

**INSTITUT FÜR HOCHSPANNUNGSTECHNIK
UND ELEKTRISCHE ENERGIEANLAGEN**

**TECHNISCHE UNIVERSITÄT
BRAUNSCHWEIG**



JAHRESBERICHT 2009

Anschrift:

Technische Universität Braunschweig

**Institut für Hochspannungstechnik
und Elektrische Energieanlagen**

Schleinitzstrasse 23

D-38106 Braunschweig

Tel.: 0531-391 7737

Fax: 0531-391 8106

E-Mail: hochspannungstechnik@tu-bs.de

www.htee.tu-bs.de

Redaktion: J. Riss

Jahresbericht 2009

Inhaltsverzeichnis - Table of contents

Inhaltsverzeichnis - Table of contents	3
1 Personelle Besetzung des Instituts - Staff.....	7
2 Lehre – Lectures.....	11
2.1 Vorlesungen und Praktika - Lectures	11
2.2 Studienseminare – Student Lectures	14
2.3 Studienarbeiten - Student Research Projects.....	15
2.4 Diplomarbeiten – Diploma Thesis	16
3 Berichte aus Forschung und Entwicklung - Abstracts on Research Projects	19
3.1 Arbeitsgruppe Energiesysteme - Working Group Energy Systems	19
3.2 Arbeitsgruppe Materialien & Plasmen – Working Group Materials and Plasmas ..	36
3.3 Arbeitsgruppe Schaltgeräte - Working Group Switching Devices	45
3.4 Dissertationen - Dissertations.....	56
4 Besondere Ereignisse – Special Events.....	65
4.1 Berichte von besonderen Ereignissen – Reports on Special Events	74
5 Veröffentlichungen und Vorträge - Publications	92
5.1 Berichte in den Medien – News	96

Liebe Freunde,

alle sprechen über Elektromobilität und so haben wir uns darüber gefreut, dass die TU Braunschweig 49 Mio. Euro für den Bau des Niedersächsischen Forschungszentrums Fahrzeugtechnik (NFF) am Standort Forschungsflughafen Braunschweig erhält. Mit zusätzlichen 23 Mio. Euro für den „Campus Forschungsflughafen“ dürfte dem Standort eine internationale Ausstrahlung gewiss sein. Vor diesem Hintergrund ist uns die Bewilligung von 8 Mio. Euro für unser gemeinsames Großprojekt in der Batterieforschung zum Thema Recycling „LithoRec“ aus dem Bundesumweltministerium hochwillkommen.

Für unsere W2 Professur im Institut mit der Denomination „Komponenten für nachhaltige Energiesysteme“ konnte in diesem Jahr leider kein geeigneter Bewerber gefunden werden. Wir haben uns daher für eine erneute Ausschreibung entschieden. Diese Professur ist für unsere schnell wachsende Arbeitsgruppe Energiesysteme unverzichtbar und wir hoffen auf eine Besetzung im nächsten Jahr.

Als Sprecher für den Forschungsverbund Energie Niedersachsen FEN möchte ich Sie auch über unsere dortigen Aktivitäten informieren. Mit dem Gemeinschaftsstand des Forschungsverbundes waren wir in diesem Jahr mit dem Thema „Dezentrale Netze“ in der Halle 13 auf der Hannover Messe erfolgreich vertreten. Dort haben wir das Fachpublikum auf die zunehmende Bedeutung der Leistungselektronik im Niederspannungsnetz hingewiesen. Auf dem gut besuchten 3. FEN Symposium, das vom OFFIS in Oldenburg ausgerichtet wurde, informierten sich über 100 Teilnehmer in Vortrags- und Posterveranstaltungen über die Fortschritte bei den dezentralen Energiesystemen. Die gelungene Veranstaltung wurde gekrönt von einer Abendeinladung der EWE AG in das Oldenburger Schloss.

Unsere aktuellen Forschungsthemen im Bereich der Batterietechnik, der Hochtemperatur-Supraleiter, der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung inklusive der Isolierstoffsysteme sowie der Vakuum- und Niederspannungs-Schaltgerätetechnik haben wir gut gewählt und somit weiterentwickeln können. Die Ergebnisse unserer Forschungsarbeiten bringen wir in den betreffenden CIGRÉ und IEC Arbeitsgruppen ein. Die Breite der Themen zeigt den Trend zur interdisziplinären Zusammenarbeit auf.

Über unsere besonderen Aktivitäten können Sie sich ausführlich im Jahresbericht informieren. Ich möchte hier nur einige hervorheben und mich natürlich bei allen Mitarbeitern, Beteiligten und Sponsoren für die immer wieder hervorragende Durchführung und Unterstützung bedanken.

Mit dem „4. Braunschweiger Supraleiter-Seminar“ haben wir in diesem Jahr eine deutliche Erweiterung der Kommunikationsplattform zwischen Entwicklern und Anwendern geschaffen. Die zweitägige Veranstaltung wurde von den 60 Teilnehmern intensiv genutzt, um sich in den Vortragsveranstaltungen zu informieren und sich über die aktuellen Fortschritte auszutauschen.

Das diesjährige Treffen der Vakuumgruppe des Current Zero Clubs fand in Braunschweig statt. In dieser internationalen Arbeitsgruppe tauschen sich die Experten aus Industrie und Forschung über ihre Arbeiten kontinuierlich aus und diskutieren Technikrends.

Natürlich wirft auch die internationale Vakuumkonferenz „ISDEIV“ ihre Schatten voraus. Diese Tagung richten wir vom 30.8. bis zum 3.9.2010 in Braunschweig im neuen „Haus der Wissenschaften“ aus, der ehemaligen Pädagogischen Hochschule. Die Vorbereitungen laufen auf Hochtouren und wir freuen uns darauf die Teilnehmer aus der ganzen Welt in Braunschweig begrüßen zu dürfen.

Am 26. September fand unser Ehemaligentreffen statt. Nach einer Institutsführung konnten wir unsere Erfolge für das laufende Jahr präsentieren, mit den wir sehr zufrieden sind. Das zeigt unsere erfreuliche Bilanz mit 5 abgeschlossenen Dissertationen, 30 studentischen Arbeiten, 1 Mio. Euro Drittmittelvolumen und eine hohe Lehrauslastung mit 2.000 studentischen Prüfungen. In gemütlicher Runde verlebten wir in der Aula im „Haus der Wissenschaften“ einen netten Abend bei guter Unterhaltung. Wir freuen uns daher alle auf das nächste Ehemaligentreffen. Den Termin werden wir rechtzeitig bekanntgeben.

Mit dem Wunsch für ein gutes und erfolgreiches Jahr 2010 bedanke ich mich herzlich bei Ihnen, unseren Partnern aus den Unternehmen und Forschungseinrichtungen, den Lehrbeauftragten, der Deutschen Forschungsgesellschaft, dem Bundesumweltministerium, der Volkswagenstiftung sowie dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur für die Unterstützung unserer Arbeiten.

Braunschweig, im Dezember 2009



1 Personelle Besetzung des Instituts - Staff

(Stichtag 31.12.2009)

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

AG Schaltgeräte:	Dr.-Ing.	Ernst-Dieter Wilkening
	Dipl.-Ing.	Björn Bünsow
	Dipl.-Ing.	Alexander Henning
	Dipl.-Ing.	Julia Reiß
	Dipl.-Ing.	Bernd Schottel
	Dipl.-Ing.	Thorsten Schrank
	Dipl.-Ing.	Christian Wolf

Technische Angestellte:
Norbert Schmidt
Susanne Wahl
Bernhard Wedler

Werkstattmitarbeiter:
Kerstin Rach (Werkstattleiterin)
Frank Haake
Klaus-Dieter Kozowsky
Reinhard Meyer
Dieter Pochwat

Auszubildende:
Frank Bosse
Jenny-Sue Jabs

Folgende Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind seit dem 01.01.2009 ausgeschieden:

Am 31.03.09	Dr.-Ing. Alexandra Mutzke
Am 30.04.09	Michael Biethan

Folgende Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind seit dem 01.01.2009 neu hinzugekommen:

Am 01.02.09	Dipl.-Ing. Ingo Gramberg
Am 16.02.09	Dipl.-Ing. Julia Reiß
Am 01.09.09	Dipl.-Wirtsch.-Ing. Phillip Gronstedt
Am 01.11.09	Dipl.-Ing. Bernd Schottel

Als wissenschaftliche Hilfskräfte waren seit dem 01.01.2009 tätig:

Hinrich Baade	Marc Bauer	Julian Becker
Dirk Bösche	Christian Boyer	Carsten Brandes
Marcus Bunk	Arne Dammasch	Zahide Cengil
Johannes Clotz	René Dietz	Renke Ehlers
Bastian Feige	Irina Glaser	Laura Glende
Manuel Goethe	Nicholas Hill	Paul Hinz

Malte John	Magdalena Kaluza	Henning Kaschel
Steffen Karste	Tobias Kopp	Stefanie Koch
Holger Kreißl	Benjamin Kühn	Stanislaw Ljahov
Stefan Maxand	Johann Meißner	Claas Meyer
Jean Monthé	Ngokobi Mtomou	Florian Orth
Sascha Pape	David Rakidzija	Julia Riß
Sascha Siegert	Frederick Sümening	Kai Symank
Andreas Schulz	Patrick Schulz	Henrik Stadtmann
Christoph Stamprath	Orelia Struch	Anton Tranelis
Sebastian Wermuth	Michael Widok	

