentraler Erzeuger, zur Entwicklung von Vakuumschaltgeräten und Überspannungsableitern sowie zur Qualitätsregulierung durch. Natürlich beschäftigen wir uns in der **Hochspannungstechnik** auch weiterhin mit der Diagnostik an Isoliersystemen und der Plasmatechnik als Grundlage für projektspezifische Entwicklungen von neuen technischen Anwendungen.

Ende November 2008 haben wir in einer Feierstunde Herrn Dr. Ulrich Braunsberger in den wohlverdienten Ruhestand verabschiedet. Für seine engagierte, gewitzte und stets sehr gute Arbeit danken ihm sämtliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts, die vielen Ehemaligen und der Forschungsverbund Energie Niedersachsen.

Neben dem üblichen Wechsel der Gesichter auf Seiten der wissenschaftlichen Mitarbeiter begrüßen wir herzlich unseren einen zweiten Auszubildenden, Herrn Frank Bosse, in unserer Institutswerkstatt und im Sekretariat werden Sie zukünftig auch durch Frau Iris Thelen betreut. Beiden wünschen wir einen guten Start!

Unsere vielfältigen Aktivitäten können Sie dem Berichtsteil entnehmen. Erwähnen möchte ich unsere brasilianischen Weiterbildungsprojekte und das Seminar „Netzkopplung dezentraler Energiesysteme an das Mittel- und Niederspannungsnetz“ an der TAE Esslingen. Mit einem Gemeinschaftsstand des Forschungsverbundes Energie Niedersachsen FEN waren wir auch dieses Jahr wieder auf der Hannover Messe erfolgreich vertreten. Im Mai fand das dritte „Braunschweiger Supraleiter-Seminar“ mit rund 50 Teilnehmern statt. Ganz besonders freue ich mich darüber, dass es uns in diesem Jahr gelungen ist den Zuschlag für die Austragung der nächsten internationalen Vakuumkonferenz „ISDEIV“ zu erhalten und wir die Teilnehmer 2010 in Braunschweig begrüßen dürfen.

Die Umstellung auf die Bachelor- und Masterstudiengänge Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik war sehr erfolgreich. Mit mehr als 300 Erstsemesterstudenten hat sich die Einführung der neuen Studiengänge in der Elektrotechnik bewährt. Das Interesse der Studenten an den Themen der Energietechnik ist ungebrochen und wird durch die zahlreichen Studien- und Diplomarbeiten in diesem Jahr gut verdeutlicht. Unser Lehrangebot haben wir durch eine Vorlesung „Supraleiter“ erweitert. Dank gebührt allen Lehrbeauftragten, denn erst durch sie wird unser umfangreiches Angebot ermöglicht.

Mit dem Wunsch, dass uns allen ein erfolgreiches Jahr 2009 beschert wird, bedanke ich mich herzlich bei Ihnen, unseren Partnern aus den Unternehmen und Forschungseinrichtungen, der Deutschen Forschungsgesellschaft, dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur sowie der VolkswagenStiftung, für die Unterstützung unserer Arbeiten.

Braunschweig, im Dezember 2008



Michael Kurrat

1 Personelle Besetzung des Instituts - Staff (Stichtag 31.12.2008)

Vorstand:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat (geschäftsführender Leiter)
Professoren im Ruhestand:	Prof. em. Dr.-Ing. Dr. h. c. Hermann Kärner Tegernsee Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Lindmayer Braunschweig Prof. Dr.-Ing. Jürgen Salge Salzgitter-Osterlinde
Honorarprofessoren:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard von Gersdorff Berlin Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dieter Kind Braunschweig
Lehrbeauftragte:	Dr.-Ing. Hartmut Knobloch Berlin Dr.-Ing. Gerald Newi Itzehoe Dr.-Ing. Katrin Temmen Warstein Dr.-Ing. Harald Waitschat Braunschweig
FEN Geschäftsstelle:	Dr.-Ing. Ulrich Braunsberger (Geschäftsführer)
Sekretariat:	Christine Nardmann Iris Thelen
AG Energiesysteme:	Dipl.-Wirtsch.-Ing. Gunnar Bärwaldt Dipl.-Wirtsch.-Ing. Benjamin Deppe M.Sc. Nassipkul Dyussebekova Dipl.-Wirtsch.-Ing. Hannes Haupt M. Sc. Nasser Hemdan Dipl.-Ing. Dominik Ludgen Dipl.-Wirtsch.-Ing. Magnus Pielke Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Wiedenhoff
AG Materialien & Plasmen:	Dipl.-Ing. Michael Blaz Dipl.-Ing. Michael Budde Dipl.-Ing. Björn Bünsow Dr.-Ing. Vladimir Ermel

	Dipl.-Ing.	Michael Hilbert
AG Schaltgeräte:	Dr.-Ing.	Ernst-Dieter Wilkening
	Dipl.-Ing.	Alexander Henning
	Dipl.-Ing.	Alexandra Mutzke
	Dipl.-Ing.	Thorsten Schrank
	Dipl.-Ing.	Christian Wolf
Technische Angestellte:	Norbert Schmidt	
	Susanne Wahl	
	Bernhard Wedler	
Werkstattmitarbeiter:	Kerstin Rach (Werkstattdirektorin)	
	Michael Biethan	
	Frank Haake	
	Klaus-Dieter Kozowsky	
	Reinhard Meyer	
	Dieter Pochwat	
Auszubildende:	Frank Bosse	
	Jenny-Sue Jabs	

Folgende Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind seit dem 01.01.2008 ausgeschieden:

Am 31.03.08	Dipl.-Ing. Florian Körner
Am 30.06.08	Dipl.-Ing. Arkadiusz Dziubek
Am 30.11.08	Dr.-Ing. Ulrich Braunsberger

Folgende Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind seit dem 01.01.2008 neu hinzugekommen:

Am 01.02.08	Dipl.-Ing. Björn Bünsow
Am 01.03.08	Dipl.-Ing. Michael Blaz
Am 01.06.08	Dipl.-Ing. Dominik Ludgen
Am 01.08.08	Frank Bosse
Am 07.10.08	Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Wiedenhoff
Am 17.11.08	Dipl.-Wirtsch.-Ing. Hannes Haupt
Am 19.11.08	Iris Thelen
Am 01.12.08	Dipl.-Ing. Michael Hilbert

Als wissenschaftliche Hilfskräfte waren seit dem 01.01.2008 tätig:

Hinrich Baade	Julian Becker	Carsten Brandes
Marcus Bunk	Johannes Clotz	Tobias Deubel
René Dietz	Bastian Feige	Manuel Goethe
Jonas Grahn	Ingo Gramberg	Nicholas Hill

Paul Hinz
Tobias Kopp
Claas Meyer
Torsten Otto
Julia Reiß
Andreas Schulz

Benjamin Johannsen
Holger Kreißl
Jean Monthe
Djurk Petersen
Tim Schiederig
Sascha Siegert

Steffen Karste
Johann Meisner
Florian Orth
Andreas Priesing
Bernd Schottel
Michael Widok

2 Lehre – Lectures

2.1 Vorlesungen und Praktika - Lectures

Professor Dr.-Ing. Michael Kurrat

Grundlagen der elektrischen Energietechnik¹ (WS 08/09) 4 V, 1 Ü
(gemeinsam mit Prof. Canders)

Der von Prof. Kurrat vertretene Anteil beinhaltet: Grundzüge der elektrischen Energiewirtschaft • Übertragung elektrischer Energie • Grundlagen der Hochspannungstechnik (Hochspannungsversuchstechnik, elektrisches Feld, elektrische Festigkeit, Gasdurchschlag).

Numerische Berechnungsverfahren (WS 08/09) 2 V, 1 Ü

Eliminations- und Iterationsverfahren zur Lösung linearer Gleichungssysteme • Numerische Integration von Systemen gewöhnlicher Differentialgleichungen • Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen 2. Ordnung • Nichtlineare Optimierung

Rechnerpraktikum Numerische Berechnungsverfahren (SS 08) 2 Ü

Die Studierenden üben an technischen Beispielen die Anwendung kommerzieller Programmsysteme zur Lösung partieller Differentialgleichungen 2. Ordnung (magnetische und elektrische Feldberechnung) sowie gekoppelter Differentialgleichungen 1. Ordnung.

Plasmatechnik (WS 08/09) 4 V

Plasmaphysikalische Grundlagen • Methoden zur Beschreibung von Plasmen • Plasma im HF-Feld • Plasmadiagnostik • Kontrollierte Kernfusion • Schaltgerätetechnik • Plasma-Werkstofftechnik.

Grundlagen der Elektrotechnik für Maschinenbauer² (SS08) 4 V, 1Ü

Im Arbeitsalltag sind die Bereiche Maschinenbau und Elektrotechnik eng miteinander verzahnt. Die Veranstaltung vermittelt daher das Wissen über grundlegende Zusammenhänge der Elektrotechnik, Berechnungsmethoden, Elektrische Energieversorgungssysteme und Betriebsmittel mit dem Ziel, die spätere interdisziplinäre Zusammenarbeit im Beruf zu erleichtern.

¹ Pflichtveranstaltung für alle Studierenden der Elektrotechnik und des Wirtschaftsingenieurwesens Elektrotechnik

² Pflichtvorlesung für alle Studierenden des Maschinenbaus und des Wirtschaftsingenieurwesens Maschinenbau

Elektrotechnik 1 für Maschinenbauer (Bachelor)

(WS 08/09) 2 V, 1 Ü

Grundbegriffe der Elektrotechnik • Elektrisches Feld • Magnetisches Feld • Grundbegriffe der Wechselstromtechnik • Mathematische Hilfsmittel zur Beschreibung elektrischer Vorgänge

Dezentrale Energiesysteme

(WS 08/09) 2 V, 2 Ü

(zusammen mit der TU Clausthal und der Uni Oldenburg)

Das Modul Dezentrale Energiesysteme thematisiert die Funktionsweise elektrischer Energiesysteme. Dieses umfasst die Prozesskette von der Umwandlung primärer Energie in den Sekundärenergieträger Strom über den Energietransport und Energiespeicherung bis hin zur effizienten Nutzung der zur Verfügung gestellten Endenergie. Neben der Lehre dieser Systemgrundlagen beschäftigt sich das Modul mit den Rahmenbedingungen heutiger Energiesysteme. Dazu zählen neben der Veränderung der Energieerzeugungsstruktur auch wirtschaftliche wie rechtliche Rahmenbedingungen sowie der verstärkte Einsatz von Informationstechnologien zur Verbesserung der Geschäftsprozesse der Energiewirtschaft und ihres Umfeldes.

Supraleiter in der Energietechnik

(SS 08) 1 V

Die Vorlesung gibt einen Einblick in die physikalischen Grundlagen der Supraleitung und geht dabei insbesondere auf die Hochtemperatursupraleiter ein. Der zweite Teil der Vorlesung besteht aus dem 3. Braunschweiger Supraleiter Seminar, auf dem Fachvorträge zu Anwendungen der Supraleitung von Referenten aus Forschung und Industrie gehalten werden.

Übersichtspraktikum „Hochspannungstechnik“

(WS 08/09) 3 L

Aufbaupraktikum „Hochspannungstechnik“

(SS 08) 2 L

Aufbaupraktikum „Innovative Energiesysteme“

(SS 08; WS 08/09) 2 L

Aufbaupraktikum „Analyse und Planung von Netzen mit NEPLAN“

(SS 08) 2 L

Dr.-Ing. Ulrich Braunsberger

Energiewirtschaft im Wandel - Auswirkungen der Liberalisierung

(SS 08) 2 V

Energiemarkt • Übertragungsnetz • Netzkennlinien-Regelung • Bereitstellung von Regelernergie • Energiewirtschaft und –politik • Gewinnung und Speicherung von Windenergie • Nachhaltigkeit • Energiehandel

Dr.-Ing. Katrin Temmen

Hochspannungstechnik I

(SS 08) 2 V, 1 Ü

Die Vorlesung vermittelt Grundlagen zur Auslegung und Beurteilung von Hochspannungs-Isoliersystemen.

Energieübertragungssysteme im Umbruch • Hochspannungsnetze: Übertragungsverluste, Spannungsebenen, Verbund- und Verteilnetze • Definition der Isolationskoordination • Entstehung von Überspannungen: Gewitterentstehung, Blitzschutz, äußere und innere Überspannungen • Wanderwellenphänomene: TEM-Welle, Transmission und Reflexion, Wellenersatzschaltbild, Mehrfachreflexion • Sicherheitsvorschriften • Grundprinzipien von Isoliersystemen • Gasförmige, flüssige und feste Isoliersysteme • Elektrische Festigkeit: Gasdurchschlag, Teilentladungen, Durchschlag in flüssigen und festen Isolierstoffen

Hochspannungstechnik II

(WS 08/09) 2 V, 1 Ü

In der Vorlesung werden die Grundlagen zur Durchführung und Bewertung von Hochspannungs- und Hochstromprüfungen behandelt.

Übersicht zur Erzeugung hoher Spannungen im Prüffeld • Beschreibung und Berechnung von Systemen zur Messung hoher Spannungen im Prüffeld • Überblick zur Erzeugung hoher Stoß- und Kurzzeitströme im Prüffeld • Grundlagen der Strommesstechnik • Einführung in die Teilentladungsmesstechnik • Darstellung von Prüfungen unter Berücksichtigung erschwerter Umweltbedingungen • Einführung in die Sicherheitsbestimmungen beim Betrieb von Anlagen

Dr.-Ing. Harald Waitschat

Elektrische Energiewirtschaft und Kraftwerke

(WS 08/09) 2 V

Elektrizitätswirtschaft als Teil der Energiewirtschaft • Probleme der Weltenergiewirtschaft • Charakteristiken des Stromverbrauchs • Traditionelle Energieerzeugung • Regenerative Energieerzeugung • Umweltaspekte der Energiegewinnung • Internationale Verbundwirtschaft der Elektrizitätswerke • Kosten der Energiegewinnung und Verteilung • Besonderheiten des liberalisierten Strom- (Energie-) marktes in Deutschland

Dr.-Ing. Hartmut Knobloch

Wirtschaftliche Entwicklung von Geräten der Energietechnik

(WS 08/09) 2 V

Die Vorlesung zeigt Möglichkeiten und notwendige Randbedingungen für die wirtschaftliche Entwicklung von Geräten der Energietechnik auf. Dabei wird Management-Basiswissen in der Form vermittelt, dass Ingenieuren die Zusammenhänge von Kosten, Qualität und Zeit verständlich gemacht werden, dass aber auch Betriebswirten gleichzeitig ein Einblick in technische Problemkreise ermöglicht wird.

Dr.-Ing. Gerald Newi

Innovative Energiesysteme

(SS 08) 2 V

Die Vorlesung stellt ein Forum dar, welches der Vertiefung der Kenntnisse über erneuerbare Energien und deren Einbindung in das Energiesystem dient. Gleichzeitig wird die öffentliche Diskussionsfähigkeit der Studenten im gesellschaftspolitischen Bereich gestärkt.

Dr.-Ing. Ernst-Dieter Wilkening

Elektrische Energieanlagen I

(SS 08) 2 V, 1 Ü

Leitungs- und Netzformen • Ersatzschaltungen und Kenndaten der Netze • Berechnungen von Leitungen und Netzen • Kurzschluss- und Lastflussrechnung • Netzstabilität • Schutzmaßnahmen.

Elektrische Energieanlagen II

(WS 08/09) 2 V, 1 Ü

Anforderungen an, Aufbau und Wirkungsweise von Betriebsmitteln der elektrischen Energieversorgung • Grundsaltungen und Aufbau von Schalt- und Umspannstationen • Schaltgeräte • Freileitungen • Erdungsanlagen • Netzschutz.

2.2 Studienseminare – Student Lectures

Christoph Carstensen	Schaltfehlerschutz in MS/HS-Schaltanlagen (Wilkening)
Euston Joseph	Sonnenkraftwerke (Bärwaldt)
Bernd Schottel	Fusionsenergie, die Alternative? (Braunsberger)
Guy Sunang	Sonnenstrom aus der Wüste? (Pielke)
Torsten Otto	Vergleich supraleitender und konventioneller Kabelsysteme (Henning)

2.3 Studienarbeiten - Student Research Projects (Bearbeitungszeit 10 Wochen)

Michael Blaz	Entwicklung eines Ersatzschaltbildes für bifilar gewickelte supraleitende Spulen und Spulenstapel (Henning)
Marcus Bunk	Der Einfluss neuer Tarifmodelle auf das Nachfrageverhalten im privaten Strommarkt (Bärwaldt)
René Dietz	Aufbau und Inbetriebnahme eines Turbopumpenstandes für einen Vakuumversuchsschalter sowie Messungen zum Ausheizprozess und zum Verhalten von Oberflächenbehandlungen im Ultrahochvakuum (Wolf)
Phillip Hentrich	Berechnung von Netzverlusten in Mittel- und Niederspannungsnetzen (Pielke)
Xin Hou	Kraftwerksregelung in der Energieversorgung (Deppe)

Phillip Käferstein	Ermittlung der Lastprofile für Verbraucher einer Siedlung unter Berücksichtigung von Nachtspeicherheizungen, Straßenbeleuchtung sowie dezentralen Erzeugern (Dyussebekova)
Martin Köther	Analyse der Versorgungszuverlässigkeit von elektrischen Energieverteilnetzen (Pielke)
Dominik Ludgen	Erprobung einer netzorientierten Betriebsweise von Mini-BHKW (Pielke)
Djurk Petersen	Ermittlung des Produktportfolios und der Strategie ausgewählter Trenn- und Erdungsschalterhersteller - AREVA u. COELME/EGIC (Budde)
Jan Reinert	Erfassung der Stoff- und Finanzflüsse eines Mini-BHKW im Wohnobjekteinsatz (Pielke)
Florian Rintelmann	Analyse von Instandhaltungsstrategien im Asset Management von Energieversorgungsnetzbetreibern (Pielke)
Andreas Schulz	Ermittlung des Produktportfolios und der Strategie ausgewählter Trenn- und Erdungsschalterhersteller - ABB u. HAPAM (Budde)
Julia Riß	Modellierung der Strahlung in dreidimensionalen Simulationen von Niederspannungslichtbögen (Mutzke)
Wei Wang	Schaltgeräte und Schutzkomponenten in automobilen Bordnetzen (Schrank)
Waldemar Weber	Untersuchung von pyrotechnischen Trennelementen zur Unterbrechung von Gleichstromkreisen im Niederspannungsbereich (Schrank/Wilkening)

2.4 Diplomarbeiten – Diploma Thesis (Bearbeitungszeit 6 Monate)

Mohamed Ali Gargouri	Entwicklung eines Differenzenverstärkers (Henning)
Ingo Gramberg	Auslegung, Aufbau und Inbetriebnahme einer automatischen Steuerung für ein Leistungsprüffeld (Wolf)
Hannes Haupt	Dimensionierung und Aufbau eines off-grid Energieversorgungssystems für Telekommunikationsanwendungen (Bärwaldt)
Phillip Krüger	Die Wasserstofftankstelle der Zukunft - Entwurf und Dimensionierung von Betankungseinrichtungen für Brennstoffzellenbusse (Bärwaldt)
Lars Nehr Korn	Technisch-Wirtschaftlicher Vergleich unterschiedlicher Versorgungsstrukturen zur Versorgung von Haushalten mit Elektroenergie (Bärwaldt / Deppe)
Alexander Ohff	Bewertung europäischer Offshore-Windparkprojekte unter besonderer Berücksichtigung der Logistik (Bärwaldt)
Phillip Stöber	Entwicklung eines Verfahrens zur Prognose von elektrischen Lasten in Niederspannungsnetzbezirken (Pielke)
Bin Wang	Beschreibung von Auswirkungen bei der Anbindung von dezentralen Erzeugern an das Mittelspannungsnetz (Deppe)
Matthias Wilke	Konzeptstudie eines Anreiz- und Qualitätsregulierungs-Modells für deutsche Netzbetreiber unter Berücksichtigung eines Effizienzvergleichs (Pielke)
Carsten Wissing	Analyse der Wirtschaftlichkeit netzorientierter Betriebsweisen von Mini-BHKW im Verbundbetrieb (Pielke)
Eva-Maria Witteler	Technisch-wirtschaftliche Betrachtung der Einsatzmöglichkeiten von DC-Technologien im Verteilungsnetz (Kurrat)

3 Berichte aus Forschung und Entwicklung - Abstracts on Research Projects

3.1 Kurzberichte aus laufenden Forschungsvorhaben - Abstracts on Research Projects

3.1.1 Arbeitsgruppe Energiesysteme - Working Group Energy Systems

Die Bedeutung der Gleichspannung in der elektrischen Energieversorgung

Gunnar Bärwaldt, Benjamin Deppe

Die klassische Energieversorgung erfolgt über Wechselspannung. In der Vergangenheit war die überwiegende Zahl der Verbraucher auf den sinusförmigen Spannungsverlauf ausgelegt. Nicht zuletzt die Schaltelemente machen sich den Spannungs- und Stromnulldurchgang zu Nutze um effizient eine galvanische Trennung herzustellen. Doch die Entwicklung hört mit der Wechselspannung nicht auf. Mit dem kommerziellen Einsatz von Leistungshalbleitern ist es sehr viel einfacher und auch günstiger geworden Wechsel- und Gleichspannung ineinander zu überführen. Auch kann das Spannungsniveau beeinflusst werden. So kommen vermehrt Gleichspannungskomponenten zum Einsatz; sei es in der Beleuchtung mit Niedervolt-Halogenlampen, in der Informations- und Kommunikationstechnologie bei zahlreichen Lade- und Netzgeräten oder auch bei Photovoltaikanlagen und Brennstoffzellen.

Da bei jeder Umwandlung von Wechsel- in Gleichspannung und umgekehrt Verluste entstehen, ist zu überlegen, ob eine dezentrale Versorgungsstruktur mit Gleichspannung im Haushaltsmaßstab wieder sinnvoll sein kann. In einer Studie untersuchen wir diesen Ansatz derzeit systematisch und werden daraus ableiten unter welchen Umständen eine Umstellung auf eine Gleichspannungsinfrastruktur sinnvoll ist.

Der Einsatz der Gleichspannung ist auf niedriger Spannungsebene überlegenswert. Bei Weitbereichsübertragungen, beispielsweise in China oder Indien und bei Kurzkupplungen nichtsynchrone Übertragungsnetze, wird die Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) bereits erfolgreich eingesetzt. In Deutschland wird diese Technologie bei dem Anschluss von Offshore Windparks eingesetzt. Das HTEE verfügt bei diesen Technologien sowie auf dem Gebiet des Schaltens von Gleichspannung (siehe Bericht von Thorsten Schrank) über Kompetenzen.

The importance of direct current voltage in electrical power supply

Gunnar Bärwaldt, Benjamin Deppe

The common energy delivery works with AC voltage. Thus, most electronic devices have been designed for the sinusoidal waveform. Not least switching devices make use of the zero point of voltage and current to establish a galvanic isolation efficiently. But research and development don't stop with the use of ac voltage. With the commercial use of power electronics based on semiconductors it is easier and also cheaper to convert AC into DC and back and to change the voltage level, too. This allows the stronger use of DC-components in lighting elements such as low-voltage halogen lamps, in chargers and power supply units for

components of the information and communication technology as well as in photovoltaic devices and fuel cells.

Because of the electric losses of the conversion from AC into DC and back it is to think about a total supply of households or low voltage network districts with direct current voltage only. This approach will be investigated in a first study systematically to identify the pros and cons of a low voltage dc voltage infrastructure.

Nowadays it is considerable to use DC even on a low voltage level. In terms of power transmission over long distances in China or India and of back-to-back linkage of asynchronous grids the high voltage direct current (HVDC) is common in use successfully. Especially in Germany HVDC will be used to connect large offshore windfarms with the transmission network onshore. The HTEE is familiar with this technology and also with the sector of DC switching devices (ref. to report of Thorsten Schrank).

