

# **Jahresbericht 2005/2006**

## **Inhaltsverzeichnis - Table of contents**

	Seite
Vorwort	2
1 Personelle Besetzung - Staff	7
2 Lehre - Lectures	9
2.1 Vorlesungen und Praktika	9
2.2 Studienseminare	12
2.3 Studienarbeiten	12
2.4 Diplomarbeiten	14
3 Berichte aus Forschung und Entwicklung - Abstracts on Research Projects*	15
3.1 Kurzberichte aus laufenden Vorhaben	15
3.2 Dissertationen	42
4 Besondere Ereignisse – Special Events	49
4.1 Berichte von besonderen Ereignissen	56
5 Veröffentlichungen und Vorträge - Publications	65

\* with english part

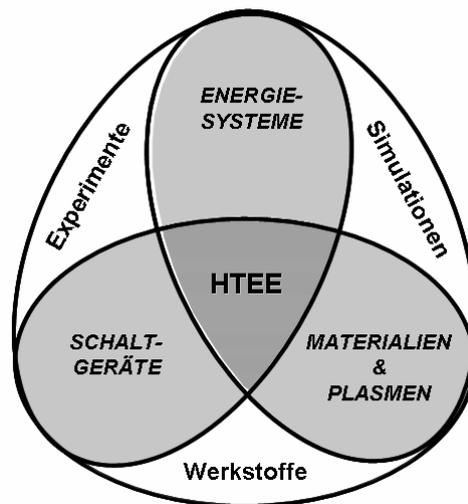
Liebe Freunde,

endlich erreicht Sie wieder ein Bericht über Ereignisse und Arbeiten aus unserem Institut. Ereignisreich waren sie, die Jahre 2005 und 2006, und so haben wir in Kurzform das Wichtigste zusammengestellt.

Ein Höhepunkt im Jahr 2005 war das Ehemaligentreffen am 2. April. Mit einem Festkolloquium verabschiedeten wir meinen lieben Kollegen Prof. Manfred Lindmayer in den wohlverdienten Ruhestand. Oder sollte es besser Unruhestand heißen, denn seinem Hobby der Lichtbogenforschung wird er noch lange treu bleiben. Auf seinem weiteren Lebensweg begleiten ihn die besten Wünsche der Mitarbeiter, der Ehemaligen und der Kollegen.

Damit liegt die Institutsleitung seit dem 1. April 2005 in meiner Hand und ich habe die Zeit genutzt, um gemeinsam mit den Mitarbeitern die Struktur des Institutes zu erneuern.

In der Forschung haben wir drei Arbeitsgruppen gebildet. Die Schaltgeräte bündeln unsere Kompetenz in den Bereichen Niederspannungsschalter, Vakuumschalter sowie Strombegrenzer mit Hochtemperatur-Supraleitern. Die Materialien&Plasmen beinhalten unsere materialtechnischen Untersuchungen bei Isolierstoffen und die Behandlung von Oberflächen mit Atmosphärendruckplasmen. Unsere neu etablierte Arbeitsgruppe Energiesysteme behandelt die aktuellen Fragen in Verteilnetzen, die im Zuge der Liberalisierung gelöst werden müssen.



Dabei stützen wir uns auf unsere Kernkompetenzen der Experimente in unseren Hochspannungs- und Hochstromlaboren. Weiter ausgebaut haben wir unsere Arbeiten im Bereich der Simulationen. Bei den Werkstoffen sehen wir unseren Schwerpunkt im Bereich der Hochtemperatur-Supraleiter und neuer Isoliersysteme.

Im Jahr 2006 verabschiedeten wir unseren langjährigen und verdienten Hausmeister der Versuchsanlage Hallendorf, Herrn Klaus Schrödel, in den Ruhestand. In Braunschweig mussten wir uns schweren Herzens von unseren Vorzimmerdamen; Frau Barbara Winter und Frau Monika Georgi, trennen, die ebenfalls in Rente gingen. Wir danken Ihnen allen herzlich für die Zeit und Mühe, die sie dem Institut geopfert haben, um den reibungslosen Betriebsablauf zu gewährleisten. Um die entstandene Lücke in Braunschweig zu schließen, haben wir unsere Sekretärin Frau Christine Nardmann aus Hallendorf für den Standort Braunschweig gewinnen können. Mit ihr wechseln auch die übrigen Mitarbeiter aus

Hallendorf nach Braunschweig über. Damit werden wir die Versuchsanlage Hallendorf nach vielen Jahrzehnten erfolgreicher Forschung zum 28. Februar 2007 schließen.

Ein neues Kapitel in der Zusammenarbeit der Hochschulen in Niedersachsen haben wir mit der Gründung des Forschungsverbundes Energie Niedersachsen aufgeschlagen. Im Bereich der Dezentralen Energiesysteme arbeiten nun in einem vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur mit über 3 Millionen Euro geförderten Verbundprojekt die Energietechnischen Institute der Hochschulstandorte Braunschweig, Clausthal, Hannover und die Informatik in Oldenburg zusammen. Weitere Informationen können auf der Webseite [www.fven.de](http://www.fven.de) abgerufen werden.

Eine erfreuliche Entwicklung weisen die Studentenzahlen in der Elektrischen Energietechnik auf. So führten wir im letzten Semester mehr als 500 Prüfungen in unseren Vorlesungen durch. Unser Vorlesungsangebot haben wir aktualisiert und sogar erweitert. Dafür spreche ich allen Lehrbeauftragten, ohne die das umfangreiche Vorlesungsprogramm nicht zu bewältigen wäre, meinen herzlichen Dank aus. Vor allem der Bereich der Energiewirtschaft erfreut sich wachsender Beliebtheit, so dass wir in dieser Disziplin einen weiteren Ausbau unserer Lehr- und Forschungsaktivitäten anstreben. Ein wichtiger Baustein wird in Zukunft die Weiterbildung an der Hochschule sein. Zum einen wird die Einführung der Bachelor- und Masterstudiengänge diesen Trend unterstützen, zum anderen stellt sich aufgrund des Generationenwechsels in der Wirtschaft ein erhöhter, fachlich zielgerichteter Bedarf ein.

Insgesamt wirkt sich die positive Entwicklung in der gesamten Wirtschaft auch auf den Hochschulbereich aus. Zahlreiche Anfragen nach Absolventen, aber auch zahlreiche Projektangebote und -aufträge bringen neuen Schwung in Forschung und Lehre. Das Studium der Energietechnik gewinnt an Attraktivität, die Voraussetzungen sind hervorragend. Leider zeigen sich nun die Auswirkungen einer vernachlässigten Bildungspolitik und einer fehlenden Nachwuchsförderung. Viele Schüler können sich aufgrund mangelnder Schulausbildung oder des gesellschaftlichen Stellenwertes der Technik ein Ingenieurstudium nur schwer vorstellen.

Mithin erwarten uns auch in den nächsten Jahren wieder eine Menge an neuen Aufgaben, die wir gemeinsam mit Ihnen angehen und zu einer guten Lösung führen möchten. Wir bedanken uns bei Ihnen, unseren Partnern aus den Unternehmen und Forschungseinrichtungen, der Deutschen Forschungsgesellschaft, dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie sowie dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur für die Unterstützung unserer Arbeiten.

Braunschweig, im Februar 2007

Michael Kurrat

## 1 Personelle Besetzung des Instituts (Stichtag 31.12.2006)

Vorstand:	Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat (geschäftsführender Leiter)
Professoren im Ruhestand:	Prof. em. Dr.-Ing. Dr. h. c. Hermann Kärner Tegernsee  Prof. i. R. Dr.-Ing. Manfred Lindmayer Braunschweig  Prof. i. R. 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. Harald Waitschat Braunschweig  Dr.-Ing. Gerald Newi Hodorf
Sekretariat:	Christine Nardmann
AG Energiesysteme	Dr. - Ing. Ulrich Braunsberger  Dipl.-Ing. Gunnar Bärwaldt M. Sc. Nassipkul Dyussebekova Dipl.-Ing. Magnus Pielke Dipl.-Ing. Christian Schulz
AG Materialien & Plasmen	Dr. - Ing. Frank Gerdinand  Dipl.-Ing. Tobias Braunsberger Dipl.-Ing. Arkadiusz Dziubek Dr. - Ing. Vladimir Ermel
AG Schaltgeräte	Dr. - Ing. Ernst-Dieter Wilkening  Dipl.-Ing. Michael Budde Dipl.-Ing. Alexander Hennning Dipl.-Ing. Florian Körner Dipl.-Ing. Alexandra Mutzke Dipl.-Ing. Thomas Rüther

Technische Angestellte:	Norbert Schmidt Susanne Wahl Bernhard Wedler
Werkstattmitarbeiter in Braunschweig:	Hans-Jürgen Rietz (Werkstattleiter) Frank Haake Klaus-Dieter Kozowsky Reinhard Meyer Dieter Pochwat
Werkstattmitarbeiter in Hallendorf:	Kerstin Rach (Werkstattleiterin) Dietmar Obst
Auszubildender:	Juri Leinweber
Bedienstete der Hausverwaltung in Hallendorf:	Monika Lobermeier

Folgende Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind seit dem 01.01.2005 ausgeschieden:

Am 31.12.2004	Dipl.-Ing. Carsten Thode
Am 31.01.2005	René Freißler
Am 31.03.2005	Dipl.-Ing. Alexander Horn
Am 31.05.2005	Dipl.-Ing. Kathrin Steinke
Am 30.06.2005	Dipl.-Ing. Jörn Grundmann
Am 31.07.2005	Barbara Winter
Am 31.08.2005	Dipl.-Ing. Diethelm von der Fecht
Am 31.01.2006	Klaus Schrödl
Am 30.04.2006	Monika Georgi
Am 30.09.2006	Dipl.-Ing. Volker Schwanitz

Als wissenschaftliche Hilfskräfte waren seit dem 01.01.2005 tätig:

Michael Blaz	Klaus-Dieter Kaiser	Magnus Pielke
Carsten Brandes	Andreas Kappmeier	Julia Reiß
Björn Bünsow	Tobias Kroner	Moritz Rosin
Nils Domann	Wolfram Kruschel	Gerold Röder
Seyed Ghobadi	Philipp Krüger	Jakob Sattelmanier
Ingo Gramberg	Jan Kulesa	Tobias Schlaak
Alexander Henning	Viktor Mainzer	Thorsten Schrank
Nicolas Heuck	Hasko Meyer	Katrin Thieme
Michael Hilbert	Lars Nehr Korn	Lutz Ulbrich
Vera Hopfstock	Torsten Otto	Gina Vladan
Jan Janßen	Jessica Pagano	Waldemar Weber
Euston Joseph	Kai Peterat	Christian Wolf

## 2 Lehre

### 2.1 Vorlesungen und Praktika

#### **Professor Dr.-Ing. Michael Kurrat**

Grundlagen der elektrischen Energietechnik (WS 05/06; WS 06/07) 4 V, 1 Ü  
(gemeinsam mit Prof. Canders)

Pflichtveranstaltung für alle Studierenden der Elektrotechnik und des  
Wirtschaftsingenieurwesens Elektrotechnik

Elektrische Energiewirtschaft • Erzeugung und Übertragung elektrischer Energie •  
Hochspannungstechnik.

Numerische Berechnungsverfahren (WS 05/06; WS 06/07) 2 V, 1 Ü

Simulationen gehören heute zum Arbeitsalltag eines Ingenieurs. Die Vorlesung  
vermittelt den mathematisch-technischen Hintergrund, um die numerischen  
Berechnungsverfahren mit kommerziellen Programmen optimal anzuwenden.

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 05; SS 06) 2 Ü

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

Plasmatechnik (WS 05/06; WS 06/07) 4 V

Das Plasma, der vierte Aggregatzustand, ist eine schnell wachsende  
Anwendungstechnik, die in vielen Bereichen der Technik eingesetzt wird.

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

Grundlagen der Elektrotechnik für Maschinenbauer (SS 05; SS 06) 2 V, 1 Ü

Pflichtvorlesung für alle Maschinenbauer im 4. Semester

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.

Hochspannungstechnik I (SS 05; SS 06) 2 V, 1Ü

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

Berechnung von elektrischen Feldern in Isoliersystemen • Beschreibung der Entstehung und Berechnung der Ausbreitung von Überspannungen in Netzen • Übersicht der Schutzmaßnahmen gegen Überspannungen • Einführung in die elektrische Festigkeitslehre von Isoliersystemen • Einführung in die statistische Berechnung von Durchschlagsprozessen • Bestimmung der elektrischen Festigkeit von Isoliergasen • Beschreibung der Prozesse beim Vakuumdurchschlag • Bestimmung der elektrischen Festigkeit von Isoliersystemen mit festem Isolierstoff

Hochspannungstechnik II (WS 05/06; WS 06/07) 2 V, 1Ü

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 Anlage

Übersichtspraktikum „Hochspannungstechnik“ (WS 05/06; WS 06/07) 3 L

Aufbaupraktikum „Hochspannungstechnik“ (SS 05; WS 05/06; SS 07) 2 L

Aufbaupraktikum „Innovative Energiesysteme“ (WS 05/06) 2 L

Aufbaupraktikum „Feldleitgeräte“ (SS 07) 2

Kolloquium „Energie & Mechatronik“ (WS 05/06) (WS 06/07)

Seminar „Atmosphärendruckplasmen“ (WS 05/06) (SS 06) (WS 06/07)

### **Dr.-Ing. Ulrich Braunsberger**

Liberalisierung der elektrischen Energieversorgung aus technischer Sicht (SS 06) 2V

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

**Dr.-Ing. Harald Waitschat**

Elektrische Energiewirtschaft und Kraftwerke (WS 05/06; WS 06/07) 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 05/06; WS 06/07) 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 05; SS 06) 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 (WS 05/06; WS 06/07) 2 V

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

Elektrische Energieanlagen II (SS 05; SS 06) 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

Michael Blaz	Supraleitung- Was ist das? (Henning)
Sören Brüggemann	CO2-Freies Kraftwerk (Bärwaldt)
Tim Bülow	Supraleitung- Anwendung in der Energietechnik (Henning)
Björn Bünsow	Oberflächenbehandlung mit Plasmatechnik (Dziubek)
Nicolas Heuck	Produktionsablauf von Wandlern in der Energieversorgung (T.Braunsberger)
Philipp Krüger	Vom Landwirt zum Energiewirt (Schulz)
Jan Laake	Bahnstromsysteme (Körner)
Saied Malek	Kernspintomographie - Hochspannungsaufbau (Gerdinand)
Fabian Mischkalla	Auto-Bordnetze (Rüther)
Bertrand Nana	Plasmatechnik für Medien (Gerdinand)
Nadine Nanhang	Nanotechnik für Oberflächen (Dziubek)
Thies Lauk-Reineke	Wasserstoffwirtschaft (Schulz)
Thorsten Schrank	Druckluftspeicherkraftwerk - Vergangenheit oder Zukunft (Körner)
Christian Seel	Treibstoffe der Zukunft (Schulz)
Markus Stolz	Aufwindkraftwerke (Körner)
Artur Szewieczek	Supraleiter in der Energieversorgung (Henning)
Charni Tunisamel	Kernspintomographie-Praxisbeispiele verschiedener Hersteller (Gerdinand)
Alina Vladan	Erneuerbare Energien (Dziubek)
Waldemar Weber	Überspannungsschutz in Niederspannungsnetzen (Mutzke)

## 2.3 Studienarbeiten (Bearbeitungszeit 10 Wochen)

Salam Almasri	Berechnung des elektrischen Feldes an Wassertropfenschichten auf Silikonoberflächen (T. Braunsberger)
Tobias Beck	Wirtschaftliche Auswirkungen und technische Möglichkeiten der Integration von Energiespeichern (Bärwaldt)
Roland Bürger	Bundestagswahl 2005 - alles bleibt anders?!? (Bärwaldt)

Kim Falkenroth	Zusammensetzung der Strompreise in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Bezugsstruktur eines Großkunden und privater Haushalte (Bärwaldt)
Marius Hebig	Innovative Versorgungskonzepte zur Erschließung von Neubausiedlungen im wirtschaftlichen und technischen Vergleich (Pielke)
Kersten Hentrich	Dimensionierung eines Speichersystems für eine 0,8 kWp Photovoltaikanlage (Bärwaldt)
Mareike Krause	Untersuchung und Klassifizierung von Isolierwerkstoffen der Elektrotechnik zur Bewertung der Hydrophobie bzw. Hydrophobiewiederkehr mit dem "dynamic drop test" (Gerdinand)
Tobias Kroner	Plasmaentladungen in Mikrostrukturen (Dziubek)
Philipp Krüger	Modulierung von elektrischen und thermischen Lastgängen zur Erstellung von Referenzobjekten und -siedlungen (Schulz)
Jörg Mennecke	Anreizregulierung und ihre Methoden (Pielke)
Dirk Niemöller	Innovative Nutzung von Biomasse in Hybridkraftwerken (Schulz)
Magnus Pielke	Konzeptstudie eines Optimierungsmodells zur Vermeidung von Netzentgelten durch Veränderung der Netzinfrastruktur am Beispiel des Braunschweiger Versorgungsnetzes (Bärwaldt)
Jakob Sattelmeier	Experimentelle Untersuchung des Einflusses von Teilentladungen an Tautropfen auf die Hydrophobie von Silikonelastomeren (T. Braunsberger)
Sarah Schwarz	Berechnung der Netzverluste in einem Braunschweiger Niederspannungsnetzbezirk (Schulz)
Jörg Simon	Technische und wirtschaftliche Struktur des Gasversorgungsnetzes in Deutschland (Schulz)
Denir Velagic	TE-Diagnose an Isolierstoffen zur zustandsorientierten Instandhaltung von Betriebsmitteln der Energietechnik (Budde)
Sun Young An	Experimenteller Vergleich des Durchschlagsverhaltens von Kontaktstücken im Vakuumprüfgefäß und von Vakuumschaltkammern (Budde)
Peipei Zhang	Untersuchung der historischen und zukünftigen energiewirtschaftlichen Entwicklung der Volksrepublik China (Bärwaldt)