2 Lehre – Lectures

2.1 Vorlesungen und Praktika - Lectures

Vorlesungstitel	Vortragender	Zeitraum
Dezentrale Energiesysteme	Prof. Kurrat	WS 09/10
E-Technik 1 für Maschinenbauer	Prof. Kurrat	WS 09/10
Elektrische Energieanlagen I	Dr. Wilkening	SS 09
Elektrische Energieanlagen II	Dr. Wilkening	WS 09/10
Elektrische Energiewirtschaft und Kraftwerke	Dr. Waitschat	WS 09/10
Energiewirtschaft im Wandel – Auswirkungen der Liberalisierung	Prof. Kurrat	SS 09
Grundlagen der Elektrotechnik für Maschinenbauer	Prof. Kurrat	SS 09
Grundlagen der Elektrischen Energietechnik	Prof. Kurrat	SS 09
Hochspannungstechnik I	Dr. Temmen	SS 09
Hochspannungstechnik II	Dr. Temmen	WS 09/10
Innovative Energiesysteme	Dr. Newi	SS 09
Numerische Berechnungsverfahren	Prof. Kurrat	WS 09/10
Plasmatechnik	Prof. Kurrat	WS 09/10
Supraleiter in der Energietechnik	Prof. Kurrat	SS 09
Wirtschaftliche Entwicklung von Geräten der Energietechnik	Dr. Knobloch	WS 09/10
Praktika		
Innovative Energiesysteme - Praktikum		WS 09/10
Numerische Berechnungsverfahren - Rechnerpraktikum		SS 09
Praktikum Analyse und Planung von Netzen mit NEPLAN		SS 09
Übersichtspraktikum „Hochspannungstechnik“		WS 09/10
Aufbaupraktikum „Hochspannungstechnik“		SS 09
Aufbaupraktikum „Innovative Energiesysteme“		SS 09 WS 09/10
Rechnerpraktikum Numerische Berechnungsverfahren		SS 09
Energie & Mechatronik Kolloquium		WS 09/10
Energietechnisches Kolloquium		WS 09/10

Dezentrale Energiesysteme

(WS 09/10) 2 V, 2 Ü

(zusammen mit der TU Clausthal und der Uni Oldenburg)

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

Elektrotechnik 1 für Maschinenbauer (Bachelor)

(WS 09/10) 2 V, 1 Ü

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

Elektrische Energieanlagen I

(SS 09) 2 V, 1 Ü

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

Elektrische Energieanlagen II

(WS 09/10) 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

Elektrische Energiewirtschaft und Kraftwerke

(WS 09/10) 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

Energiewirtschaft im Wandel - Auswirkungen der Liberalisierung

(SS 09) 2 V

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

Grundlagen der Elektrotechnik für Maschinenbauer¹

(SS 09) 4V, 2Ü

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.

Grundlagen der elektrischen Energietechnik²

(WS 09/09) 4 V, 1 Ü

(gemeinsam mit Prof. Canders und Prof. Meins)

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

Hochspannungstechnik I

(SS 09) 2 V, 1 Ü

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

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

Hochspannungstechnik II

(WS 09/10) 2V, 1 Ü

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

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

¹ Pflichtvorlesung für alle Studierenden des Maschinenbaus und des Wirtschaftsingenieurwesens Maschinenbau

² Pflichtvorlesung für alle Studierenden der Elektrotechnik und des Wirtschaftsingenieurwesens Elektrotechnik

Innovative Energiesysteme

(SS 09) 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.

Numerische Berechnungsverfahren

(WS 09/10) 2 V, 1 Ü

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

Plasmatechnik

(WS 09/10) 4 V

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

Supraleiter in der Energietechnik

(SS 09) 1 V

Die Vorlesung gibt einen Einblick in die physikalischen Grundlagen der Supraleitung und geht dabei insbesondere auf die Hochtemperatursupraleiter ein.

Der zweite Teil der Vorlesung besteht aus dem 3. Braunschweiger Supraleiter Seminar, auf dem Fachvorträge zu Anwendungen der Supraleitung von Referenten aus Forschung und Industrie gehalten werden.

Wirtschaftliche Entwicklung von Geräten der Energietechnik

(WS 09/10) 2V

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.

2.2 Studienseminare – Student Lectures

WS 2008/2009 – Innovation und moderne Energietechnik

Patrick Schulz	Physik der Supraleiter
Sascha Siegert	Gleichstrom im Haushalt, stirbt Wechselstrom aus?
Stefan Frank	Leuchtmittel der Zukunft
Jean Monthé	Was für Auswirkungen hat ein massiver Einsatz von Energiesparlampen?
Steffen Karste	CO ₂ – Hype oder Klimakiller?

SS 2009 – Zukünftige Anwendungen in der Energietechnik

Hamdi Jedidi	Supraleitender Strombegrenzer
Salem Maamer	Übersicht von Techniken zur Wärmeversorgung von Wohnobjekten
Jan Janßen	Wieviel „E“ braucht Mobilität

2.3 Studienarbeiten - Student Research Projects

(Bearbeitungszeit 10 Wochen)

Timo Ernst	Identifikation von Anforderungen an die Übertragungsnetze unter Berücksichtigung der zukünftigen Erzeugungsstruktur (Deppe)
Andreas Priesing	Vergleich der Lastprofilverfahren zur Abrechnung von Haushaltskunden im Hinblick auf den Einsatz elektronischer Haushaltszähler (Deppe)
Ingo Gramberg	Optimierung der EEG-Veredelung durch Qualitätsverbesserung der Einspeiseprognose (Deppe)
Johann Meisner	Optische Untersuchungen von Vakuumlichtbögen auf Transversal-Magnetfeld-Kontakten (Wolf)
Christoph Carstensen	Entwicklung einer IGBT-Treiberstufe für den Betrieb im linearen Bereich (Bünsow)
Jonathan Kuhlmann	Finanzielle und organisatorische Aspekte zur Durchführung einer energietechnischen/naturwissenschaftlichen Tagung in Braunschweig (Budde) (Projektarbeit)
David Schreiber	Konzepte für die Energieversorgung eines neuen Siedlungsgebietes in Kasachstan (Dyussebekova, Bärwaldt)
Walid Asimi	Entwicklung und Implementierung einer Datenbank zur Verwaltung von Zeitreihen der Energiewirtschaft (Deppe)
Christian Bässe	Wirtschaftlicher und technischer Vergleich verschiedener Technologien zur Übertragung von elektrischer Energie im Höchstspannungsnetz (Deppe)
Ole Binder	Technische Potenzialabschätzung zur Energiegewinnung aus dem Meer (Deppe)
Benjamin Munzel	Charakterisierung des Lichtbogenverhaltens zwischen Transversal-Magnetfeld-Kontakten in Vakuum (Wolf)
Jörg Kludt	Testen einer Überlastschutzbeschaltung für Halbleiterschalter (Bünsow)
Patrick Schulz	Entwicklung eines Verfahrens zur Generierung stochastischer Bedarfslastgänge für Heizwärme und Trinkwarmwasserwärme in Ein- und Mehrfamilienhäusern (Pielke)

Arne Dammasch	Entwicklung eines dynamischen Stromeinspeisepreismodells für einen netzorientierten Verbundbetrieb von Mini-BHKW (Pielke)
Jian Zhao	Wirtschaftlichkeit der Errichtung von Wärmenetzen beim Betrieb von Mini-BHKW (Ludgen)
Tobias Weis	Untersuchung und Bewertung von Thermo-Management-Konzepten für Lithium-Ionen Batteriemodule (Haupt)
Bernd Schottel	Grundlagen zur Entwicklung von Funkenstrecken mit Löscheinrichtungen zur Ableitung von Blitzströmen (Bünsow)
Jean Monthé	Planung und Simulation einer Hochspannungsdurchführung für ein Druckgefäß (Blaz)
Stefan Maxand (aip)	Analyse der Übertragbarkeit des Ansatzes der hierarchischen Koordination auf Wertschöpfungsnetzwerke zur Versorgung von Haushaltskunden mit elektrischer Energie (Deppe)
Andreas Schulz	Bewertung der Wirksamkeit möglicher wirtschaftspolitischer Ansätze als Instrumente der Verlangsamung des Klimawandels
Alexander Eckhold	Tarifmodellentwicklung der Festnetztelefonie im Vergleich zur Stromtarifentwicklung (Deppe)
Stefan Maxand (aip)	Analyse der Übertragbarkeit des Ansatzes der hierarchischen Koordination auf Wertschöpfungsnetzwerke zur Versorgung von Haushaltskunden mit elektrischer Energie (Deppe)

2.4 Diplomarbeiten – Diploma Thesis

(Bearbeitungszeit 6 Monate)

Kai Glemnitz	Steigerung der Wertigkeit von elektrischer Energie aus erneuerbaren Quellen (Bärwaldt, Ludgen)
Ajmal Aqsa	Entwicklung von Risikobewertungsverfahren von Energieversorgungsnetzen (Pielke)
Julia Reiß	Komplett-Simulation von Schaltlichtbögen mit einem einheitlichen Fußpunktmodell (Prof. Lindmayer)
Bernd Schottel	Dielektrische Festigkeit von Vakuumschaltkammern (Budde)
Martin Köther	Untersuchungen des Verhaltens von galvanischen Oberflächenbeschichtungen im elektrischen Feld unter erschwerten Innenraumbedingungen (Hilbert, Budde)
Bülent Altinsoy	Aufbau einer Messeinrichtung für Gleichstromwandler zur Energiemessung in elektrischen Triebfahrzeugen (Schrank)

Benjamin Johannsen	Analyse und Bewertung von Methoden zur Nachweisführung der Einhaltung länderspezifischer Netzanschlussbedingungen für Windenergieanlagen hinsichtlich deren Übernahme in das Produktportfolio eines Windenergieanlagenherstellers (Deppe)
Karsten Schmidt (aip)	Wirtschaftliche Bewertung der Potentiale von Smart Metern (Deppe)
Timo Ernst (aip)	Entwicklung von Geschäftsmodellen zur netzorientierten Integration von Mini-BHKW in das Verteilungsnetz (Pielke)
Barbara Grabe	Auswirkungen der Anreizregulierung im Strom- und Gasmarkt - dargestellt am Beispiel eines Energieversorgungsunternehmens (Pielke)
Thomas Jessen	Bewertung von Eigenerzeugungsanlagen hinsichtlich Zuverlässigkeit, Versorgungssicherheit und Kostensenkungspotenzial (Bärwaldt)
Phillip Gronstedt	Risikoanalyse zur Generierung von CO ₂ -Zertifikaten aus Beteiligungen an internationalen Klimaschutzprojekten (Wiedenhoff)
Matthias Heck	Kritische Analyse der Einsatzmöglichkeiten von Wasserkraft, Solarenergie und Geothermie bei internationalen Klimaschutzprojekten nach Kyoto (Wiedenhoff)