Offene Hochschule: Einsatz von Lehre für die berufliche Weiterbildung

Benjamin Deppe

Die aktuell zum dritten Mal im Rahmen des ELAN III Projektes angebotene Vorlesung Dezentrale Energiesysteme wird von den Studierenden an allen drei beteiligten Hochschulen (Braunschweig, Clausthal, Oldenburg) sehr gut angenommen. Besonders der Vorteil der Standort- und damit Kompetenzübergreifenden Zusammensetzung der Vorlesung ist dabei besonders hervorzuheben. Durch diese Zusammenstellung lernen die Studenten des Institutes schon im Studium die Grundlagen der Kommunikationstechnik im Bereich der Energietechnik kennen. Dabei geht es beispielsweise um die Ansteuerung von Blockheizkraftwerken durch die Netzleitstellen, oder andere Einrichtungen. Der Austausch der Lehrinhalte erfolgt wie in dargestellt über das Lernmanagementsystem Stud.IP (Studienbegleitender Internetsupport von Präsenzlehre). Somit können alle Teilnehmenden Studierenden zentral auf die Lehrinhalte zugreifen.

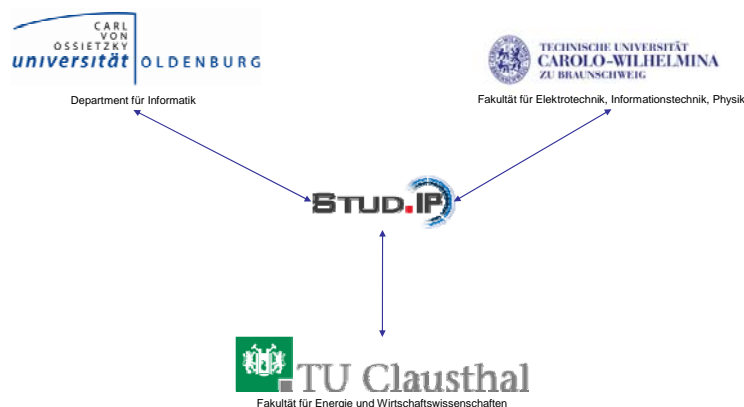


Abbildung 1: Projektpartner und Austausch der Lehrinhalte
Figure 1: Partnership and and exchange of content

Um dieses Wissen in Form von Vorlesungen andere Hochschulen zugänglich machen zu können ist es erforderlich die entsprechenden Vorlesungen aufzuzeichnen. Die geschieht entweder speziell für diese Verbundvorlesung, oder im Rahmen regulärer Vorlesungen, in denen Teile aufgezeichnet und in der Verbundvorlesung eingesetzt werden.

Durch einen möglichst Modularen Aufbau - dass heißt es werden nicht 90 Minuten am Stpck aufgezeichnet, sondern die Aufzeichnung erfolgt Kapitelweise – ist es möglich, Änderungen oder Aktualisierungen schnell nachzupflegen und bereitzustellen, ohne einen ganzen 90 Minuten Block neu erstellen zu müssen.

Durch die Konzeption der Veranstaltung als Blended Learning werden die aufgezeichneten Vorlesungen von den Studenten zu Hause betrachtet. Ergänzt wird dieser Medienteil durch reguläre Übungen. In diesen Übungen wird jeder Themenkomplex durch eine Übung vertieft und gefestigt. Gleichzeitig bietet sich so die Möglichkeit aufkommende Fragen zu diskutieren.

Dieses Vorgehen lässt sich auf weitere reguläre Vorlesungen ausweiten, und somit ein Pool von aufgezeichnet Vorlesungen erstellen. Aus den Erfahrungen durch das ELAN III Projekt lässt sich die Möglichkeit ableiten, das Konzept auf die Weiterbildung außerhalb der Hochschule auszudehnen. Die Zielgruppe stellen dabei Unternehmen der Energiewirtschaft dar. Anhand von ausgewählten Modulen lässt sich somit ein individuelles Weiterbildungsprogramm erstellen. Zum einen als Grundlagen Weiterbildung, zum anderen aber auch vertiefende Weiterbildungen zu Spezialgebieten, wie dies in Abbildung 2 dargestellt ist.

Diese Form der Weiterbildung hat sowohl für die Unternehmen als auch für die Mitarbeiter einige Vorteile. Ein Vorteil ist die zeitliche Unabhängigkeit zum Betrachten der Weiterbildungsmodule. Weiterhin ist es so möglich, Erfahrene Referenten zu gewinnen, da diese nicht zu einem bestimmten Termin zusammen mit den Teilnehmern verfügbar sein müssen. Darüber hinaus können Aktualisierungen von Teilmodulen auch nach Abschluss der Weiterbildungsmaßnahme an die Teilnehmer ausgegeben werden und diese somit auf dem aktuellen Stand gehalten werden. Dies ist in der Abbildung 2 exemplarisch dargestellt.

Ergänzt werden die Weiterbildungsmaßnahmen analog zu den Hochschulvorlesungen durch Übungen und Diskussionsrunden, wobei der Abstand zwischen den einzelnen Übungen größer sein wird als dies in der Hochschullehre der Fall ist.

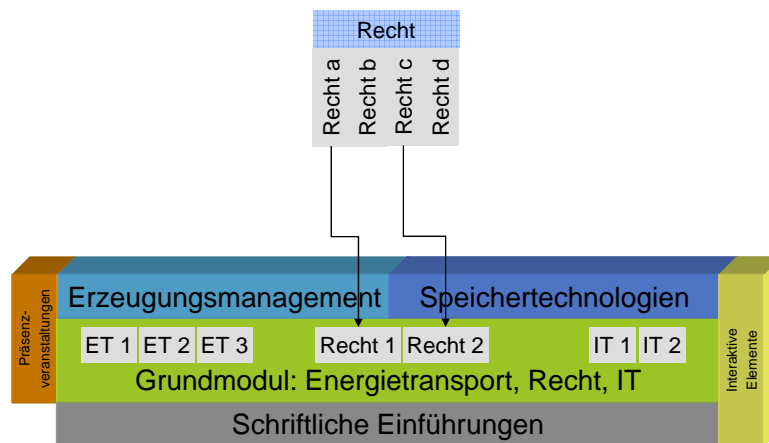


Abbildung 2: Aufbau der Weiterbildung
Figure 2: Organisation of advanced training

Utilisation content of teaching for advanced training

Benjamin Deppe

Since 2007 we offer the lecture „Distributed Energie Systems“. This lecture is created by the TU Braunschweig, TU Clausthal an Uni Oldenburg. The referent will be recorded and the students can show the lecture, when ever they want.

This concept shall be used for the advanced training in the energy business. So it is possible to transfer the benefits of the concept to the industrie.

Die Einführung von Mini –KWK - Anlagen in das Niederspannungsnetz als Ersatz von Nachtspeicherheizungen

Nassipkul Dyussebekova

Richtlinien zur Förderung von Mini - KWK-Anlagen folgend, soll die Nutzung von Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung bis 2020 auf ein Anteil von 25 % gesteigert werden. Die Einspeisung von in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugtem Strom ins Niederspannungsnetz ist heutzutage häufig anzutreffen. Um die Effekte in Niederspannungsnetzbezirken quantifizieren zu können, müssen Annahmen über die Lastprofile der Verbraucher getroffen werden. Dazu werden üblicherweise die VDEW Lastprofile für einen gesamten Netzbezirk und VDI Lastprofile für einzelne Häuser verwendet. Unter Berücksichtigung von Nachtspeicherheizungen und dezentralen Erzeugern, wie z. B. Blockheizkraftwerken (BHKW) wurden die Lastprofile einzelner Verbraucher und des Niederspannungsnetzes betrachtet.

Da das Umweltministerium fordert, dass der Einsatz von den elektrischen Nachtspeicherheizungen ab 2009 verboten werden muss, wird versucht diese im untersuchten Netzbezirk durch BHKW zu ersetzen.

Die Abhängigkeit des Tagesbedarfes der Nachtspeicherheizungen von der Temperatur wurde durch die durchschnittlichen Werte der Temperatur der vier zurückliegenden Tage berücksichtigt. Diese Grafik zeigt die fast lineare Abhängigkeit des Tagesbedarfes für Temperaturen kleiner als 15 °C.

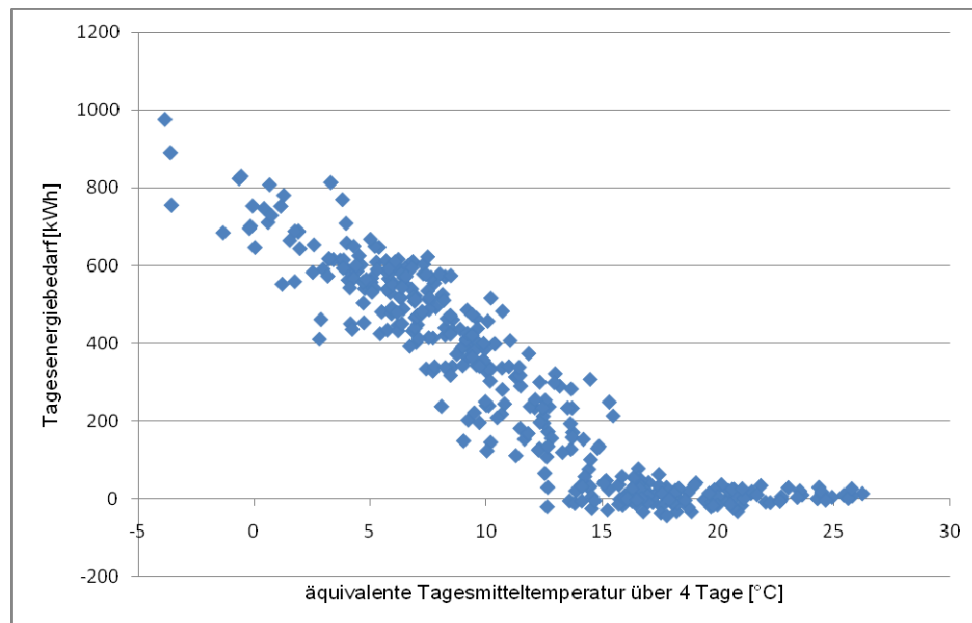


Bild 1: Tagesenergieverbrauch in Abhängigkeit von der äquivalenten Tagesmitteltemperatur
Figure 1: Daily energy consumption in relation to equivalent medium day temperature

Zur Netzunterstützung werden Blockheizkraftwerke ins Niederspannungsnetz eingeführt. Die Auswirkungen von Blockheizkraftwerken im Netz werden durch die Simulation der Netze mit den BHKW untersucht. Weitere Versuche werden für ländliche Netze in Deutschland und Kasachstan durchgeführt.

Replacement of off-peak storage heatings by CHP in a low voltage network

Nassipkul Dyussebekova

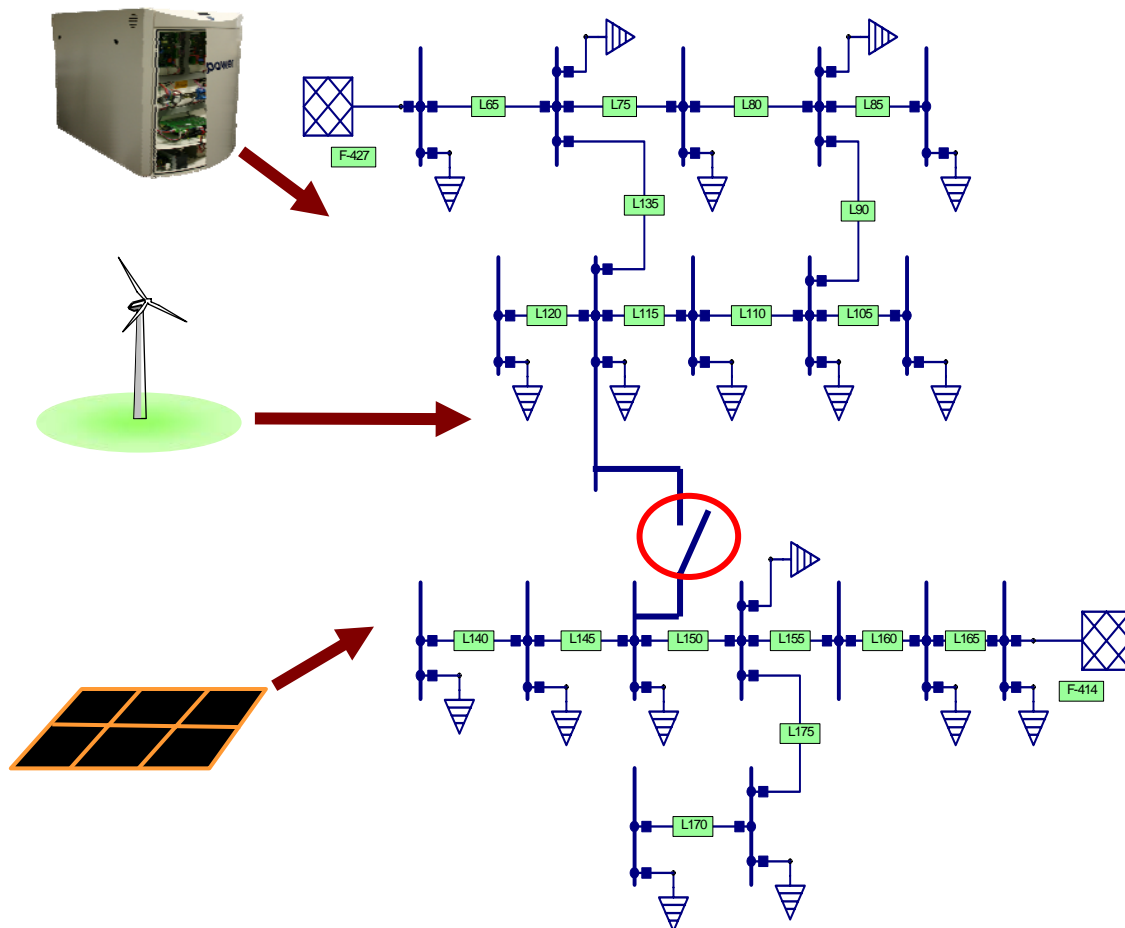
The analysis of a low voltage network was done considering a CHP (combined heat and power) unit. For the calculation of the feed in of CHPs, both, the electrical and the thermal load profiles are needed and were determined under consideration of different parameters. Purpose of the work is to find out how positive effects of a CHP feed in can be achieved. Therefore networks in Germany and Kazakhstan are investigated and the aim is to transfer the German knowledge in decentralized power supply to the Kazakh network.

Untersuchung des Einflusses von dezentralen Erzeugern auf Verteilungsnetze der Mittelspannungsebene

Nasser Hemdan

Der Einsatz der dezentralen Erzeuger (Windturbinen, Photovoltaik, Brennstoffzellen, Biomasse, Mikroturbinen, kleine Wasserkraftwerke, usw.) in den Verteilungsnetzen nimmt überall auf der Welt zu. Wenn der Durchdringungsgrad der dezentralen Erzeuger hoch ist, ändern die dezentralen Erzeuger nicht nur den Lastfluss in Verteilungsnetzen sondern auch den Lastfluss in Übertragungssystemen. Demzufolge wird die Integration von dezentralen

Erzeugern in das Energiesystem die Stabilität, d. h. den Polradwinkel, die Frequenz und die Spannungsstabilität betreffen. Die Herausforderung hierbei besteht darin annehmbare Spannungsniveaus an allen Knoten im Normalbereich und Störung zu garantieren. Das Ziel dieser Studie ist, die Integration der dezentralen Erzeuger in Verteilungsnetze vom Spannungsstabilitätsgesichtspunkt aus zu optimieren. Der erste Schritt ist, die Wirkung der dezentralen Erzeuger auf die statische und dynamische Spannungsstabilität des Verteilungsnetzes zu bewerten. Verschiedene dezentrale Erzeugertypen werden während der Studie in Betracht gezogen.



Investigation of the influence of distributed generation on medium voltage distribution networks

Nasser Hemdan

The use of distributed generation (wind turbines, photovoltaic, fuel-cells, biomass, micro turbines, small hydroelectric plants, etc.) in distribution grids increases all over the world. When the penetration level of distributed generation is high, the distributed generation power not only changes the load flow in distribution systems but also the load flow in transmission systems. As a consequence, the integration of distributed generation into the power system will affect the stability, i.e. angle, frequency and voltage stability. Voltage stability concerns with the ability of the power system to maintain acceptable voltage at all nodes in normal

operation mode and also after the power system has been subjected to a disturbance. The aim of this study is how to optimize the integration of distributed generation into distribution systems from the voltage stability point of view. The first step is to evaluate the effect of distributed generation on the static and dynamic voltage stability of distribution systems. Different distributed generation types will be taken into consideration during the study.

Einsatz von KWK-Anlagen zur Hausenergieversorgung

Dominik Ludgen

Im Zusammenhang mit der Forschungsarbeit des Forschungsverbundes Energie Niedersachsen (siehe auch Bericht Magnus Pielke) wird der Einsatz von dezentralen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen untersucht. Lag der Fokus den FEN bisher vor allem auf dem Einsatz von Mini-BHKW auf gasmotorischer Basis, so werden im laufenden Projekt auch andere Energiewandlungsprinzipien wie beispielsweise Microgasturbinen oder auch Brennstoffzellen untersucht.

Wird eine KWK-Anlage zur Versorgung eines Wohnobjektes mit Strom und Wärme eingesetzt, so muss sie sich an den Randbedingungen des Verbrauchs in diesem Objekt orientieren. Da die Verbrauchskurven von Strom und Wärme in aller Regel nicht sehr stark korrelieren und die KWK-Anlagen diese zeitgleich und weiterhin sogar in einem festen Verhältnis zueinander herstellen, ist eine jederzeit sichergestellte Bedarfsdeckung beider Energieformen kaum möglich. Abhilfe schafft in diesem Fall der Einsatz von thermischen Speichern, meist in Form von Heißwasserspeichern, die leicht und kostengünstig für eine zeitliche Entkopplung von Strom- und Wärmeverbrauch sorgen. Hierdurch erlangt man bei der Einsatzplanung der KWK-Anlage einen zusätzlichen Freiheitsgrad.

Um auf Basis dieses Freiheitsgrades nun eine aus Sicht des elektrischen Versorgungsnetzes, in das ein Erzeugungsüberschuss stets eingespeist wird, möglichst optimale Einsatzplanung zu erreichen, müssen anlagenspezifische Randbedingungen beachtet werden. Hierzu wird vor allem untersucht, welche Warmlaufzeiten die jeweiligen Anlagentypen benötigen, bis sie sich im Wirkungsgradoptimum befinden oder auch, welche Mindestbetriebsdauern erforderlich sind. Selbst innerhalb einer Anlagenkategorie wie Brennstoffzellen können sich hierbei erhebliche Unterschiede zeigen. So sind beispielsweise Niedertemperatur Polymer-Elektrolytmembran (PEM) Brennstoffzellen innerhalb weniger Minuten auf Betriebstemperatur und sind so auch für einen stark modulierenden Einsatz geeignet, wohingegen Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC) eine Betriebstemperatur von fast 900 °C benötigen und deshalb sinnvoll nur im Grundlastbereich betrieben werden können – dafür aber einen um mehr als 10% höheren elektrischen Wirkungsgrad erreichen. Hier ist also eine Optimierung vieler Randbedingungen notwendig, um für die Auswahl eines speziellen KWK-Anlagentypes möglichst einfache, aber dennoch fundierte, Auswahlregeln zu Erstellen.

Application of Combined-Heat-and-Power Units for energy supply in households

Dominik Ludgen

The decision for a special type of combined-heat-and-power (CHP) unit is directly connected to certain boundary conditions which have to be considered while its use. Therefore this

project researches these boundary conditions in order to determine an optimum application for each type of CHP unit like gas engines, microgasturbines or especially different types of fuel cells.

Strategien zur wirtschaftlichen Netzoptimierung

Magnus Pielke

Die erste Regulierungsperiode der Anreizregulierung ist zum 01.01.2009 in Kraft getreten. Damit tritt eine neue Phase der Netzentgeltbestimmung ein. Erstmals in der deutschen Geschichte werden Netznutzungsentgelte nicht mehr auf Basis vorliegender Kosten bestimmt. Die Anreizregulierung sieht vor die Effizienz von Netzbetreibern als Grundlage zur Bestimmung einer maximal zulässigen Netznutzungsentgelthöhe heranzuziehen. Diese Effizienz bestimmt sich aus Strukturparametern des Versorgungsgebietes wie zum Beispiel der Anzahl der Anschlüsse, der versorgten Flächengröße, der Jahreshöchstlast. Diesen Strukturparametern werden Unternehmenskennzahlen gegenübergestellt, die in beeinflussbare und nicht beeinflussbare Kosten unterteilt werden. Aus dieser Gegenüberstellung der Kennzahlen wird ein Effizienzwert abgeleitet. Die ermittelte Ineffizienz ist dann innerhalb von zwei Regulierungsperioden (zehn Jahre) abzubauen.

Um diesen neu entwickelten Kostendruck der Netzbetreiber nicht auf die Versorgungszuverlässigkeit zu übertragen, soll ab spätestens der zweiten Regulierungsperiode 2014 ein Qualitätselement mit in die Regulierungsformel aufgenommen werden. Dieses Element soll zunächst der Versorgungszuverlässigkeit – später der gesamten Versorgungsqualität – einen monetären Wert zuordnen. Die Zuverlässigkeit kann dabei über die DISQUAL-Kenngrößen SAIDI (System Average Interruption Duration Index), SAIFI (System Average Interruption Frequency Index), ENS (Energy not supplied) und VoLL (Volume of lost load) abgebildet werden.

Die Verabschiedung der Anreizregulierung im September 2007 beschließt eine neue Form der Netzentgeltgenehmigung und damit eine neue Basis für das Wirtschaften der Netzbetreiber. Die Regulierungsformel sieht eine Reduktion der Netzentgelte gemäß einem Produktivitätsfortschritt und einem Abbau von Ineffizienzen vor. Die Identifizierung von Ineffizienzen erfolgt über einen Effizienz-Benchmark mit anderen Netzbetreibern. In den ersten beiden Regulierungsperioden von 2009 bis 2014 und von 2014 bis 2019 sind diese Ineffizienzen abzubauen.

Um das Asset Management dem neuen Rechtsrahmen anzupassen, ist eine Abbildung der Regulierungskonzepte – insbesondere des Qualitätselements – für die eigene Unternehmung unerlässlich. Hierzu wird anhand von Modellen das Qualitätselement der Regulierungsformel nachgebildet und liefert die Einordnung der Unternehmung in den Qualitätsvergleich. Anhand von Sensitivitätsanalysen können etwaige Änderungen des Regulierungskonzeptes mit berücksichtigt werden. Damit kann ein Rückschluss auf die wirtschaftlichen Auswirkungen getroffen werden und eine Vorbereitung auf die Qualitätsregulierung frühzeitig erfolgen. Anhand der Analyse der Einzelkennwerte können bereits vereinfacht Optimierungspotenziale identifiziert werden, das komplexe Zusammenspiel zeigt sich jedoch erst in detaillierten Analysen der Qualitätskenngrößen, sowie der Netzkennzahlen.