## 2.4 Diplomarbeiten (Bearbeitungszeit 6 Monate)

Marco Lüders	Erstellung eines Versuchsaufbaus und Voruntersuchungen zum dielektrischen Langzeitverfahren von Vakuumschaltröhren (Budde)
Viktor Meinzer	Untersuchung des Lichtbogenaufteilungsvorgangs an einem und zwei Löschblechen in strombegrenzenden Schaltkammern (Rüther)
Giovanni Multinu	Aufbau und Inbetriebnahme des „Korona & Ozon“ – Versuchs im Rahmen eines internationalen Rundversuchs der CIGRE Group D1.14 (T.Braunsberger)
Magnus Pielke	Konzeptstudie zur Optimierung der Netznutzung durch Veränderung der Netzinfrastruktur am Beispiel des Versorgungsnetzes in Braunschweig (Schulz)
Gerold Röder	Entwicklung von Betriebsstrategien für Mini-BHKW unter Berücksichtigung des Lastgangs (Schulz)
Jakob Sattelmaier	Was darf Versorgungssicherheit kosten? (Bärwaldt)
Tobias Schlaak	Entwicklung von Contractingkonzepten für den Einsatz von Mini-Blockheizkraftwerken in Niederspannungsnetzen (Schulz)
Maik Sinagowitz	Prognosemodelle für das Einspeiseverhalten von Mini-Blockheizkraftwerken am Beispiel eines Braunschweiger Niederspannungsnetzbezirk (Schulz)
Lutz Ulbrich	Aufbau eines Prüfverfahrens im Rahmen des Round-Robin-Test „Dynamic Drop Test“ zur Bewertung der Stabilität der Hydrophobie von polymeren Isolierstoffen. Experimentelle Bestimmung der Qualität und der feuchtigkeitsinduzierten Degradationsprozesse in GfK-Isolierstoffen (Dziubek)
Matthias Wesemann	Entwicklung eines Messensors für Steckverbinder mit einem Raster < 1 mm (Budde)
Christian Wolf	Herstellung und elektrische Charakterisierung von leitfähigen Kunststoffen und Isoliermaterialien für eine Elektrodenanordnung zur Erzeugung von Mikroplasmen (Gerdinand)



In einem ersten Beispiel wurde untersucht, wie ein Speichersystem ausgelegt werden soll, das in der Lage ist die Abweichungen der tatsächlichen von der geplanten Windenergieeinspeisung auszugleichen. Bild 1 verdeutlicht die Wirkungszusammenhänge der am System beteiligten Komponenten. Der Gedanke der Integration von Speichertechnologie zur netzorientierten Einbindung von stochastisch fluktuierenden Energieerzeugungsanlagen wird im kommenden Jahr in die Praxis umgesetzt. Bei der Auswertung der Ergebnisse werden Energieversorger und Netzbetreiber in die Diskussion einbezogen.

### **Analysis of stochastic fluctuating power generation**

Wind energy and photovoltaic do not behave like conventional power plants. Wind and sun are not that available that fossil fuels are. Thus, renewables are not able to produce electricity demand-driven. Electricity which is generated in power plants that are aided by the "Act on Granting Priority to Renewable Energy Sources" has to be integrated in the grid with the highest priority. Simultaneously the system operator has to balance the stochastic fluctuations of these generators with reserve power plants.

Up to now there had been no significant net failures driven by these stochastic fluctuations. Nevertheless the growing number of wind power plants in Germany and Europe forces net operators to invent and implement new solutions for this problem. Apart of investments in the extension of grid and power capacity as well as selective shutdown of wind parks the integration of electricity storage systems is a more innovative idea.

In a first step the dimension of the storage system has been analysed to make sure that it is able to balance the differences between real and predicted wind energy production. The figure shows the dependences between all parts included in the energy management system. The illustrated idea that leads to an grid-driven integration of stochastic fluctuating power generation will be specified in future surveys. Both System operators and power suppliers will be integrated in the discussion of the results.

### **Forschungsverbund Energie Niedersachsen FEN -Dezentrale Energiesysteme-**

Ulrich Braunsberger

Am 1. April 2006 fiel der Startschuss für den "Forschungsverbund Energie Niedersachsen - Dezentrale Energiesysteme-" (FEN) durch das Niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur. Der Ausgangspunkt für den FEN waren energietechnische Institute des "Consortium Technicum" der TU Braunschweig, der TU Clausthal und der Universität Hannover. Er entwickelte sich dann zu einem landesweiten Projekt unter zusätzlicher Beteiligung der Fachhochschule Hannover, der Universität Oldenburg und der eigenständigen Institutionen Clausthaler Umwelttechnik CUTEC sowie des Oldenburger Forschungs- und Entwicklungsinstituts OFFIS.



Bild 1: Die Mitglieder des „Forschungsverbundes Energie Niedersachsen - Dezentrale Energiesysteme -“ beim Kick-Off-Meeting am 25. April 2006  
Figure 1: The members of the "Research Network Energy Lower Saxony -Distribud Energy Systems-" during the "Kick-Off-Meeting" on April, 25th 2006.

Das Land Niedersachsen verfügt derzeit über einen relativ hohen Anteil verteilter elektrischer Energieerzeugung. Dies ist auf die günstigen Windverhältnisse und die Wasserkraft im Harz zurückzuführen. Es ist Ziel der Landesenergiepolitik, die Flächenlandstrukturen mit einem hohen Anteil an Agrarwirtschaft einzusetzen, um die energetische Nutzung von Biomasse weiter auszubauen. Vorläufer sind heute schon KWK-Anlagen, die mit heimischem Erdgas zur dezentralen Stromerzeugung und kombinierter Abwärmenutzung betrieben werden. Dabei ist die folgende Frage noch nicht befriedigend beantwortet: Wie kommt die dezentral im Niederspannungsnetz und natürlich auch weiterhin zentral in Großkraftwerken erzeugte elektrische Energie zum Verbraucher, ohne das die bestehenden Netze überlastet bzw. instabil werden? Diesem Trend zur dezentralen Energieerzeugung soll, soweit aus technischer Sicht möglich, mit praktikablen Lösungen entsprochen werden.

Dieser Forschungsverbund ist für Niedersachsen ein Pilotprojekt, bei dem die interdisziplinäre Zusammenarbeit mehrerer Forschungseinrichtungen an einem konkreten Objekt erprobt werden soll. Die Förderung des Forschungsverbundes ist zunächst für drei Jahre vorgesehen. Das Projekt hat einen Mittelbedarf von rund 5,2 Millionen EUR. Das Land Niedersachsen stellt 3,2 Millionen EUR zur Verfügung, den Rest bringen die Projektpartner aus eigenen Mitteln ein.

Im Forschungsverbund arbeiten Elektrotechnik-, Maschinenbau- und Informatikinstitute der fünf Hochschulen sowie die beiden außeruniversitären Landesinstitutionen zusammen. In insgesamt elf Einzelprojekten sollen die offenen, das elektrische Netz betreffende Fragen, geklärt werden, die bei einem Anteil von bis zu 20 % dezentral vorwiegend im Niederspannungsnetz erzeugter elektrischer Energie entstehen. Mit Hilfe analytischer Berechnungen, Simulationen und Experimenten sollen zuverlässige Konzepte, Auslegungskriterien und Grenzen für die verteilte elektrische und Wärme/Kälte Energieerzeugung entwickelt werden. Dabei sind kombinierte Netz- und Speicherstrukturen sowie deren Management über Modellierungs-, Simulations- und Optimierungsverfahren zu betrachten, da diese in elektrischen Verteilnetzen heute wenig oder gar nicht genutzt werden.

Aus dieser Sicht wird sich vor dem Hintergrund der technischen Entwicklung in der Informatik und der wirtschaftlichen Entwicklung durch die Liberalisierung des Energiemarktes eine grundlegende Umstrukturierung der Energieerzeugung und deren Verteilung ergeben.

## Strategien zur wirtschaftlichen Netzoptimierung

Magnus Pielke

Die Verabschiedung des zweiten Energiewirtschaftsgesetzes im Juli 2005 novellierte den gesamten energiewirtschaftlichen Markt in Deutschland. Durch die Betrauung der „Bundesnetzagentur“ mit der Regulierung der Energieversorgung soll ein funktionierender Markt für die natürlichen Monopolisten entstehen. So dürfen Netznutzungen im Folgenden nicht mehr kostenorientiert abgerechnet werden, sondern es gelten Preishöchstgrenzen für verschiedene Klassen von Netzbetreibern. Der damit entstehende Kostendruck erfordert einen stärker effizienzorientierten Betrieb der Netze.

Dieser neue wirtschaftliche Rechtsrahmen zum einen und die stark zunehmende Zahl dezentral fluktuierender Erzeuger zum anderen erschweren den technisch sinnvollen und wirtschaftlich effizienten Netzbetrieb. Hinzu kommt, dass die historisch erwachsenen Netzstrukturen nicht für die heutigen Beanspruchungen ausgelegt sind und so aus heutiger Sicht eine nicht optimale Struktur darstellen.

Anhand gegebener Versorgungsnetzstrukturen wird die zukünftige Netzbelastung durch dezentrale Erzeuger nachgebildet und ein Optimierungspotenzial identifiziert und wirtschaftlich bewertet. Zur Verifizierung dienen hier gemessene Stromlastprofile von Braunschweiger Netzbezirken.

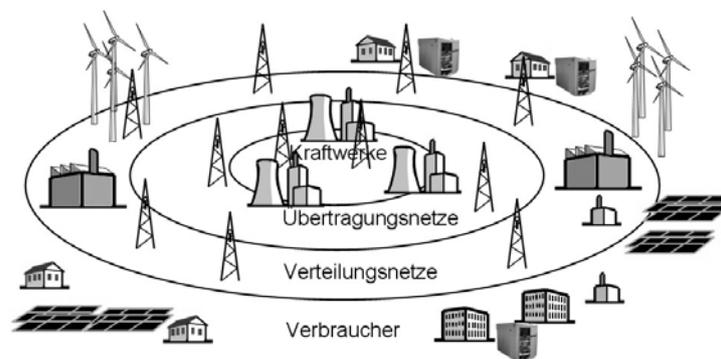


Bild 1: Zukünftige Versorgungsstruktur

Figure 1: Future feed structur

## **Strategy for an economic grid optimisation**

Magnus Pielke

In July 2005 the law of the power industry is passed which amend the whole energy market in Germany. The Government tries to generate an efficient market for all grid operators, which are all natural monopolists, by implementing the regulator "Bundesnetzagentur". In the following grid costs are not any more cost based but there exist maximum limits for grid costs of every group of grid operator. The arising cost pressure requires a grid operating which is more oriented in efficiency.

The new legal framework on the one hand and the increasing number of distributed generators on the other hand make the technical expedient and economical efficient grid operation difficult. Additional historical evolved grid structures are not rated for today's demands. Thus, the existing grid structures are not optimal.

On the base of granted power grids the future grid demand by distributed generators will be emulated, the optimisation potential will be identified and evaluated economically. For verification measured load profiles of residential districts in Brunswick will be used.

## **Netzorientierte Integration von Mini-Blockheizkraftwerken**

Christian Schulz

Dezentrale Mini-Blockheizkraftwerke (BHKW) gelten als interessante Option, um den Primärenergiebedarf und damit die CO<sub>2</sub>-Emissionen von Gebäuden zu reduzieren. Die Technologie dafür steht heute schon mit konventionellen Kraft-Wärme-Maschinen zur Verfügung. In den nächsten Jahren werden KWK-Anlagen mit Brennstoffzellentechnologie (SOFC-Brennstoffzelle, PEM-Brennstoffzelle) hinzukommen.

Der hohe Gesamtwirkungsgrad von bis zu 90 % wird aber nur erreicht, wenn gleichzeitig die erzeugte elektrische und thermische Energie abgenommen werden. Wesentlichen Einfluss auf die Auslastung der Anlage hat neben den Energieverbrauchsdaten des entsprechenden Objektes die Betriebsweise der Anlage. Hier wird zwischen den Betriebsweisen wärmegeführt und stromgeführt sowie der vom HTEE entwickelten netzorientierten Fahrweise unterschieden. Bei der netzorientierten Fahrweise werden zusätzlich die Bedürfnisse des elektrischen Versorgungsnetzes mit berücksichtigt.

Ziel der netzorientierten Integration ist es, dass eine systemgerechte Integration in das elektrische Versorgungsnetz erfolgt. Zusätzlich bietet diese Integration die Möglichkeit einer Erschließung eines neuen Geschäftsfeldes für den Energieversorger. Mit Hilfe des Energieliefercontractings kann der Energieversorger die positiven Potenziale der Mini-BHKW wie z. B. Bereitstellung von Regelleistung nutzen und gleichzeitig den Kunden in einem liberalisierten Markt stärker an sich binden.

Anhand von gemessenen Gas- und Stromlastkurven mehrerer Braunschweiger Netzbezirke werden die technischen und wirtschaftlichen Integrationsmöglichkeiten überprüft.

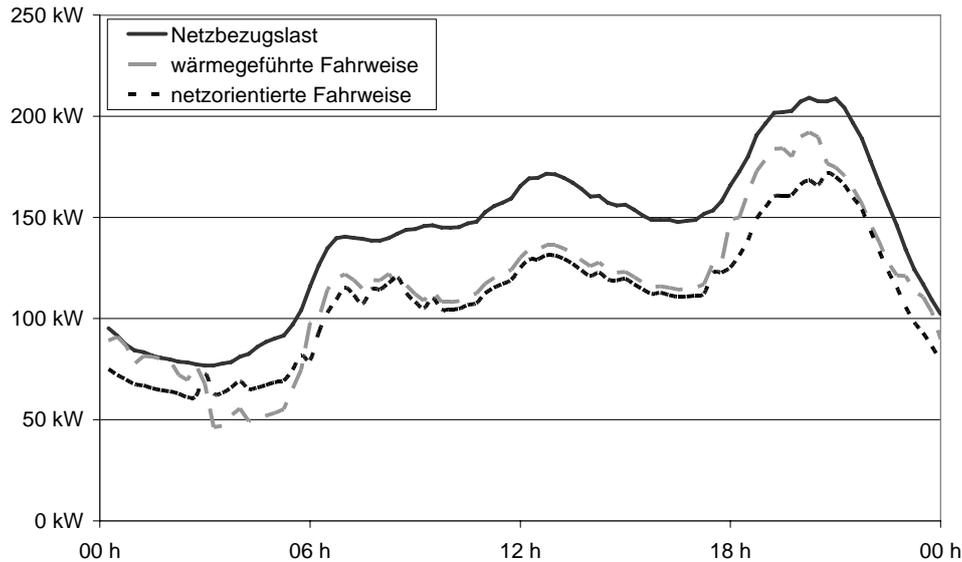


Bild 1: Netzlast in der Übergangszeit bei dezentraler Energieeinspeisung mit Mini-BHKW  
 Figure 1: System load in the spring/autumn time

## System integration of combined heat and power micro-units

Christian Schulz

Dispersed combined heat and power (CHP) micro-units are an interesting option for the future to reduce the primary energy need and the CO<sub>2</sub> emission of households. Nowadays the internal combustion engine technology is available. During the next years it will be possible to apply fuel cells.

To achieve high overall efficiency of the CHP micro-units, it is necessary to consume electrical and thermal energy simultaneously. The annual operating time of the power generator depends on the individual energy consumption profiles and the operating mode like heat or electrical power on demand. A special mode is the grid orientated operating mode. The grid orientated operating mode considers the needs of the electrical grid.

The target of the grid orientated integration is to integrate the CHP micro-units expedient into the electrical grid. Furthermore it is possible to integrate the CHP micro-unit market into the business area of the energy supplier. With a contracting model he can use the advantages of the new technologies and he can also participate in the new market.

With the measured power and gas consumption of several net districts in Brunswick it is possible to check the integration strategies.

### 3.1.2 Arbeitsgruppe Materialien & Plasmen

#### Hydrophobiebewertung: Zyklische Wassertropfenkorona auf Silikonoberflächen

Tobias Braunsberger

Silikonisolatoren weisen als positive Eigenschaft unter anderem ihre hydrophobe Oberfläche auf. Es kann sich kein Wasserfilm bilden. Statt dessen besteht eine eventuelle Feuchteschicht aus einzelnen Tropfen. Dies vermindert die Entstehung von Kriechströmen. Jedoch bewirken die Tropfen eine lokale Feldüberhöhung. Dadurch kann es zu Teilentladungen kommen, was als Wassertropfenkorona bezeichnet wird. Als Folge nimmt die Hydrophobie lokal ab. Die daraufhin einsetzenden Alterungsprozesse bergen letztlich die Gefahr eines Überschlags.

Die Auswirkungen der Wassertropfenkorona auf Silikonoberflächen werden zunächst in Abhängigkeit der Feldrichtung untersucht. Um den charakteristischen Alterungsverlauf beschleunigt nachzubilden, werden die Prüflinge in einer Klimakammer durch Temperaturänderung einer zyklischen Betauung unterworfen und gleichzeitig einem homogenen elektrischen Wechselfeld ausgesetzt. Die Feldlinien verlaufen je nach Versuchsanordnung tangential oder normal zur untersuchten Oberfläche.

Bei der Tangentialfeld-Anordnung wird die betaute Oberfläche mit einer Digitalkamera aufgenommen. Auf diese Art läßt sich der Zustand in die Hydrophobieklassen anhand des Betauungsbildes beurteilen. Im Verlauf der Belastungszyklen werden die Entstehung von Trockenzonen und eine lokale Hydrophobieschwächung der belasteten Proben beobachtet. Zwecks Diagnostik der Oberfläche bei der Normalfeld-Anordnung erfolgen Messungen des statischen Randwinkels.