3 Berichte aus Forschung und Entwicklung - Abstracts on Research Projects

3.1 Arbeitsgruppe Energiesysteme - Working Group Energy Systems

LithoRec – Recycling von Li-Ionen Batterien

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Gunnar Bärwaldt

Strengere Emissionsgrenzwerte und -volatile, aber steigende Marktpreise fossiler Energieträger werden in den nächsten Jahren zu einer stark steigenden Nachfrage nach Hybrid- und Elektrofahrzeugen gerade für den Einsatz auf Kurz- und Mittelstrecken führen. Eine Schlüsseltechnologie für die Umsetzung dieser Form der Elektromobilität sind Lithium (Li) -Ionen Batterien. Das Recycling solcher Traktionsbatterien stellt derzeit eine Herausforderung dar: Es existieren heute noch keine wirtschaftlich und ökologisch tragfähigen Lösungen im industriellen Maßstab zur Rückgewinnung von Lithium und anderen Aktivmaterialien, die eine Zurückführung als Sekundärrohstoff in die Batterieherstellung ermöglichen.

Unter Federführung des HTEE gelang die erfolgreiche Beantragung des Verbundprojektes LithoRec, das aus Mitteln des Konjunkturpaketes vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert wird. Die insgesamt 16 Konsortialpartner verfolgen mit dem Projekt *LithoRec* das Ziel der Entwicklung und Erprobung von leistungsfähigen Prozessen und lebensphasenübergreifenden Konzepten zur industriellen Umsetzung eines Recyclings von Li-Ionen Batterien in Deutschland.

Das HTEE befasst sich im Rahmen von LithoRec mit unterschiedlichen Fragestellungen. Zunächst werden wir die Frage beantworten, unter welchen Voraussetzungen genutzte Batterien aus dem mobilen Einsatz stationär eine weiteren Nutzungsphase zugeführt werden können. Gemeinsam mit Partnern werden wir den Zustand von Batteriesystemen ermitteln und über eine Weiternutzung befinden. Kommt eine Weiternutzung nicht in Frage, werden wir Methoden erproben, Batterien derart zu behandeln, dass die elektrische Sicherheit während des Demontagevorgangs gewährleistet werden kann. Schließlich wird durch uns eine energetische Bilanzierung aller für ein Recycling erforderlichen Schritte und derer Alternativen vorgenommen.

Die während der Bearbeitungszeit von zwei Jahren gewonnenen Erkenntnisse münden in ein Konzept für den Aufbau und die Auslegung einer Pilotanlage zum effizienten Recycling von Li-Ionen Batterien. Der geschätzte Finanzierungsbedarf des Projektes *LithoRec* beläuft sich insgesamt auf ca. 18 Mio. €, das Fördervolumen beträgt 8,4 Mio. €.

LithoRec - Recycling of Li-Ion Batteries

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Gunnar Bärwaldt

More strict emission limits and volatile but rising market prices of fossil fuels over the next few years will lead to a growing demand for hybrid and electric vehicles, especially for use on short and medium haul routes. A key technology for implementing this kind of electric mobility is based on Lithium (Li)-Ion batteries. The recycling of such traction batteries currently presents a challenge: Today there are still no economically and environmentally viable solutions on an industrial scale for the recovery of Lithium and other active materials, which allows a reuse as a secondary raw material in the battery production.

Under the auspices of the HTEE managed the successful application of the joint research project LithoRec, which is supported with funds from the economic stimulus package by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. A total of 16 consortium partners pursue with the project LithoRec the intention of development and testing of effective processes and concepts for the industrial implementation of a recycling of Li-Ion batteries in Germany.

The HTEE as a member of LithoRec deals with different questions. First, we will answer the question under what conditions used batteries from the mobile application can continue to a stationary usage. Together with partners we will determine the state of battery systems and adjudicate on further use. In case of declining further use, we will explore ways to deal with the batteries so that electrical safety can be ensured during the dismantling process. Finally, we will realize an energy accounting model that includes all necessary steps for recycling and alternative steps.

The experiences during the processing time of two years lead to a concept for the construction and interpretation of a pilot plant for the efficient recycling of Li-Ion batteries. The estimated budget of the project LithoRec amounts to approximately € 18 million, its funding volume equals € 8.4 million.

Hochspannungsgleichstromübertragung als alternative Übertragungstechnik

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Benjamin Deppe

Seit den 50er Jahren wird die Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) weltweit für die Energieübertragung über weite Strecken eingesetzt. Als Beispiele sind hierzu die Übertragungsstrecken in China oder auch in Brasilien zu nennen, wo die Energie von den Wasserkraftwerken über Strecken von bis zu 2000 km zu den Verbrauchszentren transportiert wird. Die HGÜ bietet gegenüber der Wechselstromübertragung den Vorteil der geringeren Verluste und der kleineren Trassenbreite. Mit modernen Anlagen kann über eine HGÜ-Verbindung eine Leistung von bis zu 6400 MW übertragen werden.

In Europa war bisher der klassische Anwendungsfall nicht gegeben. Seit Beginn der 90er Jahre steht mit der VSC-Technik eine neue HGÜ-Technologie zur Verfügung, die insbesondere durch die Möglichkeit des Einsatzes von VPE-Kabeln, der Schwarzstartfähigkeit und der stromgeführten Betriebsweise sowohl für den Einsatz im Verbundnetz als auch für die Anbindung von Offshore-Windparks in Frage kommt. In den USA wurden bereits die ersten positiven Erfahrungen mit einer VSC-Strecke innerhalb eines Verbundnetzes gesammelt und in Deutschland wird diese Technik für die Anbindung von Offshore-Windparks eingesetzt.

2008 erstellte das Institut eine Studie zum wirtschaftlich und technischen Einsatz einer VSC-Verbindung innerhalb des deutschen Verbundnetzes. Durch den ständig steigenden Bedarf an Energieübertragungen über weite Strecken von den Erzeugungsschwerpunkten zu den Verbrauchs- oder Speicherzentren steigt der Bedarf an Netzausbaumaßnahmen. Zunehmend rückt dazu die HGÜ-Technik als Alternative zur Wechselstromübertragung in den Fokus der Betrachtung. Vor diesem Hintergrund bringt das HTEE die Ergebnisse aus der Studie in die Cigré Working Group B4.46 „Voltage Source Converter (VSC) HVDC for Power Transmission – Economic Aspects and Comparison with other AC and DC Technologies“ ein.

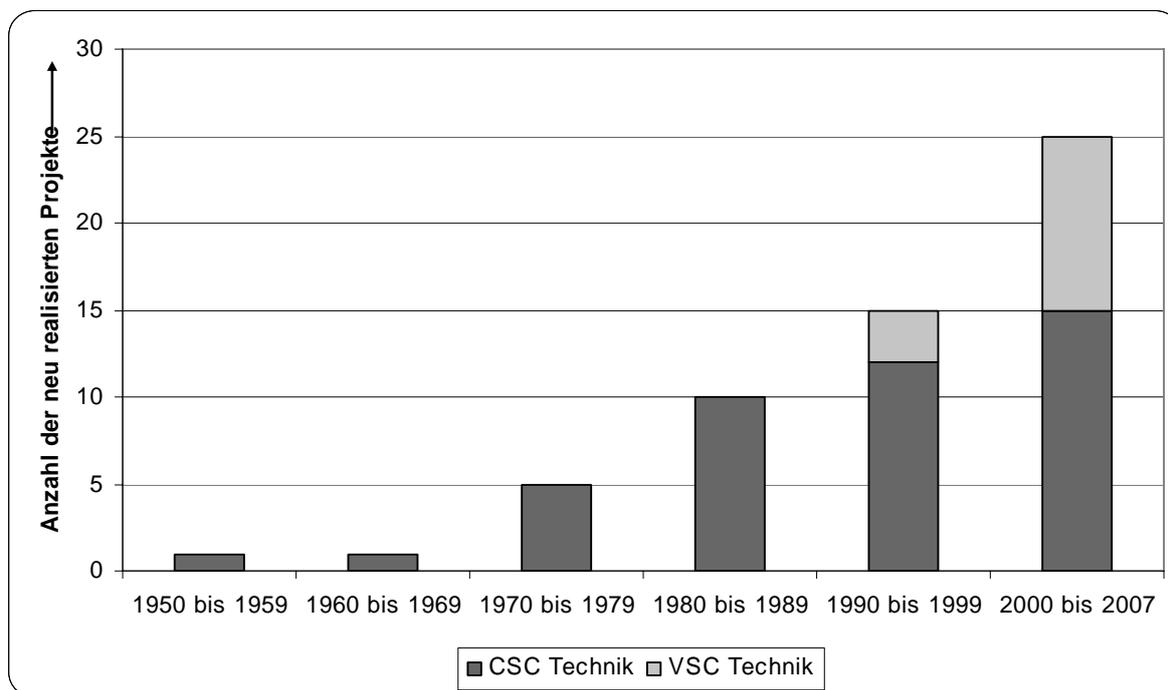


Abbildung 1: Weltweiter Neubau von HGÜ-Strecken

Figure 1: New development of HVDC-transmission line worldwide

Durch die Planung von einzelnen HGÜ-Strecken innerhalb Europas – beispielsweise zwischen Deutschland und Norwegen oder den Niederlanden und Norwegen – ist der

Gedanke an ein europäisches HGÜ-Netz nicht fern. Dieses wurde auch im Rahmen der Vorstellung des DESERTEC-Projektes im Sommer 2009 thematisiert.