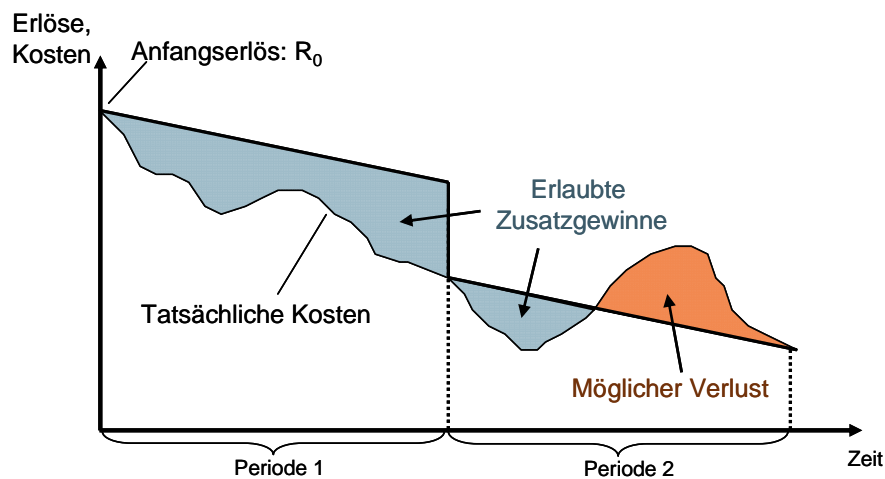


Bild 1: Schematischer Verlauf der regulierten Erlösobergrenze und Netzkosten
 Fig 1: Schematic developing of regulated earnings and grid costs

Strategy for an economic grid optimisation

In September 2007 the incentive regulation of network operators is passed which fixes a new kind of grid-usage fee regulation. So network operators have to handle with a legal framework which applies a new orientation of economical behaviour. The model of the regulation aims a reduction of grid-usage fees depending on the production effectiveness on the one hand and efficiency of the network operator on the other hand. The identification of inefficiency will be figured out by efficiency benchmarks with comparable network operators. These inefficiencies have to be eliminated during the first two periods of regulation with durations of five years each.

At the latest a quality regulation saving the quality of supply will be installed to the beginning of the second period of regulation in 2014. This regulation is built by four parts: safety, product quality, reliability and services. At the moment the main part of the regulation is the reliability. This will be measured by DISQUAL-data SAIDI (System Average Interruption Duration Index), SAIFI (System Average Interruption Frequency Index), ENS (Energy not supplied) and VoLL (Volume of lost load).

Optimizing the investment and maintenance-strategies for the new legal framework is very important. Therefore the regulation concept will be represented in a model to figure out the standing of the company in the quality comparison. With this analysis the comparison of the different data may show potentials for optimizations.

Integrations- und Marktstrategien von Mini-BHKW in Wohnobjekten für Energieversorger

Magnus Pielke

Die Herausforderung der Energieversorgung besteht heute und auch in Zukunft in der Integration dezentraler Erzeuger in das elektrische Versorgungsnetz. Dezentrale Erzeuger auf

Basis erneuerbarer Ressourcen oder effizienter Technologien wie der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) erzeugen die elektrische Energie nach der Verfügbarkeit der erneuerbaren Energiequellen bzw. im Falle der KWK-Anlagen nach dem aktuellen Wärmebedarf des zu versorgenden Objektes. Damit erfolgt selten eine bedarfsgerechte Stromeinspeisung in das Versorgungsnetz. Durch eine intelligente Nutzung des thermischen Pufferspeichers von KWK-Anlagen kann die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung von der Heizlast entkoppelt und so an der elektrischen Last im Versorgungsnetz orientiert werden. Die Effekte dieser netzorientierten Betriebsweise auf Netz- und Gebäudeebene zeigen Simulationen des Forschungsverbunds Energie Niedersachsen.

Die Idee der netzorientierten Betriebsweise ist die Erschließung der Vorteile sowohl der wärme- als auch der stromgeführten Betriebsweise. Zum einen soll die thermische Objektversorgung sichergestellt werden, und zum anderen soll der elektrische Strom möglichst bedarfsgerecht für das Versorgungsnetz erzeugt werden. Die besten Ergebnisse können hierbei durch einen Verbundbetrieb realisiert werden, der eine Abstimmung aller im Netz befindlichen BHKW-Betriebszeiten vornimmt. So werden von einer Zentrale aus individuelle BHKW-Fahrpläne, abhängig vom thermischen Energiebedarf der Objekte sowie vom Speicherfüllstand, entworfen.

Die Simulationen von BHKW der Hausenergieversorgung in Siedlungsgebieten hat gezeigt, dass insbesondere bei einem hohen Anteil KWK-Strom durch eine wärmegeführte Betriebsweise die Netzlastfluktuationen stark zunehmen. Diesem Effekt kann mit Hilfe der netzorientierten Betriebsweise entgegengewirkt werden. Dabei zeigt sich, dass dieser Betrieb auch hinsichtlich der Objektversorgung positive Effekte hat. Die Anzahl der Volllastbetriebsstundenzahl kann gesteigert werden.

Eine Erprobung dieses Verbundbetriebs in einem Niederspannungsnetz soll Aufschluss geben, inwieweit die Simulationsergebnisse bestätigt werden können. Parallel hierzu ist eine Entwicklung eines geeigneten Geschäftsmodells erforderlich, um die Synergien auf Netz- und Objektebene heben zu können. Dieses sind Ziele des Forschungsverbundes Energie Niedersachsen in den nächsten Jahren.

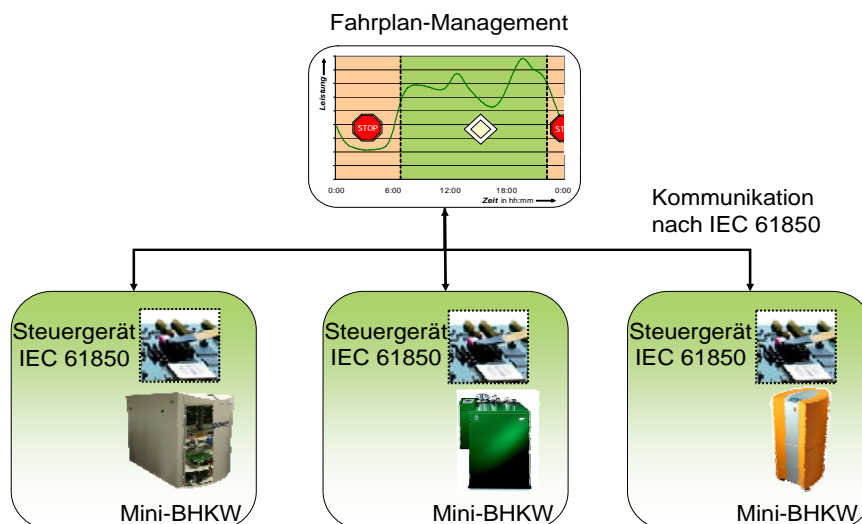


Bild 1: Aufbau eines netzorientierten Verbundbetriebs von Mini-BHKW
 Fig 1: Configuration of a grid oriented, interconnected operation mode of CHP micro units

Integration and market strategies of CHP micro units for the energy provider

Nowadays and in future, the main challenge in power supply is the integration of distributed energy resources into the electric distribution network. The energy production of distributed energy resources as well as distributed combined heat and power units is based on the availability of renewable energy sources and the thermal demand of residential objects respectively. Therefore, the provided electrical supply rarely matches the system load. By using the thermal storage systems of CHP units in an intelligent way, the operation times of these plants can be decoupled from the residential object's thermal demand. Furthermore, the operation times and the electrical supply respectively can be shifted into peak load times of the electrical grid. The effects of this so called grid-oriented operational mode for CHP units are analysed in simulations of the Research Alliance of Lower Saxony.

The fundamental idea is to combine the positive effects of heat-lead and power-lead operation modes of CHP units. At first the thermal energy supply has to be ensured. Furthermore the operation times are oriented on the electrical grid load to supply electrical power in peak load times. Therefore an interconnection of CHP units is useful to gain the best results. The main energy management designs specific operation schedules concerning the thermal demand of the residence.

The simulations show that positive effects can be achieved especially in times of high share of CHP micro units. The grid load fluctuation can be reduced and peak load decreases rapidly. Also the energy supply of the residences will be optimized because of a risen time of operation. In the following two years a field test with a few CHP units shall confirm the simulated results. Additional market concepts have to be developed to get the operation mode in the market.

Reduktion von CO₂-Emissionen mit den Kyoto-Mechanismen

Peter Wiedenhoff

Das Kyoto-Protokoll und seine Mechanismen

Mit dem 2005 in Kraft getretenen Kyoto-Protokoll wurden erstmals völkerrechtlich verbindliche Zielwerte für den Ausstoß von Treibhausgasen festgelegt. Im ersten Verpflichtungszeitraum von 2008 bis 2012 müssen die Vertragsstaaten die durchschnittliche Jahresemission der Treibhausgase, bezogen auf das Jahr 1990, um mindestens 5% verringern (siehe Bild 1). Jede Vertragspartei ist aufgefordert, die Zielerreichung im eigenen Land durch emissionsmindernde Maßnahmen sicherzustellen. Darüber hinaus ermöglicht das Kyoto-Protokoll, grenzüberschreitend Emissionen in dem Land zu verringern, in dem die Reduktion am kostengünstigsten ist. Bei diesen sog. Kyoto-Mechanismen wird zwischen Joint Implementation (JI), Clean Development Mechanism (CDM) und International Emissions Trading (IET) unterschieden.

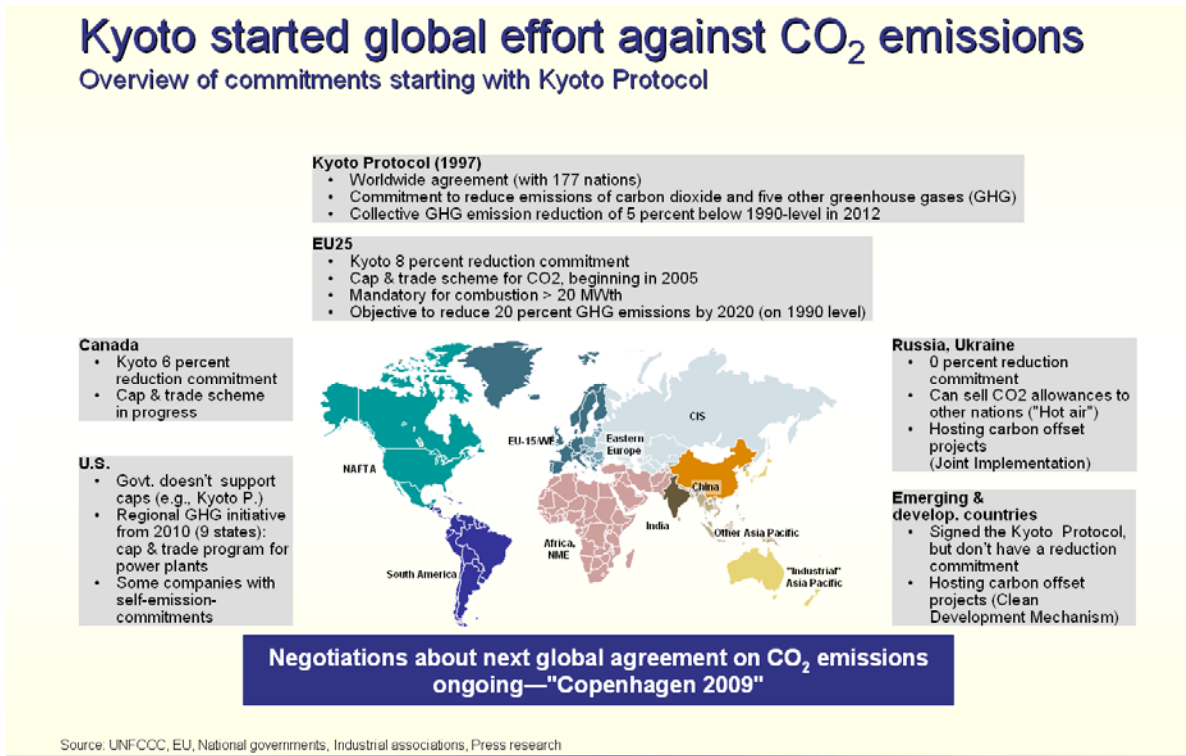


Bild 1: Verpflichtungen zur CO₂-Reduktion nach dem Kyoto-Protokoll
 Figure 1: Carbon emission reduction commitments according to the Kyoto Protocol

Internationale Klimaschutzprojekte

Um sich innerhalb der Europäischen Union auf den Handel mit Treibhausgas-Emissionszertifikaten vorzubereiten, wurde 2005-2007 eine Handelsperiode auf EU-Ebene eingerichtet. Im Jahre 2007 wurde im European Trading Scheme (ETS) bereits ein Volumen von ca. 2.7Gt CO₂e mit einem Wert von etwa €40Mrd. gehandelt; Tendenz weiter steigend.

Parallel zum Handelswachstum nahm die Zahl der angemeldeten JI- und CDM-Projekte zu. Bis August 2008 wurden mehr als 1.300 internationale Projekte bei der UN registriert. Weitere 2.400 befanden sich in der Bearbeitungsphase. Bei der Einbringung von CDM-Projekten gibt es gegenwärtig eine klare regionale Fokussierung auf China, Indien und Brasilien. In den genannten Ländern werden heute ca. 75% aller CO₂-Einsparungen erzielt (siehe Bild 2).

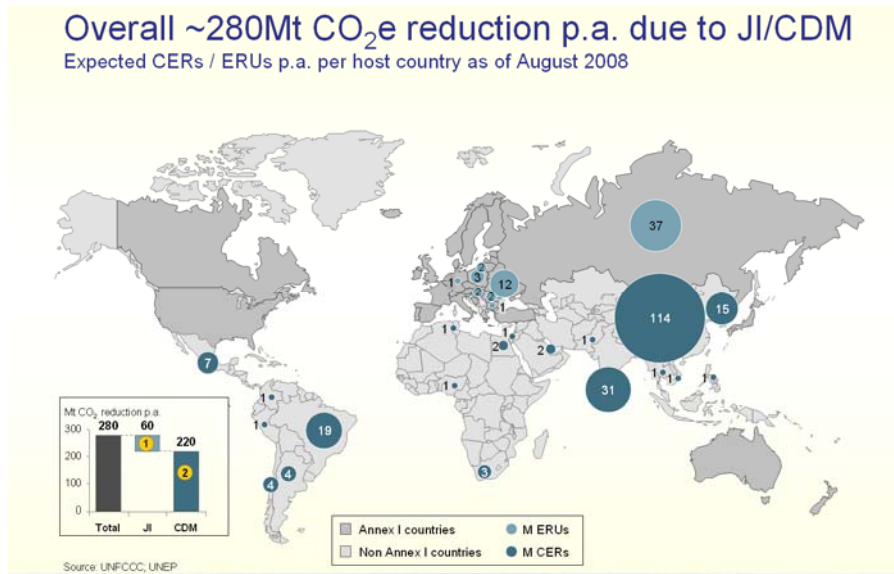


Bild 2: Regionale Verteilung der JI/CDM-Maßnahmen
 Figure 2: Regional distribution of JI/CDM measures

Forschungsziel: Angebotskurve CO₂-reduzierender Maßnahmen

Für ein energierzeugendes oder -verbrauchendes Unternehmen der EU-27, das zur Emissionsreduktion verpflichtet ist, stellt sich die Frage, wie die vorgegebene CO₂-Verringerung möglichst effizient erreicht werden kann. Es ist davon auszugehen, dass der effizienteste Weg aus einer Kombination von eigenen Investitionsmaßnahmen, internationalen Projektbeteiligungen und Zukäufen von Emissionszertifikaten besteht.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, zunächst eine allgemeingültige Angebotskurve CO₂-reduzierender Maßnahmen zu erstellen und hieran den optimalen Investitionspfad abzuleiten (siehe Bild 3). Diese soll im zweiten Schritt über die Ergänzung industriespezifischer Reduktionsmaßnahmen auf eine Zielindustrie konkretisiert werden.

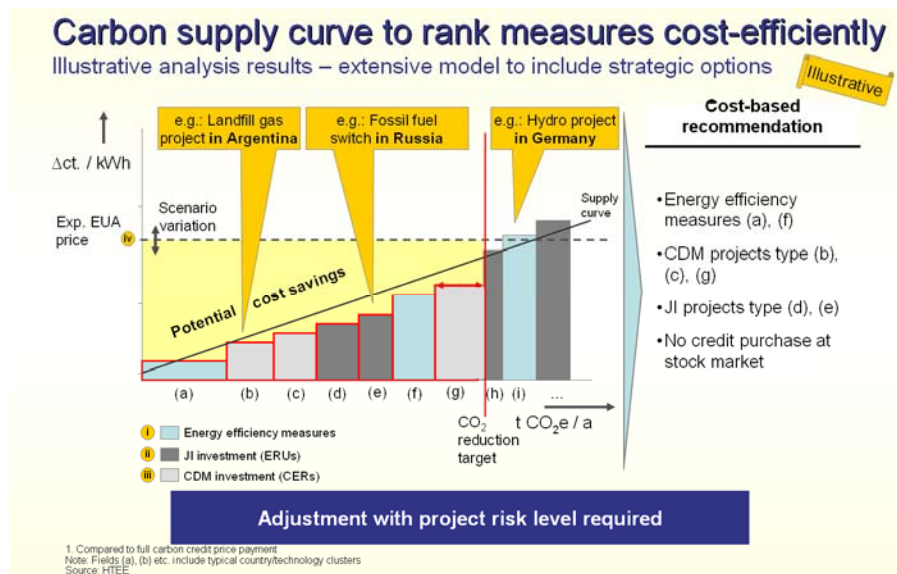


Bild 3: Illustrative Angebotskurve CO₂-reduzierender Maßnahmen
 Figure 3: Illustrative carbon supply curve

Der Beitrag von Sicherungen und anderen Schutzeinrichtungen zu den Netzverlusten im Stromverteilungsnetz

Marcus Bunk, Gunnar Bärwaldt

Der Einsatz von elektrischen Schutzeinrichtungen im Niederspannungsnetz ist mit einer Verlustleistungsabgabe verbunden. Im deutschen Niederspannungsnetz werden traditionell NH-Sicherungen mit einer Bemessungsspannung von 500 V eingesetzt. Inzwischen verfügbare verlustärmere Sicherungen mit einer Bemessungsspannung von 400 V haben bisher keinen nennenswerten Anteil am Gesamtbestand erreicht. Bei einer geschätzten Anzahl von 100.000.000 Sicherungen im deutschen Niederspannungsnetz lässt sich daher ein großes Einsparpotential erwarten.

Der NH/NN-Recycling e.V. hat es sich zur Aufgabe gemacht, alte Sicherungen zu sammeln und stofflich zu verwerten. Auf der anderen Seite besteht ein großes Interesse an Untersuchungen zum Einfluss von Sicherungselementen auf die Verlustbilanz im Niederspannungsnetz. Auf Basis eines existierenden Grundmodells mit repräsentativen Lastprofilen wird eine Simulation der Verlustleistungsabgabe im Niederspannungsnetz durchgeführt. Die Parameter der Simulation werden dabei entsprechend den genannten Sicherungstypen variiert. Darüber hinaus werden alternative Schutzeinrichtungen (SH-Schalter bzw. D0-Schalter) in die Untersuchung mit einbezogen.

Das Ziel der Untersuchung ist die Quantifizierung der Verluste, die auf Sicherungselemente im deutschen Niederspannungsnetz zurückzuführen sind. Daraus wird abgeleitet, welche Einsparungen hinsichtlich Verlusten und damit den Netzkosten, sowie dem CO₂-Ausstoß durch einen Generationswechsel in der Sicherungstechnik erwartet werden dürfen.



NH/HH-Recycling

Abbildung 1:

Verein zur Förderung des umweltgerechten Recyclings von abgeschalteten NH/HH-Sicherungseinsätzen e.V.

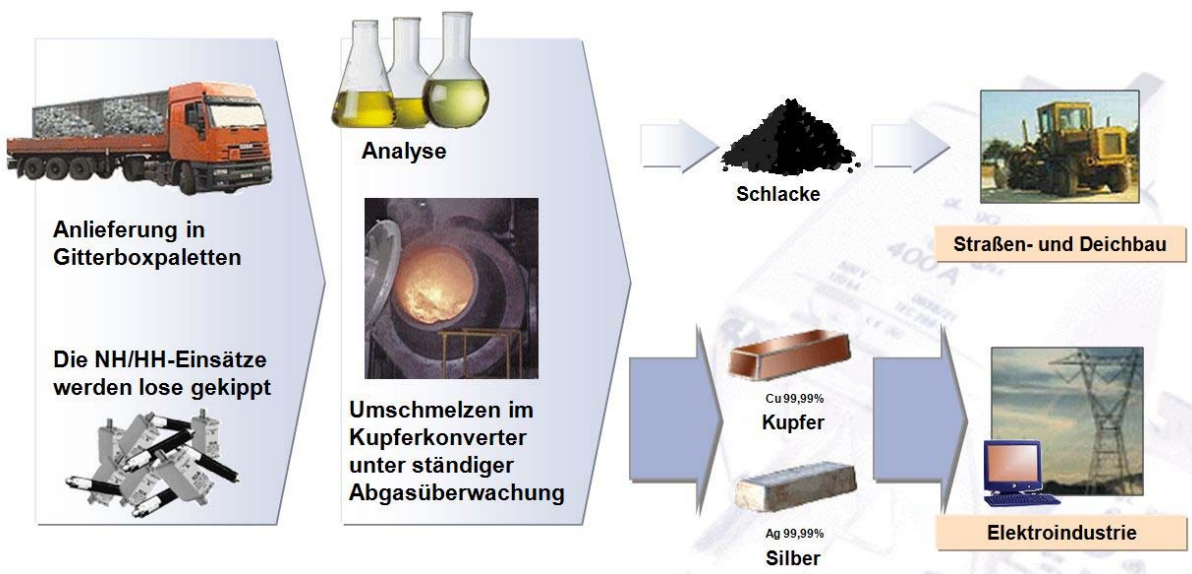


Abbildung 2:

NH/HH Sicherungsrecycling

The contribution of fuses and other electrical protective devices to the dissipation loss in the low-voltage power grid

Marcus Bunk, Gunnar Bärwaldt

The application of electrical protective devices in the low-voltage network is associated with a dissipation loss. In the German low-voltage network traditionally NH fuses with a rating of 500 V are used. Now available fuses with a rating of 400 V and less losses do not have a significant share of the total amount. Due to an estimated total number of 100.000.000 fuses in the low-voltage network, a significant part of the energy could be saved.

It is the major task of the NH/HH-Recycling e.V. to collect old fuses and to recycle them. On the other hand there is a strong interest in research activities that are dealing with the impact of protective devices on the losses in low-voltage networks. On the basis of an existing fundamental model with representative load profiles, a simulation of the dissipation loss in the power grid has been performed. The parameters of the simulation have been varied according to the fuses. Furthermore, the alternative electrical protective devices (SH switch, D0 switch) will be analyzed.

The aim of this project is to quantify the losses caused by protective devices in the German low-voltage network. Based on the data of the simulation, the loss is valued in terms of dissipation loss, energy loss, grid costs and CO₂ emissions.