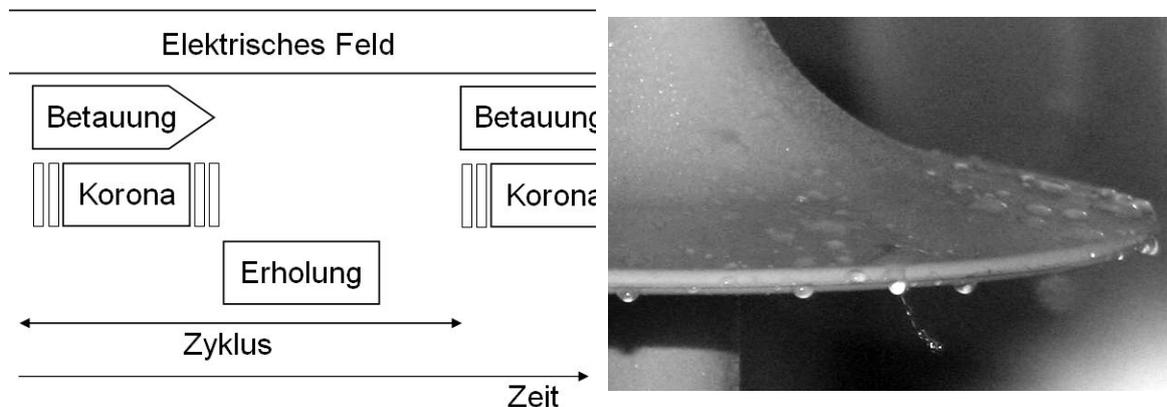


Bild 1: Schematische Darstellung der Vorgänge bei der zyklischen Belastung durch Wassertropfenkorona aufgrund von Betauung (links) und Ausbildung eines Rayleigh-Jets aus einem Wassertropfen am Schirm eines Silikonisolators unter elektrischer Feldbelastung (rechts)  
 Figure 1: Schematic view of the cyclic stress provided by water drop corona by condensation and occurrence of a Rayleigh jet from a water drop at the shed of a silicone rubber insulator due to electric fieldstress

#### Evaluation of hydrophobicity: Cyclic Water drop corona on silicone rubber surfaces

One positive characteristic of silicone rubber insulators is their hydrophobic surface. Thus the formation of a continuous moisture layer is hindered. Instead, discrete droplets will appear. Leakage currents are minimized. The droplets lead to a field intensification, though. This can provoke partial discharges, which are called water drop corona in this case. As a consequence, hydrophobicity will be locally lost. The beginning ageing processes may lead to a flash-over.

The effects of water drop corona on silicone rubber surfaces are examined, in a first step, in dependence on the direction of the electric field lines. To imitate the natural processes, the specimens are subjected to cyclic condensation in a climatic chamber. This is done by variation of temperature. A homogenous electric field is present all the time, The field lines run tangential or perpendicular to the specimen's surface, according to the used set-up.

Using the tangential field arrangement, the surface is continuously monitored by a digital camera. Thus, the state of hydrophobicity is estimated by means of the droplets' appearance. In the progress of the stress cycles, the development of dry zones and a local decline of hydrophobicity can be observed. In order to evaluate the surface in the perpendicular field arrangement, measurements of the static contact angle are taken.

### Innenbehandlung von Mikrofluidik-Komponenten mit Atmosphärendruck-Plasmen

Arkadiusz Dziubek

Die Mikrofluidik-Komponenten werden für analytische Messtechnik und Diagnostik in der Biomedizin und in dem Bereich Life-Science angewendet. Die Querschnittsabmessungen der Transportkanäle (Kapillaren) liegen bei einigen 100 µm. In diesem Forschungsvorhaben werden zusammen mit dem Fraunhofer Institut und weiteren Projektpartnern Atmosphärendruck-Plasmen zur Innenbehandlung gedeckelter Mikrofluidik-Komponenten eingesetzt. Plasmabehandlung soll eine kostengünstige Modifizierung oder Beschichtung der inneren Oberflächen von Mikrofluidik-Komponenten realisieren.

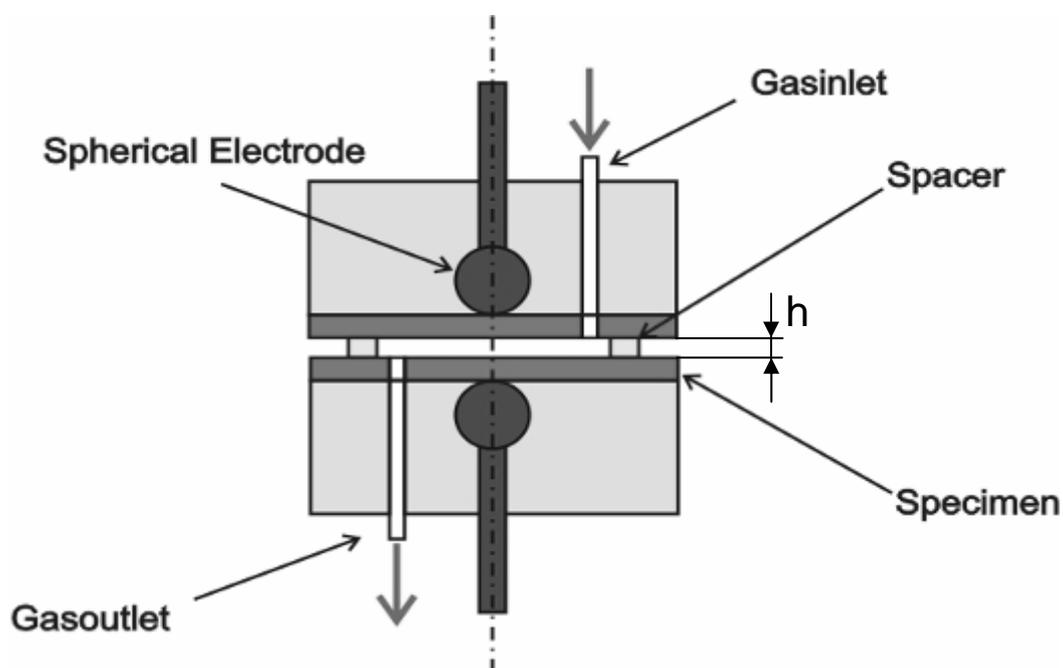


Bild 1: Die Barrierenanordnung zur Untersuchung der Zündbedingungen  
 Figure 1: The basic barrier arrangement used for experiments on ignition voltage

Die Kenntnis der Zündspannung von Gasen in kleinen Kanälen ist bei der Auslegung der Reaktoren und der Spannungsversorgung für die Behandlung der Mikrofluidik-Komponenten von großer Bedeutung. Die aus der Literatur bekannten Paschenkurven wurden für

Homogenfelder zwischen zwei metallischen Elektroden bestimmt, daher entsteht die Frage ob die Werte auch direkt für Barrierenanordnungen mit sehr kleinen Schlagweiten eingesetzt werden können.

Die Versuche zu dieser Fragestellung werden mit der in Bild 1 schematisch dargestellten Modelanordnung (Barrierenanordnung) durchgeführt. Als Barrieren werden Scheiben aus für Mikrofluidik-Komponenten typischen Materialien benutzt. Mit Hilfe der Abstandsringe werden bestimmte Schlagweiten eingestellt und die Zündspannungen für die unterschiedlichen Prozessgase bestimmt. Die Messwerte sind in Bild 2 dargestellt. Für jeden Prüfling werden jeweils Zündspannungen für 2 Fälle aufgenommen: für das neue und für das durch Entladung vorbelastete Material.

Die Messwerte der Erstzündung (Argon 1st) folgen den Paschenkurven ziemlich genau. Die gemessenen Werte für die Wiederzündung (Argon Re) dagegen sind deutlich niedriger als die Werte aus den Paschenkurven. Der Einfluss von Oberflächenladungen aus den vorherigen Entladungen ist sichtbar.

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

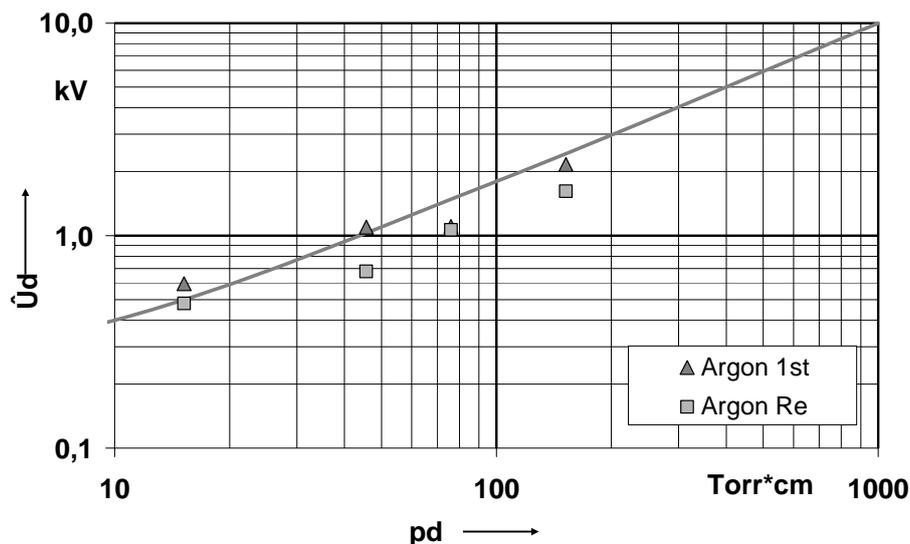


Bild 2: Die Werte der Zündspannung für Argon bei der ersten und mehrfachen Zündung für Cycloolefin Copolymer (COC) Folien

Figure 2: The results of ignition voltage for Argon by 1st and repeated ignition for Cycloolefin Copolymer (COC) foils

### Internal-conditioning of micro-fluidic-components with atmosphere-pressure plasma

Arkadiusz Dziubek

The micro-fluidic-components are used for analytical metrology and diagnostics in biomedicine and in the life-science area. The dimension of the cross-section of the transportation channels is about some 100  $\mu\text{m}$ . In this research project, with cooperation with Fraunhofer-Institute and project partner, atmospheric pressure plasmas are used for internal treatment of sealed micro-fluidic-components. Plasma treatment should realize cost efficient modification or surface coating of internal surfaces of micro-fluidic-components. The

knowledge about the ignition voltage of gases inside small channels is important for the design of plasma reactors and the voltage supply for plasma treatment of micro-fluidic-components.

The Paschen-curves in the literature are determined for a homogenous electrical field between two metal electrodes, raising the question whether it can be used for barrier arrangements.

The experiments to this problem were made using the basic barrier arrangement shown in Figure 1. Disk made of typical materials for micro-fluidic-components were used as a barrier.

The ring spacers were used to set the desired gas gap and the inception voltages for different process gases were determined.

The results of measurements are shown in Figure 2. The ignition voltage was measured for each specimen for two cases respectively: for the new material and for the one loaded with the discharge. The measuring results for 1st ignition (Argon 1st) follow the Paschen-curves closely. The values for reignition (Argon Re) are obviously lower than the values from the Paschen-curves in contrast. The effect of the surface charge is apparent.

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

## Herstellung von Leiterbahnen in Faserpolymeren durch Ionenimplantation

Vladimir Ermel

Durch Implantation von Metallionen in Gewebe entsteht eine leitfähige Textiloberfläche. Diese kann für die Signalübertragung zwischen in die Textilien integrierte elektronische Bauelemente benutzt werden.

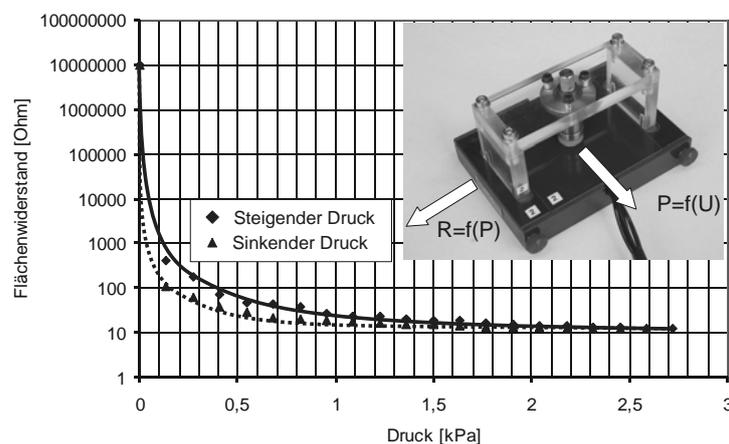


Bild 1: Flächenwiderstand eines mit Ag-Ionen implantierten Gewebes in Abhängigkeit vom Druck und verwendete Meßvorrichtung

Figure 1: Surface resistance one with Ag ions implanted fabric as a function of the pressure and used gadget

Die Leitfähigkeit von ionenimplantierten Textilien wurde an einem Messaufbau untersucht, der aus einem RLC- Messgerät und einer speziellen Meßvorrichtung bestand. Die Textilien waren mit Cu, Pd, Ag, Cr oder Pt-Ionen metallisiert. Die Versuche an den einzelnen mit Ag und Pd beschichteten Gewebeprouben haben gezeigt, dass der Flächenwiderstand vom auf die Gewebeoberfläche ausgeübten Druck abhängig ist (siehe Bild 1). Beispielsweise verringert sich der Flächenwiderstand von mit Ag beschichtetem Polyestergewebe von einigen MOhm

auf unter 500 Ohm schon bei dem auf die Oberfläche aufgebrachten Druck von 0,2-0,4 kPa. Eine weitere Druckerhöhung liefert einen weiterhin sinkenden Widerstand. Die Signalübertragung über dieses Gewebe wurde mittels eines Audioanalysators untersucht, der sinusförmige Spannungen im Frequenzbereich von 10 Hz bis 20 kHz liefert. Ein zunehmender Druck verbessert die Übertragungseigenschaften des Gewebes. Die Signaldämpfung verringert sich auf 0,5 - 1 dB.

Die Integration der Gewebeschalter in die Bekleidung ermöglicht eine gesteuerte Signalübertragung zwischen den einzelnen elektronischen Komponenten. Ionenimplantierte Textilien ermöglichen die weitere Entwicklung von neuartigen biegsamen Tastaturen.

Das Forschungsvorhaben wurde in dankenswerter Weise vom Forschungskuratorium Textil e.V. über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (AiF) mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit gefördert.

### **Production of conductive paths in fiber polymers by ion implantation**

Vladimir Ermel

Ion implantation of fabric realises conductive paths on the textile surface. This can be used for the signal transmission between electronic elements integrated into textiles.

The conductivity of the coated fabric samples was examined at a measurement setup, which consisted of a RLC measuring tool and a special gadget. Textiles were metallized with Cu, Pd, Ag, Cr or Pt-ions. The investigation of some with Ag and Pd coated fabric samples showed that the surface resistance is dependant on the pressure exerted on the fabric surface (see fig. 1). For example the surface resistance of coated with Ag polyester fabric of some MOhm is reduced to under 500 ohms already with the applied on the surface pressure of 0.2-0.4 kPa. A further increase in pressure supplies a further sinking resistance. The signal attenuation is reduced to 0.5 - 1 dB. Signal transmission over this fabric was investigated by means of an audio analyser UPL, which produces sinusoidal waves in the frequency range from 10 Hz to 20 kHz. An increasing pressure improves the transmission characteristics of the fabric.

The integration of the fabric switches into the clothing makes a steered signal transmission possible between the electronic components. Ion implanted textiles make the further development possible of new flexible keyboards, which could be used e.g. in the electronic industry.

The author would like to thank the Forschungskuratorium Textil e.V., the Federal Ministry for Economics and Work (BMWA) and the working group of industrial associations „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) for their financial support of the research project.

## „Kontakt zwischen Barriere und Elektrode bei Atmosphärendruck-Barrierentladungen“

Frank Gerdinand

Barrierentladungen bei Atmosphärendruck weisen ein großes technisches Potential zur kostengünstigen Plasmabehandlung von Oberflächen und im Gasvolumen auf. Während diese Entladungen im allgemeinen zahlreiche eng begrenzte Entladungskanäle (Filamente) bilden, existieren unter bestimmten Bedingungen auch homogene Entladungsformen. Bisher war bekannt, dass homogene Barrierentladungen im allgemeinen nur in recht engen Bereichen der Speisespannung oder der Spaltabstände existieren. Ziel dieser Arbeit ist es, durch systematische Versuche und ergänzende Simulationen konkrete Erkenntnisse über erzielbare und technisch nutzbare Existenzbereiche homogener Barrierentladungen zu gewinnen. Im Vordergrund steht dabei die Art der Kontaktierung zwischen Barriere und Elektrode, die nach Vorversuchen einen großen Einfluss auf den Homogenitätsbereich ausübt. Auch das Material der Barrieren besitzt einen Einfluss.

Die bisherigen Untersuchungen sind einerseits bei netzfrequenter sinusförmiger Speisespannung (50 Hz), andererseits bei Sinusspannungen im kHz-Bereich durchgeführt worden, wobei sich die Ergebnisse teilweise unterscheiden. Bei 50 Hz zeigen alle untersuchten Anordnungen mit Drahtgitter oder resistiven Schichten zwischen Barrierenrückseiten und Elektroden beim Entladungseinsatz zunächst grundsätzlich eine stromschwache homogene Entladung. Bei einigen Kontaktierungsvarianten ist die Existenz dieser homogenen Entladungen bis zur höchsten Speisespannung sehr stabil. Das 50 Hz-Verhalten von Barrierenanordnungen mit Kontaktierungs-Schichten bei Luft und Stickstoff als Arbeitsgas ist nahezu identisch. Die speisende Spannung, die Ladung und der Strom dieser Entladungen wurde anhand eines einfachen Ersatzschaltbildes simuliert und mit realen Messungen verglichen. Die Ergebnisse mit einer Elektrodenspannung von  $U_0=20$  kV und einem Elektrodenabstand von  $L=2$  mm zeigten eine gute Übereinstimmung zwischen Simulation und Praxis.