Bereits auf dem Cigré Arbeitsgruppentreffen am 6. und 7. Juni in Bergen wurde die Cigré Working Group B4.52 „HVDC Grid“ gegründet, an der das Institut ebenfalls beteiligt ist. Ziel der Arbeitsgruppe ist es, binnen drei Jahren die technische Machbarkeit eines vermaschten HGÜ-Netzes in Europa zu untersuchen. Das HTEE liefert im Rahmen dieser Untersuchung Beiträge zu möglichen HGÜ-Schaltern und -strombegrenzern sowie Unterstützung bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Damit wird die Forschung an der HGÜ-Technik nach einigen Jahren der Pause am HTEE wieder aufgenommen und um die wirtschaftlich/technische Systembetrachtung ergänzt.

High-Voltage-Direct-Current transmission as an alternative to High Alternating Current transmission

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Benjamin Deppe

Worldwide there is an increasing interest in the application of High Voltage Direct Current (HVDC) for electrical power transmission. The main reason is that most of the renewable power resources are often best captured in places far from where energy is used. Building national and international HVDC is necessary to achieve the full potential of renewable energy. HVDC transmission is widely recognized as being advantageous for long-distance, bulk power delivery, asynchronous interconnections and long submarine cable crossings. HVDC system underwent research and development for many years and it was based initially on thyristor technology and more recently on fully-controlled semiconductors and voltage-source converter (VSC) topologies.

High voltage direct current transmission is becoming increasingly important in Europe. In particular of the need to conduct the energy generated from renewable energy sources over long distances to reach consumers, HVDC technology appears to be an attractive alternative to the AC technology that has previously been used. As a result HVDC transmission technology is being integrated into existing closely meshed AC networks and fully incorporated into electricity trading. On the other hand, current development is focusing increasingly on a DC network that is overlaid on top of the AC grid

Integration eines Smart Metering in den Energiebeschaffungsprozess

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Benjamin Deppe

In der Richtlinie 2006/32/EG über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen der EU werden verschiedene Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung, zur Steuerung der Energienachfrage und der Förderung erneuerbarer Erzeuger dargestellt. Dazu gehört die

Reduktion des Energieverbrauchs um mindestens 9 % im Jahr 2015. Um dieses Ziel zu erreichen, sollen den Endkunden entsprechende Dienstleistungen und individuelle Zähler angeboten werden. Bis 2020 sollen 80 % der privaten Haushalte mit Smart Metern ausgestattet sein

Im Rahmen des integrierten Energie- und Klimaprogramms schreibt die Bundesregierung fest, durch Stromeinsparungen bis zum Jahr 2020 25,5 Mio. t CO₂ einzusparen. Dies entspricht 11,6 % der bis 2020 einzusparenden CO₂ Emission.

Einen wichtigen Beitrag zur Erreichung dieses Ziels soll ein intelligentes Messverfahren für den Stromverbrauch darstellen. Dazu wurde die Liberalisierung des Messwesens vorangetrieben und in der Novellierung des EnWG im Jahr 2008 Maßnahmen zur verpflichtenden Einführung intelligenter Zähler festgelegt.

Dazu zählt der verpflichtende Einbau von intelligenten Zählern bei Neubauten und umfangreichen Renovierung ab dem 1.1.2010 sowie auf Verlangen des Kunden. Außerdem sollen zum 30.12.2010 lastvariable und zeitabhängige Tarife angeboten werden, durch die Anreize zur Energieeinsparung gesetzt werden sollen.

Durch die Liberalisierung und das damit verbundene Unbundling ist keine unternehmensübergreifende Einführung von Smart Metern und die damit verbundene Etablierung eines einheitlichen Smart Metering zu erwarten. Aktuell fokussiert sich die Einführung und Nutzung von Smart Metern auf die Vertriebsabteilungen, ohne Integration in die übrigen Prozessschritte der Energieversorgung.

Smart Metering stellt den Oberbegriff für die Erfassung, die Weitergabe und die Verarbeitung der durch die intelligenten Zähler – auch Smart Meter genannt – an den Zählpunkten erfassten Daten entlang der Energiebelieferungskette (Abbildung 1) dar. Damit beinhaltet das Smart Metering den Aufbau einer bidirektionale Kommunikationstruktur und stellt somit die Basis für zukünftige Smart Grid Konzepte dar.

Eine einheitliche und flächendeckende Einführung eines Smart Metering mit Beteiligung aller Prozessteilnehmer vom Kunden über den Netzbetreiber, Stromvertrieb und Energieerzeuger ist daher notwendig.



Abbildung 1: Energiebelieferungskette

Figure 1: Energy supply chain

Da zur Entwicklung eines schlüssigen Gesamtkonzeptes verschiedene, durch das Unbundling getrennte, Unternehmen und konkurrierende Ziele betroffen sind, ist von Seiten der Energieversorger die Entwicklung eines solchen Konzeptes nicht zu erwarten.

Am HTEE wird daher an Modellen gearbeitet, welche die Chancen und Risiken der Einführung eines neuen, intelligenten Zähl- und Messwesens für die gesamte Prozesskette berücksichtigen und somit ein Optimum der gesamten Prozesskette ermitteln können. Ziel ist es dabei, neben den politischen Zielen zur Energieeinsparung auch die Ziele der Prozessteilnehmer ausreichend zu berücksichtigen. Begleitet wird die Entwicklung eines betriebswirtschaftlichen Optimierungsmodells durch den regen Austausch mit Energieversorgungsunternehmen. Dadurch wird die praktische Relevanz der Entwicklung berücksichtigt und aktuelle praktische Herausforderungen finden Eingang in die Modellentwicklung.

Integration of Smart Metering in the energy supply chain

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Benjamin Deppe

Smart metering is an essential component on the way to the Smart Grid. The political framework demands the introduction of a Smart Metering to raise the energy efficiency. Until 2020 80% of the measuring points should be equipped with a Smart Meter. A Smart Metering must be integrated along the whole energy supply chain into the process. To be able to estimate the effects of single factors of influence, the energy supply chain has to be modeling. By the representation of dependence between the market participants an assessment of the whole process "Smart Metering" is possible.

Integration von Mini-BHKW in das ländliche Niederspannungsnetz von Kasachstan

M. Sc. Nassipkul Dyussebekova

Da in Kasachstan eine Zunahme dezentraler Erzeuger im Niederspannungsnetz zu erwarten ist, wird eine Untersuchung zur Integration der Mini-BHKW ins ländliche Niederspannungsnetz durchgeführt. Weiterhin werden die Einflüsse dezentraler Erzeuger auf Spannungshaltung und Netzverluste der Niederspannungsnetze betrachtet. Das untersuchte Netz besteht aus 146 Einfamilienhäusern, fünf Mehrfamilienhäusern und 13 kleinen Gewerben. Die Länge der Leitungen im Netz beträgt ca. vier km. Eine kurze Modelldarstellung des kasachischen Niederspannungsnetzes ist in folgender Abbildung 1 zu sehen. Bei der Modelldarstellung sind in allen Mehrfamilienhäusern Mini-BHKW mit wärmegeführter Betriebsweise vorhanden.

Durch die Simulation des Niederspannungsnetzes anhand von Lastflussberechnungen mit Lastprofilen werden Spannungshaltung und Netzverluste als Ergebnisse festgestellt. Hierzu werden gemessene elektrische Lastprofile Kasachstans mit standardisierten Lastprofilen Deutschlands verglichen, letztere wurden für die Simulation verwendet. Zur Bestimmung des

thermischen Bedarfs von Mehrfamilienhäusern sind die benötigten Daten nach der VDI 4655 Norm ermittelt worden.

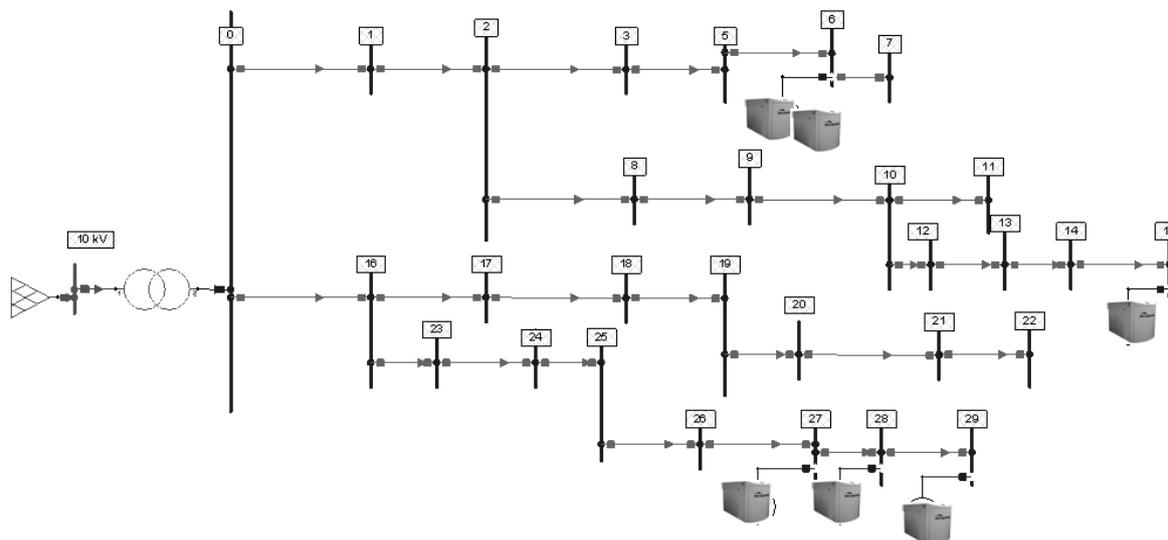


Abbildung 1: Integration der Mini-BHKW ins kasachische ländliche Niederspannungsnetz

Figure 1: Integration of micro CHP in the rural low-voltage net

Die Untersuchungsergebnisse bezogen auf ein Jahr lauten wie folgt:

- Senkung der elektrischen Übergabeleistung im Netz um etwa 15,4 %
- Reduzierung der Verlustleistung von ca. 15 % auf ca. 13 %
- Verringerung der Netzverluste um 15 MWh
- Das Verhältnis der Verlustleistungen zu Netzverlusten liegt bei ca. 2,2 %
- Erhöhung der niedrigsten Spannung um ca. 3 %

Die Integration der sechs Mini-BHKW im untersuchten Netz ist sinnvoll, wenn zusätzlich Netzstrukturveränderungen, wie zusätzliche Leitungen im Netz bzw. eine Vergrößerung der Kurzschlussleistung am Einspeisepunkt, durchgeführt werden.