Figure 3:

Association for the promotion of environmentally-compatible recycling of disused LV HRC/HV HRC fuse links

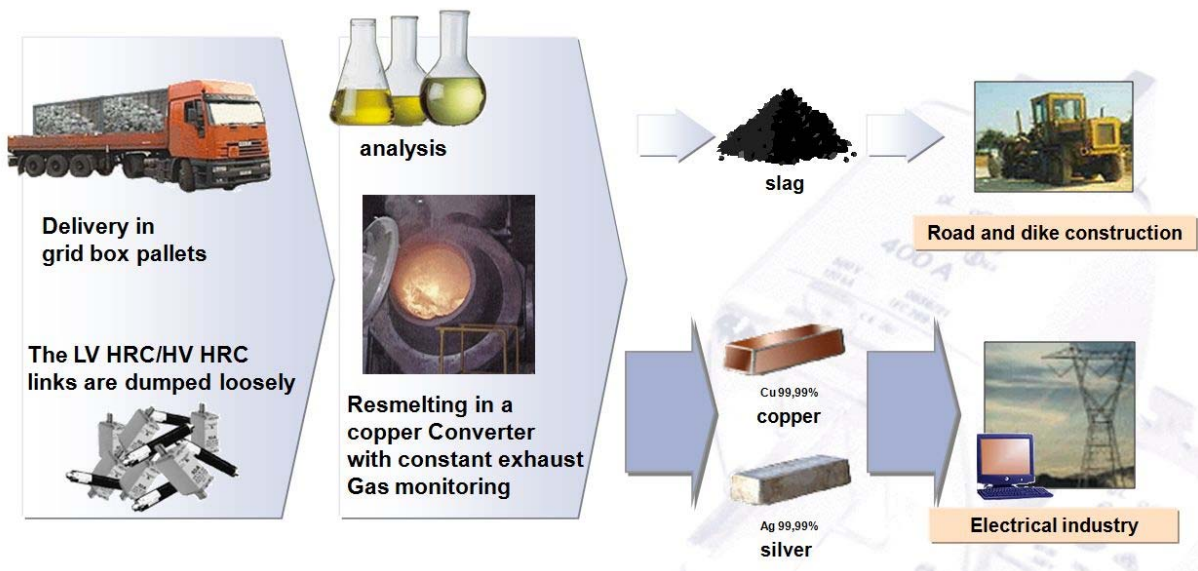


Figure 4:

The process of fuse recycling

3.1.2 Arbeitsgruppe Materialien & Plasmen – Working Group Materials and Plasmas

Untersuchung von Oberflächenentladungen in flüssigem Stickstoff

Michael Blaz

Der Einsatz von Hochtemperatur-Supraleitern in der Energietechnik, sei es als Strombegrenzer oder in elektrischen Maschinen, nimmt immer weiter zu. Die bei Hochtemperatur-Supraleitern möglichen höheren Betriebstemperaturen, bei denen die Supraleitung noch stabil ist, ermöglicht einen Umstieg von flüssigem Helium auf flüssigen Stickstoff als Kühlmedium. Mit dem Wechsel des Kühlmittels ändert sich jedoch auch die Umgebung, in der sich der Supraleiter befindet und mit ihr die elektrische Isolierung der Anlage.

Um aber eine ausreichende Spannungsfestigkeit des Produktes garantieren zu können, müssen die elektrischen Eigenschaften für flüssigen Stickstoff bekannt sein. Eine wichtige Eigenschaft ist das Verhalten von Isolierstoffen in flüssigem Stickstoff im Bezug auf die Oberflächenentladungen, da Abstützungen der spannungsführenden supraleitenden Komponenten in jedem Gerät benötigt werden.

Um die Schwächung der Isolierfestigkeit durch Stützer beurteilen zu können werden am HTEE Oberflächenentladungen in einer flüssig Stickstoff Umgebung untersucht. Dazu wurde zunächst eine Testanordnung festgelegt (Bild 1), mit der Entladungen entlang verschiedener

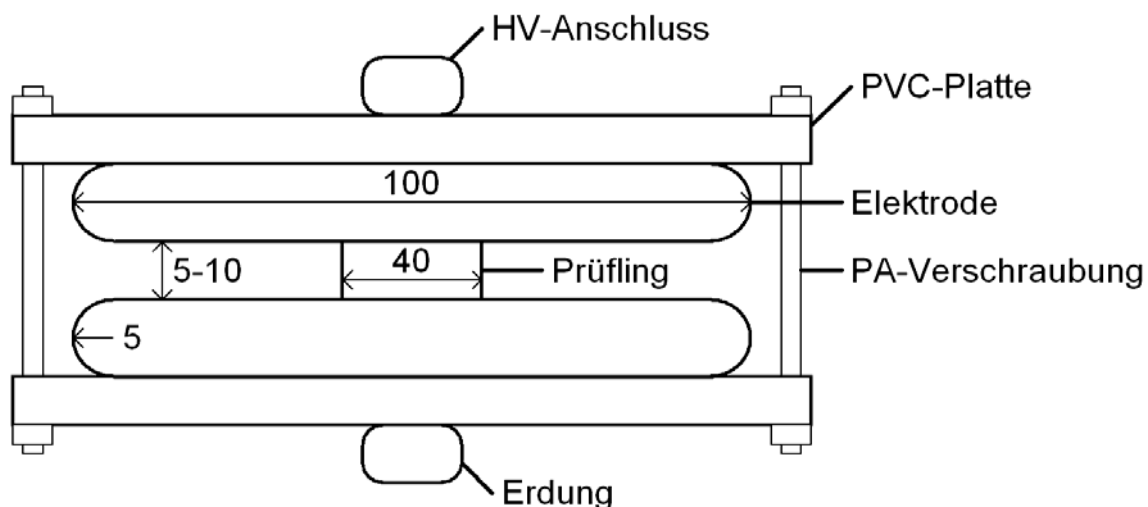


Bild 1: Testanordnung
Figure 1: Test Set-up

Materialien untersucht werden können. Des Weiteren wurde mit der Planung begonnen, die bestehende 400 kV Wechselspannungsprüfanlage zu modifizieren, um die Prüflinge durch dauerhaft brennende Lichtbögen nicht zu beschädigen (Bild 2).

Ziel des Vorhabens ist es, aus den Experimenten eine Berechnungsvorschrift abzuleiten. Diese soll es anschließend ermöglichen, im Vorfeld die Eigenschaften des Isoliersystems flüssig Stickstoff gekühlter Anlagen bestimmen zu können.



Bild 2: Zerstörter Prüfling
Figure 2: Destroyed Specimen

Investigation of surface discharges in liquid nitrogen

Michael Blaz

The usage of high temperature superconductors (HTS) for high power equipment is rising more and more. As an advantage of HTS the cooling system doesn't need liquid helium as coolant any more. Instead of liquid helium it is possible to use liquid Nitrogen as coolant, which is easier to produce. But with the change of the cooling medium the insulating medium is also changed.

To guarantee a sufficient withstand voltage of the product it is necessary to know the electrical behaviour of liquid nitrogen. One important property is the behaviour of insulating materials in liquid nitrogen, because every HTS apparatus has to be fixed inside the cryostat. Therefore investigations of surface flashovers have been started at the HTEE. First it was necessary to define a test set-up (figure 1), which allows the examination of different specimen. Furthermore the planning of the modifications of an existing 400 kV AC Generator has started. The objective of these modifications is to avoid the destruction of the specimen due to burning arcs (figure 2).

The goal of these investigations is the creation of a calculation rule, which allows to configure the insulation system at the beginning of the construction of a new product.

Teilentladungsmessungen von künstlichen Hohlräumen

Michael Budde

Im Gegensatz zu früheren Teilentladungs-(TE-)untersuchungen, in denen die herstellungsbedingten Hohlräume in den Prüfkörpern selbst untersucht und einem mathematischen Modell zugeordnet wurden, wird hier die Überprüfung mittels künstlich geschaffener zylindrischer Hohlräume vorgestellt, indem zwischen dem Prüfkörper (Bild 1 links) und der Grundelektrode ein Distanzring aus Polypropylen ($\mu_r = 2,3$; variable Höhe: 0,127mm, 0,25mm, 0,45mm) eingefügt wird (Bild 1 Mitte). Die maximale Feldstärke tritt im

zylindrischen Hohlraum im Zentrum unter der Spitze der Hochspannungselektrode auf. Damit werden Randeffekte größtenteils ausgeschlossen.

Ähnlich wie in früheren Untersuchungen gezeigt bestätigen die TE-Messungen der drei unterschiedlich großen Hohlräume eine sinkende Einsetzfeldstärke mit zunehmender Höhe des Hohlraums (Bild 1 rechts). Die bekannte Höhe des durch die Distanzscheibe entstandenen Hohlraums erlaubt eine exakte Zuordnung in die mathematische Modellierung. Zusätzlich ist der Verlauf der Einsetzfeldstärke über die Alterungsdauer (Feuchtigkeitslagerung) des Prüfkörpers erkennbar. Durch die Feuchtigkeitsalterung und dem damit verbundenen Anstieg der relativen Permittivität μ_r steigt die Feldverdrängung in den darunter liegenden Hohlraum; und die Einsetzfeldstärke nimmt für alle drei Kavitätengrößen deutlich ab.

Die Untersuchungen künstlicher Hohlräume haben die Messungen bestätigen die Beobachtungen, die schon bei früheren Untersuchungen gemacht wurden. Die Gültigkeit der mathematischen Modellierung lässt es zu, daraus allgemeine Erkenntnisse abzuleiten. So ist z.B. der Trend zu kleineren Abmessungen der Isolierungen nahezu ungebrochen. bei kleiner werdenden Abmessungen und konstanter Spannung können technologieimmanente Mikro-Hohlräume TE-Aktivität zeigen, die es vorher aufgrund der zu niedrigen Feldstärke nicht konnten. Diese weisen selbst allerdings niedrigste TE-Pegel auf, die z.T. schon unter der Nachweisgrenze bleiben. Die Grenze der Detektierbarkeit ist unterschritten.

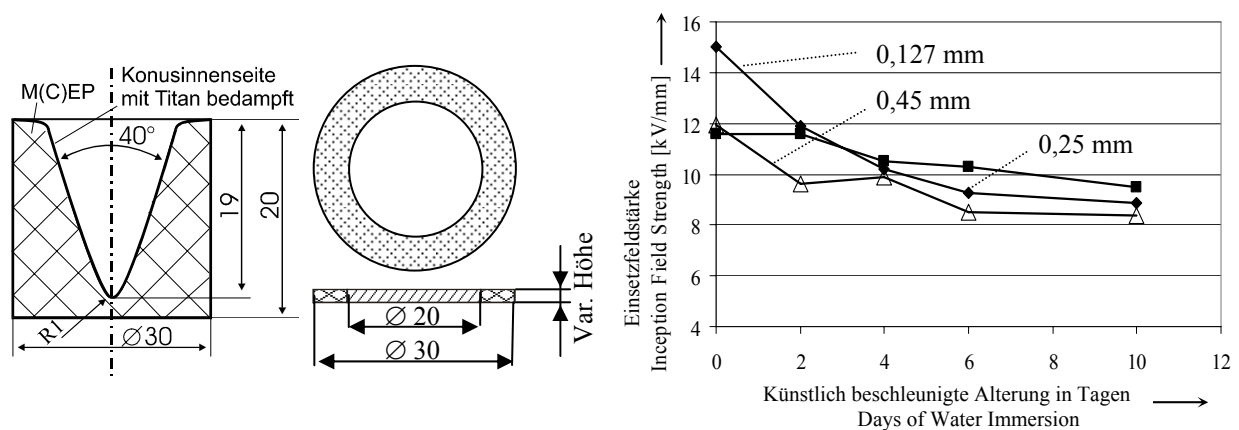


Bild 1: Kegelprüfkörper für TE-Messungen (links), Drauf- und Seitenansicht des Distanzringes (Polypropylen) mit variabler Höhe (Mitte); Verlauf der Einsetzfeldstärken während der Feuchtigkeitsalterung für die externen Mikrokavitäten (rechts)

Figure 1: Cone shaped test specimen for PD measurements (left), top and side view of distance piece (polypropylene) with variable cavity (middle), influence of water immersion on inception field strength of an external micro cavity (right)

Partial discharge (PD) measurements of artificial micro cavities

Michael Budde

To verify earlier PD measurements of mineral filled epoxies a simple cavity is created by putting a distance piece with block-out between specimen (figure 1, left) and ground electrode. Distance pieces of polypropylene (relative permittivity $\mu_r = 2.3$) with thicknesses of 0.127, 0.25 and 0.45 mm are used (figure 1, middle). Due to the field amplification under the tip of the cone shaped test specimen the partial discharges are expected in the centre of the cavity.

The three external cavities with the height of 0.127, 0.25 and 0.45 mm show increasing inception field strengths (figure 1, right). With the rising of the relative permittivity μ_r , the field displacement into the external cavities is getting stronger, meaning the inception conditions are reached at lower voltage levels. All three curves show this expected behaviour.

The confirmed mathematical modelling allows further conclusions. The on-going trend to smaller dimensions can be summarized to two things: already active micro cavity sizes show a higher intensity of PD activity and so far not active cavity sizes can suddenly become active. Micro cavities with a diameter smaller than 0.1 mm show PD levels of less than 1 pC.

Verhalten von Leistungshalbleitern gegenüber Stoßbelastungen

Björn Bünsow

Eine Vielzahl elektrischer Verbraucher besitzen elektronische Schaltkreise. Diese Schaltkreise werden benötigt, um Steuerungen zu realisieren und elektrische Energie umzuwandeln. Dafür bieten sich Halbleiterschalter wie Transistoren, Dioden und IGBT-Module an. Durch diese Bauteile ist es möglich, Geräte, wie Schaltnetzteile im Computer, immer kleiner und leistungstärker zu bauen. Eine hohe Effizienz bei der Energieumwandlung und geringere Kosten führen zu einem immer stärkeren Einsatz von elektronischen Bauteilen.

In der Energieversorgung werden Leistungshalbleiterbauelemente eingesetzt, um Energie mit Hilfe von Gleichspannung über weite Strecken zu transportieren (HGÜ – Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung). Diese Technik ermöglicht ebenfalls die Kopplung verschiedener Wechselstrom-Netze. Daraus haben sich die so genannten FACTS entwickelt, die durch ihre Netzstabilisierung für eine sichere Versorgung der Haushalte mit elektrischer Energie sorgen. Um eine hohe Verfügbarkeit zu erreichen, werden diese Anlagen überdimensioniert, so dass sie im Fehlerfall des Netzes nicht durch Überlast beschädigt werden.

Durch die feinen Kristallstrukturen im Halbleiter und durch das optimierte Design des Halbleiters sind die elektronischen Bauteile gegenüber Stoßbelastungen nicht so robust wie elektromechanische Bauteile. Die Zerstörung elektromechanischer Bauteile erfolgt zumeist durch die Überschreitung einer thermischen Grenze im Gerät, z.B. der Kupferdraht in einer Relais-Spule. Bevor das Bauteil einen Defekt erleidet, kann es eine enorme Energiemenge aufnehmen. Diese aufnehmbare Impulsenergie ist bei Halbleiterbauelementen wesentlich geringer, da die Wärmekapazität im Gegensatz zu den mechanischen Bauteilen sehr viel kleiner ist. So können elektromechanische Geräte wie Motoren und Generatoren eine Energie von mehreren *100 MJ* aufnehmen, bevor diese zerstört werden. Bei Relais beträgt die Zerstörungsenergie einige *J* und für die Zerstörung eines Transistors reichen bereits Energien von wenigen *mJ* aus.

Blitze stellen eine natürliche Ursache für elektrische Entladungen mit sehr hohen Energien dar. Diese sind in der Lage ganze Produktionslinien in der Industrie lahm zu legen. In Bild 1 ist ein zerstörter IGBT dargestellt. Um elektrische Anlagen vor solchen Schäden zu schützen, werden Überspannungsableiter eingesetzt. Energiearme Überspannungsimpulse überstehen die Geräte durch die Robustheit der verwendeten Komponenten. Durch den Einsatz von Leistungshalbleitern in Netzanwendungen werden sie häufiger durch Blitzentladungen belastet, was die Bauteile stresst und altern lässt.

Es gibt Standardverfahren, die die Robustheit der Halbleiter gegenüber Störungen testen. Dazu wird zum einen die Kurzschlussfestigkeit ermittelt, die aussagt, wie lang und groß ein Kurzschluss sein darf, bevor das Bauteil zerstört wird. Die beim Avalanche-Test gemessene

Energie gibt hingegen an, wie groß der Impuls aus einer abschaltenden Induktivität sein darf, bevor der Halbleiterübergang zerstört wird. Die Robustheit dieser Halbleiter hängt von der Wärmekapazität des Chips und von dessen nichtlinearen Kennlinien ab. Es existieren Effekte, die bei zu hoher Überlastung die Spannung über dem Halbleiter-Chip wieder ansteigen lassen. Die Robustheit und das Verhalten von leistungselektronischen Bauelementen gegenüber Blitzstoßströmen werden im Rahmen der wissenschaftlichen Tätigkeit untersucht. Dabei werden z.B. IGBT mit einem DIN-Stoßstrom belastet, wie er im ursprünglichen Sinn für die Untersuchung von Überspannungsableitern genutzt wird.

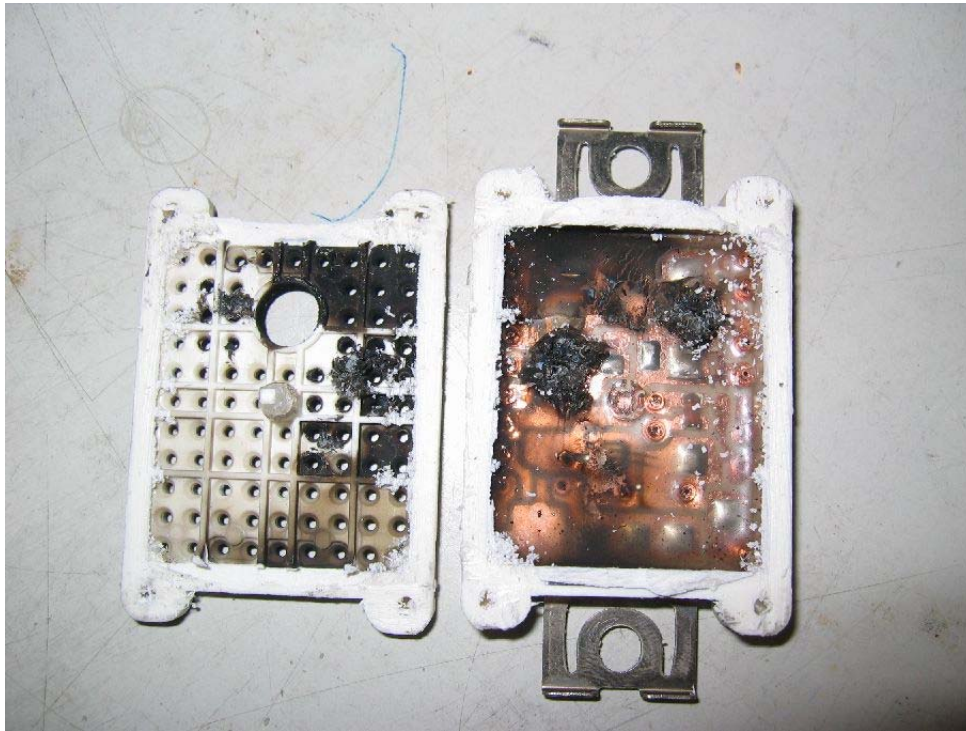


Bild 1: Durch äußere Einflüsse zerstörter IGBT
Figure 1: Destroyed IGBT

Behaviour of power semiconductors obverse surge currents

Björn Bünsow

In many electrical appliances semiconductors are used. For example every personal computer contains a switching power supply. Nowadays power semiconductors get an increasing importance in the public mains supply. Semiconductors are used for HVDC-Systems and for FACTS to increase quality. In this employment these units are exposed to energy-rich discharges like lightning. In general case these equipments are oversized to withstand an overload-situation. Because of their silicon-chip semiconductors aren't as robust as electro-mechanical units like transformers and electric motors. The chip limits the effective heat capacity.

The experiments shall discover the robustness of power-semiconductors against electrical shock loads. Effects like desaturation can decrease the robustness. A surge current generator with a standardized pulse is used to stress the semiconductors. Figure 1 shows a destroyed IGBT.

Innenbehandlung von Mikrofluidik-Komponenten mit Atmosphärendruck-Plasmen

Arkadiusz Dziubek

In dem Projekt Mikroplas werden die Barrieren-Entladungen bei Atmosphärendruck, die die Oberfläche von Substraten verändern, für die Modifizierung der inneren Oberflächen von gekapselten Mikrofluidik-Komponenten eingesetzt. Die Mikrofluidik-Komponenten werden auf vielen Gebieten wie in der medizinischen Diagnostik (Analyse von DNA und Proteinen) und der Wirkstoffforschung (Entwicklung neuer Medikamente) eingesetzt. Die großen Vorteile von Mikrofluidik-Komponenten liegen in sehr kleinen Volumina von Testflüssigkeiten und der hohen Reaktionsgeschwindigkeit. Die Querschnittsabmessungen der Transportkanäle (Kapillaren) liegen bei einigen 100 μm .

Um eine homogene Schicht auf der Kanaloberfläche erzeugen zu können, müssen viele Behandlungsparameter miteinander abgestimmt werden. Dazu gehören die Gaszusammensetzung, die Gas-Durchflussgeschwindigkeit und deren Zusammenspiel mit dem Puls-Pausen-Betrieb des Generators, die Behandlungszeit und die Präkursormenge. Erst ein Zusammenspiel dieser Parameter in Verbindung mit der richtigen Elektrodenauslegung kann den beabsichtigten Behandlungseffekt liefern.

Eine der Aufgaben des Projektes ist die globale Behandlung der Teststruktur II. Der sehr kleine Kanalquerschnitt (100x100 μm), die Strukturdicke (4 mm) und die Länge des Kanals (310 mm) stellen nicht nur eine elektrische sondern auch eine prozesstechnische Herausforderung dar. Für die globale Behandlung der Teststruktur II wird ein Reaktor eingesetzt, der auf einer koplanaren Elektrodenanordnung basiert. Der Reaktor besteht aus 7 koplanar angeordneten Elektroden. Die Anzahl, die Lage und der Durchmesser der Elektroden werden mittels eines Feldberechnungsprogramms und experimentell optimiert.

Das Bild 1 zeigt die Abhängigkeit der Lichterscheinung in der Teststruktur II vom Gasdruck. Teilchen, die in das Gasvolumen eindiffundieren, lösen sich während der Plasmaaktivität aus der Abdeckfolie der Teststruktur, die mit dem Klebstoff bedeckt ist.

Die Teilchen haben die Eigenschaft die Zündspannung zu erhöhen und die Entladung zu quenchen. Entlang des Kanals erhöht sich die Konzentration dieser Teilchen im Gas, was zum Verschwinden der Entladung in weiteren Teil des Kanals führt.

Danksagung: Wir danken dem BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) und den Projektpartnern für die finanzielle Unterstützung.

Treatment of the sealed microfluidic-components with atmospheric-pressure plasma

Arkadiusz Dziubek

The project Microplas uses the dielectric barrier discharges (DBD) at atmospheric-pressure, which change the surface properties of the substrate, for treatment of the inner surfaces of sealed microfluidic components. The microfluidic-components transport the smallest volumes of fluids using capillarity forces. They are applied, for example, for medical diagnostic (DNA analyses) and drugs research (design of new drugs). The small volumes of required test fluids used for experiments and the time of reaction are big advantages of microfluidic-components. The dimension of the cross-section of the transportation channels are about some 100 μm .

One of the tasks of the project is global treatment of the test structure II, which is a special technical challenge, because of the diameters of the channel (100x100 μm) connected with a height of the structure (4 mm) and the channel length (310 mm). We used a reactor based on

the coplanar electrode arrangement. It consists of 7 coplanar placed electrodes. Its number, position and diameter were optimised using electrical field calculation software and experimental results.

Figure 1 shows the dependence of light emission in the channel on gas pressure. During the plasma activity some substances of the film covering the test structure are diffusing into the gas volume. They increase the inception voltage and quench the discharge. The concentration of this substances increases with the position in the channel which leads to the disappearance of the discharge in further parts of the channel.

Acknowledgements: We thank the BMWI (German Federal Ministry of Economics and Technology) and the project partner for their financial support.