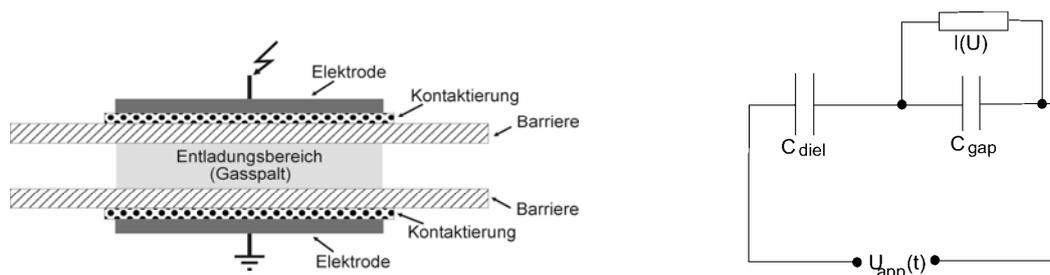


Bild 1: Schema des Versuchsreaktors mit Kontaktschichten; Ersatzschaltbild der Entladung  
 Figure 1: Discharge arrangement with contact layers; Electrical model of the discharge

## Influence of barrier permittivity and contact on the appearance of homogeneous discharges

Frank Gerdinand

Nowadays many kinds of chemical and electrical surface treatments on various materials are well-known and industrial standard. Plasma technology for these applications is used more and more. The advantage of barrier discharges at atmospheric pressure, especially in air, is

confirmed by the fact that this kind of process is the most ecological and cost effective compared to other methods, e.g. chemical processes. Barrier discharges at atmospheric pressure consist generally of a great number of filaments in parallel, whose distribution should be as even as possible for a homogeneous surface treatment. A second type of barrier discharge exhibits a homogeneous glow between the electrodes. The investigation describes the dependence of the barrier back side contact and the influence of the barrier material on the appearance in an homogeneous barrier discharge.

In this project the voltage, the charge and the current of the discharges have been simulated and have been recorded on real barrier arrangements. All parameters are made for a gap voltage of  $U_0=20$  kV and a gap distance of  $L=2$  mm. The results of these simulations are in good accordance to the appearing measurements.

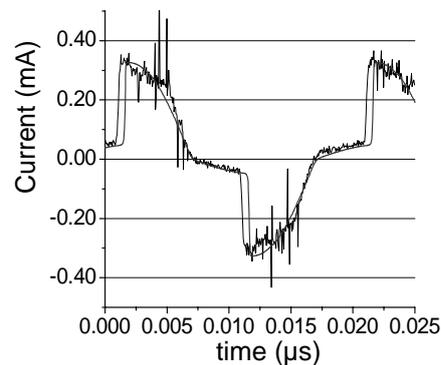


Bild 2: Vergleich von Entladungsstrom bei Simulation und Messung  
Figure 2: Discharge current of simulation and measurements

### 3.1.3 Arbeitsgruppe Schaltgeräte

#### Entwicklung eines dielektrischen Entwurfsverfahrens für Hochspannungs-Vakuum-schaltkammern

Michael Budde

In der Mittelspannungstechnik werden bis zu einer Bemessungsspannung von 40 kV überwiegend Vakuumschaltkammern in großer Zahl als Leistungsschalter eingesetzt. Durch die hervorragenden Eigenschaften des Schalt- und Isoliermediums „Vakuum“ genügt es den Herstellern, bei der bisherigen Auslegung von Schaltkammern im wesentlichen ihr umfangreiches Erfahrungswissen zu nutzen; andere wirtschaftliche Auslegungsvorschriften sind bis zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht entwickelt worden.

Im Hochspannungsbereich oberhalb einer Bemessungsspannung von 40 kV dominieren dahingegen die SF<sub>6</sub>-Leistungsschalter. Die Eigenschaften des Isoliergases SF<sub>6</sub> sind, bei den für die höheren Bemessungsspannungen notwendigen Kontaktabständen, denen des Mediums „Vakuum“ überlegen. Im Rahmen der anhaltenden Diskussionen über den globalen Klimawandel aufgrund des Treibhauseffektes wird vermehrt Kritik an dem treibhauswirksamen Isolier- und Lichtbogenlöschgas SF<sub>6</sub> laut. Derzeit gibt es keine Alternativen zum SF<sub>6</sub>, ohne deutliche Leistungseinbußen. Hier könnten erweiterte Einsatzmöglichkeiten der Vakuumtechnik, zumindest auf den unteren Hochspannungsebenen,

eine alternative Lösung bieten, falls als Grundvoraussetzung die höhere elektrische Kaltfestigkeit der Vakuumschaltkammern erreicht werden kann. Für ihre wirtschaftliche Entwicklung sind unbedingt neue rechnergestützte Entwurfsverfahren, die sich auf grundlegende Materialdaten stützen, erforderlich.

Ziel dieser Arbeit ist es, ein Entwurfsverfahren zu entwickeln, das die rechnergestützte Auslegung von Hochspannungs-Vakuumschaltkammern ermöglicht. Dazu sind zunächst in grundlegenden Untersuchungen mit vorhandenen Einrichtungen und Verfahren die Einflüsse von Werkstoff und Geometrie zu vervollständigen. Die Untersuchungsergebnisse werden ebenfalls genutzt, um die bisher entwickelten Berechnungsverfahren auch an komplexeren Anordnungen zu erproben und zu optimieren. Das Entwurfsverfahren soll dann anhand von realen Vakuumschaltkammern verifiziert werden. Somit kann eine wirtschaftliche Entwicklung von Hochspannungs-Vakuumschaltkammern durch das Entwurfsverfahren wesentlich unterstützt werden. Zum Zwecke der Vergleichbarkeit der Messergebnisse bietet sich eine vorangeschaltete Konditionierung von Elektrodenanordnungen an, die durch Glimmentladungen geringer Energie im Paschenminimum hervorgerufen wird (s. Bild 1).

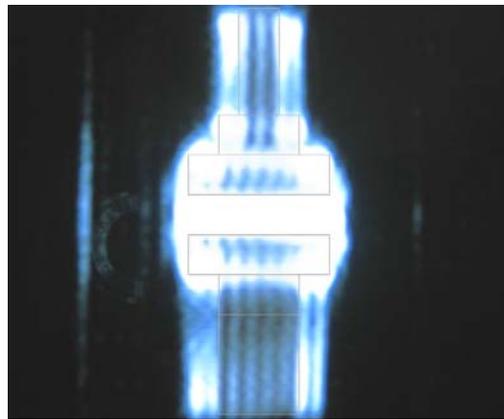


Bild 1: Konditionierende Glimmentladungen zwischen einer Elektrodenanordnung

Figure 1: Conditioning glow discharges between an electrode arrangement

### **Development of a dielectric design tool for vacuum circuit breakers**

Michael Budde

Vacuum is a medium with outstanding properties concerning short-circuit current control or dielectric strength. The applications, today mostly in medium voltage distribution networks, will widely spread to high-voltage distribution networks or other high demand areas in future. Nevertheless material properties or design influences are more and more in the centre of interest. Simulations gain physical insights into the processes concerning dielectric strength, switching capability or arc movement. But experiments are at present the only reliable information source for material property investigations.

High-voltage applications may be a new field of competition in the future. The dielectric “management” in vacuum circuit breakers influences more and more design, development and production strategies. To comply with the dictate of insulation coordination, dielectric design of the interrupter has to be adjusted. In this regard lightning impulse voltage is the most decisive parameter. To obtain sufficient information about the physical processes simply performing breakdown voltage tests is not purposeful.

A goal of this work is to develop a computer aided design tool for high voltage circuit-breakers. At first, the influences from material and geometry are done to complete basic investigations. To secure the comparability of the results a pre-conditioning of the electrode arrangements is done, which is caused by glow discharges of small energy (figure 1). Then the design tool is verified by measurements with real vacuum circuit-breakers.

## 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.

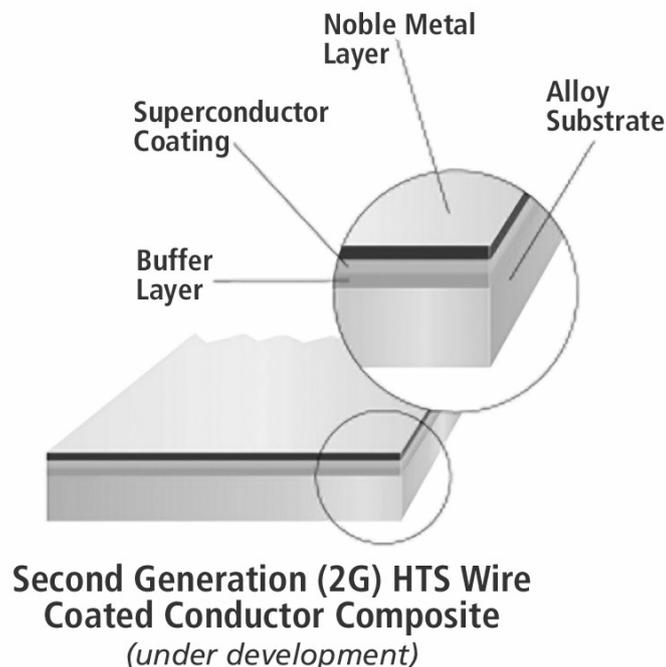


Bild 1: Schematische Darstellung eines supraleitenden Drahtes 2. Generation („Coated Conductor“) Quelle: American Superconductor

Figure 1: Schematic Representation of a Second Generation HTS Wire

Zur Nachbildung dieser Vorgänge soll ein 3D-Rechenmodell für das gekoppelte Eindringen von Strömen und Magnetfeldern in den Supraleiter bei gleichzeitiger Stromstärke-, Temperatur-, und Magnetfeldabhängigkeit entwickelt werden. Ein solches Modell würde es erlauben, neben dem Übergang des Leiters in die Normalleitung auch das Verhalten im

supraleitenden Zustand nachzubilden. Hiermit können Aussagen über Hystereseverluste sowie zusätzlich auftretende Wechselstromverluste sowohl im supraleitenden Bereich als auch im Übergangsbereich in die Normalleitung getroffen werden. Mit dem zu entwickelnden Verfahren sollen systematische Simulationen unterschiedlicher supraleitender Materialien unter Berücksichtigung verschiedener Supraleiterdaten durchgeführt werden.

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“). Ein solcher Leiter wird schematisch in Fig. 1 gezeigt. Das Verfahren soll aber auch für die Berechnung von Massivmaterial und Silber-Matrix-Leitern eingesetzt werden. Die für diese Untersuchungen notwendige Versuchsanlage befindet sich zurzeit im Aufbau.

### **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.

### **Kapazitives Schalten im 24 kV-System mit Vakuumschaltern**

Florian Körner

Im Netzbetrieb wird an einen Vakuum-Leistungsschalter eine Vielzahl von Anforderungen gestellt. Dazu gehört neben dem Unterbrechen von Kurzschlussströmen und einer ausgeprägten dielektrischen Festigkeit auch das zuverlässige Schalten von Kapazitäten.

Beim Einschalten von Kapazitäten können Ströme im Bereich mehrerer Kiloampere mit einem Vielfachen der Netzfrequenz auftreten. Diese Belastung kann beim Schließen des Vakuum-Leistungsschalters zu einem Verschweißen der Kontaktstücke führen. Beim folgenden Öffnen des Schalters wird diese Verschweißung aufgerissen und hinterlässt eine aufgeraute Kontaktfläche. Beim Ausschalten kapazitiver Lasten treten jedoch nur geringe Stromstärken auf, die bei nur wenigen hundert Ampere liegen können. Daher kann der entstehende Ausschaltlichtbogen die Rauigkeit der Kontaktfläche nur wenig aufschmelzen und glätten.

Nach dem Abschalten einer kapazitiven Last wird der Schalter vom doppelten Scheitelwert der Netzspannung belastet, Rückzündungen können zur Spannungsvervielfachung führen. Beim kapazitiven Schalten kommt demzufolge dem dielektrischen Verhalten des

Kontaktsystems eine besonders hohe Bedeutung zu. Maßgeblichen Einfluss auf dieses Verhalten hat neben der Geometrie des Vakuumschalters das verwendete Kontaktmaterial.

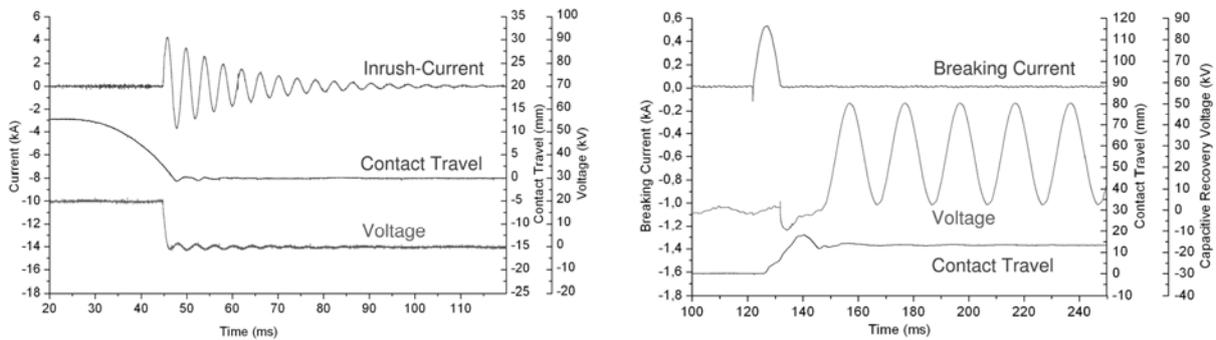


Bild 1: Oszillogramme der Ein- und Ausschaltversuche  
 Figure 1: Oscillograms of making and breaking operations

An einer synthetischen Schalterprüfanlage und einem Vakuum-Versuchsschalter wird das kapazitive Schalten untersucht. Dazu werden Versuchsreihen aus kombinierten Ein- und Ausschaltversuchen durchgeführt, die eine Beanspruchung des Schalters im Netzbetrieb nachbilden (Bild 1). Der Einsatz eines demontierbaren Versuchsschalters ermöglicht die Untersuchung und den Vergleich von Kontaktstücke unterschiedlicher Typen und Materialien.

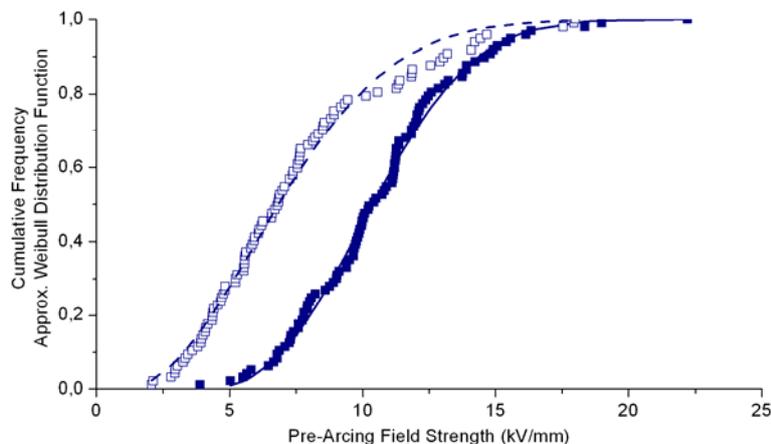


Bild 2: Aufsummierte Häufigkeit der Vorzündfeldstärken  
 Figure 2: Cumulative frequency of pre-arcing field strength

beurteilt werden. Eine Vorzündung tritt beim Schließen der Kontaktstücke vor der ersten Kontaktberührung auf. Der Zeitpunkt dieser Vorzündung wird durch den dielektrischen Zustand der Kontaktoberfläche bestimmt. Die Verteilung und die Veränderung dieses Das dielektrische Verhalten des Kontaktsystems kann durch die auftretenden Vorzündungen während der Einschaltungen und durch Rückzündungen im Anschluss an eine Ausschaltung Vorzündmoments im Laufe einer Vielzahl von Schaltversuchen lassen Rückschlüsse auf die Veränderung der Kontaktoberfläche unter dem Einfluss der Schaltungen zu (Bild 2). Die Häufigkeit und die Zeitpunkte der auftretenden Rückzündungen liefern weitere Erkenntnisse über das Verhalten und die Veränderung der jeweiligen Kontaktstücke unter dem Einfluss des kapazitiven Schaltens. Ein diesbezüglicher Vergleich unterschiedlicher Kontaktmaterialien ist so möglich.

## **Capacitive Switching in 24 kV Systems with Vacuum Interrupters**

Florian Körner

During power system operation vacuum circuit-breakers are stressed not only by short-circuit currents but also by capacitive current switching. At making operation the high current flow starts associated by a pre-arcing during contact closing. This can cause contact welding which is ruptured during the subsequent breaking operation resulting in an increased roughness on the contact surface. Due to the considerable low breaking current under capacitive condition the smoothing effect of the circuit-breaking arc is reduced significantly.

After current interruption the contact gap of the vacuum circuit-breaker is stressed by a capacitive voltage of twice the system voltage (figure 1). The occurrence of restrikes would result in voltage escalation. This leads to the substantial relevance of the dielectric behavior of the circuit-breaker under capacitive switching duty.

The dielectric behavior is studied by observing the pre-arcing field strength in the course of a number of making operation tests (figure 2). Furthermore the number and the moments of restrikes after current interruption reflect the dielectric condition of the contact system. This leads to the investigation of different contact designs and materials with respect to the alteration of the contact surface in the course of the capacitive switching tests.