Integration of micro-CHP in the rural low-voltage net of Kazakhstan

M.Sc. Nassipkul Dyussebekova

An increase of decentralized producers is expected in the low-voltage net of Kazakhstan. An investigation is carried out by integration of the micro-CHP in the rural low-voltage net. The influence of decentralized producers on voltage compliance and net losses of the low-voltage nets are also observed.

The results are obtained by power flow calculations using load profiles. After the comparison with measured electric load profiles for the net, standardized German load profiles are used for this purpose. The load profiles for the multifamily houses are determined using VDI 4655. The following results after simulation of the net without and with micro-CHP were achieved:

- The lowering of the electric peak load in the net is about 15.4%
- The reduction of the power losses from approx. 15% to approx. 13%
- The reduction of the total net losses is about 15 MWh in a year
- The relation of the power losses to the net losses is approx. 2.2%
- The increase of the lowest voltage is approx. 3% in a year.

Forschungsverbund Energie Niedersachsen – Netzbetrieb mit Speichern

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Hannes Haupt; Dipl.-Wirtsch.-Ing. Phillip Gronstedt

Auf Grund der vermehrten Integration dezentraler und stochastisch einspeisender Erzeugungseinheiten in die Energieversorgung wird elektrischen Energiespeichern vermehrt Beachtung zuteil. Diskutiert wird dabei eine Vielzahl verschiedener Speichertechniken. Insbesondere Lithium-Ionen Batteriespeichern werden auf Grund ihrer hohen Energiedichte ein hohes Potential für den Einsatz in Fahrzeugen mit elektrifiziertem Antriebsstrang eingeräumt. Durch sogenannte Vehicle-to-Grid Konzepte sollen diese Speicher ebenfalls im Rahmen der Energieversorgung eingesetzt werden, um die Fluktuationen, die durch die Integration dezentraler Energiespeicher entstehen, zu reduzieren.

Dass der Einsatz von Batteriespeichern momentan ausschließlich anhand von Demonstrationsprojekten untersucht wird, liegt einerseits an den hohen Kosten, andererseits aber auch an noch nicht geklärten technischen und konzeptionellen Fragestellungen. Diese Fragestellungen werden in der Arbeitsgruppe Energiesysteme mit Hilfe energiewirtschaftlicher Methoden, einer Demonstrationsanlage sowie an einem Batterieteststand untersucht.

Ziele der Untersuchungen sind u. a. die Zustandsbewertung von Li-Ionen Batterien, die Charakterisierung von Batteriezellen und die Aufstellung sinnvoller Einsatzkonzepte.

Ein Beispiel für ein solches Konzept ist der Einsatz eines elektrischen Energiespeichers in Verbindung mit einer dezentralen Erzeugungseinheit. Durch den Energiespeicher kann der Eigenverbrauch im Haushalt erhöht und so die Wirtschaftlichkeit der Anlage gesteigert werden. Abbildung 1 zeigt die momentane Förderlage für den Einsatz dezentraler Erzeugungseinheiten und den resultierenden Bonus für eigenverbrauchten Strom.

Da die Energiedurchsatzkosten elektrischer Energiespeicher momentan weit über diesen möglichen Gewinnen liegen, ist ein Einsatz zur Zeit nicht rentabel. Erst mit Einsetzen einer Kostendegression, z. B. durch den Eintritt von elektrifizierten Fahrzeugen in den Massenmarkt, werden Batteriespeicher zu einer ernsthaften Option zur Sicherung der Energieversorgung.

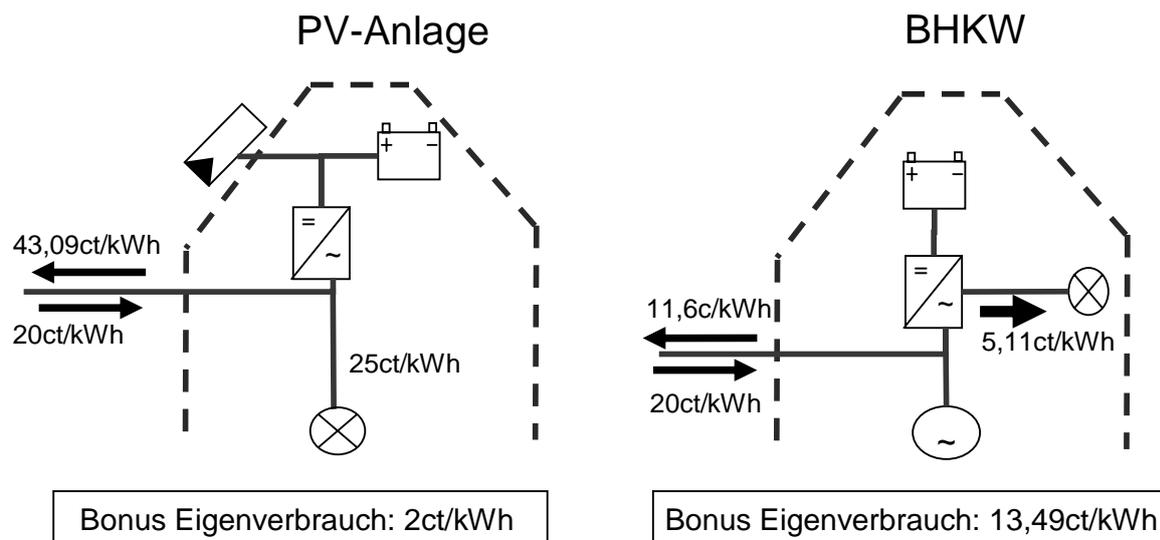


Abbildung 1: Vergütung dezentraler Erzeugungseinheiten
 Figure 1: Compensation of household energy-flows

Supporting the electricity grid with electrical storage systems

The integration of decentralized electricity generation units influences the load flow of the electricity grid. Electrical Storage Systems are a means to reduce the fluctuation and support the operation of the electricity grid. Nevertheless a lot of challenges have to be faced until the integration of electrical storage systems becomes a serious option for the use in grid-connected energy systems. The challenges are focused by the research of the working group energy systems. The aim of this research is to enable the use of electrical storage systems for the energy supply and to create a knowledge base for the optimization of the electricity grid operation.

Analyse und Optimierung von Mittelspannungsnetzen mit der Integration Dezentraler Erzeuger

M. Sc. Nasser Hemdan

Das Interesse an der Integration von Dezentralen Erzeugern (DE) in die Verteilungsnetze nimmt überall auf der Welt zu. Begründet ist dieses wachsende Interesse an den zunehmend effizienteren Technologien und den politisch geforderten Anstrengungen zu einem größeren Beitrag zum Klimaschutz. Durch die wachsende Durchdringung der Verteilungsnetze mit Dezentralen Erzeugern ist es erforderlich geworden, die Einflüsse der DE auf die Verteilungsnetze detailliert zu analysieren. Im Rahmen dieser Arbeit wird zum einen die Spannungsstabilität und zum anderen die Einhaltung der Spannungsgrenzen durch den Einsatz von DE im Mittelspannungsnetz untersucht. Die Analyse des ersten Punktes basiert

auf dem Zusammenhang der Belastbarkeit eines Verteilungsnetzes in Abhängigkeit vom Spannungsabfall. Der Einfluss des Blindleistungsverhaltens von DE auf die Netzverluste wird ebenfalls untersucht. Zur Integration von DE unter Berücksichtigung der oben genannten Faktoren wird eine neue Methode basierend auf der „Continuation Power Flow“ (CPF) angewendet. Durch diese Untersuchung werden die Netzknoten bestimmt, die sich für die Integration von DE eignen, ohne die Spannungsgrenzen oder die Stabilität des Verteilungsnetzes negativ zu beeinflussen. Die Optimierung von Verteilungsnetzen über die Netzrekonfiguration des Netzes mit der Existenz von verschiedenen Dezentralen Erzeugern, die ins System integriert werden, wird ebenfalls in dieser Arbeit untersucht. Dadurch wird durch Schalthandlungen eine Optimierung des Verteilungsnetzes unter Berücksichtigung verschiedener DE ermöglicht.