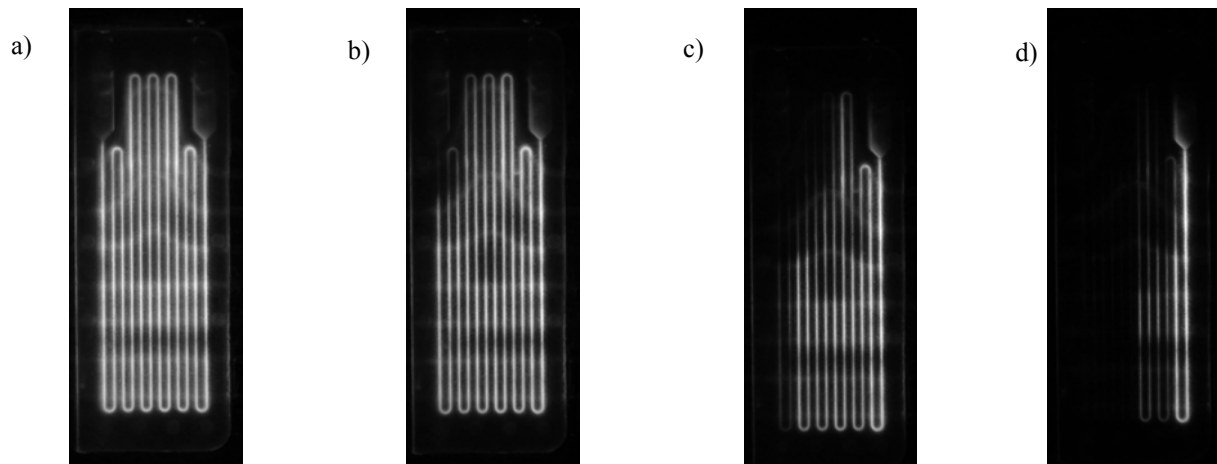


Bild 1: Einfluss des Gasdruckes auf die Entladungen in Teststruktur II in Helium, Spannung 6,0 kV; Lanzeitaufnahmen, Blende 10, Belichtungszeit 10 s; a) Gasdruck zwischen 110 und 60 mbar, b) Gasdruck zwischen 50 bis 15 mbar, c) Gasdruck zwischen 10 und 3,5 mbar, d) Gasdruck von 0,3 mbar

Figure 1: Influence of the gas pressure on the discharge in the teststructure II using helium, voltage 6 kV, apperture 10, exposure time 10 s; a) gas pressure between 110 and 60 mbar, b) gas pressure between 50 and 15 mbar, c) gas pressure between 10 and 3,5 mbar, d) gas pressure 0,3 mbar

Plasmawellen in angrenzenden Hohlräumen des Mikroplasmastempels

Dr.-Ing. Vladimir Ermel

Plasmawellen entwickeln sich im Mikrohohlraum des Plasmastempels nach Erreichen der kritischen Feldstärke, die von Darstellung des Hohlräume, seinen Abmessungen und der Gasart abhängig ist. Raum- und Laterale Plasmawellen werden anhand der Zusammensetzung der Felder von aufgeladener Oberfläche und äußerem Feld befördert.

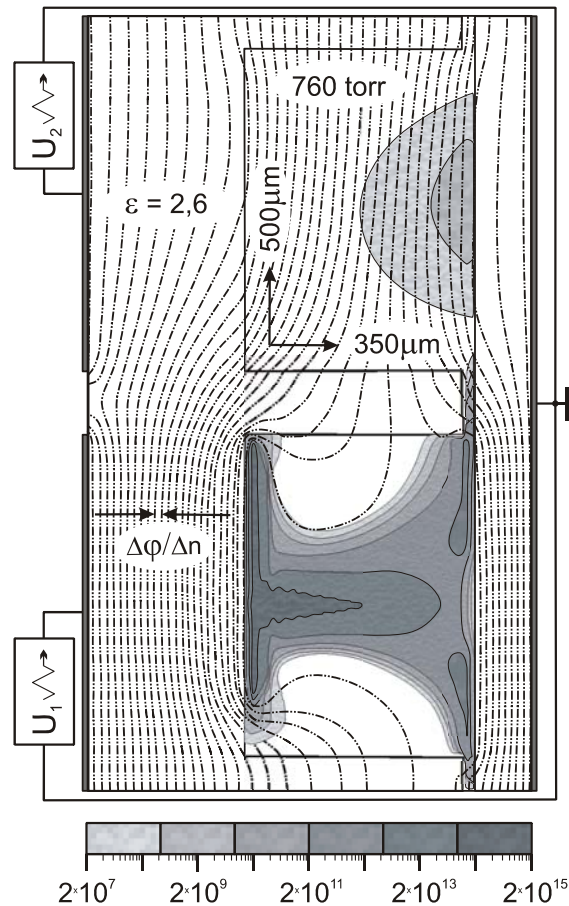


Bild 1: Elektronendichte der Plasmawellen in angrenzenden Mikrohohlräumen; Feldverteilung.

Figure 1: Electron density of the plasma waves in adjacent micro cavities; field distribution.

Das statische Laplace-Feld verteilt sich gleichmäßig entlang einer Reihe von Kavitäten bei der Felderzeugung mittels Plattenelektroden. Die Entwicklung einer Plasmawelle überbrückt die Kavität mit der nachfolgenden Übertragung des Anodenpotentials zur gegenüberstehenden dielektrischen Stirnoberfläche der Quasikathode. Die dadurch hervorgerufene Feldverformung führt zu einer Abnahme der Spannungsabfälle über den angrenzenden Kavitäten.

Die Plasmadynamik wurde an einem 2d-Fluid Simulationsmodell untersucht. Bild 1. zeigt den Simulationsaufbau, welcher aus zwei angrenzenden Mikrohohlräumen besteht. Die Elektronendichte ist mit einer logarithmischen Acht-Dekaden-Skala mit dem Maximalwert von $2 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ angetragenen. Die Feldlinien stellen die Raumverteilung des Feldes dar. Die Kavität ist 350 μm tief, ihr Durchmesser beträgt 500 μm. Die Entladungen entwickeln sich in Luft bei Atmosphärendruck. Die sich entwickelnde Lawine im unteren Hohlraum erreicht die Stirnoberfläche und breitet sich in laterale Richtung aus. Die Bereiche erhöhter Partikeldichte verdrängen das Feld aus dem Gasraum, damit steigt die Feldstärke im Dielektrikum. Die Umverteilung des Feldes führt zur Felddegression in den Gasräumen der angrenzenden

Kavitäten. Die Sinkende Feldstärke verhindert Elektronenmultiplikationen, dadurch steigt die für die Entwicklung der nachfolgenden Streamer erforderliche Einspeisung der Spannungsquelle.

Das Forschungsvorhaben wurde in dankenswerter Weise von der VW-Stiftung mit Mitteln der Volkswagen AG gefördert.

Plasma waves in adjacent cavities of the micro plasma stamp

Dr.-Ing. Vladimir Ermel

Plasma waves develop in the micro cavity of the plasma stamp after reaching the breakdown field strength, which depends of outline of the cavity, its dimensions and background gas. Space and lateral plasma waves develop in the cavity dependant of composition of the outside field and the field of charged surfaces.

Static Laplace field distributes itself evenly along a set of cavities by the field production in the plate electrode arrangement. Development of a plasma wave bridges the cavity with the following protrusion of the anode potential to the front surface of the quasi-cathode. Thus caused field deformation leads to drop of the potential fall across the neighbour cavities.

The plasma dynamics is examined at a 2d-fluid simulation model. Fig. 1 shows the simulation domain, which consists of two bordering micro cavities. The electron density is shown with a logarithmic eight-decade scale with the maximum value of $2 \cdot 10^{15} \text{cm}^{-3}$. The field lines represent the space distribution of the field. Cavity is $350 \mu\text{m}$ deep; its diameter amounts to $500 \mu\text{m}$. Discharges develop in air at atmospheric pressure. Developing streamer in the subjacent cavity reaches the front surface of the cathode and spreads in lateral direction. The plasma bulk displaces the field from the gas area, thus enhances the field strength in the dielectric. Rearrangement of the field leads to field reduction in the gas areas of the adjacent cavities. Sinking field strength prevents electron multiplications, thus the following streamer develops by increased output of the voltage supply.

The research project was promoted by the VW-Stiftung with means Volkswagen AG.

3.1.3 Arbeitsgruppe Schaltgeräte - Working Group Switching Devices

Modellierung von Kontakterwärmung und –abbrand unter Lichtbogeneinfluss

Prof. Dr.-Ing. Manfred Lindmayer

Die Simulation der Erwärmung des Kontaktmaterials und des aus verspritzender Schmelze und/oder durch Verdampfung resultierenden Abbrandes basiert auf der Lösung der partiellen Wärmeleit-Differenzialgleichung (1)

$$\rho c_p \frac{dT}{dt} + \text{div}(\lambda \text{grad}T) = 0 \quad (1)$$

mit T : Temperatur, ρ : Dichte, λ : Wärmeleitfähigkeit, c_p : spez. Wärmekapazität.

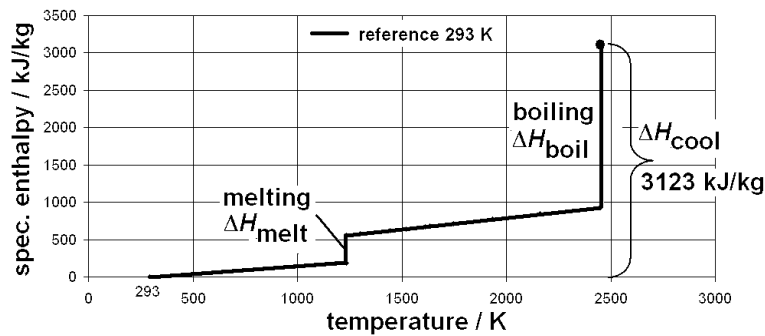


Bild 1: Spez. Enthalpie von AgSnO_2 8,7 zwischen Zimmertemperatur und Sieden
 Figure 1: Specific enthalpy of AgSnO_2 8.7 between room temperature and boiling

In der Formulierung Gl. (1) werden als Materialeigenschaften neben λ anstatt der Enthalpie (Bild 1) deren Temperaturableitung, die spez. Wärmekapazität c_p , benötigt. Der Schmelzsprung wird dabei durch ein endliches Intervall (z.B. 100 K) mit erhöhtem ‘‘Schmelz- c_p ’’ ersetzt. Es sei zunächst angenommen, dass der gesamte Abbrand durch Verdampfung stattfindet. Deren Behandlung muss anders als das Schmelzen erfolgen, da diese Materie verschwunden ist und keine Wärme mehr gespeichert hat, die sie bei Abkühlung an das Kontaktstück zurückliefern könnte. Sie stellt eine Kühlleistungsdichte (Randbedingung) mit dem spezifischen Wert ΔH_{cool} an der siedenden Kontaktoberfläche dar.

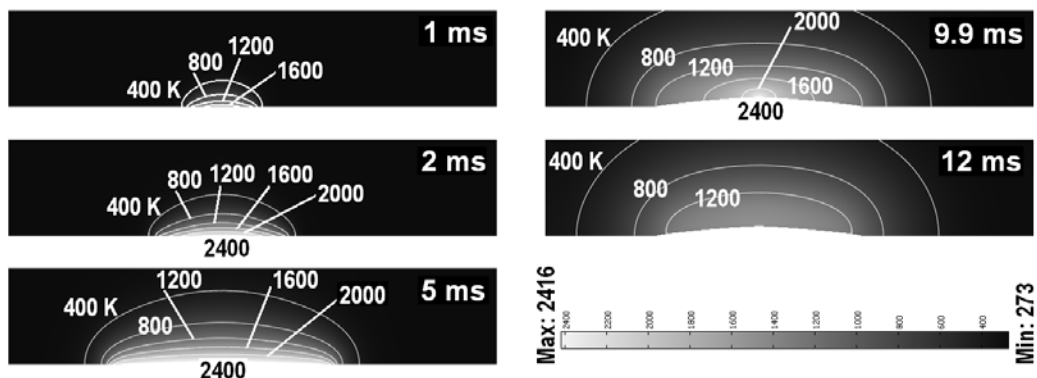


Bild 2: Simulierte Temperaturen und Abbrandkonturen; $I_{\text{eff}} = 5 \text{ kA}$, $t_{\text{Lichtbogen}} = 10 \text{ ms}$
 Figure 2: Simulated temperatures and erosion contours; $I = 5 \text{ kA RMS}$, $t_{\text{arc}} = 10 \text{ ms}$

Das mit dem FEM-Programm COMSOL 3.4 entwickelte Simulationsverfahren berücksichtigt zusätzlich noch die Geometrie-Veränderung durch Verdampfen. Ausgangspunkt ist eine bei Überschreitung des Siedepunktes T_S einsetzende, mit der Temperaturdifferenz ansteigende und in ihrem Verlauf zunächst noch nicht bekannte Abbrandgeschwindigkeit, im einfachsten Fall lineare Zunahme mit einem Proportionalitätsfaktor K . Die Kühlleistungsdichte an der siedenden Oberfläche ist dieser Geschwindigkeit proportional. Wie sich begründen und nachweisen lässt, sind die Temperatur- und Abbrandergebnisse unter bestimmten Voraussetzungen unabhängig von der Form des Verlaufs der Zunahme und der Höhe von K . Bild 2 zeigt ein Beispiel für die simulierte Temperaturverteilung und die Formänderung durch Verdampfung zu verschiedenen Zeiten.

Auch ohne die rechnerisch aufwendigere Nachbildung variabler Geometrien kann das Verfahren so weit vereinfacht werden, dass es zur Simulation der Temperaturverläufe und des Abbrandes geeignet ist. In der Verallgemeinerung können durch geeignet gewählte

Materialeigenschaften außer reiner Verdampfung auch alle, bei Kontaktmaterialien vorkommenden Abbrandfälle zwischen “Verspritzen kurz oberhalb des Schmelzpunktes” bis “vollständiges Sieden” berücksichtigt werden.

Mit einer etwas modifizierten Methode wird seit Längerem in der dreidimensionalen Simulation von Niederspannungslichtbögen (Forschungsarbeit Alexandra Mutzke) die Temperatur an Kontakten und Löschblechen auf die Siedetemperatur begrenzt.

Weitere Details zum Verfahren:

Manfred Lindmayer, Modeling of contact heating and erosion under arc influence, 24th International Conference on Electrical Contacts, Saint-Malo, France 2008

Modeling of contact heating and erosion under arc influence

Prof. Dr.-Ing. Manfred Lindmayer

The simulation is based on the solution of the heat conduction equation (1), taking into account the melting process and the cooling effect due to vaporization, figure 1. The simulation method developed by using COMSOL 3.4 takes into account the change in geometry due to evaporation, when the boiling point is exceeded. Figure 2 gives an example of simulated temperatures and of erosion contours. In a simplified way the same results are also achievable with fixed geometry. As a generalization, all erosion cases of contact materials between “splashing just above melting point” and “complete evaporation” can be taken into account.

In the three-dimensional simulation of low-voltage arcs (project Alexandra Mutzke), a slightly modified method has been used to limit the surface temperature at contacts and arc splitter plates to the boiling temperature.

Further details:

Manfred Lindmayer, Modeling of contact heating and erosion under arc influence, 24th International Conference on Electrical Contacts, Saint-Malo, France 2008

Hochtemperatur – Supraleiter

Alexander Henning

Hochtemperatur-Supraleiter eröffnen künftig interessante neue Anwendungen und Einsatzmöglichkeiten in Energienetzen. Der supraleitende Zustand ist abhängig von drei Umgebungsbedingungen: der Stromdichte J , der Temperatur T , und der magnetischen Flussdichte B . Beim Überschreiten einer dieser kritischen Größen setzt die Normalleitung ein. Bisher wurde am Institut die Abhängigkeit des elektrischen Widerstands von der Temperatur und der Stromdichte untersucht und eine neue Gleichung gefunden die diesen Zusammenhang beschreibt. Es ist bisher allerdings kein 3D-Rechenmodell bekannt, das alle drei kritischen Größen in sich vereint und somit das Verhalten von Hochtemperatursupraleitern in Abhängigkeit von diesen Größen realitätsnah nachbilden kann. Insbesondere der Einfluss von

Fremd- und Eigenmagnetfeldern ist bei einer Vielzahl von Anwendungen von großem Interesse.

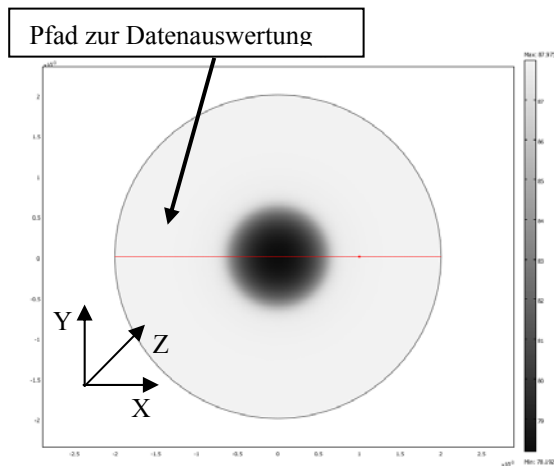


Bild 1 Temperaturverteilung für $t=40$ ms
 Fig.1 Temperature Distribution
 ($t = 40$ ms)

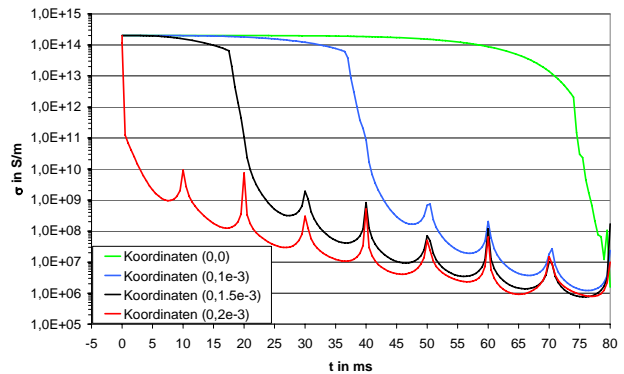


Bild 2 Verlauf der elektr. Leitfähigkeit σ im Simulationsmodell an verschiedenen Koordinaten
 Fig. 2 Electric conductivity σ at different coordinates.

Ziel ist es, mit Hilfe des Rechenmodells das Verhalten von Hochtemperatur-Supraleitern für technische Anwendungen nachzubilden. Dabei wird angestrebt vom supraleitenden, über den Übergangsbereich (Flux Flow) bis zum normalleitenden Zustand alle Fälle zu beschreiben und damit z. Zt. fehlende Aussagen zur Dimensionierung von supraleitenden Geräten in der Energietechnik, wie z.B. Kabeln und Strombegrenzern, zur Verfügung zu stellen. Im Vordergrund der parallel erforderlichen Materialuntersuchungen stehen Dünnschichten auf Metallbändern („Coated Conductors“ oder supraleitende Bänder der 2. Generation).

Bild 1 zeigt das die Temperaturverteilung im Modell zum Zeitpunkt $t=40$ ms. Da die Temperaturabhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit über den FluxFlow-Bereich hinaus (d.h. Temperaturen $> T_C$) noch nicht implementiert wurde, stoppt die Erwärmung bei der kritischen Temperatur T_C . Die in der Gleichung enthaltene Strom- und Feldabhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit bleibt weiterhin erhalten.

Bild 2 zeigt die zeitliche Entwicklung der elektrischen Leitfähigkeit. Die für einen Supraleiter typische steile Abnahme der Leitfähigkeit bei Überschreiten der Sprungtemperatur ist deutlich zu erkennen. Ebenso ist das radiale Eindringen der Temperatur über die zeitliche Verschiebung der steilen Leitfähigkeitsabnahmen für verschiedene Leitertiefen zu sehen. Die in Bild 8 erkennbaren „Schwingungen“ entstehen, da die Temperaturabhängigkeit des Leitwerts bei 88 K stoppt und somit nur noch der stromdichte- bzw. magnetfeldabhängige Leitwert eine Rolle spielt. Die Leitfähigkeit folgt dem eingepprägten sinusförmigen Wechselstrom und entspricht somit einer reinen $\sigma(J,B)$ -Abhängigkeit. Bei geringer Stromdichte in den Nulldurchgängen des Wechselstroms erreichen die Leitfähigkeitswerte lokale Maxima. Die Verläufe mit den ausgeprägten Maxima sind in weiteren Simulationen zu überprüfen. Sie zeigen aber, dass die entsprechenden Abhängigkeiten des Leitwertes berücksichtigt werden.

Im Rahmen einer Kooperation mit der Siemens AG Corporate Technology (CT PS 3) wird die hochspannungsfeste Auslegung der einzelnen Komponenten eines supraleitenden Strombegrenzers (FCL) auf Basis der Coated Conductors durchgeführt.

In einer Studienarbeit wurden mögliche Einsatzorte eines supraleitenden Strombegrenzers innerhalb des Energieversorgungsnetzes der Stadt Braunschweig untersucht und ermittelt. Es stellte sich heraus, dass die Eigenbedarfsversorgung des Heizkraftwerks Mitte ein sehr gut geeigneter Einbauort für einen FCL darstellt. Da dieser Einbauort zusätzlich ein idealer Platz für einen Langzeittest darstellt, werden momentan Gespräche zwischen der Siemens AG, der Energienetze Braunschweig GmbH (en|bs), der Braunschweiger Versorgungs-AG & Co. KG (BS|Energy) und unserem Institut geführt, um hier ggf. einen Prototypstrombegrenzer zu installieren.

High-Temperature Superconductors (HTS)

Alexander. Henning

HTS opens many new possibilities for new applications in the field of electrical power applications. The superconducting state depends on 3 critical values temperature T , magnetic flux density B and current density J . If one of these values is exceeded the superconducting state breaks down and the HTS develops an electrical resistance.

So far no simulation tool is known, which emulates all three critical parameters of a HTS. A simulation tool which incorporates all three critical parameters is of great interest for the dimensioning of applications. The objective of this work is to develop a simulation scheme which allows an emulation of superconductors under the influence of all critical values.

Some results of recent simulations are shown in Fig. 1 and Fig. 2. The simulation parameters were $J_C = 2e6 \text{ A/cm}^2$, $T_C = 88 \text{ K}$ and a radius of 2 mm. The sinusoidal AC-current flowing through the superconductor was equivalent to $J/J_C = 2$. Fig. 1 shows the temperature distribution and Fig. 2 the magnetic flux density in the model.

Dreidimensionale Simulation von Niederspannungslichtbögen

Alexandra Mutzke

Das eigentliche Schaltelement eines Niederspannungsschaltgerätes ist der bei der Kontaktöffnung entstehende Lichtbogen. Dieser Lichtbogen muss schnellstmöglich zum Verlöschen gebracht werden, um den Stromkreis zu unterbrechen. Dazu muss dem Lichtbogen Energie entzogen werden, beziehungsweise die Lichtbogenspannung muss erhöht werden. Dies geschieht beispielsweise durch Verlängerung oder Kühlung des Lichtbogens. Die wirkungsvollste Methode ist jedoch die Verwendung von metallischen Löschblechen, an denen der Lichtbogen sich in mehrere Teillichtbögen aufteilt. Durch die Bildung zusätzlicher Elektrodenfallgebiete erhöht sich die Lichtbogenspannung um ein Vielfaches.

Für die Schaltgeräteentwicklung ist eine genaue Kenntnis des Lichtbogenverhaltens unerlässlich. Zur Verkürzung des Entwicklungsprozesses von Schaltgeräten werden Messungen zunehmend durch Simulationen ergänzt. Ein Lichtbogen ist gekennzeichnet durch komplexe Wechselwirkungen von gasdynamischen und elektromagnetischen Prozessen. Diese werden mithilfe einer Kopplung des CFD (Computational Fluid Dynamics)-Programms CFX und des Multiphysik-Programms Ansys modelliert.

Derzeit werden in der Simulation und in Vergleichsmessungen vereinfachte Geometrien mit parallelen Laufschiene und einem Löschblech verwendet, um das grundsätzliche Lichtbogenverhalten zu untersuchen. Der Aufteilungsvorgang am Löschblech wird durch eine dünne, das Löschblech umgebende Elementschicht mit einer Spannungs-Stromdichte-

Kennlinie nachgebildet. Vor der Bildung eines Fußpunktes muss bei geringer Stromdichte eine Zündspannung von 20 V überschritten werden. Hat sich ein Fußpunkt gebildet, so kann ein beliebig hoher Strom bei einem nahezu konstanten Elektrodenfall von 10 V fließen.