## **Dreidimensionale Simulation von Niederspannungslichtbögen**

Alexandra Mutzke

Das eigentliche Schaltelement in Niederspannungsschaltgeräten stellt der wandernde Schaltlichtbogen dar. Bei der Entwicklung von Schaltgeräten ist daher eine genaue Kenntnis des Lichtbogenverhaltens erforderlich. Experimentelle Untersuchungen werden hierbei zunehmend durch Simulationen ergänzt.

In den Simulationen kann der Lichtbogen durch ein System von neun gekoppelten partiellen Differentialgleichungen beschrieben werden, die die komplexen elektromagnetischen und thermodynamischen Vorgänge erfassen. Zudem müssen die stark nichtlinearen Materialeigenschaften des umgebenden Luftraumes (Dichte, elektrische und thermische Leitfähigkeit, Wärmekapazität, Viskosität) berücksichtigt werden. Am Institut werden Simulationen mit einer Kopplung der kommerziellen Programmpakete CFX und ANSYS durchgeführt.

Um die Unterbrechung eines Stromkreises durch ein Schaltgerät herbeizuführen, muss der Schaltlichtbogen möglichst rasch zum Erlöschen gebracht werden. Dies geschieht mittels Energieentzug. Die effektivste Methode ist dabei der Einsatz von metallischen Löschblechen, zwischen denen der Lichtbogen in mehrere Teillichtbögen aufgeteilt wird.

In der Simulation können die Löschbleche nicht durch einfache metallische Bleche nachgebildet werden, da diese den Luftraum durch ihre hohe elektrische Leitfähigkeit kurzschließen würden und somit der allmähliche Aufteilungsvorgang mit parallel existierenden Strompfaden im Gasraum und im Löschblech nicht stattfinden könnte.

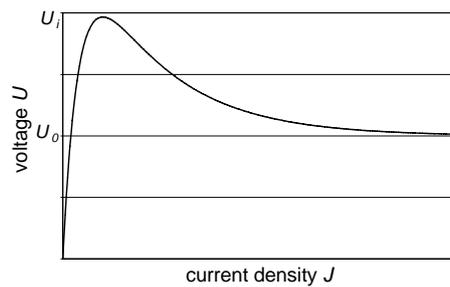


Bild 1: Prinzip einer Spannungs-Stromdichte-Kennlinie zur Nachbildung von Lichtbogenfußpunkten  
 Figure 1: Principle of voltage – current density characteristic for modeling arc roots

Daher werden die Fallgebiete durch eine dünne Schicht mit stromdichteabhängigem Widerstand nachgebildet. Der Widerstand wird aus der in Bild 1 prinzipiell dargestellten Spannungs-Stromdichte-Kennlinie berechnet. Vor der Bildung eines Fußpunktes muss eine Zündspannung  $U_i$  überschritten werden. Hat sich ein Fußpunkt gebildet, so kann ein beliebig hoher Strom bei nahezu konstanter Fallgebietsspannung  $U_0$  fließen.

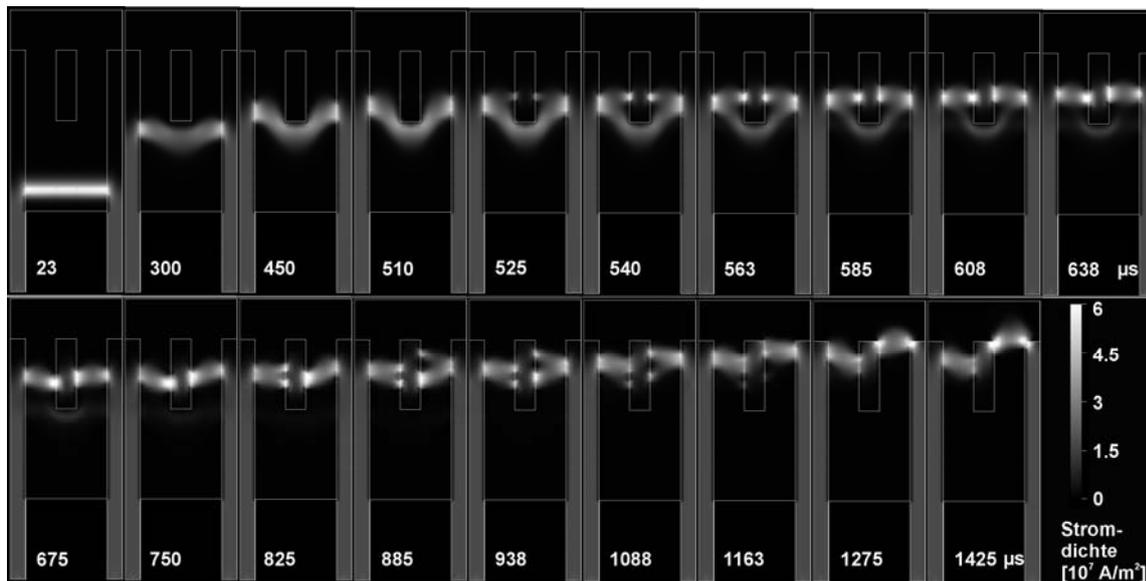


Bild 2: Simulation des Aufteilungsvorganges an einem Löschblech zwischen zwei parallelen Elektroden,  $I = 100 \text{ A DC}$

Figure 2: Simulated process of arc splitting on a metal plate between two straight arc runners

Bild 2 zeigt eine Simulation des Aufteilungsvorganges an einem Löschblech bei einem konstanten Lichtbogenstrom von 100 A. Der Lichtbogen wird weit unterhalb des Löschbleches gezündet und wölbt sich nach 450  $\mu\text{s}$  um das Löschblech herum. Zum Zeitpunkt 525  $\mu\text{s}$  sind deutlich Fußpunkte und zwei parallele Strompfade im Luftraum und über das Löschblech zu erkennen. In der Folge steigt der Strom über das Löschblech an, während der Strom im Luftraum abnimmt. Zum Zeitpunkt 750  $\mu\text{s}$  fließt der gesamte Strom über das Löschblech. Ab 825  $\mu\text{s}$  bildet sich links ein paralleler Fußpunkt am Löschblech, ab

885  $\mu$ s auch rechts. Der Lichtbogenstrom wird im folgenden ganz von diesen neuen Fußpunkten übernommen.

Das Auftreten von mehreren parallelen Fußpunkten konnte erstmals in Simulationen nachgebildet werden. Dadurch wird eine gute qualitative Übereinstimmung mit den im Rahmen des Projektes von Thomas Rüter durchgeführten Experimenten erreicht.

### Three-dimensional simulations of low voltage arcs

Alexandra Mutzke

The behavior of arcs in low voltage switching devices is affected by coupled electromagnetic and thermodynamic processes. For studying simple arrangements of arc runners a 3D simulation system has already been developed.

In switchgears the arc has to be extinguished quickly which is achieved by splitting it into several series arcs by metallic splitter plates. The arc splitting process is a continuous transition of current flow from the still undivided arc to the new arc roots formed on the metal plates. In the simulation the new arc roots are represented by a thin layer of current-dependent resistivity according to the characteristic given in principle in figure 1. Simulation results with this model are shown in figure 2. The existence of two parallel arc roots, that can be observed in experiments, occurred in a simulation for the first time.

### Lichtbogenverhalten in kompakten strombegrenzenden Löschkammern

Thomas Rüter

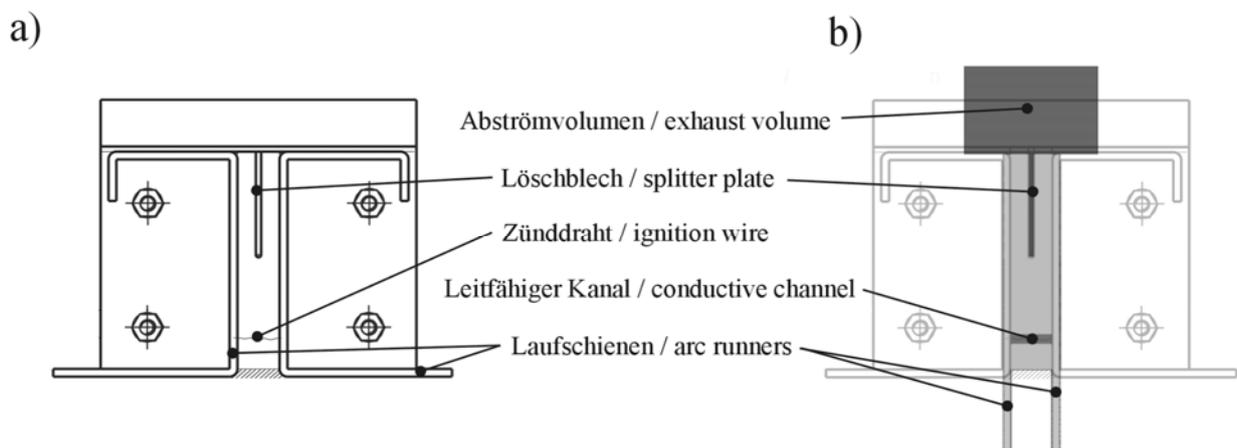


Bild 1: Modellschaltkammer mit parallelen Laufschiene und einem Löschblech

a) Versuchsmodell b) Simulationsmodell

Figure 1: Model chamber with parallel arc runners and a single splitter plate

a) experimental model b) simulation model

Um die von A. Mutzke durchgeführten Simulationen zur Lichtbogenwanderung und Fußpunktbildung zu überprüfen, werden Messungen an Modellschaltkammern mit einem Löschblech durchgeführt. Hierbei steht der Aufteilungsprozess des Lichtbogens an Löschblechen im Vordergrund. Das Versuchsmodell entspricht exakt dem Simulationsmodell

(Bild 1). Die Abmessungen der Modellschaltkammer ähneln in Form und Größe industriellen Niederspannungsschaltgeräten.

Für die Experimente steht eine Versuchsanlage zur Verfügung, mit der prospektive Kurzschlussströme bis 15 kA bei einer Spannung von 240 V erzeugt werden können. Die Untersuchungen werden in einem Strombereich von wenigen hundert bis zu mehreren Kiloampere durchgeführt.

Neben den Untersuchungen an Anordnungen mit parallelen Laufschiene werden Anordnungen mit divergierenden Laufschiene und einem Löschblech untersucht. Der variable Aufbau der Modellschaltkammer ermöglicht die Variation von Öffnungen in der Verdämmung, der Kammerhöhe und der Kammertiefe. Diese Messungen dienen ebenfalls der Untersuchung des Lichtbogenaufteilungsvorganges und dem Vergleich mit zukünftigen Simulationen.

Die in den Versuchen verwendeten Löschbleche sind speziell präpariert und haben einen integrierten Messshunt. So können detaillierte Aussagen über den zeitlichen Verlauf der Stromkommutierung von der Plasmasäule auf die Löschbleche getroffen werden. Zusätzlich zu den Messungen von Lichtbogenanspannung und Strom werden Aufnahmen mit einer digitalen Schnellfilmkamera durchgeführt. Sie ermöglicht Aufnahmegeschwindigkeiten von bis zu 140 000 Bildern/Sekunde. Bild 2 zeigt das Teilbild einer Aufnahme, auf der mehrere Fußpunkte auf dem Löschblech und den Laufschiene zu erkennen sind.

Die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen zeigen, dass sich die Fußpunkte auf dem Löschblech nicht an der Löschblechunterkante, sondern abhängig von der untersuchten Stromstärke etwas oberhalb der Löschblechunterkante ausbilden. Auch ist die Existenz mehrerer paralleler Fußpunkte sowohl auf dem Löschblech als auch auf den Laufschiene zu beobachten. Die Simulationen bilden dieses Aufteilungsverhalten sehr gut nach. In noch andauernden Untersuchungen wird die Lichtbogenbewegung anhand der durchgeführten Schnellfilmaufnahmen ausgewertet. Die Ergebnisse fließen in die Verifizierung der Simulationsergebnisse ein.

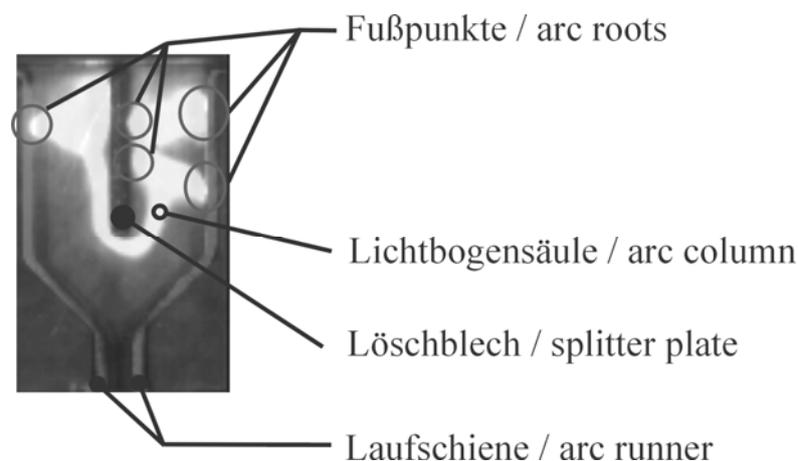


Bild 2: Ausschnitt einer Schnellfilmkameraaufnahme, Schaltkammer mit divergierenden Laufschiene und einem Löschblech

Figure 2: Section of a high-speed-movie, arc chamber with splitter plate

## **Arc Behavior in Compact Current-Limiting Arc Chutes**

Thomas Rüter

The aim of this experimental work is to gain knowledge about the arc behaviour in compact arc chutes with a single splitter plate. The process of arc splitting at metallic splitter plates is of special interest. Therefore, the splitter plates are specially prepared with an integrated shunt.

The results are used to validate and improve a simulation tool for modeling arcs in low-voltage switching devices (cf. A. Mutzke). The arc chute (model chamber) used in the experiments is an exact reproduction of the one from the simulations (Fig. 1).

The test rig enables experiments with a prospective current up to 15 kA at 240 V. The research is done in a current range from a few hundred up to several kilo amps. Besides measuring the arc voltage and the total current, high-speed movies up to 140 000 fps are taken (Figure 2).

The results of the measurements show that the arc roots formation takes place at the lower third of the plate height and not exactly at the lower edge. The location depends on the examined current. There are also several parallel arc roots at the splitter plate and at the arc runners visible. The simulation results are in good correlation with the experimental results. Ongoing researches are used to investigate the arc movement by the analysis of the high-speed-movies.

## **Entwicklung von Netzstrategien mit der Software NEPLAN für Versorgungsnetze mit dezentraler Energieerzeugung**

Ernst-Dieter Wilkening, Magnus Pielke

Das Netzberechnungsprogramm NEPLAN (vormals Calpos) wird am HTEE seit Jahren in der Lehre im Rahmen der Vorlesung Elektrische Energieanlagen eingesetzt. NEPLAN vermittelt durch seine universelle Einsetzbarkeit den Studenten einen sehr guten Einblick in die Aufgabengebiete der Netzplanung und -berechnung. Schwerpunktmäßig werden hierbei Fragestellungen der Lastfluss-, Kurzschlussstrom- sowie Zuverlässigkeitsberechnungen in Versorgungsnetzen behandelt. Für die Erweiterung des Lehrangebotes in den kommenden Semestern wurde beschlossen Lizenzen für weitere Berechnungsmodule anzuschaffen, um einen umfassenden Einblick der Planung und Konzeptionierung von Verteilnetzen in der Lehre anbieten zu können.

Bei der Untersuchung von Optimierungspotenzialen zur Effizienzsteigerung historisch erwachsener Versorgungsnetze im Hinblick auf dezentrale Energieeinspeisung wird die Software für die Bestimmung von Betriebskenngrößen herangezogen und bildet dabei einen elementaren Baustein der Forschungsarbeit. Ziel ist es mit Hilfe dieser Software Strategien zur besseren Auslastung der Versorgungsnetzstrukturen zu erarbeiten.