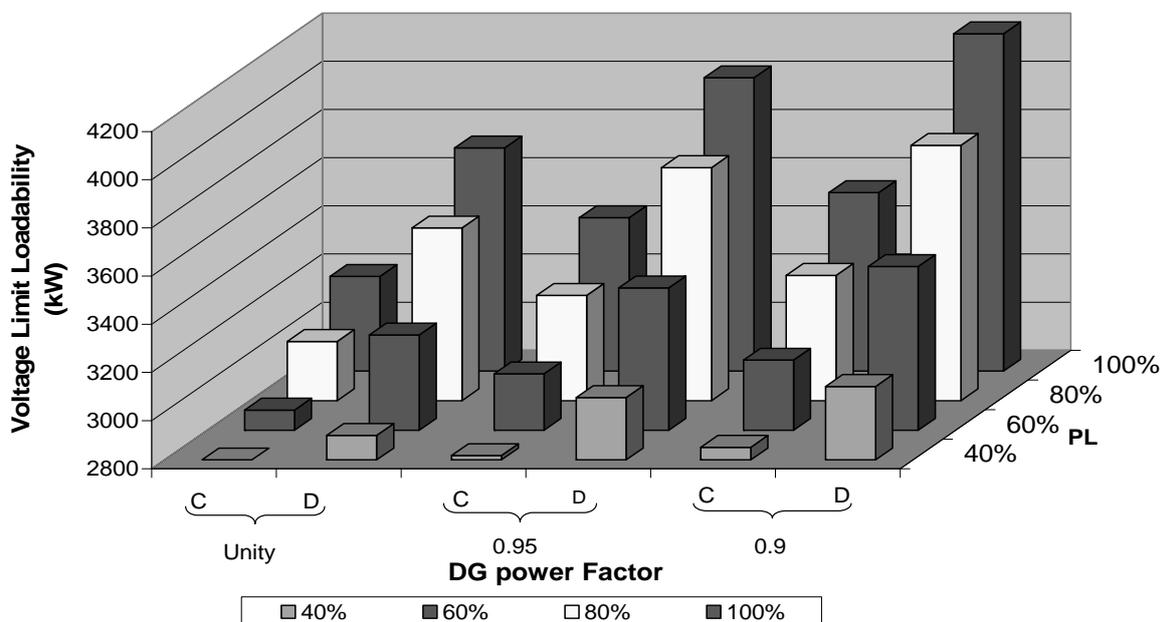


Abbildung 1: Maximale Spannungs-Belastbarkeit eines Systems in Abhängigkeit von Blindleistungseinspeisungen und Durchdringungsgraden dezentraler Energieerzeugung

Figure 1: Voltage limit loadability of the system with different reactive power injections and different penetration levels of DG

Analysis and Optimization of Medium Voltage Networks with Integration of Distributed Generation

M. Sc. Nasser Hemdan

The interest in the integration of distributed generation (DG) at the distribution systems has been increased in different countries all over the world as economic and environmental factors drive new technologies to be more efficient and less polluting than their earlier counterparts.

As the penetration level of DG increases, the distribution system performance has to be analysed in details. An investigation of the influence of DG on two different loadability aspects of medium voltage distribution systems is conducted through this work. The two loadability aspects are the maximum loading according to the voltage limit and the maximum loading according to the steady state voltage stability limit. The importance of the first aspect comes from the practical point of view where the loadability of a distribution system is limited by voltage drop, as most of the distribution feeders are long and operating at low and medium voltage levels. The influence of the reactive power injection from DG on the system losses is also investigated. A new methodology to identify some recommended nodes for integration of DG to maximize the voltage limit loadability of a distribution system through dispersing of DG power based on CPF is also introduced. The voltage limit loadability is the maximum loading which can be supplied by the power system while the voltages at all nodes are kept within the limits. Optimization of distribution networks via network reconfiguration of the network with the existence of different DGs which are integrated into the system is also investigated in this work.

Forschungsverbund Energie Niedersachsen – Feldversuch Verbundbetrieb

Dipl.-Ing. Dominik Ludgen

Die innerhalb des Forschungsverbundes Energie Niedersachsen (FEN) in den letzten Jahren von unserem Institut maßgeblich mitentwickelte netzorientierte Betriebsweise wird eine verbesserte Integration von dezentralen Stromerzeugern in die Niederspannungsnetze ermöglichen. Hierzu wurden bereits umfangreiche Simulationen durchgeführt, die nun in einem Feldversuch verifiziert werden sollen. Es wird dazu eine Steuerung von mehreren Anlagen von zentraler Stelle aus erfolgen, ähnlich einem Kraftwerksleitstand.

In einem ersten Schritt wird sich die netzorientierte Betriebsweise auf die Einbindung von Mini-Blockheizkraften (Mini-BHKW) beschränken. Diese „kleinen Kraftwerke“ im Keller des jeweiligen Mehrfamilienhauses sind aber primär für die Wärmeerzeugung zuständig. Daher ist eine möglichst exakte Prognose des Wärmebedarfes des Objekts notwendig, um die Betriebszeiten der Mini-BHKW zu bestimmen. Erweitert wird das System zusätzlich um einen Warmwasserspeicher. Dadurch kann die Erzeugung der thermischen Energie des Mini-BHKW vom tatsächlichen Verbrauch zeitlich entkoppelt werden. Die netzorientierte Betriebsweise sorgt für eine „intelligente“ Bewirtschaftung des Warmwasserspeichers. So können Betriebszeiten realisiert werden, die eine elektrische Erzeugung der Mini-BHKW mit einem elektrischen Verbrauch in Einklang bringen.

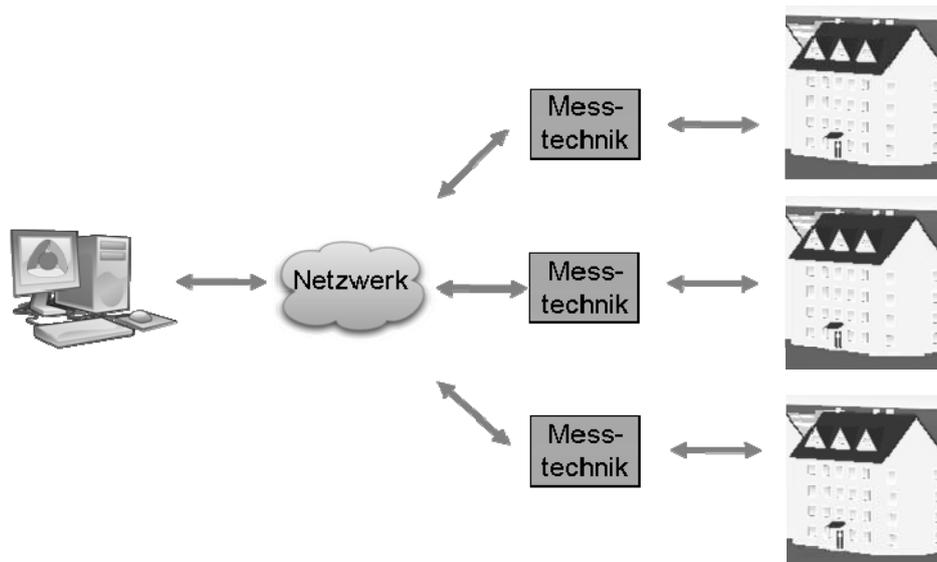


Abbildung 1: Prinzipaufbau des Feldversuches
 Figure 1: Principle configuration of the field test

In dem Feldversuch werden insgesamt drei Mini-BHKW im Niederspannungsnetz der EN|BS (Energienetze Braunschweig) installiert. Weitere Praxispartner sind die BS|ENERGY als Energieversorger und die Nibelungen Wohnbau als Eigentümer der Mehrfamilienhäuser und Käufer der Mini-BHKW. Zudem erfolgt eine enge Zusammenarbeit mit dem Hersteller der Mini-BHKW, der zur Vaillant-Gruppe gehörenden Firma PowerPlus Technologies.

Research Alliance “Energy” Lower Saxony – Field Test

Dipl.-Ing. Dominik Ludgen

Within our research alliance there is going to be a field test regarding on micro-CHP (combined heat and power) units in the local electricity grid of Braunschweig. Purpose of this field test is the practical verification of simulation results. Therefore three micro-CHP units will be installed together with measuring equipment in a low voltage grid of EN|BS (local grid owner in the city of Braunschweig) and be controlled by a server computer. Other partners in this project are BS|ENERGY (local utility) and Nibelungen Wohnbau (housing association), which will be the owner of the units. Furthermore, we are in contact with the manufacturer of the micro-CHP units, PowerPlus Technologies, who belong to the Vaillant group.

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

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Magnus Pielke

Dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung ist nicht mehr nur ein Nischenprodukt effizienter Energieversorgung. Die Firma LichtBlick AG zeigt dies gemeinsam mit der Volkswagen AG deutlich: 100.000 Kleinst-KWK-Anlagen sollen in den nächsten Jahren im gesamten Bundesgebiet intelligent zu einem großen, virtuellen Kraftwerk zusammengeschaltet werden und nicht nur dem Hausbesitzer die Wärmeversorgung sicherstellen, sondern auch der Energieversorgung Strom zu Spitzenlastzeiten zur Verfügung stellen.

Während dieses Konzept einen rein wirtschaftlichen Hintergrund trägt, wird hieran das Potenzial dezentraler Mini-Blockheizkraftwerke (Mini-BHKW) deutlich. Üblicherweise werden Mini-BHKW in Wohngebäuden mit thermischen Pufferspeichern installiert, um die Erzeugung dem Bedarf zu entkoppeln. Damit ist das Mini-BHKW einer der wenigen dezentraler Energiewandler, die über einen Speicher verfügen und so die Energiebereitstellung in gewissen Grenzen steuern können. Orientiert man den BHKW-Betrieb nicht einzig an der thermischen Energieversorgung des Wohnobjektes, sondern auch an dem elektrischen Energiebedarf im Versorgungsnetz, kann der thermische Pufferspeicher dazu dienen, diese konkurrierenden Ziele zu vereinen. Durch eine intelligente Steuerung einer Vielzahl von Anlagen im Verbund können so Entlastungen des elektrischen Verteilungsnetzes erzielt und die Aufnahmefähigkeit regenerativ erzeugter elektrischer Energie gesteigert werden.