Bild 1 zeigt eine Sequenz von Stromdichteverteilungen einer Simulation und Bild 2 die zugehörigen Strom- und Spannungsverläufe im Vergleich zu Messwerten. Der Lichtbogen wird am unteren Kammerende gezündet und durch magnetische Kräfte nach oben getrieben. Bei der Zündung entsteht eine Druckwelle, die nach oben und unten wandert und im Folgenden das Lichtbogenverhalten stark beeinflusst. So wird die Druckwelle mehrmals zwischen Kammerboden und Lichtbogen hin- und herreflektiert, was zu drei deutlich sichtbaren Spitzen der Lichtbogenspannung zwischen 25 μ s und 150 μ s führt. Besonders starke Auswirkungen hat jedoch die Reflexion der Druckwelle als Verdünnungswelle am offenen oberen Kammerende. Hierdurch kommt es zu einem Unterdruck in der Kammer, der den Lichtbogen zwischen 350 μ s und 380 μ s wieder zurückdrückt. Zudem steigt dabei die Lichtbogenspannung durch Kompression des Bogens an. Bei 550 μ s erreicht der Lichtbogen das Löschblech und wölbt sich um dieses herum. Dies führt zu einem weiteren Anstieg der Lichtbogenspannung. Nach Überschreiten der Zündspannung bilden sich auf dem Löschblech Fußpunkte, und ein Teilstrom beginnt durch dieses zu fließen. Der Teilstrom erreicht jedoch nur 40 % des Gesamtstromes, da es dann aufgrund einer weiteren Druckreflexion zu einer erneuten Rückwanderung des Bogens kommt. Das grundsätzliche Verhalten des Lichtbogens steht in guter Übereinstimmung zu experimentellen Untersuchungen von T. Rüter. Um eine exakte quantitative Übereinstimmung zu erzielen, wird die Simulationsmethodik weiter verbessert, beispielsweise wird das am Löschblech verwendete Fußpunktmodell auch an den Laufschiene eingesetzt.

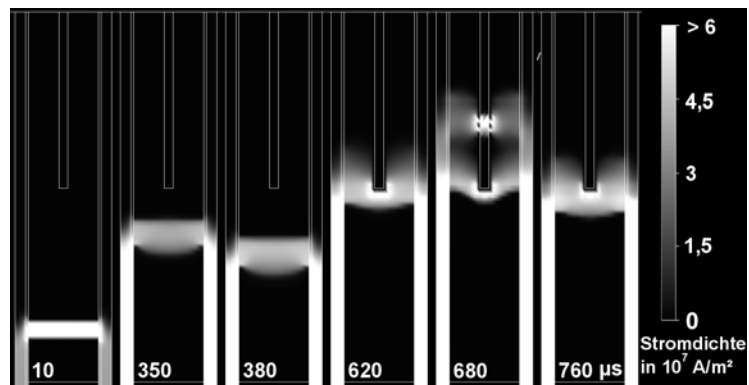


Bild 1: Stromdichteverteilungen einer Lichtbogensimulation, Lichtbogenzündung 6 mm oberhalb des Kammerbodens, $I_{\text{eff}} = 1$ kA, Zündzeitpunkt: 0,5 ms

Fig. 1: Sequence of current density distributions of arc simulation, arc ignition 6 mm above bottom of chamber, $I = 1$ kA RMS, arc ignition at 0.5 ms

Three-dimensional simulations of low-voltage arcs

Alexandra Mutzke

The main element in low-voltage switching devices is the arc that is ignited between the contact pieces and that has to be extinguished quickly to interrupt the circuit. Therefore, the arc voltage has to be raised rapidly. There are several methods of arc treatment, e.g. arc cooling and elongation. The most effective possibility is to split the arc into series arcs by metallic splitter plates. Thereby the arc voltage is increased by multiple cathode and anode falls. To shorten the development process of switching devices, measurements have been complemented by arc simulations during

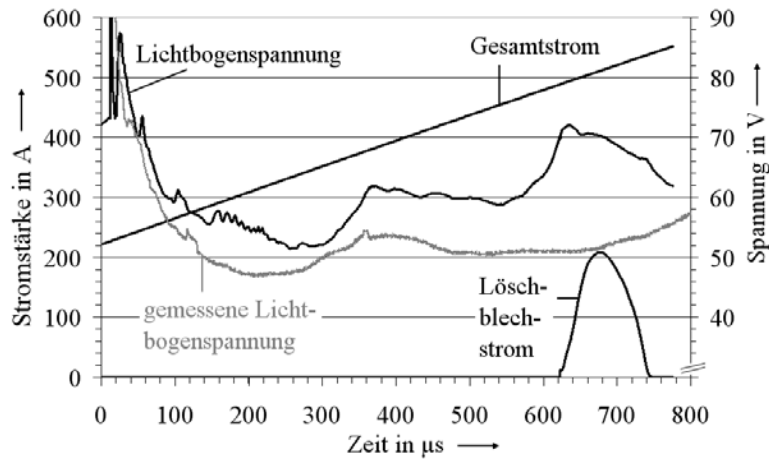


Bild 2: Verläufe der Lichtbogenspannungen, Gesamt- und Löschblechströme der Simulation aus Bild 1 im Vergleich zur gemessenen Lichtbogenspannung (T. Rüter)

Fig. 2: Total current, current through plate, and arc voltage of simulation in fig. 1 in comparison to measured arc voltage

the recent years. Fig. 1 and 2 show results of an arc simulation in comparison to the measured arc voltage (T. Rüter). After its ignition the arc is driven upwards by magnetic forces. The ignition additionally causes a shock wave that strongly influences the arc behaviour in the following. The wave is reflected repeatedly between the bottom of the chamber and the arc itself and leads to three voltage peaks between 25 μs and 150 μs . At the totally opened top of the chamber the shock wave is reflected as a depression wave and even drives the arc downwards between 350 μs and 380 μs . At time 550 μs the arc bends around the splitter plate. This leads to a voltage increase. After exceeding the ignition voltage for the formation of arc roots on the splitter plate a partial current flows through the plate. In the following the arc is driven back again by a negative pressure.

The comparison with experimental investigations shows a very good agreement regarding the fundamental arc behaviour. To achieve an exact quantitative correlation the simulation tool is continuously improved.

Experimentelle Untersuchung des Löschverhaltens von Gleichstromschaltgeräten für Niederspannungsanwendungen

Thorsten Schrank

Sowohl in der Hochspannungs- als auch in der Niederspannungstechnik kommt es derzeit vermehrt zum Einsatz von Gleichstromnetzen. Als Niederspannungsanwendungen sind vor allem von Brennstoffzellen oder Photovoltaikanlagen gespeiste Netze sowie der mobile Einsatz zu nennen. Zum Betrieb und Schutz dieser Netze werden DC-Schaltgeräte benötigt, die in der Lage sind, beim Auftreten eines Fehlers sicher und schnell abzuschalten. Bei Photovoltaikanlagen ist ein Lasttrennschalter auf der DC-Seite des Wechselrichters vorzusehen, um diesen beispielsweise für Wartungsarbeiten freischalten zu können. Ein steigender Bedarf geeigneter DC-Schaltgeräte ist auch für Bordnetzsysteme, wie sie in Hybridfahrzeugen verwendet werden, zu erwarten. Die Nennspannung liegt hier in der Regel

zwischen 200 V und 400 V. Der aufkommende Einsatz von Brennstoffzellen, sowohl in Kraftfahrzeugen als auch stationär, erfordert DC-Schalter, um diese etwa bei Ausfall der Steuerungselektronik sicher abschalten zu können.

Derartige Schaltgeräte für Gleichspannung beeinflussen beim Ausschaltvorgang den Stromverlauf durch die Lichtbogenspannung bzw. die Impedanz des Lichtbogens. Zur Löschung von Gleichströmen werden daher spezielle Gleichstromschalter benötigt, deren Löschkammern während des Ausschaltvorganges eine hohe Lichtbogenspannung erzeugen und die im Lichtbogen umgesetzte Energie aufnehmen bzw. abführen. Die Höhe der Lichtbogenspannung sollte möglichst für die gesamte Bogenbrenndauer über dem Wert der den abzuschaltenden Gleichstrom treibenden Gleichspannung liegen, ohne jedoch die Isolation der Anlagen zu gefährden.

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die systematische Weiterentwicklung des Ausschaltverhaltens verschiedener Gleichstromlöschprinzipien bei unterschiedlichen Netzparametern. In diesem Zusammenhang sollen auch Isolier- und Kontaktwerkstoffuntersuchungen durchgeführt werden, da der Abbrand durch Lichtbogeneinwirkung das Schaltvermögen bzw. die Lebensdauer von Schaltgeräten stark reduziert. Bild 1 zeigt einen ersten Versuchsschalter zusammen mit der druckluftbetriebenen Antriebseinheit.

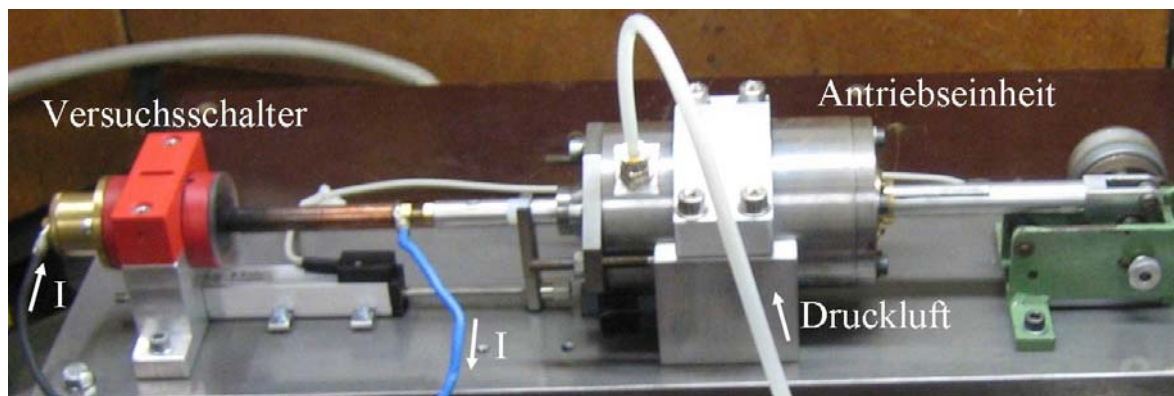


Bild 1: Versuchsaufbau zur Untersuchung des Gleichstromlöschverhaltens
 Figure 1: Test setup for the investigation of the DC arc quenching behaviour

Da sich die Steigerung des Schaltvermögens bei fortschreitender Miniaturisierung zunehmend schwieriger gestaltet, soll die Untersuchung und Darstellung der physikalischen Kenngrößen bei Ausschaltversuchen helfen, die entscheidenden Parameter ausfindig zu machen, die zur Erzeugung einer optimalen Bogenbrennspannung und einer möglichst hohen spezifischen Energieaufnahmefähigkeit führen.

Experimental investigation of the arc quenching behaviour of DC switching devices for low-voltage applications

Thorsten Schrank

Present low-voltage DC applications like fuel cells, photovoltaic systems, and hybrid electric vehicles require powerful DC switches to disconnect the power source from the load. In order to break the current the arc voltage has to exceed the supply voltage during the arcing-time without endangering the insulation of the electric installations. The switchgear has to be able to cause this required arc voltage and to absorb or to dissipate the switching losses.

The aim of the research project is the systematic advancement of the breaking behaviour of suitable arc quenching concepts at variable grid parameters. Therefore, further investigations

of insulation materials and contact materials are to be done as well, because both have determining influence on the arc quenching behaviour and the lifetime of a switching device. The test results shall be used to find out the determining parameters leading to a high arc voltage and optimised specific energy absorption. Figure 1 depicts a first test switch and the pneumatic actuator.

Experimentelle Untersuchung des Bogenlaufs und der Oberflächentemperatur an Transversal-Magnet-Feld-Anordnungen im Vakuum

Christian Wolf

Vakuumschalter besitzen im Bereich der Mittelspannung einen großen Anteil an den eingesetzten Schalttechnologien. Nach Schätzungen wird auch in Zukunft das Transversalmagnetfeld-(TMF-) Prinzip (Bild 1) weiterhin den Hauptanteil stellen und der Axialmagnetfeld-(AMF-) Kontakt weit seltener eingesetzt werden. In den vergangenen Jahren gab es verstärkt Untersuchungen im Bereich der AMF-Anordnungen, so dass bei TMF-Anwendungen noch Kenntnislücken bestehen.

Ziel ist es, das Verhalten kontrahierter Vakuum-Hochstrom-Schaltlichtbögen zwischen Transversal-Magnetfeld- (TMF-) Elektroden sowie deren Wechselwirkung mit den Kontaktstücken und die Temperaturbelastung systematisch experimentell zu untersuchen und mit theoretisch-rechnerischen Modelldaten zu vergleichen. Die Erkenntnisse sollen es ermöglichen, den Bau leistungsfähigerer und kompakterer TMF-Vakuumschaltkammern zu beschleunigen.

Im Institut steht eine leistungsfähige, synthetische Prüfanlage nach dem Stromüberlagerungsprinzip zur Verfügung, die Ströme bis etwa 65 kA und Einschwingspannungen bis zu 100 kV liefern kann. Im Laufe der letzten Jahrzehnte wurden etliche Modifizierungen in der Steuerung vorgenommen, die nicht zur Überschaubarkeit des Aufbaus beigetragen haben und nicht mehr dem Stand der Technik entsprachen. Die Energieversorgung sowie die gesamte Ansteuerung der Hochstromseite wurden dieses Jahr komplett erneuert und ausgetauscht. Die zeitliche Steuerung ist nun PC-gebunden.

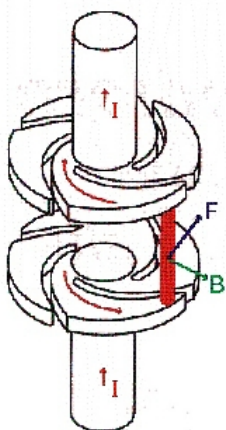


Bild 1: TMF-Kontakte
Figure 1: RMF contacs

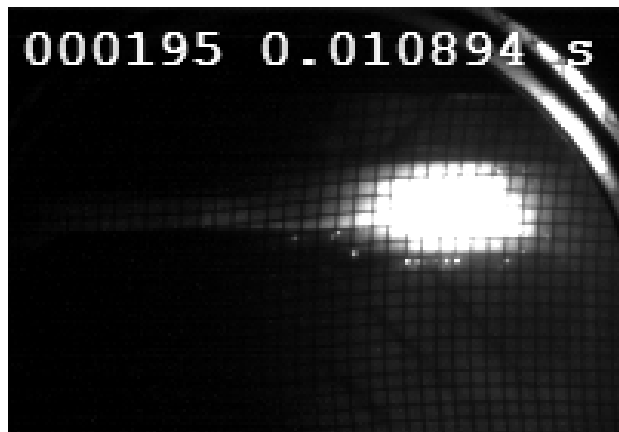


Bild 2: Lichtbogen zwischen TMF-Kontakten
Figure 2: Arc between RMF contacs

Es wurde ein optischer Aufbau sowie eine Analysesoftware entwickelt, mit denen es möglich sein soll, entsprechend der Theorie der Verhältnispyrometrie mit Hilfe des Intensitätsverhältnisses zweier Wellenlängen eine Aussage über die Temperatur der Kontaktoberflächen zu treffen.

Experimental investigation of high current arc movement and surface temperature on RMF-contact-systems in vacuum

Christian Wolf

RMF-contact-systems (Fig. 1) are assumed to remain the largest part of vacuum switchgear technology. Since investigations of those have been neglected in recent years several scientific information of their behaviour is missing.

The aim of this work is to get experimental results and to gather information about the behaviour of the electric arc, its interaction with contacts and the temperature of the contacts. Results are to be compared to computer simulations.

A power testing field of the institute with max. 65 kA and up to 100 kA of transient recovery voltage has been modernized in this year. Using a high-speed-camera an experimental setup for two-colour-pyrometry and an analysis software have been developed to investigate the surface temperature of the contacts.

3.2 Dissertationen - Dissertations

Verhalten unterschiedlicher Kontaktsysteme in Vakuumleistungsschaltern bei hohen Schaltleistungen

Katrin Steinke

Tag der mündlichen Prüfung: 09.05.2008

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Manfred Lindmayer

2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Frank Berger

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat

Die Aufgabe eines Leistungsschalters besteht darin, den Stromfluss im Falle eines Kurzschlusses zu unterbrechen und somit fehlerhafte Betriebsmittel vom Netz zu trennen. Im Mittelspannungsbereich dominiert der Vakuumleistungsschalter mit stetig steigendem Marktanteil. Das industrielle Interesse, die Schaltkammern immer kostengünstiger und kompakter bei gleicher Schaltleistung zu gestalten, ist hoch. Hierfür ist die Kenntnis der physikalischen Prozesse bei der Stromunterbrechung im Vakuum, die bis heute nicht umfassend geklärt sind, unverzichtbar.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Abschaltverhalten von Vakuumleistungsschaltern bei der Unterbrechung von Kurzschlussströmen zwischen 10 kA und 60 kA. Die wiederkehrende Spannung (TRV) wurde bei den überwiegenden Versuchen der 36-kV-Ebene angepasst. Es erfolgten darüber hinaus Versuche mit Spannungsmaxima bis 120 kV, bei denen die Anstiegsteilheiten du/dt der Einschwingspannung variiert wurden. Die Untersuchungen erfolgten an einer einpoligen synthetischen Schalterprüfanlage. Zur

Erhöhung der Schaltleistung reduziert man die thermische Belastung der Kontakte, indem man durch entsprechendes Kontaktdesign ein durch den Strom selbstgeneriertes radiales oder axiales Magnetfeld erzeugt. In der Arbeit werden verschiedene Axialmagnetfeld-Kontaktsysteme hinsichtlich ihres Vakuumbogen- und Stromnullverhaltens diskutiert. Mithilfe einer Schnelfilmkamera (20 000 Bilder/s) konnten Aufnahmen zur Bewertung des Bogenverhaltens sowohl von den verschiedenen Axialmagnetfeld- als auch von Radialmagnetfeld-Kontaktsystemen angefertigt und ausgewertet werden. Zur Analyse des Schaltverhaltens im Stromnullbereich wurde der unter dem Einfluss der wiederkehrenden Spannung messbare Nachstrom erfasst. Dieser steht in direktem Zusammenhang mit dem nach Stromnull noch vorhandenen Restplasma. Von dem Restplasma bzw. dem Metaldampf hängt wiederum die Wiederverfestigung der Schaltstrecke ab. In der Arbeit wird gezeigt, dass das axiale Restmagnetfeld einen entscheidenden Einfluss auf den Nachstrom und die Wiederverfestigung hat. Die Erkenntnisse aus der Arbeit erweitern den derzeitigen Kenntnisstand über das Schaltverhalten verschiedener Kontaktsysteme bei der Unterbrechung hoher Ströme.

Behavior of different contact systems of vacuum circuit breakers under high switching capacity

The aim of circuit breakers is to interrupt high short-currents and to separate the faulty equipment from the grid. In medium-voltage systems the vacuum circuit breaker dominates with still increasing market share. There is a strong interest to reduce the costs and the of interruption chambers, but keeping their breaking capacity. The basic knowledge of the dominant phenomena is essential for further improvement.

This dissertation deals with the breaking behavior of vacuum interrupters under high current stress of 10 to 60 kA. The transient recovery voltage (TRV) level during most measurements amount to 36 kV. Additionally, experiments were carried out with TRV peaks up to 120 kV and with varying TRV steepness du/dt . Switching tests were carried out in a single-phase synthetic test circuit. In vacuum circuit breakers two different contact types are used to overcome the consequences of arc constriction. Radial magnetic fields (RMF) force the constricted arc to rotate and distribute its power more evenly on the contact surface. Axial magnetic field (AMF) contacts prevent the arc from becoming constricted up to higher thresholds. Arc and current-zero behavior of different AMF-contact designs are discussed. Video sequences with a high-speed camera (20 000 frames/s) were taken to analyze the arc behavior of the different AMF-contact types and of radial magnetic field (RMF) spiral contacts as well. To analyze the period around current zero, post-arc current was measured. This is a direct indication of the residual charge in the gap at current zero. The residual ionization has a direct influence on the re-ignition tendency. The dissertation shows the correlation between AMF, which due to eddy currents still exists when the current approaches zero, and the post-arc behavior.

Kontaktverhalten von Vakuumschaltern beim kapazitiven Schalten

Florian Körner

Tag der mündlichen Prüfung: 31.10.2008

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Manfred Lindmayer
 2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Ernst Gockenbach
- Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat

Beim Schalten von kapazitiven Lasten werden die eingesetzten Schaltgerätespezifischen Belastungen ausgesetzt. Diese ergeben sich aus der Kombination hoher Inrush-Currents beim Einschalten von Kapazitäten mit niedrigen Ausschaltströmen, gefolgt von einer durch die Restladung der Kapazität erhöhten Spannungsbelastung. Die Arbeit „Kontaktverhalten von Vakuumschaltern beim kapazitiven Schalten“ beschäftigt sich mit dem Einsatz von Vakuumschaltern unter diesen Schaltbedingungen und stellt die Ergebnisse experimenteller Untersuchungen an einem Vakuumversuchsschalter vor. Dabei wurde das Verhalten unterschiedlicher Kontaktwerkstoffe und Kontaktformen beobachtet und verglichen.

Der Vergleich der verschiedenen Kontakttypen erfolgte anhand einheitlicher Versuchsreihen, die sich aus abwechselnden Ein- und Ausschaltversuchen zusammensetzten. Dabei wurde der Versuchsschalter Inrush-Currents von bis zu 4,3 kA bei 250 Hz ausgesetzt. Nach der folgenden Unterbrechung eines Stromes von 500 A (50 Hz) wurde eine kapazitive Einschwingspannung von 50 kV an die Schaltstrecke gelegt. Ein synthetischer Prüfkreis stellte diese Ströme und Spannungen bereit. Die Versuchsparameter orientierten sich an typischen Belastungen in Energieversorgungsnetzen beim kapazitiven Schalten sowie an den relevanten Prüfvorschriften gemäß IEC-Norm.

Eine Bewertung der untersuchten Kontakttypen erfolgte anhand des dielektrischen Verhaltens während der Schaltversuche, das sich an der eintretenden Vorzündung während der Einschaltung und an möglichen Rückzündungen nach einer Ausschaltung zeigte. Zudem wurden unter Spannungsbelastung einsetzende Vorentladungsströme aufgezeichnet und die zum Trennen der Kontaktstücke nach Einschaltverschweißungen erforderlichen Kräfte bestimmt. Die mit einer Hochgeschwindigkeitskamera erstellten Filmaufnahmen ermöglichten die optische Untersuchung der bei den Schaltversuchen auftretenden Vakuumbögen. Nach Abschluss der Schaltversuche erfolgte eine Oberflächenanalyse des Kontaktabbrandes unter Zuhilfenahme von Licht- und Rasterelektronenmikroskopen.

Contact behaviour of vacuum circuit-breakers at capacitive switching

Circuit-breakers used for switching of capacitive loads are exposed to distinctive stresses. These stresses result from high inrush-currents on making of capacitances combined with moderate breaking currents. These are followed by high voltage stresses caused by residual charge on the capacitance. This work “Contact Behaviour of Vacuum Circuit-Breakers at Capacitive Switching” deals with the application of vacuum circuit-breakers under these

switching conditions. It introduces the results of experimental investigations using a vacuum test switch. During the experiments the behaviour of various contact materials and designs during switching tests were studied and contrasted.

For comparison of different contact types a standardised test series was executed for each of them, containing alternating making and breaking tests. At making operation the vacuum switch was stressed by inrush-currents up to 4.3 kA at 250 Hz, after the following breaking operation at 500 A (50 Hz) current a capacitive voltage of 50 kV was applied to the contact gap. A synthetic test circuit supplied these currents and voltages. The test parameters were derived from typical load conditions at capacitive switching in power systems and from the relevant test specifications according to IEC standards.