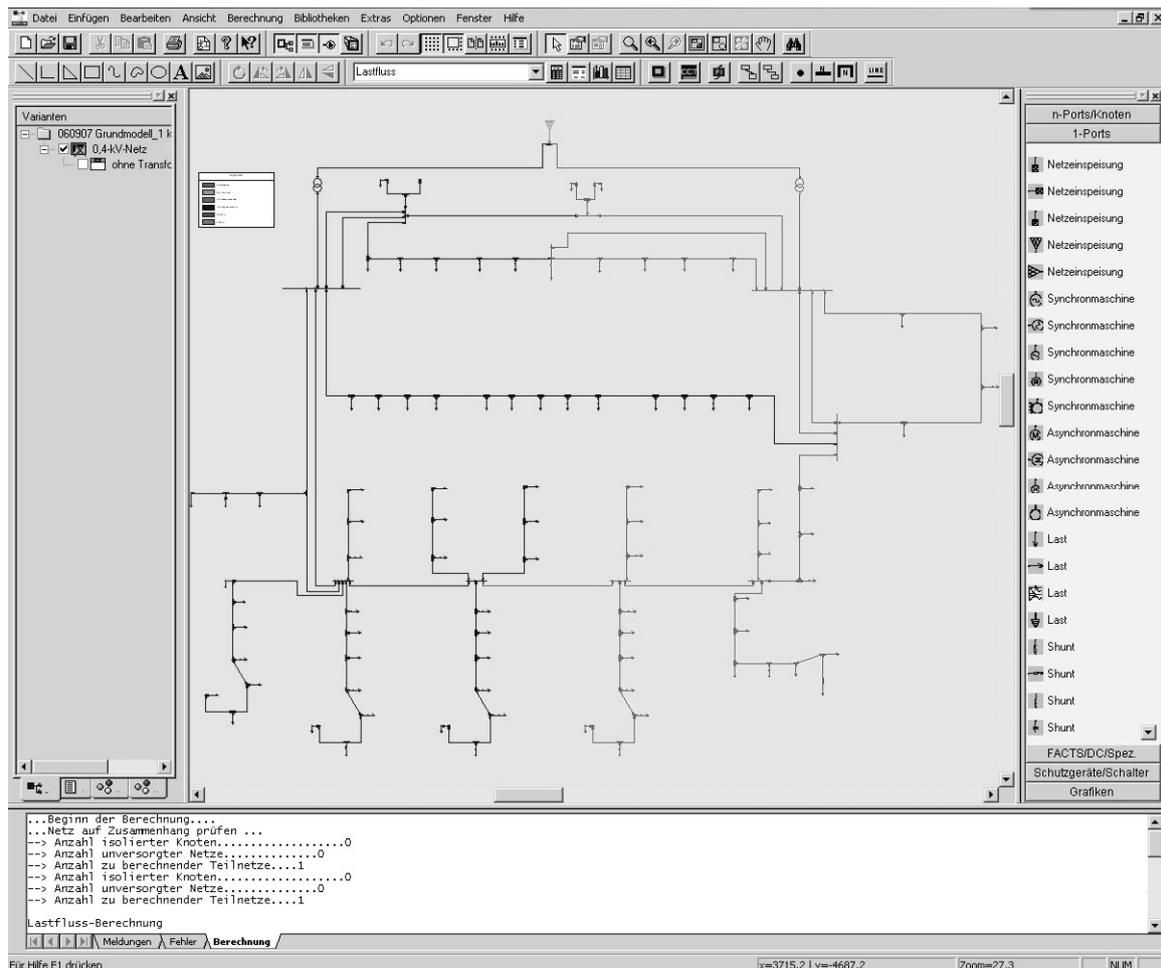


Bild 2: Abbildung einer dezentralen Versorgungsnetzstruktur in NEPLAN  
 Fig. 1: Decentralized distribution network drawn with NEPLAN

## Development of future grid strategies in consideration of decentralized energy supply with the power system analysis software NEPLAN

Ernst-Dieter Wilkening, Magnus Pielke

HTEE uses NEPLAN (former Calpos) since years as an integral part of the lecture Elektrische Energieanlagen. The modular concept of Neplan offers a good overview of grid planning and simulation tasks to the students. Distribution network questions of load flow, short circuit and reliability analysis are emphasised. For a course enhancement in future semesters new licences and simulation tools were purchased to provide a deeper view in planning and conceptual design of distribution networks.

In research activities NEPLAN is seen as a building brick in getting operational characteristics by analysing optimisation capabilities to gain an increase in efficiency of historically build up distribution networks considering decentralized energy supply. Over all strategies should be developed to provide a better load balance of distribution network structures.

### 3.2 Dissertationen

#### **„Verbundoptimierung mineralisch gefüllter Epoxidharzformstoffe mittels Plasmaaktivierung“**

Frank Gerdinand

Tag der mündl. Prüfung: 21.12.2004

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

Als Hochspannungsisolierung werden zunehmend Verbund- bzw. Kompositwerkstoffe in Form von gefüllten und glasfaserverstärkten Epoxidharzen eingesetzt. Durch das Zusammenfügen von mindestens zwei, vom stofflichen Aufbau her unterschiedlichen Materialkomponenten (mineralischer Füllstoff und organischer Kunststoff), entstehen verschiedenartige Grenzflächenstrukturen, welche die Materialeigenschaften des Gesamtgefüges entscheidend mitbestimmen. Die in der elektrischen Energie- und Hochspannungstechnik geforderten hohen mechanischen und elektrischen Festigkeitswerte sowie die Langzeitalterungsbeständigkeit werden maßgeblich durch die Verbundqualität des Materialgefüges beeinflusst.

Neuralgischer Punkt ist hierbei die Grenzfläche (Interphase) zwischen anorganischem Füllstoff bzw. anorganischer Glasfaser und organischer Epoxidharzmatrix, die einen entscheidenden Einfluß auf die interne Haftung zwischen den Komponenten und somit die Gesamtverbundqualität hat. Diese mikroskopischen Grenzflächen spielen hinsichtlich der resultierenden Materialeigenschaften eine dominierende Rolle und sind für viele kritische Langzeitalterungseffekte verantwortlich. Zur Vermeidung bzw. Linderung der feuchtigkeitsbedingten Grenzflächenalterungseffekte werden Oberflächenmodifikationen an den mineralischen Füllstoffen mit kalten Plasmen durchgeführt.

Kalte Plasmen sind Ungleichgewichtsplasmen, bei denen die Energie der Elektronen hoch gegenüber der Energie der anderen Teilchen ist. Das Prinzip und die technische Erzeugung „dielektrischer Barrierenentladungen“ ist bekannt und beispielsweise für Folien- und Glasbehandlungen schon Stand der Technik. Diese Art der Plasmabehandlung und eine optionale sofortige Beschichtung der aktivierten Oberfläche des Füllstoffes mit Haftvermittlern eröffnet neue Perspektiven zur Lösung von Verbundproblematiken. Für die durchgeführten Versuche wurden die im folgenden beschriebenen Anlagenkonzepte eines Rohrschneckenreaktors bzw. eines Wirbelbetts zur Plasmaoberflächenbehandlung verwendet. Der Rohrschneckenreaktor ermöglicht hierbei ein industriell nutzbares, kontinuierliches Beschichtungsverfahren.

Eine Beurteilung des jeweiligen Zustandes erfolgt durch die dielektrische Analyse, Thermoanalyse und die Messung der elektrischen und mechanischen Kennwerte des Materials während eines künstlich beschleunigten Alterungsprozesses.

## **Methods to decelerate interfacial ageing phenomena in mineral filled epoxies by plasma treatment**

The application of composite and glass fibre reinforced insulators based on mineral filled polymers has increased drastically. There are many possibilities in designing electrical insulators by using polymeric materials as well for indoor as for outdoor applications. The disadvantage of polymeric materials is the appearance of ageing effects. Penetrating water leads to complex physical and chemical interactions at the microscopic interface between filler and polymeric matrix. The mechanical and electrical strength is influenced decisively by the internal bonding strength of the material.

The results of the interactions at the large internal filler surfaces are an increase in the conductivity and interfacial polarisation. These effects combined with the electrical service stress can lead to the detachment of the internal filler resin bonding. The result is an increase of the dielectric parameters and a simultaneous decrease of the electrical strength and lifetime. To improve the bonding strength the use of filler surface plasma treatment, the application of coupling agents and additives and the combination of these methods will be introduced.

Plasma activation of polymeric surfaces is applied in many technological processes but there is no evidence for the plasma treatment of mineral fillers. Some potential positive effects can be reached with a plasma activation that has an improving influence of the type of physical and/or chemical bond between filler and resin. For the investigations a tube curl reactor is used for plasma activation treatment of the powder fillers with dielectric barrier discharges at atmospheric pressure. The great advantage of this type of tube curl reactor is its continuous mode of operation at atmospheric pressure with the absence of sluices and vacuum pumps.

For detecting and describing the ageing phenomena dielectrical, mechanical and electrical testing methods and the differential scanning calorimetry were used during the artificial ageing procedure.

#### 4 Besondere Ereignisse

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

Doktorprüfung Frank Gerdinand	21.12.04	M. Kurrat E. Gockenbach
Exkursion im Rahmen der Vorlesung Energiewirtschaft u. Kraftwerke zum Heizkraftwerk Mitte in Braunschweig und zur Netzleitstelle	18.01.05	H. Waitschat u. Studenten
Teilnahme an der VDE/ETG-Tagung „Versorgungsqualität im deutschen Stromversorgungssystem“ in Berlin	18.- 19.01.05	G. Bärwaldt C. Schulz
Vorstandssitzung des VDE Bezirksvereins Braunschweig	24.01.05	M. Lindmayer F. Körner M. Kurrat
Exkursion im Rahmen der Vorlesung Energiewirtschaft u. Kraftwerke zum E.O.N. Kraftwerk und Windpark in Mehrum	28.01.05	C. Schulz H. Waitschat u. Studenten
Projekttreffen „Explosionsgeschützte Brennstoffzelle“ bei der PTB in Braunschweig	25.02.05	M. Kurrat C. Schulz
Teilnahme (Vortrag) an der VDE/ETG-Tagung „Technische Innovationen in Verteilungsnetzen“ in Würzburg	01.- 02.03.05	C. Schulz M. Kurrat F. Gerdinand
Teilnahme am VDE Vortrag in Göttingen	03.03.05	A. Dziubek
Teilnahme (Vortrag) an der ETG Fachtagung in Hanau	08.- 09.03.05	A. Dziubek M. Kurrat T. Braunsberger M. Budde F. Gerdinand
Teilnahme (Poster) an der 12. Bundesdeutsche Fachtagung Plasmatechnologie in Braunschweig	22.- 23.03.05	A. Dziubek M. Kurrat V. Ermel
Institutskolloquium zur Verabschiedung von Prof. Lindmayer in den Ruhestand	02.04.05	
Teilnahme an der Tagung BHKW 2005 „Neue Rahmenbedingungen und innovative Technologien“ in Nürnberg-Fürth	06.- 07.04.05	C. Schulz
Teilnahme (Vortrag) am „Cigre Athens Symposium Power“ in Athen	14.- 16.04.05	M. Kurrat C. Schulz
Parlamentarischer Abend des VDE Niedersachsen in Hannover „Thema: Digitale Bilder – für Konsumenten und Experten“	21.04.05	M. Lindmayer F. Körner T. Rüter K. Steinke

Exkursion im Rahmen der Vorlesung „Wirtschaftliche Entwicklung von Geräten der Energietechnik“ zur Firma Siemens in Berlin	21.04.05	H. Knobloch M. Budde u. Studenten
Vorstandssitzung des VDE Bezirksvereins Braunschweig	09.05.05	M. Lindmayer F. Körner
Teilnahme am FGH Workshop „Virtuelle Kraftwerke“ in Unna	10.05.05	C. Schulz
Exkursion zu den Firmen Phoenix Contact in Blomberg, Siemens in Mülheim/Ruhr und NKT Cables in Köln	17.- 19.05.05	M. Kurrat G. Bärwaldt M. Budde D. v.d. Fecht F. Gerdinand C. Schulz u. Studenten
Teilnahme am 1. Grenzflächenkolloquium von RWTH Aachen, TU Braunschweig und TU Darmstadt in Darmstadt	30.05.05	M. Kurrat T. Braunsberger F. Gerdinand A. Dziubek
Exkursion im Rahmen der Vorlesung Innovative Energiesysteme zur Firma Enercon in Aurich	20.06.05	G. Newi G. Bärwaldt C. Schulz V. Schwanitz u. Studenten
Teilnahme am DFG-Kolloquium in Stuttgart	22.- 23.06.05	T. Braunsberger
Teilnahme an der 34. Sitzung K124 „Hochspannungs-Prüftechnik“ in Stuttgart	24.06.05	M. Kurrat
Projekttreffen „MikroPlas“ bei Greiner bio-one in Frickenhausen	29.06.05	A. Dziubek M. Kurrat
Vortrag im Rahmen des Elektronischen Kolloquiums der Universität Rostock	04.07.05	M. Kurrat
Teilnahme (Vortrag) am niedersächsischen Telekolloquium „Dezentrale Energieerzeugung - eine Lösung zukünftiger Energieprobleme?!“	07.07.05	M. Kurrat G. Bärwaldt C. Schulz
Projekttreffen beim Institut für Plasmaphysik des Forschungszentrums Jülich	06.- 07.07.05	U. Braunsberger M. Kurrat M. Lindmayer
Tag der offenen Tür der TU-Braunschweig (TU-Day)	09.07.05	alle Mitarbeiter
Vorstandssitzung des VDE Bezirksvereins Braunschweig	11.07.05	M. Lindmayer F. Körner

Teilnahme an der Doktor Prüfung von Herrn Ralf Kotte am Schering Institut der Universität Hannover	19.08.05	M. Kurrat
Teilnahme (Vortrag) am „XIVth Symposium on High Voltage Engineering in Peking, China	22.- 26.08.05	A. Dziubek M. Kurrat
Teilnahme an der Tagung „Marktreife Mikro-KWK-Systeme für Wärme, Strom und Kälte“ an der FH-Hannover	01.09.05	C. Schulz
Teilnahme (Vortrag) am „XVIth Symposium on Physics of Switching Arc“ in Brünn, Tschechische Republik	05.- 09.09.05	M. Lindmayer A. Mutzke T. Rüther
Teilnahme (Poster) an der “7.European Conference on Applied Superconductivity (EUCAS)” in Wien, Österreich	11.09.- 15.09.05	M. Kurrat A. Henning
Teilnahme (Vortrag) am „ETG Kongress 2005“ in Dresden	15.09.- 16.09.05	M. Lindmayer G. Bärwaldt J. Grundmann F. Gerdinand u. Studenten
Teilnahme am Festkolloquium zum 60. Geburtstag von Prof. Leithner; Institut für Wärme- und Brennstofftechnik TU Braunschweig	20.09.05	M. Kurrat
Teilnahme an der Tagung „f-cell 2005“ in Stuttgart	26.- 27.09.05	C. Schulz
Vortrag „Faszination Wi-Ing“ im Rahmen der Hochschul- Informations-Tage an der TU Braunschweig	27.09.05	M. Kurrat
Teilnahme an der Tagung „Innovative Kraft-Wärme-Kälte Kopplung“ in Erfurt	28.09.05	C. Schulz
Prof. Albert Claudi und Mitarbeiter vom Institut für Anlagen- und Hochspannungstechnik der Uni Kassel besuchen unser Institut	04.10.05	M. Kurrat C. Schulz
Teilnahme (Vortrag) an der 18. VDE-Fachtagung „Kontaktverhalten und Schalten“ in Karlsruhe	05.- 07.10.05	M. Kurrat M. Lindmayer A. Mutzke T. Rüther
Betriebsausflug mit Besichtigung der PTB und Boßel-Turnier	13.10.05	
Vorstandssitzung des VDE Bezirksvereins Braunschweig	17.10.05	F. Körner
Vortrag „Wie erzeugen wir zukünftig unseren elektrischen Strom?“ im Rahmen des Studium Generale an der TU Braunschweig	25.10.05	M. Kurrat
Teilnahme an der Cigre/Cired Informationsveranstaltung „Komponenten und Systeme für Stromnetze“ in Erlangen	26.10.05	E.-D. Wilkening
Teilnahme am „10. Kasseler Symposium Energie-Systemtechnik, Die Zukunft der elektrischen Verteilnetze“ in Kassel	10.- 11.11.05	C. Schulz

Teilnahme (Vortrag) am „Future Power Systems 2005“ in Amsterdam, Niederlande	16.- 17.11.05	C. Schulz G. Bärwaldt
Verleihung des VDE – Preises der Stiftung Erwin Marx für besondere Studienleistungen im Rahmen des Absolvententages Elektrotechnik, TU Braunschweig	25.11.05	M. Kurrat
Teilnahme an der Doktor-Prüfung von Herrn Carsten Lüders am Institut für Hochspannungstechnik der RWTH Aachen	05.12.05	M. Kurrat
Die Herren Wilczek und Krasuski vom „Electrotechnical Institut“ in Warschau, Polen besuchen unser Institut	05.- 06.12.05	M. Lindmayer
Jahresversammlung der Institutsmitarbeiter/-innen	22.12.05	
Herr Wieben vom Institut für Energietechnik der FH Wilhelmshaven besucht unser Institut	04.01.06	M. Kurrat
Präsentationstraining für Studenten	13.- 14.01.06	T. Braunsberger J. Kulessa
Teilnahme an der TaskForce „Dezentrale Energieversorgung 2020“ in Frankfurt	16.01.06	C. Schulz
Projekttreffen „MikroPlas“ bei MicroParts in Dortmund	17.01.06	A. Dziubek
Exkursion im Rahmen der Vorlesung Energiewirtschaft u. Kraftwerke zum Heizkraftwerk Mitte in Braunschweig und zur Netzleitstelle	18.01.06	C. Schulz H. Waitschat u. Studenten
Vorstandssitzung des VDE Bezirksvereins Braunschweig	23.01.06	M. Lindmayer F. Körner
Teilnahme am ETG-Workshop „Dezentrale Energieversorgung: Wirtschaftliche und rechtliche Aspekte/Contracting“ in Frankfurt	26.01.06	G. Bärwaldt C. Schulz M. Pielke u. Student.
Exkursion im Rahmen der Vorlesung Energiewirtschaft u. Kraftwerke zum E.O.N. Kraftwerk und Windpark in Mehrum	27.01.06	C. Schulz G. Bärwaldt H. Waitschat u. Studenten
Durchführung von Studienseminar	03.02.06	T. Braunsberger
Teilnahme (Vortrag) am „4. Innovationstag des Synergiekreises Netze, Dezentrale Erzeugung und virtuelle Kraftwerke – Chancen und Risiken für Netzbetreiber“ der Stadtwerke Bremen	09.02.06	C. Schulz
Exkursion im Rahmen der Vorlesung Plasmatechnik zum Institut für Plasmaphysik des Forschungszentrums Jülich	09.- 10.02.06	U. Braunsberger A. Dziubek u. Studenten
Exkursion im Rahmen der Vorlesung Hochspannungstechnik 2 zum Prüfinstitut IPH nach Berlin	10.02.06	M. Kurrat G. Bärwaldt u. Studenten