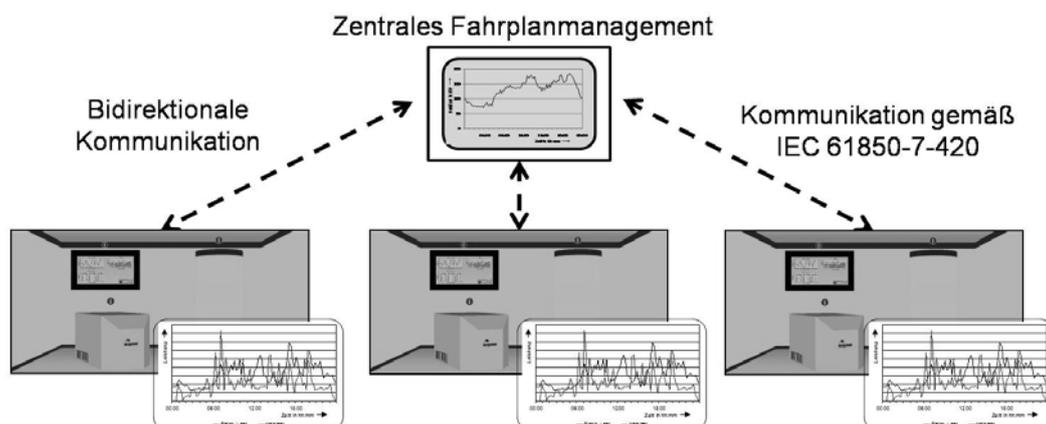


Abbildung 1: Aufbau eines netzorientierten Verbundbetriebs von Mini-BHKW

Figure 1: Configuration of a grid oriented, interconnected operation mode of CHP micro units

Ein Ansatz, der zunächst einen erhöhten Steuerungsaufwand bedeutet, jedoch das Potenzial bietet die Herausforderungen an die Verteilungsnetze in Zukunft mit zu bewältigen. Um dieses Potenzial jedoch zu erschließen, bieten sich Konzepte an, die einem netzorientiertem BHKW-Betrieb einen monetären Anreiz offerieren. Diese können durch zeitvariable Einspeise- und Stromtarife gewährt werden, die durch die Installation von Smart Metern in

den Wohnobjekten möglich werden. Diese sind ab dem 30.10.2010 verpflichtend einzubauen und die Energieversorger haben den Kunden zeitvariable Stromtarife anzubieten. Damit sind die Voraussetzungen geschaffen dezentrale Mini-BHKW aktiv in die Energieversorgung zu integrieren und ihren Mehrwert der effizienten Strom- und Wärmebereitstellung durch Netzdienstleistungen zu erweitern.

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

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Magnus Pielke

Combined heat and power micro units (CHP micro-units) are not anymore niche products of efficient energy supply systems. Lichtblick AG and Volkswagen AG show with their concept the potential of many distributed energy resources. In the following years they want to install 100.000 CHP micro-units in the German energy supply. These modules they want to link by IT infrastructure to realize the first virtual power plant based on CHP micro-units. This virtual power plant shall deliver thermal energy for the households and additional peak power for the main energy supply.

While this concept is based on economical aspects, it shows the potential of CHP micro-units for the main energy supply. Commonly CHP units are installed in combination with thermal storage systems which enables a decoupling of production and demand. Therewith a CHP unit is the only distributed energy source which is able to manage the energy feeding. If the operation times are not only oriented on the thermal demand in the household but additional on the electrical demand in electrical distribution network, the thermal storage systems offers the opportunity to combine these competing goals. Based on an intelligent management numerous devices can be link to one unit which enables to enhance the network capacity for energy generated by renewable energy sources.

In the first step, this approach leads to additional management effort but it offers the potential to tackle the challenges in the distribution grids which are coming up nowadays. To open up this potential, concepts with financial incentives for grid oriented operation modes of CHP units may help. These can be given by time-variable feed-in tariffs or electricity tariffs. These will come to market when Smart Meter are installed which will occur on the 30th of October 2010 due to the regulatory framework. In this stage the requirements are given to integrate CHP micro-units interactively into the main energy supply. With this concept, the devices do not only offer an added value because of their efficient energy supply but also because of the system services for the distribution network.

Risikoanalyse als Entscheidungshilfe für CDM-Investitionen

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Wiedenhoff

Mit der erwarteten Vollversteigerung von CO₂-Emissionsberechtigungen im Energiesektor ab 2013 könnte die Attraktivität von Beteiligungen an Klimaschutzprojekten des Clean Development Mechanism (CDM) speziell für Energieerzeuger steigen. Gemeinsam mit den Stadtwerken München entwickelt das Institut für Hochspannungstechnik und Elektrische Energieanlagen (HTEE) der TU Braunschweig ein Bewertungsmodell zur Untersuchung der Kosten und Risiken bei CDM-Projektbeteiligungen.

Ein europäisches Compliance-Unternehmen wird sich aus wirtschaftlichen Gründen nur dann an einem der etwa 4 700 bei der UN erfassten Projekte beteiligen, wenn der voraussichtliche Ertrag in Form der Emissionsberechtigungen die anfallenden Kosten übersteigt und die Projektrisiken dem Investitionsverhalten der Organisation entsprechen. Bevor eine derartige Aussage getroffen werden kann, ist es erforderlich, die CDM-Prozessabläufe zu verstehen und die Möglichkeiten der Projektbeteiligung zu identifizieren.

Wenn ein Projektentwickler ein CDM-Projekt aufsetzt, ist ein von der UN vorgegebener achtstufiger Prozess zu beachten. Die einzelnen Schritte reichen von der Projektidee bis hin zur Ausstellung der Emissionsgutschriften. Der zeitliche Rahmen für das Durchlaufen der Prozessschritte variiert stark. Ist die Projektidee generiert, vergehen von der Dokumentation bis zur Registrierung bei der UN zwischen sechs Monate und bis zu zwei Jahre. Investoren können ihr Engagement prinzipiell zu jeder der oben beschriebenen Stufen an einem CDM-Projekt beginnen. Dabei geht die zeitliche Entscheidung einher mit der Wahl der Beteiligungstiefe. Neben der eigenständigen Projektentwicklung und der Beteiligung als Mehrheitsinvestor gibt es vielfältige Formen des Einstiegs, von Forward- und Optionsgeschäften über Spot-Verträge bis hin zu Einlagen in Fonds. Die Kombination von Beteiligungstiefe und -zeitpunkt stellt somit sämtliche mögliche Beteiligungsoptionen aus Sicht eines Compliance-Unternehmens dar.

Jede dieser Optionen ist mit einem unterschiedlich hohen Ausfall- sowie Mindererfüllungsrisiko bei der Zertifikatsgenerierung verbunden. Dabei wird zwischen den allgemeinen und den CDM-spezifischen Projektrisiken unterschieden.

CDM-spezifische Risiken können als Ergebnis aus dem CDM-Prozess entstehen. Für die Risikoanalyse einer Projektbeteiligung müssen beide Risikoklassen bewertet werden. Die Umsetzung erfolgt über Risikofaktoren, die sich durch Multiplikation der Eintrittswahrscheinlichkeit mit dem erwarteten Schadensausmaß des jeweiligen Risikos ergeben. Quellen hierfür sind einerseits Daten der sog. UNEP Risoe CDM-Pipeline und Expertengespräche sowie Länder- und Technologiestudien. Für ein Datensample bestehend aus Beteiligungen an erneuerbaren Energien (Wind-, Wasserkraft, Biomasse, Solar, Geothermie) in sechs Entwicklungsländern ergibt sich exemplarisch der in Abbildung 1 dargestellte Risikoverlauf.

Wie der schwarz eingefärbten Zelle entnommen werden kann, ist eine eigene Projektentwicklung während der ersten Projektschritte mit den höchsten auftretenden Risiken verbunden. Dies ist vor allem durch höhere Machbarkeits-, Umsetzungs- und Länderrisiken bei den tiefen Beteiligungsformen bedingt. Speziell für Compliance-Unternehmen ergibt sich aufgrund der typischerweise geringen Erfahrung im Umgang mit CDM-Projekten ein hohes Risikopotenzial. Im Gegensatz hierzu stellen die geringeren Beteiligungstiefen, wie Forward-Beteiligungen und Call-Optionen, lediglich anteilige finanzielle Beteiligungen dar, während die Gesamtverantwortung bei einem i.d.R. erfahrenen Projektentwickler ruht. Folglich sinkt das Projektrisiko mit abnehmender Beteiligungstiefe; dieser Zusammenhang ist in Abbildung 1 durch die heller markierten Felder visualisiert.

Ebenso nimmt das Risiko mit dem zeitlichen Verlauf ab. Die Beteiligungsmöglichkeiten in der Zertifikatsausgabe- und Projektverlaufsphase weisen niedrige Risiken auf. Der Spot-Vertrag in Form der geringsten Beteiligungstiefe besitzt das niedrigste Risiko sämtlicher Handelsgeschäfte. Lediglich ein geringes Vertragspartnerrisiko für die Transaktion ist zu berücksichtigen. Die hier betrachtete Fondsvariante nach Vorbild der Weltbank weist hingegen ein mittleres Risiko pro Zertifikat auf. Dies lässt sich hauptsächlich mit der Streuung durch die Beteiligung an mehreren Projekten zu verschiedenen Projektphasen erklären.