The investigated contact types were evaluated by means of their dielectric behaviour during the switching tests. The dielectric condition emerged from prearcing during making operation and possible restrikes after current interruption. Additionally pre-breakdown currents across the contact gap under voltage stress and the force necessary for rupture of contact welding were determined. Highspeed movies recorded by a digital camera provided an optical examination of the vacuum arcs occurring during the switching tests. The test series were followed by an analysis of the eroded contact surfaces using light-optical and scanning electron microscopes.

4 Besondere Ereignisse – Special Events

Außer den aufgeführten Ereignissen fanden eine Vielzahl von Projekttreffen mit unseren Partnern aus der Industrie, der Energieversorgung, den Hochschulen und den Behörden statt.

FEN-Arbeitsgruppensitzung in Hannover	11.01.2008	M. Kurrat, M. Pielke, D. Ludgen
Vorstandssitzung des VDE-Bezirksvereins Braunschweig	21.01.2008	M. Kurrat M. Pielke
Vorstandssitzung Energieforschungszentrum Niedersachsen	23.01.2008	M. Kurrat
Exkursion zum Heizkraftwerk Mitte	24.01.2008	M. Pielke u. Studenten
Exkursion zum Kraftwerk Mehrum	25.01.2008	A. Dziubek u. Studenten
Exkursion zur Firma E-T-A, Altdorf	22.- 24.01.2008	E.-D. Wilkening M. Budde T. Schrank u. Studenten
Seminar Plasmatechnik FhG IST	28.01.2008	M. Kurrat V. Ermel
Exkursion zum Institut für Plasmaphysik des Forschungszentrum Jülich, Besichtigung des Fusionsexperiments TEXTOR	29.- 30.01.2008	A. Dziubek u. Studenten
FEN-Sitzung in Braunschweig	01.02.2008	M. Kurrat, M. Pielke, D. Ludgen, C. Wissing
Einweihung BHKW der TU Braunschweig am Chemiezentrum	04.02.2008	M. Kurrat
4. Sitzung zur VDE Task Force „Smart Distribution“ in Frankfurt	07.02.2008	M. Pielke
25 Jahre Fertigung von Vakuum-Schaltkammern, ABB AG, Calor Emag	07.-	E.-D. Wilkening
Mittelspannungsprodukte, Ratingen	09.02.2008	
Teilnahme an der Sitzung der CIGRÉ WG D 1.14 „Nichtkeramische Isolierstoffe“ in Wiesbaden	11.-12.02. 2008	M. Budde
Teilnahme am 10. Symposium Energieinnovation, TU Graz	13.- 15.02.2008	N. Dyussebekova, G. Bärwaldt, B. Deppe, M. Pielke
Abschluss eines Kooperationsvertrags mit der Firma Phoenix Contact, Blomberg	15.02.2008	M. Kurrat, E.-D. Wilkening
TAE, Netzkopplung dezentraler Erzeuger, Esslingen	18.02.2008	M. Kurrat G. Bärwaldt
Teilnahme ZIEHL Zukunft und Innovationen der Energietechnik mit Hochtemperatursupraleitern, Bonn	20.- 21.02.2008	M. Kurrat A. Henning
VW Projekttreffen Mikroplasma (IST)	22.02.2008	M. Kurrat V. Ermel
Teilnahme an der ETG-Fachtagung Netzregelung und Systemführung in München	05.- 06.03.2008	M. Kurrat, M. Pielke
Interview mit dem SWR	07.03.2008	M. Kurrat
Vortrag beim VDE Oldenburg	11.03.2008	M. Kurrat
FEN-Sitzung in Oldenburg	11. - 12.03.2008	M. Kurrat, U. Braunsberger, M. Pielke D. Ludgen, C. Wissing
FEN-Arbeitsgruppentreffen in Braunschweig	02.04.2008	M. Kurrat, U. Braunsberger, M. Pielke, D. Ludgen

Vorstandssitzung Energieforschungszentrum Niedersachsen	02.04.2008	M. Kurrat
Exkursion zum Kernkraftwerk Grohnde	07.04.2008	M. Pielke u. Studenten
Exkursion zum Schaltgerätewerk Siemens, Berlin	18.04.2008	K. Temmen, N. Dyussebekova, N. Hemdan. C. Wolf u. Studenten
Beitrag bei der IEEE PES “Powering Toward the Future” in Chicago	21.-24.04. 2008	M. Pielke
Betreuung des FEN-Standes auf der Hannover Messe Industrie 2008	21.-25.04. 2008	M. Kurrat, D. Ludgen M. Pielke
ELAN Workshop, Oldenburg	24.- 25.04.2008	M. Kurrat B. Deppe
VDE Vorstandssitzung	28.04.2008	M. Kurrat M. Pielke D. Ludgen M. Hilbert
Besuch des Parlamentarischen Abends des VDE Niedersachsen in Hannover	06.05.2008	D. Ludgen M. Hilbert u. Studenten
FEN-Sitzung in Braunschweig	08.05.2008	M. Kurrat, U. Braunsberger, M. Pielke, D. Ludgen
Doktorprüfung Katrin Steinke	09.05.2008	M. Kurrat M. Lindmayer
Exkursion nach Dresden und Besuch der Firmen Q-Cells, Highvolt Prüftechnik und IABG	13.- 15.05.2008	M. Blaz, M. Budde, B. Bünsow, N. Dyussebekova, T. Schrank, C. Wolf u. Studenten
Isolierstoff-Kolloquium in Karlsruhe	19.- 20.05.2008	M. Kurrat M. Blaz M. Hilbert
Doktorprüfung Florian Martin, Karlsruhe	20.05.2008	M. Kurrat
Generalprobe für das Statusseminar des Forschungsverbundes Energie Niedersachsen, Braunschweig	23.05.2008	M. Kurrat U. Braunsberger M. Pielke D. Ludgen
2. Statusseminar des Forschungsverbundes Energie Niedersachsen, Braunschweig	29.-30.05. 2008	M. Kurrat, U. Braunsberger, M. Pielke, D. Ludgen
VW Projekttreffen Mikroplasma bei der Fraunhofergesellschaft Institut für Schicht- und Oberflächentechnik	04.06.2008	M. Kurrat V. Ermel
Ausrichtung eines Tagesseminars „Teilentladungen“	04.06.2008	M. Kurrat, M. Budde, A. Dziubek, M. Hilbert
Betriebsausflug in den Harz	05.06.2008	Alle Mitarbeiter
24th International Conference on Electrical Contacts ICEC2008, Saint-Malo, Frankreich	08.- 12.06.2008	M. Lindmayer T. Schrank E.-D. Wilkening
Treffen Dr. Jung, Fa. Rheinmetall in Braunschweig	11.06.2008	M. Kurrat U. Braunsberger
Doktorprüfung Enno Wieben, Clausthal	12.06.2008	M. Kurrat

Besondere Ereignisse – Special Events

Treffen Prof. Noe FKZ Karlsruhe in Braunschweig	13.06.2008	M. Kurrat A. Henning M. Blaz
Besuch Herr Woyke, E.ON Energie AG, in Braunschweig	20.06.2008	M. Kurrat G. Bärwaldt
29th International Conference on Lightning Protection, 23-26 June, Uppsala, Schweden	23.- 25.06.2008	E.-D. Wilkening
DKE Normungstreffen Hochspannungsprüftechnik in Berlin	26.- 27.06.2008	M. Kurrat K. Temmen
VDE Vorstandssitzung, Braunschweig	30.06.2008	M. Kurrat D. Ludgen M. Hilbert
Vortrag zum 10-jährigen Betriebsjubiläum Firma KAB-tec, Frankfurt	01.07.2008	M. Kurrat
Ringvorlesung der TU Braunschweig	01.07.2008	G. Bärwaldt T. Schrank M. Pielke M. Hilbert
Studienseminar „Innovationen in der Energietechnik“ im Nordbahnhof	03.07.2008	Alle Wiss. Mitarbeiter u. Studenten
Tag der offenen Tür der TU Braunschweig (TUDAY 2008)	05.07.2008	Alle Mitarbeiter
Besuch der 4. Klasse der Grundschule Kling, Braunschweig	07.07.2008	G. Bärwaldt, M. Budde
Vorstandssitzung Energieforschungszentrum Niedersachsen	07.07.2008	M. Kurrat
Vorstandssitzung Forschungsverbund Energie Niedersachsen	07.07.2008	M. Kurrat
Plasmaseminar	07.07.2008	M. Kurrat V. Ermel
Redaktionssitzung VDE-Informationen	08.07.2008	M. Kurrat D. Ludgen M. Hilbert
Semesterabschlusstreffen	11.07.2008	Alle Wiss. Mitarbeiter u. Studenten
Besprechung mit Herrn Jahn, F&E der EWE, Braunschweig	11.07.2008	M. Kurrat G. Bärwaldt
Präsentation von Herrn Horn, PTB	16.07.2008	AG Energiesysteme
Treffen Herrn Stark, Fa. ABB zum Thema Hochspannungsgleichstromübertragung	18.07.2008	M. Kurrat B. Deppe
KickOff-Meeting zwecks Zusammenarbeit PxC mit HTEE	23.07.2008	M. Kurrat, E.-D. Wilkening, B. Bünsow
Teilnahme Applied Superconductivity Conference 2008 in Chicago	20.08.2008	A. Henning
Teilnahme CIGRE in Paris	27.08.2008	M. Kurrat M. Pielke
Ausrichtung „International program of energy“ für Teilnehmer aus Brasilien	01.- 09.09.2008	M. Kurrat G. Bärwaldt D. Ludgen B. Deppe G. Newi
Treffen Prof. Diedrichs in Wilhelmshaven	08.09.2008	M. Kurrat N. Hemdan
Teilnahme am „19th Topical Meeting of the European Electromagnetic Launch Society“ in St. Louis, Frankreich	15.-17. 9. 2008	U. Braunsberger
International Symposia on Discharge and Electrical Insulation in Vacuum (ISDEIV) in Bukarest	15.- 19.09.2008	M. Kurrat C. Wolf
Short Course Vacuum Interrupter	18.09.2008	M. Kurrat
Teilnahme an der ETG-Fachtagung „Grenzflächen in elektrischen Isoliersystemen“ in Würzburg	16.- 17.09.08	M. Budde, M. Hilbert
1. Wissenschaftliches Kolloquium der TU Ilmenau und TU Braunschweig in Ilmenau	25.- 26.09.08	M. Kurrat, E.-D. Wilkening, M. Blaz, M. Budde,

		B. Bünsow, A. Henning, T. Schrank
Vorstandssitzung VDE	29.09.2008	M. Kurrat
Vortrag beim 2. Energieforum „Sichere Energie“ in Fulda	30.09.- 01.10.2008	M. Hilbert M. Kurrat
Vorstandssitzung Forschungsverbund Energie Niedersachsen	02.10.2008	M. Kurrat
Teilnahme am 1. Symposium "Elektrische Leistungsbordnetze und Komponenten von Straßenfahrzeugen" in Braunschweig	08. – 09.10.2008	T. Schrank
2. Niedersächsische Energietage in Goslar	09.- 10.10.2008	M. Kurrat N. Hemdan
Treffen Prof. Noe, FKZ in Karlsruhe	28.10.2008	D. Ludgen M. Kurrat
Vortrag im Rahmen des Studium Generale an der TU Braunschweig	29.10.2008	A. Henning M. Blaz D. Ludgen
PTB Kolloquium	30.10.2008	T. Schrank M. Kurrat
Doktorprüfung Florian Körner	31.10.2008	M. Kurrat
Teilnahme e-Studentday 2008 des VDE	03.11.2008	D. Kind D. Ludgen, M. Hilbert u. Studenten
VDE Kongress 2008	03. – 05.11.08	G. Bärwaldt, M. Hilbert, D. Ludgen, M. Pielke, P. Wiedenhoff
ELAN Treffen in Braunschweig	07.11.2008	M. Kurrat B. Deppe
Arbeitsgruppensitzung Forschungsverbund Energie Niedersachsen	12.11.2008	M. Kurrat D. Ludgen H. Haupt
Absolventenfeier 2008	14.11.2008	M. Kurrat Wiss. Mitarbeiter
6. CIGRE/CIRED-Informationsveranstaltung, Heidelberg	19.11.2008	E.-D. Wilkening
Tagung PV und Netzintegration in Bamberg	25.- 26.11.2008	M. Kurrat
1. Treffen des Forum Netztechnik/Netzbetrieb (FNN) in Berlin	28.11.2008	M. Kurrat G. Bärwaldt
Verabschiedung von Dr. Braunsberger in den Ruhestand	28.11.2008	Alle Mitarbeiter u. Ehemalige
Treffen Siemens Mittelspannung in Frankfurt	01.12.2008	M. Kurrat M. Hilbert
Doktorprüfung Ingo Schmidt	10.12.2008	M. Kurrat
Weihnachtsfeier 2008	19.12.2008	Alle Mitarbeiter u. Ehemaligen

4.1 Berichte von besonderen Ereignissen – Reports on Special Events

Meilenstein-Seminar des FEN in Braunschweig

Dr.-Ing. Ulrich Braunsberger

Forschungsverbund Energie Niedersachsen unter Leitung der TU BS wirbt weitere 3,5 Mio € ein

Der Forschungsverbund Energie Niedersachsen FEN mit seinen zehn Teilprojekten an den Standorten Braunschweig, Clausthal, Hannover und Oldenburg, war 2006 in Niedersachsen das erste Vorhaben seiner Art. Neben der Bearbeitung wissenschaftlich technischer Fragen bestand die Aufgabe, in einem fächerübergreifenden und auch standortübergreifenden Verbund zu erproben, unter welchen Bedingungen ein Forschungsvorhaben zielführend gemeinsam durchgeführt werden kann. Die Arbeitsergebnisse sollten nach etwa zwei Jahren der Forschung bei einem sogenannten Meilenstein-Seminar vorgetragen werden. Auch sollte dieses Seminar zum Anlass genommen werden, die Arbeitsergebnisse hinsichtlich ihrer thematischen Ausrichtung daraufhin zu überprüfen, ob sie verbunddienliche Ergebnisse erwarten lassen.

Am 29. und 30. Mai 2008 kamen die Teilprojektleiter, die Doktoranden und der Technische Beirat des FEN, die Gutachter und Vertreter der Wissenschaftlichen Kommission Niedersachsen sowie des Niedersächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kultur im Senatssaal der Technischen Universität Braunschweig zusammen. Den Auftakt bildete die zusammenfassende Darstellung der Teilprojekte und deren Multidisziplinarität durch den Vorstand des Forschungsverbundes. Es folgten die wissenschaftlichen Vorträge, insgesamt zwölf, in denen die Doktoranden anschaulich und verständlich die Resultate ihrer zweijährigen Forschungstätigkeit darlegten. Nach der abschließenden Diskussion traf man sich zum gemeinsamen Abendessen umrahmt von lebhaften Gesprächen fern jeden wissenschaftlichen Anspruchs.

Der Vormittag des zweiten Tages begann mit einem Vortrag über das wissenschaftliche Programm einer weiteren zweijährigen Arbeitsperiode des FEN. Nach diesem Programm wird die bisherige Arbeit in wesentlichen Punkten fortgesetzt und zum Abschluss gebracht. Bei einigen Themen wurde eine aus den gewonnenen Erkenntnissen modifizierte Zielrichtung der Untersuchungen vorgenommen.

Die folgende Beratungszeit der Gutachter wurde von den wissenschaftlichen Mitarbeitern dazu genutzt, die Ergebnisse der FEN-Forschung in einer Poster-Ausstellung der interessierten Öffentlichkeit vorzustellen. Das Foyer des Senatssaales bildete eine ansprechende, dem Anlass angemessene Umgebung. Bei Keksen und Getränken wurde lebhaft diskutiert.

Nach eingehender Beratung gaben die Gutachter am späten Vormittag des 30. Mai das für den Forschungsverbund erfreuliche Ergebnis ihrer Bewertung bekannt. Sie zeigten sich beeindruckt von der hohen Qualität der erzielten Ergebnisse und der wissenschaftlichen

Vorträge. Daraufhin konnte der Vertreter des Ministeriums für Wissenschaft und Kultur die Mittel für das dritte Jahr der Verbundforschung freigeben.

Auch für die geplante zweite Forschungsperiode des FEN fiel das Urteil der Gutachter positiv aus. Mit geringfügigen Änderungen an den vom FEN vorgeschlagenen Forschungsthemen wurde grünes Licht für die Finanzierung weiterer zwei Jahre FEN-Forschung gegeben. Es werden Mittel in Höhe von 2.300.000 € von Seiten des Landes Niedersachsen erwartet. Zusammen mit den von den Forschungsverbundpartnern einzubringenden Eigenmitteln hat die FEN II-Forschung ein Volumen von 3.500.000 €.

Die Einwerbung dieser Mittel ist ein beachtlicher Erfolg, wenn auch auf jedes Teilprojekt nur ca. 200.000 € entfallen. Sie wurde wesentlich durch die Aktivitäten der Leitung des FEN ermöglicht. Leitung und Geschäftsführung des Forschungsverbundes Energie Niedersachsen befinden sich in unserem Institut.



Teilnehmer des FEN-Meilenstein-Seminars

Umbauarbeiten am Institut

Dr.-Ing. Ernst-Dieter Wilkening

2008 erfolgten zahlreiche Umbaumaßnahmen am Institut. Zunächst wurden die vormals räumlich getrennten Laborbereiche Hochspannungstechnik und Elektrische Energieanlagen mit einem neuen Durchgang in der Hochspannungshalle verbunden. Der Zugang zu den Laboren wurde begradigt und saniert.

Die bisher örtlich getrennten Werkstätten sind neben der Hochspannungshalle in einem neu gestalteten Werkstattbereich zusammengefasst und untergebracht worden. Zusätzlich sind für die Werkstattmitarbeiter in der Etage über der Werkstatt ein neuer Sozialraum und neue Umkleieräume erstellt worden.



Im Bürobereich der 2. Etage fand eine Sanierung des Sanitärbereichs und die Erweiterung um ein neues Büro durch die Zusammenfassung zweier kleiner Räume statt.



Im Gebäude „Altes Kraftwerk“ wurden alle Räume ab dem Erdgeschoß geräumt und zur Neunutzung freigegeben. Die Laborbereiche in der Kelleretage werden weiterhin vom Institut genutzt. Die im Rahmen der Änderung der Gebäudenutzung dort notwendigen Umbauarbeiten laufen zurzeit.

Remodeling works at the institute

Dr.-Ing. Ernst-Dieter Wilkening

In 2008 several remodeling works and room renovations were carried out. Formerly separated laboratory sections were linked by a new installed connecting passage. Additionally our two workshops separated by open ground were housed in a common shop-floor level.

Forschungsverbund Energie Niedersachsen auf der Hannover Messe Industrie 2008

Dominik Ludgen

Auch in diesem Jahr hat sich der Forschungsverbund Energie Niedersachsen (FEN) auf der Hannover Messe dem interessierten Fachpublikum präsentiert. So wurde die Gelegenheit genutzt, den Besuchern die interessanten Ergebnisse nicht nur, aber auch, des letzten Forschungsjahres zu schildern und eine neue Möglichkeit zu zeigen, wie dezentrale Energieerzeugungsanlagen systemgerecht in das elektrische Versorgungsnetz eingebunden werden können. Der FEN hat hierzu den Gemeinschaftsstand des Landes Niedersachsen als Basis genutzt, wodurch die Bündelung regionaler Kompetenzen besonders gut hervorgehoben werden konnte.

Dieses Konzept überzeugte - so durften neben dem begeisterten Fachpublikum auch hochrangige Vertreter aus der Politik, wie der niedersächsische Minister für Wissenschaft und Kultur, Lutz Stratmann, oder der Umweltausschuss des niedersächsischen Landtages auf dem Stand begrüßt werden. Insgesamt wurden von dem Standpersonal mehrere hundert Gespräche geführt, in denen das Konzept des FEN vorgestellt wurde, aber auch Anregungen für die zukünftige Arbeit aufgegriffen wurden.

Energy Research Alliance of Lower Saxony on the Hannover Messe (Hanover Fair) 2008

In this year again the Energy Research Alliance of Lower Saxony (FEN) presented itself to the trade visitors at the Hanover fair. They could learn more about the main idea of FEN, a way to improve the integration of decentralised power generation by combined-heat-and-power micro units into the electrical power grid.

Among several hundreds of expert talks during the fair even important politicians like Minister for Economic Affairs and Culture, Mr. Lutz Stratmann, showed their interest for the work of FEN.

Betriebsausflug am 5. Juni 2008: „Harztour“

Christian Wolf

Für den diesjährigen Betriebsausflug wurde als Ziel unser nahegelegenes Mittelgebirge gewählt. Am Morgen des Ausfluges traten schon erste Befürchtungen auf, ob es denn überhaupt zu einer Fahrt kommen würde – der Busfahrer hatte verschlafen. Als erstes Ziel erreichten wir dennoch das Kulturdenkmal „Oberharzer Wasserregal“ in Clausthal-Zellerfeld. Zwischen dem 16. und 19. Jahrhundert entstanden hier etliche Wasserleitungssysteme und Wasserkraftanlagen zur Unterstützung des Bergbaus mit mechanischer Energie. Neben einer einleitenden Erklärung der Museumsführer wurde die Ausstellung über den früheren Bergbau im Harz begutachtet. Anschließend machte man sich auf den Weg, dem Lauf eines Wasserkanals zu folgen und durchquerte hierbei auch einen mehrere hundert Meter langen, engen und nassen Tunnel, in dem man gezielt darauf achten musste, dass die zur Verfügung gestellten Gummistiefel nicht voll Wasser liefen. Glücklicherweise galt hierbei, wie auf Bild 1 zu sehen, eine Helmpflicht, so dass alle Beteiligten das Unternehmen ohne größere Beulen überstanden.



Bild 1: Teilnehmer des Betriebsausflugs in den Harz

Figure 1: Participants of the annual works outing

Für die wohlverdiente Mittagspause wurde das Gasthaus „Pixhaier Mühle“ gewählt, wo die notwendige Stärkung für das nächste Ziel erfolgen konnte.

Im zweiten Tagesabschnitt begaben wir uns zur bekannten Okertalsperre, die seit 1954 in der Nähe von Schulenberg existiert und hauptsächlich dem Hochwasserschutz und der Energieerzeugung dient. Der Harz gilt als eines der niederschlagsreichsten Gebiete in Deutschland mit einer mittleren jährlichen Niederschlagsmenge von etwa 1300 mm (vgl. BS ca. 620 mm).

Ein Angestellter des Wasserkraftwerks weihte uns in Details zu der Talsperre und der Energieerzeugung ein. Nach der Erkundung der Staumauer wurde das am Fuße des Stausees gelegene Kraftwerk mit der darin befindlichen Francis-Turbine für gut 4 MW Leistung begutachtet.

Nach einem erlebnisreichen Tag machten wir uns anschließend auf den Heimweg Richtung Braunschweig.

Annual works outing, 5 June 2008: Trip to the Harz

This year's annual works outing led us to the Harz to see the "Oberharzer Wasserregal" where the mining between the 16th and 19th century got its mechanical power by water wheels, which were supported by water channels through the whole region.

After the visit of the located museum and an underground walk along a narrow and wet channel we had lunch at a restaurant in the forest.

In the afternoon the water reservoir "Okertalsperre" was the planned destination. We got a guided tour along the dam and to the hydropower station with a 4 MW Francis-turbine at the foot of it.

Exkursionswoche 13. – 15.05.2008: Reise nach Dresden

Christian Wolf

Wie in den vergangenen Jahren fand auch 2008 in der Pfingstwoche wieder eine Exkursionsfahrt gemeinsam mit dem Institut für Elektromagnetische Verträglichkeit statt. Mit der finanziellen Unterstützung aus Studienbeitragsmitteln konnten in diesem Jahr 32 Studenten und Mitarbeiter auf eine Reise nach Dresden aufbrechen, um viele neue interessante Eindrücke zu sammeln.