Teilnahme (Vortrag) am „IX. Symposium Energieinnovation“ in Graz, Österreich	15.- 17.02.06	M. Kurrat C. Schulz G. Bärwaldt
Auszeichnung mit dem „Young Authors Award“ der Stadt Graz, Österreich	16.02.06	G. Bärwaldt
Teilnahme an der TaskForce „Dezentrale Energieversorgung 2020“ in Frankfurt	28.02.06	C. Schulz
Projekttreffen „microplasma“ bei der Gesellschaft für Biotechnologische Forschung GBF in Braunschweig	03.03.06	A. Dziubek M. Kurrat F. Gerdinand
Teilnahme an der Arbeitssitzung des „VDE-ETG, Fachbereich V3 Energiewirtschaft“ in Frankfurt	13.03.06	G. Bärwaldt
2. ETG Workshop „Supraleitertechnologien und deren Anwendung in der Elektroenergietechnik“ in Hannover	21.03.- 22.03.06	A. Henning
Arbeitstreffen „MikroPlas“ beim Fraunhofer Institut für Schicht- u. Oberflächentechnik in Braunschweig	30.03.06	A. Dziubek
Teilnahme am ETG Fachausschuss „Brennstoffzelle“ sowie an der TaskForce „Dezentrale Energieversorgung 2020“ in Dortmund	05.04.06	C. Schulz
Einweihung des neuen Praktikumsraums „Hochspannungstechnik“	13.04.06	
Besuch des Institute for Electrical Power Systems, Prof. Lou van der Sluis, der TU-Delft, Niederlande	19.- 20.04.06	M. Kurrat C. Schulz G. Bärwaldt
VDE Bezirksverein Braunschweig, Vortrag: „Hochtemperatur-Supraleiter in der Elektrischen Energieversorgung“	20.04.06	M. Lindmayer
Vortrag auf der Hannover Messe im Life Needs Power Forum	25.04.06	C. Schulz
Teilnahme am Kick-off-meeting des Forschungsverbundes Energie Niedersachsen in Clausthal	25.04.06	M. Kurrat G. Bärwaldt C. Schulz U. Braunsberger
Verabschiedung von Frau Monika Georgi in den Ruhestand	28.04.06	
Teilnahme an der CIGRE Working Group D1.14 „Material properties for non-ceramic outdoor insulation“ in Ottobrunn (München) Tyco	02.- 03.05.06	M. Kurrat T. Braunsberger
Vorstandssitzung des VDE Bezirksvereins Braunschweig	08.05.06	F. Körner
Teilnahme an der TaskForce „Dezentrale Energieversorgung 2020“ in Frankfurt	08.05.06	C. Schulz
Teilnahme an der VDN Tagung in Berlin „Titel: Treffpunkt Netze“	08.- 09.05.06	M. Kurrat G. Bärwaldt

		V. Schwanitz M. Pielke
Arbeitsgruppentreffen „Distributed Generation“ Forschungsverbund Energie Niedersachsen an der FH-Hannover	11.05.06	C. Schulz M. Pielke M. Kurrat
Teilnahme (Vortrag) am Forschungskreis Solarenergie- Symposium FKS in Braunschweig „Titel: Nachhaltige Energiewirtschaft und Klimaschutz in der Region“	17.- 18.05.06	G. Bärwaldt C. Schulz
Ausrichtung von Tagesseminaren „Teilentladungen“ in Braunschweig	18.05./ 31.05./ 21.06./ 06.07.06 13.12.06	F. Gerdinand A. Dziubek M. Budde T. Braunsberger M. Kurrat
Teilnahme (Vortrag) an der „3rd International Conference – European Electricity Market – EEM06“ in Warschau, Polen	23.- 26.05.06	G. Bärwaldt A. Dziubek C. Schulz
Teilnahme an der Vorstandssitzung des Forschungsverbundes Energie Niedersachsen FEN in Oldenburg	31.05.06	M. Kurrat
Exkursion zu den Firmen Weiss Umwelttechnik, Rohde u. Schwarz und KKW Isar	06.- 08.06.06	M. Kurrat G. Bärwaldt M. Budde A. Dziubek F. Gerdinand M. Pielke u. Studenten
Teilnahme (Vortrag) an der “23rd International Conference on Electrical Contacts” in Sendai, Japan	06.- 09.06.06	T. Rüter E.-D. Wilkening
Teilnahme (Vortrag) am 1. Braunschweiger Supraleiterseminar	07.- 08.06.06	A. Henning
Ausrichtung des „microplasma“ Projekttreffens an unserem Institut in Braunschweig	15.06.06	A. Dziubek M. Kurrat F. Gerdinand V. Ermel C. Wolf
Teilnahme am OFFIS Tag in Oldenburg	19.06.06	M. Kurrat U. Braunsberger
Ausrichtung des „2. Grenzflächen-Kolloquiums“ mit Teilnehmern von RWTH Aachen, TU Braunschweig u. TU Darmstadt an unserem Institut in Braunschweig	27.- 28.06.06	M. Kurrat M. Budde F. Gerdinand T. Braunsberger
Teilnahme an der VWEW-Fachtagung „Biomasse in Heizkraftwerken“ in Kassel	29.06.06	M. Pielke

Teilnahme an der VWEW-Tagung „1 Jahr Regulierung – Anreizregulierung ante portas“ in Berlin	05.07.06	M. Pielke J. Mennecke (Stud.)
Teilnahme an der TaskForce „Dezentrale Energieversorgung 2020“ in Frankfurt	10.07.06	C. Schulz
Teilnahme am Kolloquium im DFG-Schwerpunktprogramm „Zustandsbewertung von Betriebsmitteln und Anlagen der elektrischen Energieversorgung“ in München	11.- 12.07.06	T. Braunsberger
Teilnahme am Arbeitsgruppentreffen „Distributed Generation“ des Forschungsverbundes Energie Niedersachsen FEN in Braunschweig	13.07.06	M. Pielke
Tag der offenen Tür der TU-Braunschweig (TU-Day)	15.07.06	
Vorstandssitzung des VDE Bezirksvereins Braunschweig	17.07.06	F. Körner
Projekttreffen „Explosionsgeschützte Brennstoffzelle“ bei der PTB in Braunschweig	18.07.06	M. Kurrat
Teilnahme an der Summer School des Forschungsverbund Energie Niedersachsen FEN, am Offis Institut in Oldenburg	20.- 21.07.06	C. Schulz M. Pielke
Teilnahme am Projekttreffen des DWI an der RWTH Aachen, „Ionenimplantierte Funktionsschichten“	16.08.06	V. Ermel M. Kurrat
Dr. Goshima vom CRIEPI, Japan besucht unser Institut	23.08.06	
Betriebsausflug mit Besichtigung des Schachtes Konrad und anschließendem Grillen in der Versuchsanlage Hallendorf	24.08.06	
Teilnahme (Poster) an der “3.Applied Superconductivity Conference” in Seattle, USA	27.08.- 01.09.06	A. Henning
Teilnahme (Vortrag) an der Cigre 2006 in Paris, Frankreich	28.08.- 01.09.06	M. Kurrat G. Bärwaldt T. Braunsberger C. Schulz
Teilnahme an der CIGRE Working Group D1.14 „Material properties for non-ceramic outdoor insulation“ in Paris, Frankreich	29.08.06	M. Kurrat T. Braunsberger
Beteiligung am Tag der offenen Tür im Kraftwerk Mehrum	03.09.06	M. Kurrat G. Bärwaldt M. Pielke,
Teilnahme an der Konferenz „European Conference On Surface Science“ ECOSS 24 in Paris, Frankreich	04.- 08.09.06	V. Ermel
Strategiesitzung zur Ausrichtung und Entwicklung des Instituts	07.09.06	M. Kurrat. U. Braunsberger F. Gerdinand E.-D. Wilkening

Teilnahme am Festkolloquium zum 80. Geburtstag von Prof. Unger, Institut für Hochfrequenz	16.09.06	M. Kurrat M. Lindmayer J. Salge D. Kind
Teilnahme an der ETG-Fachtagung „Diagnostik elektrischer Betriebsmittel“ in Kassel	19.- 20.09.06	T. Braunsberger M. Budde F. Gerdinand M. Kurrat
Teilnahme am „Brennstoffzellen-Forum Niedersachsen“ in Hannover	21.09.06	M. Kurrat G. Bärwaldt M. Pielke C. Schulz
Teilnahme (Vortrag) am “XXIInd International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum” in Matsue, Japan	25.- 29.09.06	M. Kurrat F. Körner
Teilnahme an der Arbeitssitzung des „VDE-ETG, Fachbereich V3 Energiewirtschaft“ in Frankfurt	04.10.06	G. Bärwaldt
Teilnahme an der TaskForce „Dezentrale Energieversorgung 2020“ in Frankfurt	04.10.06	C. Schulz
Teilnahme am Festkolloquium zum 35. jährigen Bestehens des Instituts für Hochspannungstechnik und Systemmanagement sowie das 50 jährige Bestehen der Versuchsanstalt für Hochspannungstechnik in Graz, Österreich	05.- 06.10.06	M. Kurrat
Teilnahme an der Vorstandssitzung des Forschungsverbundes Energie Niedersachsen FEN in Oldenburg	10.10.06	M. Kurrat
Teilnahme an der „Kabeltagung“ bei der Firma Nexans in Hannover	10.- 11.10.06	M. Pielke
Besuch der FH-Wilhelmshaven, Institut für Energie-, Verfahrens- u. Umwelttechnik, Prof. Volker Diedrichs	12.10.06	M. Kurrat M. Pielke C. Schulz
Teilnahme am VWEW-Seminar „Windkraft und Netzintegration“ in Hamburg	17.10.06	M. Pielke
Frau M. Koochack Zadeh von der TU Darmstadt besucht unser Institut	17.10.06	M. Budde F. Körner
Teilnahme (Vortrag) am „VDE-Kongress 2006“ in Aachen	23.- 25.10.06	M. Kurrat G. Bärwaldt M. Budde A. Dziubek C. Schulz M. Pielke u. Studenten
Erstsemester Begrüßung in der Hochspannungshalle	30.10.06	M. Budde

Teilnahme an der 1. Internationalen Konferenz „Energieautonomie durch Speicherung erneuerbarer Energien“ in Gelsenkirchen	30.- 31.10.06	G. Newi G. Bärwaldt
Vortrag „Warum ist der Strom so teuer?“	31.10.06	E.-D. Wilkening
Teilnahme an der “Final International Conference of the REALISE-Forum Project” in Berlin	02.- 03.11.06	G. Bärwaldt
Teilnahme (Vortrag) am „VDE-Workshop Dezentrale Energieversorgung 2020“ in Frankfurt	06.11.06	C. Schulz
Teilnahme an einer NEPLAN-Schulung in Mannheim	07.- 10.11.06	E.-D. Wilkening M. Pielke
Teilnahme (Vortrag) an der DACH Tagung 2006 „Europas Energieszenario der Zukunft“ in Salzburg, Österreich	08.- 09.11.06	M. Kurrat C. Schulz
Besuch der TU-München, Lehrstuhl für Hochspannungs –und anlagentechnik, Fachgebiet Elektrische Energieversorgungsnetze Prof. Rolf Witzmann	10.11.06	C. Schulz M. Kurrat
Teilnahme an der Cigre/Cired Informationsveranstaltung „Komponenten und Systeme für Stromnetze“ in Dortmund	15.11.06	E.-D. Wilkening
Ausrichtung des Doktoranden Seminar des Forschungsverbund Energie Niedersachsen FEN an unserem Institut	16.- 17.11.06	C. Schulz
Teilnahme an der Lehrerfortbildung vom regionalen Umweltbildungszentrum in Braunschweig. Seminarfachthema: „Globale nachhaltige Energieversorgung“	21.11.06	C. Schulz
Teilnahme an der Jahreshauptversammlung des VDE Bezirksvereins Braunschweig	22.11.06	F. Körner M. Kurrat M. Pielke u. Studenten
Teilnahme an „Dynamische Netzplanungsszenarien“ VDE in Frankfurt	21.- 22.11.06	M. Pielke
Teilnahme an der VWEW-Fachtagung „Photovoltaik und Netzintegration“ in Fulda	22.- 23.11.06	G. Bärwaldt
Teilnahme am Projekttreffen und Statusseminar „MikroPlas“ beim Fraunhofer Institut für Schicht- und Oberflächentechnik in Braunschweig	28.- 29.11.06	A. Dziubek
Teilnahme (Vortrag) am „Current Zero Club“ Meeting in Arnhem, Niederlande	30.11- 01.12.06	F. Körner
Teilnahme an „Einbindung dezentraler Einspeiser in Versorgungsnetze“ VDE in Frankfurt	05.- 06.12.06	M. Pielke
Präsentationstraining für Studenten	08.- 09.12.06	T. Braunsberger J. Kulessa

Teilnahme am Treffen des Forschungsverbundes Energie Niedersachsen FEN, Arbeitsgruppe „Distributed Generation“ in Hannover	18.12.06	M. Pielke
Jahresversammlung der Institutsmitarbeiter/-innen	21.12.06	

#### 4.1 Berichte von besonderen Ereignissen

##### **Institutskolloquium zur Verabschiedung von Prof. Dr.-Ing. Manfred Lindmayer**

Alexandra Mutzke, Thomas Rüter

Nach fast 25 Jahren oder universitär gesprochen 49 Semestern als Institutsleiter wurde Prof. Lindmayer am 2. April 2005 mit einem Institutskolloquium verabschiedet. Seither verbringt er die Semester als Urlaubssemester im wohlverdienten Ruhestand. Dass ein Vierteljahrhundert Wirken zahlreiche Spuren hinterlässt, zeigte sich an der langen Gästeliste mit über 200 Personen und zahlreichen würdigenden Beiträgen. Der Einladung in das Foyer des Altbaus waren Professoren anderer Institute und Universitäten ebenso gefolgt wie ehemalige und derzeitige Mitarbeiter.



Die Festveranstaltung wurde nach einem Sektempfang vom Nachfolger in der Institutsleitung, Herrn Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat, mit einem Ausblick auf die Zukunft eröffnet. Als besonderen Gast konnte er den Aachener Kollegen Prof. Dr.-Ing. Klaus Möller begrüßen. In einem Festvortrag berichtete er über die mit Prof. Lindmayer geteilte Vorliebe zur experimentellen und numerischen Lichtbogenanalyse. Im Namen der Universitätsleitung würdigte Prof. Berthold Burkhard, TU-Vizepräsident für Infrastrukturplanung, die Arbeit von Prof. Lindmayer.

In seiner letzten Rede als Institutsleiter fand Prof. Lindmayer zum Abschluss des offiziellen Teils der Veranstaltung überraschend klare Worte. Wie auch oft in den Vorlesungen hatte er für Anschauungsmaterial gesorgt – die berühmten drei Affen von Nikko. Mit detaillierten Plänen für seinen „Unruhestand“ gab er zuletzt Ausblick auf seinen neuen Lebensabschnitt.

Zur anschließenden Abendveranstaltung mit Buffet wurde in die zum Festsaal umgestaltete Hochspannungshalle geladen.

Die Mitarbeiter ließen es sich nicht nehmen, die fachlichen Höhepunkte und kleinen Missgeschicke Ihres Professors in einem Vortrag humorvoll darzubieten. Alexandra Mutzke und Thomas Rüter verwiesen auf die beeindruckenden Zahlen von 3 internationalen Auszeichnungen, 35 Promotionen, 175 Veröffentlichungen und 351 studentischen Arbeiten. Sie stellten anschaulich dar, dass ihn dafür Reisen rund um den Globus geführt hatten. Doch auch manche Schwierigkeiten



jenseits der Forschung und Lehre mussten gemeistert werden. So wurde Prof. Lindmayers Auto mit einem Bauschuttcontainer verwechselt und mit alten Fenstern beworfen.



Für sein schier unerschöpfliches Fachwissen, seine zielstrebige und stets optimistische Haltung sowie ausgezeichnete Instituts- und Personalführung bedankten sich die ehemaligen und derzeitigen Mitarbeiter mit einer Ausrüstung für die Zukunft: Golfutensilien und –kurs sowie ein Fahrrad. Die gelungene Abendveranstaltung endete erst in den Morgenstunden.

Trotz des offiziellen Ruhestandes steht Prof. Lindmayer den Mitarbeitern bei fachlichen Fragen bis heute jederzeit mit der gewohnten Tatkraft zur Seite. Hierfür bedanken wir uns im Namen aller Mitarbeiter ganz herzlich!

### **Exkursionswoche 06.-08. Juni 2006: Reise nach Süddeutschland**

Michael Budde

Die von der Technischen Universität Braunschweig verhängte Vorlesungsunterbrechung nach Pfingsten wurde auch im Jahr 2006 vom Institut für Elektromagnetische Verträglichkeit und vom Institut für Hochspannungstechnik und Elektrische Energieanlagen genutzt, um mit Studenten und Mitarbeitern der beiden Institute eine dreitägige Exkursion durchzuführen.

Als erste Station auf dem weiten Weg ins Allgäu durften wir die Firma Weiss Klimatechnik in Reislingen (Nähe Gießen) besichtigen. Sie ist weltweit einer der bedeutendsten Hersteller von Umweltsimulationsanlagen. Das Lieferprogramm umfasst Prüfsysteme für Temperatur- und Klimaprüfungen, Bewitterungs-, Temperaturschock-, Korrosions- und Langzeitprüfungen in allen Prüfraumgrößen. Freundlicherweise durften wir uns dort auch mit einem Mittagessen stärken, und nach ausführlicher Begehung des Unternehmens setzten wir die Reise nach Süddeutschland fort.