Mit vier Kleinbussen erreichten wir am frühen Vormittag nach kurzweiliger Fahrt unser erstes Ziel in der Nähe von Bitterfeld. Der dort ansässige, weltgrößte Solarzellenhersteller Q-Cells lud die Teilnehmer ein, sich über das 1999 gegründete Unternehmen zu informieren. Der Aufenthalt wurde mit einem gemeinsamen Mittagessen beendet, so dass wir uns gestärkt zu unserem nächsten Ziel in Dresden auf den Weg machen konnten.

Die Firma Highvolt Prüftechnik stand für den Nachmittag auf dem Besichtigungsterminplan. Dort informierte man uns über neueste Testmethoden für Hochspannungsanwendungen und das Tagesgeschäft eines Vertriebsingenieurs. Auf demselben Firmengelände wie Highvolt befindet sich auch der Transformatorbau der Fa. Siemens, welcher ebenfalls in einer kompetenten Führung angeschaut werden konnte.

Nachdem wir in unserem Nachtquartier eingeecheckt hatten, wurde die gesamte Gruppe von der Highvolt GmbH zu einer Brauereiführung mit anschließendem Abendessen in das Brauereihaus Watzke eingeladen (Bild 1). Der Abend klang dort mit reichlich fachlichen Gesprächen und wenigen Maß Bier gemütlich aus. Herzlichen Dank dafür!

Der zweite Tag galt der kulturellen Erfahrung in Dresden oder seines Umlandes. Ein Ausflug in die Sächsische Schweiz wurde für die Wanderfreudigen (Bild 2) angeboten. Der Rest hatte den Tag zur freien Verfügung und konnte die vielen Dresdener Touristenziele (Bild 3) ansteuern.



Bild 1: Abendessen im Brauereihaus Watzke
Figure 1: Dinner at the brewery Watzke



Bild 2: Ausflug in die Sächsische Schweiz
Figure 2: Tour to the Sächsische Schweiz



Bild 3: Frauenkirche (links) und Zwinger (rechts) in Dresden
Figure 3: Frauen Church (left) and Zwinger (right) in Dresden

Am Morgen des dritten Tages machten wir uns auf zur IABG, die mechanische Belastungstests für Passagiermaschinen von Airbus - zu der Zeit stand ein A380 in der Halle - durchführt. Hierbei werden auf das Flugzeug mit Hilfe etlicher Hydraulikantriebe Flugbelastungen sehr eindrucksvoll simuliert. Gegen Mittag machten wir uns nach einer erneut tollen Pfingstexkursion zurück auf den Weg nach Braunschweig.

Student Excursion May 13 – 15, 2008: Trip to Dresden

As every year during the week after Whitsun the institut and its students went on an excursion to visit several technical companies. This year our destination was Dresden in the eastern part of Germany. On the first day in the morning we stopped in Bitterfeld to visit the world's largest solar cells manufacturer Q-Cells. For the afternoon we had Highvolt Prüftechnik GmbH on the schedule. The company is a leading supplier of HV test systems. On the same company side the transformer department of the Siemens AG is located, which was inspected as well.

For the night we had an invitation to a local brewery by the Highvolt GmbH to a tour and a beautiful dinner.

For Wednesday a cultural day was planned. The athletic ones among us went on a hiking tour in the “Sächsische Schweiz”, the rest could explore a number of tourist destinations in Dresden (e.g. see Fig. 3).

IABG was on Thursday the last company included in our trip, which does strength and endurance testing of aeroplanes for Airbus. We had a look in the very impressive test hall with lots of hydraulic drives to simulate the forces on an aircraft.

3. Braunschweiger Supraleiter-Seminar

Alexander Henning

Wie schon 2006 und 2007 luden unser Institut, das Institut für Oberflächentechnik sowie die PerCoTech AG im Mai dieses Jahres gemeinsam zum 3. Braunschweiger Supraleiter-Seminar ein.

Zum 3. Braunschweiger Supraleiter Seminar begrüßten hierzu Referenten aus Forschungseinrichtungen, wie der TU Braunschweig, der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt und der Universität Augsburg, die uns in Ihre neuesten Ergebnisse präsentierten. In weiteren Fachvorträgen präsentieren Vortragende der Siemens AG, der Nexans Deutschland Industries GmbH & Co KG, der Evico GmbH und der Bruker Biospin GmbH die jüngsten Neuerungen aus der industriellen Forschung und Anwendung der Supraleitung.

Die Vortragsthemen reichten von der Grundlagenforschung, wie der Ramanspektroskopie und supraleitenden Quantenschaltungen über die Entwicklung neuer Verfahren und Materialien für Bandsupraleiter, bis hin zu technischen Anwendungen, wie supraleitenden elektrischen Maschinen, supraleitenden Kabelsystemen und supraleitender Magnettechnik für die Magnetresonanztomografie.



Blick ins Auditorium 2007
Look at the auditory 2007

Das bereits zum dritten Mal in Braunschweig stattfindende Seminar war ein voller Erfolg und wir hoffen im nächsten Jahr weiterhin daran anknüpfen zu können und laden sie hiermit zum 4. Braunschweiger Supraleiter-Seminar, das vom 13.-14. Mai 2008 stattfindet wird, herzlich ein.

3rd Superconductor Workshop in Braunschweig

On May 26th the 3rd Superconductor Workshop in Braunschweig took place. It was organized by our Institute, the Institut für Oberflächentechnik (IOT) and the PerCoTech AG.

Lecturers from Research facilities such as the University of Braunschweig, the Physikalisch-Technische Bundesanstalt (national metrology institute), the University of Augsburg and from industrial partners such as the Siemens AG, Nexans Deutschland Industries GmbH & Co KG, the Evico GmbH and the Bruker Biospin GmbH gave an overview the applications of superconductor technology.

The Workshop was a big success and we would like to invite you to our next Superconductor Workshop, which will be taking place in Braunschweig on May 13th to 14th 2009.

International Program of Energy 2008

Gunnar Bärwaldt

An den erfolgreichen Auftakt mit unserem International Program of Energy im vergangenen Jahr konnten wir 2008 anknüpfen und die Teilnehmerzahl sogar nahezu verdoppeln! Das ist ein eindeutiger Beleg für den Erfolg unseres Konzeptes und verdeutlicht gleichsam den Bedarf eines internationalen Austausches in der Wissenschaft. Erneut haben wir gemeinsam mit der *Universidade Federal Fluminense* in Rio de Janeiro ein umfangreiches Weiterbildungsprogramm erarbeitet und mit einer Gruppe Brasilianern vom 01.09. - 10.09.2008 durchgeführt. Zahlreiche Professoren der TU Braunschweig haben aus ihren Forschungsgebieten berichtet und so einen Beitrag zum Wissenstransfer mit Brasilien ermöglicht. Auf diesem Wege konnten neue Kontakte geknüpft und bestehende intensiviert werden. Seitens des HTEE trug neben Professor Kurrat auch Dr. Newi als Referent zum Erfolg der Veranstaltung bei. Ergänzt wurde das theoretische Vortragsprogramm durch thematisch passende Exkursionen zu den Unternehmen Volkswagen, BS|Energy und Enercon, die uns zum Teil detaillierte Einblicke in Fertigungs- und Betriebsabläufe ermöglichten. Wie das Foto dokumentiert, kam auch das kulturelle Rahmenprogramm nicht zu kurz. Den Besuch in Berlin nutzen wir in diesem Jahr zu einem informativen Austausch mit dem Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung. Wir freuen uns auf Besuch aus Brasilien im nächsten Jahr!



Bild 1:

Obligatorisches Gruppenfoto der Brasilianischen Besuchergruppe vor dem Bundeskanzleramt
Brazilian guests during their visit at the Federal Chancellery

International Program of Energy 2008

After the very successful start of our program last year it was possible to double the number of participants! That is a unique proof for the success of the workshop's concept and demonstrates the need of an international exchange in the scientific sector. Together with the *Universidade Federal Fluminense* of Rio de Janeiro we developed this substantial continuing education program and performed it for the second time from September 1st to 10th 2008. Many Professors of the TU Braunschweig had taken their chance to present recent science results in different cases dealing with energy in general. On the part of the HTEE Professor Kurrat and Dr. Newi shared the board of speakers and got into contact with our Brazilian guests. The program has been completed with several cultural and social highlights as well as interesting and detailed site visits such as Volkswagen (Wolfsburg), BS|Energy (Braunschweig) and Enercon (Magdeburg).

Because of the positive appreciation of the program we look forward to the third international program of energy next year in Braunschweig to enable some more Brazilians to join this interesting event.

Abschluss eines Kooperationsvertrages zwischen dem HTEE und der Firma Phoenix Contact GmbH & Co KG

Björn Bünsow

Am 15. Februar 2008 haben das Institut für Hochspannungstechnik und Elektrische Energieanlagen und die in Blomberg ansässigen Firma Phoenix Contact (PxC) einen Kooperationsvertrag für zunächst drei Jahre abgeschlossen. Ziel ist die Entwicklung neuer Schutzkonzepte für elektronische Geräte.

Im Verlauf der Zusammenarbeit werden neue Technologien für Überspannungsableiter entwickelt, die eine hohe Lebensdauer bei kompakten Abmessungen und hoher Zuverlässigkeit bieten sollen. Das HTEE zählt zu den international renommierten Instituten, die sich mit der elektrischen Energieversorgung beschäftigen und verfügt über exzellente Prüfmöglichkeiten für Überspannungsschutzgeräte, mit denen neu entwickelte Ableitprinzipien erforscht und getestet werden können, weshalb sich PxC bewusst für die Zusammenarbeit mit dem HTEE entschlossen hat.



Händedruck zwischen Prof. Michael Kurrat (HTEE, links) und Dipl.-Ing. Joachim Schimanski (Phoenix Contact GmbH & Co. KG) nach der Vertragsunterzeichnung

5 Veröffentlichungen und Vorträge - Publications

- Pielke, M. *Hochspannungsgleichstromübertragung – Ein alternatives Energieübertragungssystem?*
VDE-Vortragsreihe des VDE Bezirksverein Braunschweig e.V., 23.01.2008,
Braunschweig
- Ermel, V. *Simulation von Mikrosplasmen*
Kurrat, M. Seminar Atmosphärendruckplasmen an der TU BS, 28.01.08, Braunschweig
- Hemdan, N. *Distributed Generation Location and Capacity Effect on Voltage Stability of Distribution*
Kurrat, M. *Networks.*
Annual IEEE Student Paper Conference (AISPC'08), February 15th, 2008 at Aalborg
University, Dänemark
- Pielke, M. *Anreizregulierung als neuer Rechtsrahmen effizienter Versorgungsstrukturen in Europa*
Kurrat, M. X. Symposium Energieinnovation, 13.-15. Februar 2008 TU Graz, Österreich
- Dyussebekova, N. *Untersuchung der Lastprofile von Niederspannungsnetzbezirken*
Kurrat, M. X. Symposium Energieinnovation, 13.-15. Februar 2008 TU Graz, Österreich
Waitschat, H.
- Bärwaldt, G. *Auswirkungen von dynamischen Haushaltsstromtarifen auf der Basis stochastischer*
Kurrat, M. *Haushaltslastprofile*
X. Symposium Energieinnovation, 13.-15. Februar 2008 TU Graz, Österreich
- Kurrat, M. *Stromnetze im Überblick*
Deppe, B. In: Schriftlicher Management-Lehrgang in 6 Lektionen - Technikwissen Stromnetze für
Bunk, M. Nicht-Techniker. Lektion 1. Düsseldorf: Euroforum Verlag GmbH, 2008
- Kurrat, M. *Möglichkeiten und Grenzen erneuerbarer Energien*
Vortrag beim VDE Oldenburg, 11. März 2008, Oldenburg, Germany
- Pielke, M. *Potentials for asset optimizations in low and medium voltage networks through grid*
Kurrat, M. *oriented feeding of distributed generation*
22.04.2008, IEEE PES Powering toward the future, Chicago
- Kurrat, M. *FEN: Intelligente Netze - Zusammenspiel von Stromverteilung und dezentraler Erzeugung*
DENEX 2008, Messe und Kongress für dezentrale Energiesysteme, Bioenergie und
energieeffizientes Bauen und Sanieren, 25.-27. April 2008, Kassel, Germany
- Pielke, M. *Einsatz von KWK-Anlagen in Niederspannungsnetzen*
Kurrat, M. 29.-30.05.2008, 2. Statusseminar, Forschungsverbund Energie Niedersachsen,
Braunschweig
- Lindmayer, M. *Modeling of contact heating and erosion under arc influence*
24th International Conference on Electrical Contacts, 09.-12. Juni 2008, Saint-Malo,
France
- Mutzke, A. *Arc Behavior in Low-Voltage Arc Chambers*
Rüther, T. 24th International Conference on Electrical Contacts, St. Malo, France, 9-12 June 2008
Lindmayer, M.
Kurrat M.
- Schrank, T. *DC switches for automotive and photovoltaic applications*
Wilkening, E.-D. 24th International Conference on Electrical Contacts, 09.-12. Juni 2008, Saint-Malo,
Weber, W. France
Kurrat M.

- Budde, M.
Kurrat M. *Partial Discharge Diagnostics of Micro Cavities in Epoxy Insulating Materials and their Modelling*
The International Symposium on Electrical Insulation, ISEI, 08.-11. Juni 2008, Vancouver, Kanada
- Ermel, V.
Kurrat M. *Plasmaverläufe bei Überspannungen*
Seminar Atmosphärendruckplasmen an der TU BS, 09.06.08, Braunschweig
- Ermel, V.
Kurrat M. *2D-Modelling of Discharge Dynamics in Microcavity*
1st International Symposium on Functional Surfaces, 18./19. Juni 2008, Bremen, Germany
- Pielke, M.
Kurrat, M. *Integration of combined heat and power micro units into the low voltage network by using a grid oriented operation mode, CIRED Seminar 2008, SmartGrids for Distribution*
23 – 24 Juni 2008, Frankfurt, Germany
- Bärwaldt, G.
Kurrat, M. *Application of Energy Storage Systems minimizing Effects of fluctuating feed-in of Photovoltaic Systems*
CIRED Seminar 2008, SmartGrids for Distribution, 23 – 24 Juni 2008, Frankfurt, Germany
- Ermel, V.
Kurrat, M.
Lucas, N.
Büttgenbach, St. *Laterale Plasmawellen in Mikrokavitäten*
XV. Workshop Plasma- und Oberflächentechnik, 26./27. Juni 2008, Ilmenau
- Bärwaldt, G. *Elektromobilität – Automobile Speichersysteme*
VWEW-Fachkonferenz „Erneuerbare Energie und Netzintegration“, 26. – 27. Juni 2008, Erfurt
- Bärwaldt, G. *Energie hat Zukunft*
Ingenieurspiegel (2008) 6, S. 75-76
- Kurrat, M. *Anwendungen von Hochtemperatursupraleitern in der elektrischen Energietechnik*
Vortrag beim 10jährigen Jubiläum der Fa. KAB-Tec, 01. Juli 2008, Frankfurt a. Main, Germany
- Schmiesing, J.
Deppe, B.
Johannsen, B. *Herausforderungen an die Netze*
In: Schriftlicher Management-Lehrgang in 9 Lektionen - Erneuerbare Energien. Lektion 9. Düsseldorf: Euroforum Verlag GmbH, 2008.
- Schmiesing, J.
Deppe, B.
Johannsen, B. *Entwicklung der Netzinfrastuktur*
In: Schriftlicher Management-Lehrgang in 6 Lektionen - Technikwissen Stromnetze für Nicht-Techniker. Lektion 6. Düsseldorf: Euroforum Verlag GmbH, 2008.
- Henning, A.
Wehner, A.
Kurrat, M. *Feasibility study of superconducting current limiter application in a cogeneration plant*
Applied Superconductivity Conference, Chicago, Illinois USA, August 17 - 22, 2008
- Perrin, M.
Haupt, H.
Bärwaldt, G. *Lithium-Ion Batteries in PV off-grid systems: Comparison of 3 battery systems and their effects on system efficiency, 23rd PVSEC, 01.-04. September 2008, Valencia*
- Braunsberger, U. *3 Decades of Pulsed Power Research at the HTEE, 19th Topical Meeting of the European Electromagnetic Launch Society, 15.-17. September 2008, St. Louis*
- Hilbert, M.
Braunsberger, T
Kurrat, M. *Alterungserscheinungen bei zyklischer Wassertropfenkorona auf Silikonoberflächen*
3. ETG-Fachtagung "Grenzflächen in elektrischen Isoliersystemen, 16./17. September 2008, Würzburg

- Budde, M
Ermel, V.
Kurrat, M. *Teilentladungsdiagnostik von Mikrohöhlräumen in Epoxidharz und ihre Modellierung*
3. ETG-Fachtagung "Grenzflächen in elektrischen Isoliersystemen, 16./17. September
2008, Würzburg
- Körner, F.
Lindmayer, M.
Kurrat, M.
Gentsch, D. *Switching Behavior of Different Contact Materials under Capacitive Switching Conditions*
23rd International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, 15.-19.
September 2008, Bukarest, Rumänien
- Budde, M.
Kurrat, M. *Influence of Glow Discharge Pre-Treatment on Dielectric Parameters in Vacuum Gaps*
23rd International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, 15.-19.
September 2008, Bukarest, Rumänien
- Ermel, V.
Kurrat, M. *Development of DBD-Plasmas across Fibre Rovings*
11th International Conference on Plasma Surface Engineering, 15.-19. September 2008,
Garmisch-Partenkirchen
- Lindmayer, M.
Kurrat, M. *Vacuum Interruption, Short Course*
23rd International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, 18.
September 2008, Bukarest, Rumänien
- Kurrat, M. *Elektrizitätsversorgung - Erzeugung und Verteilung*
2. energie|forum, Sichere Energie, Stromversorgung und Batterietechnologie - Fachtagung,
30.09./01.10.2008, Fulda
- Kurrat, M.,
Deppe, B., Mbuy,
Beck, Wehrmann
Sonnenschein,
Rapp, Bremer
Appelrath *eLearning Module zur Weiterbildung in der Energiewirtschaft*
logOS2008 8. bis 10. Oktober 2008 in Osnabrück
- Kurrat, M.,
Schrank, T
Weber, W.
Wilkening, E.-D. *Anforderungen an Schutzkomponenten in Hochvolt-Bordnetzen*
1. Symposium "Elektrische Leistungsbordnetze und Komponenten von
Straßenfahrzeugen" 08. - 09.10.2008 in Braunschweig
- Pielke, M. *Integrations- und Marktstrategien von Mini-Blockheizkraftwerken für den
Energieversorger in Deutschland*
09.-10.10.2008, 2. Fachtagung Klein- und Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung, Augsburg
- Pielke, M.
Tröschel, M.
Kurrat, M.
Appelrath, H.-J. *Betriebsstrategien zur Integration von Mikro-KWK-Anlagen der Hausenergieversorgung
in das elektrische Versorgungsnetz*
03.-05.11.2008, VDE Kongress, München
- Dederichs, T.
Smolka, T.
Kurrat, M.
Pielke, M. *Zukünftige Strom- und Wärmeversorgung in Haushalten und Gewerbe*
03.-05.11.2008, VDE Kongress, München
- Lucas, N.
Ermel, V.
Kurrat, M.
Büttgenbach, St. *Microplasma stamps for selective surfacemodification: design and characterization*
J. Phys. D: Appl. Phys. 41, November 2008
- Kurrat, M.
Pielke, M. *Integration strategies of CHP micro units into the low voltage network*
12.-14.11.2008, Dt.-türk. Workshop "Sustainable Energy", Gebze, Türkei

- Bärwaldt, G. *Application of energy storage systems for smart grids*
 Kurrat, M. Dt.-türk. Workshop "Sustainable Energy" 12.-14.11.2008, Gebze, Türkei
- Kurrat, M. *Solarstrom - (k)eine Last für Netze*
 5. VWEW-Fachtagung Photovoltaik und Netzintegration, 25. und 26. November 2008,
 Bamberg
- Bärwaldt, G. *Netzintegration von dezentralen Erzeugungsanlagen*
 1. Erfahrungsaustausch der Meister (bdew), 3. – 4. Dezember 2008, Travemünde
- Bärwaldt, G. *Neue Speichertechnologien und Konsequenzen für die Energiewirtschaft inkl. gesetzlicher
 Rahmenbedingungen*
 VWEW-Infotag „Neue Speichertechnologien“, 10. Dezember 2008, Berlin
- Pielke, M. *Integrations- und Marktstrategien von Mini-Blockheizkraftwerken für den
 Energieversorger*
 10.12.2008, DEMS-Kolloquium, Oldenburg

5.1 Berichte in den Medien – News

- | | | |
|--|----------|---|
| Bild der Woche: „Marx-Generator an der TU Braunschweig“ | 19.01.08 | Braunschweiger Zeitung |
| Bericht über ein Forschungsvorhaben des Instituts mit Prof. Kurrat
und G. Bärwaldt mit dem Titel „Erneuerbare Energien werden
wichtig“ | 19.01.08 | Braunschweiger Zeitung |
| Bild der Woche: „Plasmaentladung zwischen Elektroden“ | 02.02.08 | Braunschweiger Zeitung |
| Artikel mit TU-Präsident Hesselbach und Prof. Kurrat mit dem Titel
„Blockheizkraftwerk liefert TU Energie“ | 05.02.08 | Braunschweiger Zeitung |
| Meldung in der Rubrik „Wissenswert“ zum Thema „TU arbeitet an
Blitzschutz“ | 01.03.08 | Braunschweiger Zeitung |
| Bericht über ein Forschungsvorhaben des Instituts mit Prof. Kurrat
mit dem Titel „Im Sturm der Ströme halten Braunschweigs Forscher
Wacht“ | 04.03.08 | Braunschweiger Zeitung |
| Bericht über ein Forschungsvorhaben des Instituts mit Prof. Kurrat
mit dem Titel „Suche nach effektivem Blitzschutz“ | 05.03.08 | Braunschweig Report |
| Kolumne „Blitze sind (k)ein Naturschauspiel“ über Blitze und Marx-
Generator am Institut | 08.03.08 | Braunschweiger Zeitung |
| Bericht über ein Forschungsvorhaben des Instituts mit Prof. Kurrat
mit dem Titel „Forscher tüfteln an Blitz-Schutz für Elektrogeräte“ | 12.03.08 | Peiner Allgemeine
Zeitung |
| Bild der Woche: „Ungewöhnlicher Blick in den Heizkraftwerkurm“ | 29.03.08 | Braunschweiger Zeitung |
| Artikel mit Prof. Kurrat zum Thema „Sommerzeit spart keine
Energie“ | 29.03.08 | Braunschweiger Zeitung |
| Artikel „Viele tanken nur noch für 15 oder 20 Euro“ mit Gunnar
Bärwaldt zum Thema steigende Energiepreise | 26.04.08 | Braunschweiger Zeitung |
| Artikel mit dem Thema „Gut geschützt“ über die Entwicklung von
Überspannungsableitern am Institut | 06.05.08 | RegJo – Regional-Journal
für Südostniedersachsen |
| Bild der Woche: „So sieht eine Elektronenlawine aus“ | 17.05.08 | Braunschweiger Zeitung |
| Kurzvorstellung des Instituts im Telefonbuch „Das Örtliche 2008/09
für Braunschweig“, unter dem Thema „Forschung für den
Klimaschutz an der TU Braunschweig“ | 11.06.08 | DeTeMedien |
| Artikel mit Björn Bünsow zum Thema „Warum das Fußball-Bild so
lange ausfiel“ | 27.06.08 | Braunschweiger Zeitung |
| Artikel mit Gunnar Bärwaldt zum Thema „Experten: So bekommt
Russland kalte Füße“ | 01.09.08 | Braunschweiger Zeitung |
| Meldung in der Rubrik „Wissenswert“ mit dem Titel
„Elektrotechniker richten internationalen Kongress aus“ über die
Ausrichtung der ISDEIV 2010 in Braunschweig | 27.09.08 | Braunschweiger Zeitung |