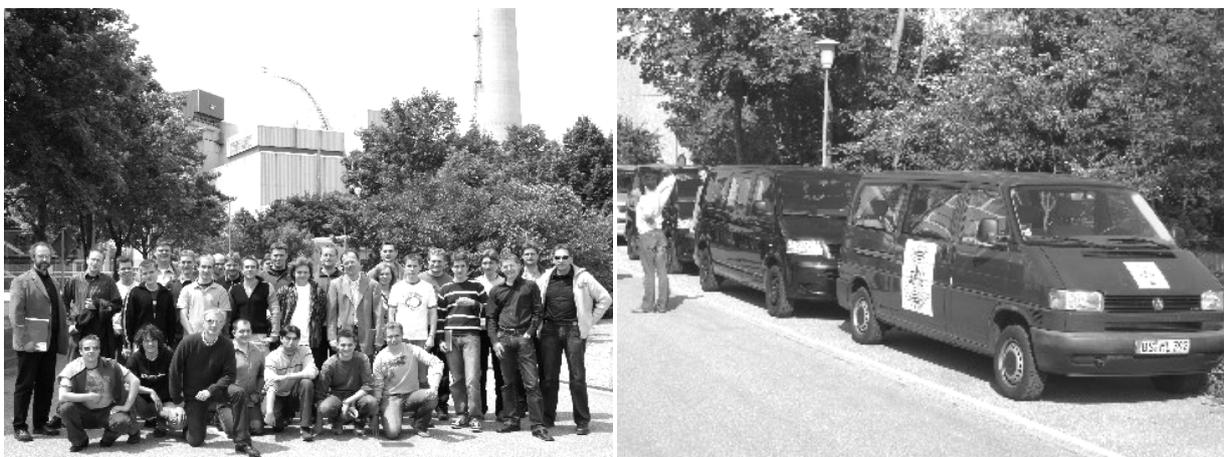
Als Übernachtungsstätte für die Mitreisenden diente das altherwürdige Koster Rot an der Rot gelegen im Grenzgebiet Baden-Württembergs und Bayerns. Das Kloster wurde bereits im Jahre 1126 von Prämonstratensern gegründet und gehörte später zum Eigentum des Kaisers Friedrich Barbarossa. Heute dient es nicht nur als Kirche, sondern auch gemeinnützigen Zwecken. Für eine Übernachtung unserer Reisegruppe war es also gerade adäquat.



Der zweite Tag brachte ebenfalls ein volles Programm: bereits um 09.00 Uhr waren wir beim Elektronikkonzern Rohde & Schwarz in Memmingen (Allgäu) verabredet. Rohde & Schwarz ist ein führender Lösungsanbieter in den Arbeitsgebieten Messtechnik, Rundfunk, Funküberwachung und -ortung sowie einsatzkritische Funkkommunikation. Nach der Vorstellung des höchst profitablen Unternehmens konnten wir die eindrucksvolle Fertigung und einen neu errichteten Antennenmessplatz sehen. Auch hier durften wir großzügigerweise auf die Firmenkantine zurückgreifen.

Der Nachmittag stand im Zeichen einer der deutschen Touristenmagnete schlechthin: Schloss Neuschwanstein oberhalb der Stadt Füssen. Die Besichtigung des Schlosses war mit einem kurzem 20minütigen Aufstieg zum Schloss verbunden. Eine professionelle Führung verdeutlichte uns dann die Prunksucht des Märchenkönigs Ludwig II. von Bayern.

Am Spätnachmittag/frühen Abend führte uns der weitere Weg bis nach Landshut, wo wir in einem Hotel die Nacht verbrachten.



Dritter Tag: Schon von weitem war das Kernkraftwerk Isar mit seinen zwei Blöcken zu sehen. Es hat seinen Standort östlich von Landshut direkt an den Ufern der Isar. Mit derzeit ca. 700 Mitarbeitern ist es die größte Anlage der E.ON Kernkraft GmbH und trägt heute entscheidend

zur Deckung des Stromverbrauchs in Bayern bei. Nach einer Einführung in das Unternehmen und den Standort konnte das Betriebsgelände besichtigt werden. Eine ausführliche Diskussion über die Zukunft der Kernenergie mit begleitendem Imbiss rundete das Programm ab.

Als letzter Punkt der Exkursion blieb nur noch der Rückweg ins heimische Braunschweig, das wir am frühen Abend glücklich erreichten

### **Inbetriebnahme der neuen Photovoltaik-Anlage**

Gunnar Bärwaldt

Seit September 2005 verfügt das HTEE über eine eigene Photovoltaik-Anlage. Vier Module vom Typ „Sanyo HIP-200NHE1“ wurden auf dem Dach des Südturmes installiert und stellen eine Spitzenleistung von  $800 W_p$  bereit. Wir sind damit in der Lage, den Verlauf der regenerativen Stromerzeugung aus Sonnenenergie kontinuierlich und in einer hohen zeitlichen Auflösung zu erfassen. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen ein in Simulationen von Niederspannungsnetzen, die mit einer großen Zahl dieser dezentralen Stromerzeugungsanlagen durchsetzt sind. Wir analysieren die Zusammenhänge zwischen Umgebungs- und Modultemperatur, sowie Globalstrahlung und aktuell bereitgestellter Leistung. Zudem erhoffen wir uns Kenntnisse über Störgrößen (z.B. Verschattung), die eine Vorhersage der Stromerzeugung einer PV-Anlage beeinträchtigen.

Ganz nebenbei leisten wir damit einen Beitrag zum Ausbau Erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung: Die erzeugte Energie wird über einen netzgekoppelten Wechselrichter in das Versorgungsnetz der TU-BS eingespeist. Wir können auf ein erfolgreiches erstes Betriebsjahr zurückblicken und mit einer Energieausbeute von rund 750 kWh einen für unseren Standort überdurchschnittlichen Ertrag verzeichnen.

Für das kommende Jahr ist geplant, den Neigungswinkel der Anlage zu modifizieren und eine Erweiterung um Speicherkomponenten vorzunehmen.



## 5 Veröffentlichungen und Vorträge

- Fecht, v. d. D.  
Wilkening, E.-D.  
Meckler, P.                      *Schalten in Bordnetzen mit variabler Frequenz bis 800 Hz.*  
18. VDE-Fachtagung, Karlsruhe 2005
- Schulz, C.  
Wacker, J.  
Kurrat, M.                      *Virtuelle Regelkraftwerke mit Mini-Blockheizkraftwerken - eine wirtschaftliche Utopie?*  
EW Jg. 104 (2005), 17-18/2005
- Mutzke, A.  
Lindmayer, M.                      Vortrag „*Physik des Niederspannungslichtbogens – Experimente und Simulationen*“ beim Erfahrungsaustausch der Prüflaboratorien 2005 des Sektorkomitees Industrielle Niederspannungsschaltgeräte (SK INspG) der Deutschen Akkreditierungsstelle Technik e. V. (DATech) bei der Siemens AG in Amberg
- Exl, F.  
Gerdinand, F.  
Bärsch, R.  
Kindersberger, J.                      *Round Robin Test for the Evaluation of the Hydrophobicity Transfer Ability of Polymeric Insulating Materials*  
ETG-Fachtagung "Grenzflächen in elektrischen Isoliersystemen", 8. und 9. März 2005 in Hanau
- Kurrat, M.                      *Einfluß der inneren Grenzflächen auf die Lebensdauer gefüllter oder glasfaserverstärkter Isolierstoffe unter Freiluftbedingungen*  
ETG-Fachtagung "Grenzflächen in elektrischen Isoliersystemen", 8. und 9. März 2005 in Hanau
- Gerdinand, F.  
Budde, M.  
Kurrat, M.                      *Verbesserung der Langzeitbeständigkeit von Epoxidharzverbundwerkstoffen für den Freiluftbereich durch Optimierung der inneren Grenzflächen*  
ETG-Fachtagung "Grenzflächen in elektrischen Isoliersystemen", 8. und 9. März 2005 in Hanau
- Dziubek, A.  
Braunsberger, T.  
Kurrat, M.  
Seifert, J.                      *Beurteilung der Alterungsbeständigkeit der inneren mikroskopischen Grenzflächen von GFK-Stäben für Verbundisolatoren*  
ETG-Fachtagung "Grenzflächen in elektrischen Isoliersystemen", 8. und 9. März 2005 in Hanau
- Gerdinand, F.  
Budde, M.  
Kurrat, M.                      *Verbesserung der Langzeitbeständigkeit von Epoxidharzverbundwerkstoffen für den Freiluftbereich durch Optimierung der inneren Grenzflächen*  
ETG-Fachtagung "Grenzflächen in elektrischen Isoliersystemen", 8. und 9. März 2005 in Hanau
- Budde, M.  
Gerdinand, F.  
Kurrat, M.                      *Kombinierte Alterung von Isoliersystemen auf Epoxidharzbasis*  
ETG-Fachtagung "Grenzflächen in elektrischen Isoliersystemen", 8. und 9. März 2005 in Hanau
- Braunsberger, T.  
Dziubek, A.  
Kurrat, M.                      *Untersuchungen zur Hydrophobieabnahme von Silikonoberflächen durch Teilentladungen an Wassertropfen-Tauschichten*  
ETG-Fachtagung „Grenzflächen in elektrischen Isoliersystemen“, 8. und 9. März 2005 in Hanau

- Dziubek, A.  
Braunsberger, T.  
Kurrat, M.      *Effects of water drop corona at dew layers on silicone rubber*  
ISH, Peking, 2005
- Gerdinand, F.  
Li, P.  
Kurrat, M.  
Lindmayer, M.      *Influence of barrier permittivity and contact on the appearance of homogeneous discharges*  
The 14th International Symposium on High Voltage Engineering, Tsinghua University, Beijing, China; 25 – 29 August 2005
- Budde, M.  
Horn, A.  
Körner, F.  
Kurrat, M.  
Steinke, K.      *Dielectric Behaviour of Vacuum Circuit-Breakers*  
The 14th International Symposium on High Voltage Engineering, Tsinghua University, Beijing, China - August 25-29, 2005
- Budde, M.  
Gerdinand, F.  
Kurrat, M.      *Influence of water immersion on partial discharge breakdown mechanism and lifetime of filled epoxies*  
The 14th International Symposium on High Voltage Engineering, Tsinghua University, Beijing, China - August 25-29, 2005
- Lindmayer, M.  
Mutzke, A.  
Rüther, T.  
Springstubbe, M.      *Some aspects of arc behavior in low voltage arc chutes*  
16th Symposium on Physics of Switching Arc  
Brno, Czech Republic, September 2005
- Stadel, O.  
Henning, A.  
Kurrat, M.  
Samoilenkov, S.V.  
Muydinov, R.  
Schmidt, J.  
Keune, H.  
Wahl, G.  
Gorbenko, O.Yu.  
Korsakov, I.E.  
Melnikov, O.V.  
Kaul, A.R.      *MOCVD of coated conductors on textured metal tapes in a RTR-system*, Superconductor Science and Technology, Volume 19  
Number 3 March 2006
- Braunsberger, U.      *Hydrogen Spark Gap for Fast Switching in Pulsed Power Circuits*  
16th Topical Meeting of the European Electromagnetic Launch Society,  
19th - 21st September 2005, Düsseldorf
- Lindmayer, M.  
Mutzke, A.  
Rüther, T.      *Messungen und Simulation von Schaltlichtbögen in Löschblechkammern*  
18. VDE-Fachtagung Kontaktverhalten und Schalten (Albert-Keil-Kontaktseminar)  
Karlsruhe, Oktober 2005

- Bärwaldt, G.  
Newi, G.                      Themen für eine Vorlesung "*Innovative Energiesysteme*"  
XII. Symposium - *Nutzung regenerativer Energiequellen und Wasserstofftechnik*, 3.-5. November 2005, FH Stralsund
- Schulz, C.  
Kurrat, M.                    *Virtual Power Plants with combined heat and power micro-units*  
Future Power Systems 2005, Amsterdam, Holland, November, 16-17, 2005
- Pielke, M.  
Mennecke, J.  
Kurrat, M.                    *Verwendung öffentlicher Daten beim Benchmarking von Netzbetreibern*  
EW Nr. 24 (2006)
- Braunsberger, T.  
Iova, S.  
Hinrichsen, V.  
Kurrat, M.                    *Partial Discharge Processes at sessile water drops on insulating surfaces*  
XIV International Conference on Gas Discharges and their Applications, Xi'an, China, 2006
- Schulz, C.                      *Einfluss auf das Niederspannungsnetz am Beispiel einer Untersuchung der TU-Braunschweig zum Einsatz von Mini-BHKW in einer Neubausiedlung*  
4. Innovationstag des Synergiekreises Netze, swb, Bremen, Februar 09, 2006
- Schulz, C.  
Sinagowitz, M.  
Kurrat, M.                    *Integrations- und Marktstrategien von Mini-Blockheizkraftwerken für den Energieversorger in Deutschland*  
IX. Symposium Energieinnovation, Graz, Österreich, Februar 15-17, 2006
- Bärwaldt, G.  
Kurrat, M.                    *Auswirkungen stochastisch fluktuierender Stromeinspeisung auf das deutsche Stromversorgungsnetz*  
IX. Symposium Energieinnovation, 15.-17. Februar 2006 TU Graz, Österreich
- Schulz, C.                      *Zukünftige Strukturen der Energieerzeugung*  
Life Needs Power 2006, Hannover Messe, Hannover, April 25, 2006
- Gerdinand, F.  
Budde, M.  
Kurrat, M.                    *State estimation of accelerated aged mineral filled epoxy insulating materials*  
XVIth International Conference on Condition Monitoring and Diagnosis,  
Changwon, Korea; 2. – 5. April 2006
- Schulz, C.                      *Integration von Mini-Blockheizkraftwerken in das elektrische Versorgungsnetz*  
6. FKS-Symposium, Braunschweig, Mai 17-18, 2006
- Bärwaldt, G.  
Kurrat, M.                    *The influence of renewable power generation on the power Transmission network of Germany*, 3rd International Conference „The European Electricity Market. EEM-06” Challenge of the Unification, 24.-26. Mai 2006, Warsaw, Poland

- Schulz, C. *Business models for distributed power generation with combined heat and power micro-units*  
The 3rd International Conference - European Electricity Market - EEM06, Warschau, Polen, Mai 24-26, 2006
- Braunsberger, T. *Cyclic water drop corona test*  
*Beitrag bei der Cigre 2006 zum Beitrag B2-3*  
Cigre 2006, Paris, Frankreich, 28.08.-01.09.2006
- Schulz, C. *Communication standards for DER*  
*Beitrag bei der Cigre 2006 zum Beitrag C6-104*  
Cigre 2006, Paris, Frankreich, 28.08.-01.09. 2006
- Henning, A.  
Kurrat, M. *Thermal-electric simulations of coated conductors with a variable conductivity of the buffer layer.*  
ASC (Applied Superconductivity Conference), 27.08. - 01.09.06, Seattle
- Ermel, V.  
Frey, H.  
Kurrat, M.  
Lehmann, K.-H.  
Meyr, M.  
Thomas, H. *“Conductivity of Ion Implanted Textile “,*  
24th Conference on Surface Science, Paris, France, 4.-8. September, 2006.
- Braunsberger, U. *An Electrodynamical Actuator for a Fast High Pressure Gas Valve*  
17th Topical Meeting of the European Electromagnetic Launch Society,  
11th - 13th September 2006, Brüssel
- Gerdinand, F.  
Dziubek, A.  
Li, P.  
Kurrat, M.  
Lindmayer, M. *“Simulation of electrical characteristics in homogeneous barrier discharges”*  
XVI International Conference on Gas Discharges and their Applications, Xi’an, China; 11.-15. September 2006
- Dziubek, A.  
Kurrat, M. *“Investigation of ignition conditions of dielectric barrier discharges at atmospheric pressure”*  
XVI International Conference on Gas Discharges and their Applications, Xi’an, China, 11.-15. September 2006
- Braunsberger, T.  
Iova, S.  
Hinrichsen, V.  
Kurrat, M. *“Partial discharge processes at sessile water drops on insulating surfaces”*  
XVI International Conference on Gas Discharges and their Applications, Xi’an, China, 11.-15. September 2006
- Budde, M.  
Gerdinand, F.  
Kurrat, M. *Grenzen der Teilentladungsdiagnose schädigungsrelevanter Fehlstellen*  
ETG-Fachtagung “Diagnostik elektrischer Betriebsmittel”, 19./20. September 2006, Kassel

- Braunsberger, T.  
Kurrat, M.                      *Wassertropfenkorona auf hydrophoben Silikonoberflächen in Abhängigkeit der Feldrichtung*  
ETG-Fachbericht 104, Vorträge der ETG-Fachtagung „Diagnostik elektrischer Betriebsmittel“, 19./20. September 2006 (Kassel)
- Budde, M.  
Kurrat, M.  
Körner, F.  
Lindmayer, M.  
Kurrat, M.  
Gentsch, D.                      *Dielectric investigations on micro discharge currents and conditioning behaviour of vacuum gaps*  
*Synthetic Tests of Capacitive Current Switching Using a Test Vessel*  
XXIInd International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum (ISDEIV),  
Matsue, Japan, 25.-29. September 2006
- Gerdinand, F.  
Budde, M.  
Kurrat, M.                      *State estimation of accelerated aged mineral filled epoxy insulating materials*  
Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena,  
Kansas City, USA – October 15.-18. 2006
- Schulz, C.  
Kurrat, M.                      *Verbundbetrieb von Mini-BHKW*  
VDE-Kongress 2006, Aachen, Oktober 23.-25. 2006
- Bärwaldt, G.  
Kurrat, M.                      *Veränderung der Förderung erneuerbarer Energien vor dem Hintergrund der EEG-Überprüfung 2007,*  
VDE Kongress 2006, 23.-25.10.2006, Aachen
- Bärwaldt, G.  
Kurrat, M.                      *Energiespeicher-System für stochastisch fluktuierende Stromerzeugungsanlagen,*  
Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 56. Jahrgang, Heft 10, 2006
- Schulz, C.                      *Wirtschaftlichkeit dezentraler Systeme*  
ETG-Workshop Dezentrale Energieversorgung 2020, Frankfurt,  
November 06, 2006
- Schulz, C.  
Kurrat, M.                      *Strategien zur Integration von Mini-Blockheizkraftwerken in das Versorgungsnetz*  
D/A/CH – Tagung, Europas Energieszenario der Zukunft, Salzburg,  
Österreich, November 08.-09.2006