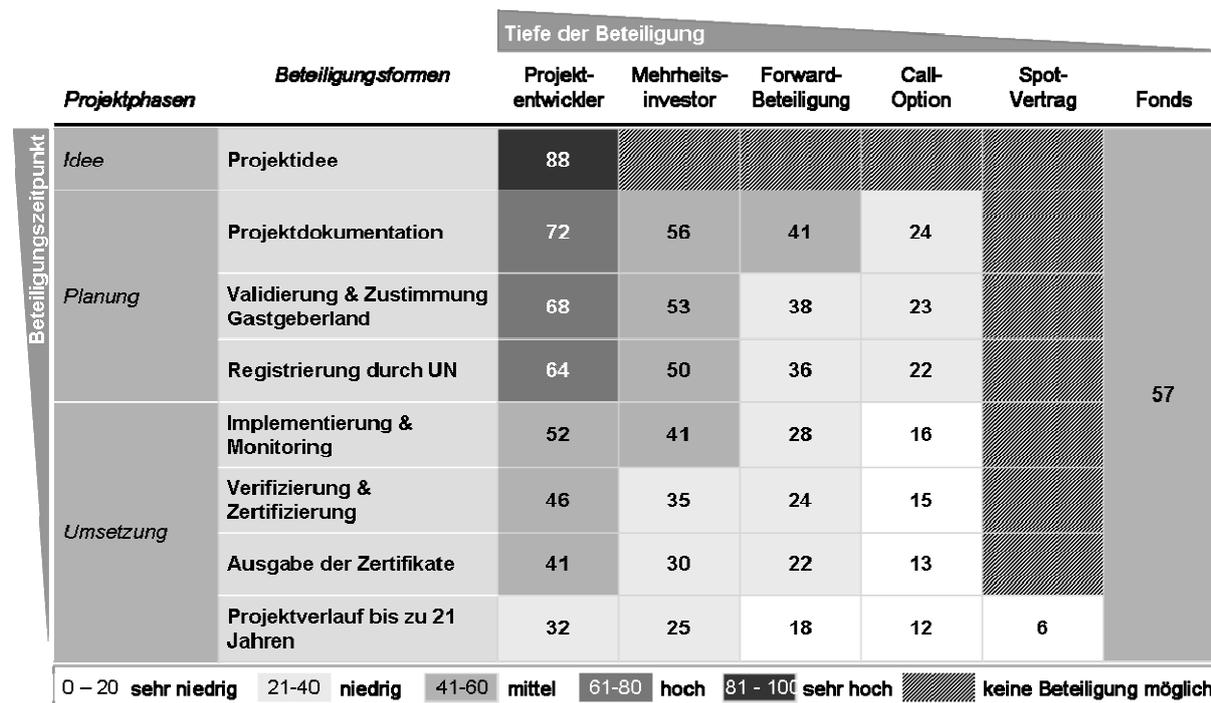


Abbildung 1: Risikoanalyse zur Beteiligung an CDM-Projekten

Figure 1: Risk analysis for CDM project participations

Anhand dieser Darstellung lassen sich bereits erste Aussagen zur Risikobewertung bei Projektbeteiligungen ableiten: Für Unternehmen, die sich bereits zu frühen Zeitpunkten an

Projekten beteiligen möchten, scheint auf Basis des Risikomodells der Zertifikatserwerb über Klimaschutzfonds vorteilhaft. Die direkte Beteiligung an CDM-Projekten hingegen ist besonders nach erfolgreicher Anerkennung des Projektvorhabens durch die UN zu empfehlen. Die Möglichkeiten der Termingeschäfte, Forward und insbesondere Call Optionen, besitzen hier vor dem Hintergrund der Risikobetrachtung Vorzüge gegenüber den anderen Beteiligungsformen. Für eine sehr späte Beteiligung nach einer ersten Ausgabe von Emissionsgutschriften, ist der Spot Vertrag den alternativen Beteiligungsformen vorzuziehen. Sollten allerdings weitere Aspekte das hohe Risiko von Mehrheitsinvestoren und Projektentwicklern rechtfertigen, können auch diese Formen für Compliance Unternehmen von Interesse sein.

Zu berücksichtigen ist, dass Zertifikatspreise und –kosten keinen Eingang in obige Auswertung finden. Abhängig von den Kosten für die Zertifikatsgenerierung steigt oder sinkt jedoch aus Investorensicht die Attraktivität einer Beteiligungsform. So mag es sein, dass ein hohes Risiko einer Beteiligungsform zu frühen Einstiegszeitpunkten möglicherweise durch geringe Kosten gerechtfertigt wird. Darüber hinaus ist zu hinterfragen, inwiefern einzelne Beteiligungsoptionen tatsächlich am Markt gehandelt werden. So dürfte z.B. die Anzahl der verfügbaren Projekte mit Einstieg als Projektentwickler und Mehrheitsinvestor zu späten Zeitpunkten gering sein, da sich zuvor Investoren von ihren bestehenden Projekten trennen müssten.

Grundsätzlich kann das Modell jedoch eine Basis für die Risikobewertung von CDM-Projekten darstellen. Die Weiterentwicklung mit dem Ziel der Identifikation der risiko- und kostenoptimalen Beteiligungsoptionen gehört zu den aktuellen Forschungsaufgaben des Projekts zwischen dem HTEE und der Stadtwerke München.

Risk model for the evaluation of CDM investments

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Wiedenhoff

The expected full auctioning of carbon allowances in the energy sector starting 2013 could lead to an increased demand in climate protection projects according to the Clean Development Mechanism (CDM). Together with the Stadtwerke München, the Institute for High Voltage Technology and Power Systems is developing a model for evaluating the risks associated with CDM project participations. Before contributing to a CDM project, investors need to take at least two decisions: On the one hand they need to define the right time for the participation according to the UN defined CDM-process. On the other hand, they need to define the depth of participation which can range from full project development to single stake holding in a fund. Intermediate results for the participation options are shown in the risk matrix in figure 1. It shows the analysis results for a data sample of renewable energy investments in six developing countries.

3.2 Arbeitsgruppe Materialien & Plasmen – Working Group Materials and Plasmas

Untersuchung von Oberflächenentladungen in flüssigem Stickstoff

Dipl.-Ing. Michael Blaz

Um die spannungsführenden Komponenten in supraleitenden Geräten ausreichend gegen die geerdete Kryostatwand isolieren zu können, werden Abstandshalter benötigt, die zum einen dem elektrischen Stress standhalten aber auch die extreme Temperatur von -200 °C aushalten müssen.

In diesem Projekt werden Isolierstoffe hinsichtlich ihrer elektrischen Eigenschaften im flüssigen Stickstoff untersucht. Dazu wurden die zylinderförmigen Prüflinge (Abbildung 1, Nummer 7) zwischen Plattenelektroden mit einem homogenen elektrischen 50 Hz Wechselfeld beaufschlagt. Die Spannung wurde dabei soweit gesteigert, bis ein Überschlag stattfand. Um Überschläge an den Rändern der Elektroden zu vermeiden, wurde dort das Feld mit Hilfselektroden gesteuert (Abbildung 1, Nummer 1-3).

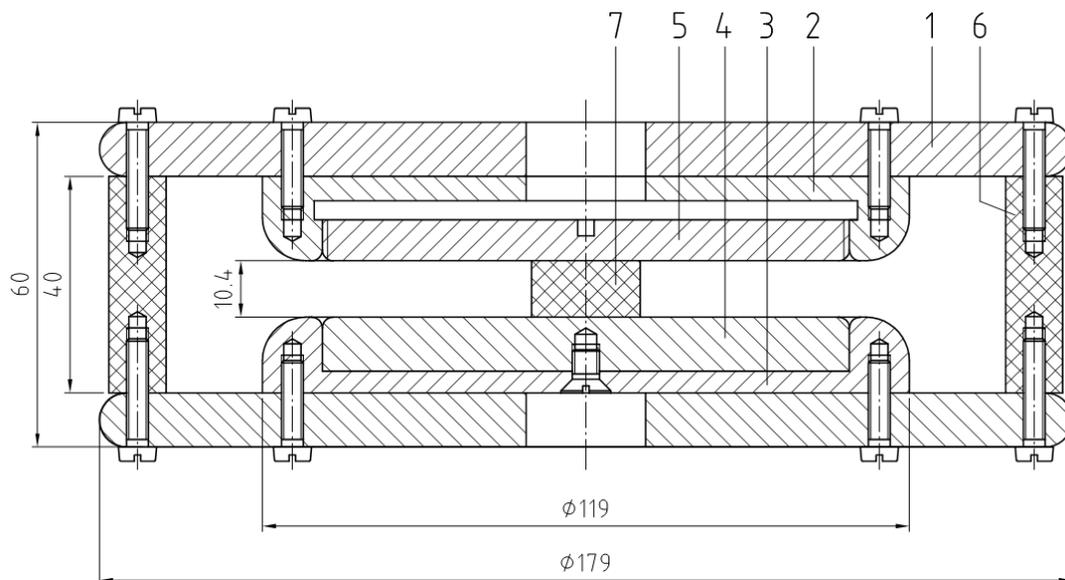


Abbildung 1: Elektrodenaufbau

Figure 1: Electrode configuration

Bei den Untersuchungen zeigte sich, dass die Spannungsfestigkeit in flüssigem Stickstoff (ca. 8 kV/mm) fast um das dreifache gegenüber der Spannungsfestigkeit in Luft (3 kV/mm) ansteigt. Allerdings wird allem Anschein nach die Festigkeit durch die Blasen im siedenden flüssigem Stickstoff vorgegeben und nicht durch die Flüssigkeit selbst. Die Belastung der Prüflinge durch die brennenden Lichtbögen wurde bei diesen Untersuchungen verringert, indem beim Auftreten einer Entladung die Anlage im nächsten Stromnulldurchgang abgeschaltet wurde. Bei Prüfkörpern aus glasfaserverstärktem Kunststoff traten allerdings trotzdem nach wenigen Durchschlägen starke Beschädigungen auf, die sich in Form eines

leitfähigen Kanals entlang der Oberfläche zeigten (Abbildung 2). Bei den Prüflingen aus Plexiglas hingegen zeigten sich zwar auch Entladungsspuren, diese beeinträchtigten die Entladungsspannung allerdings nicht.

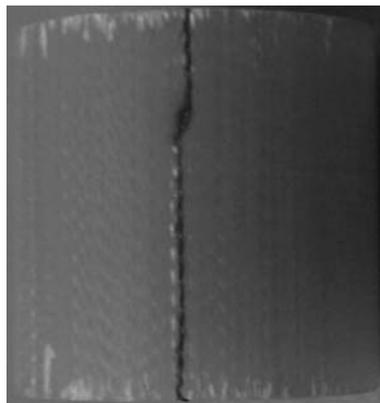


Abbildung 2: Leitender Kanal auf GFRK Prüfling
Figure 2: Conductive channel on GRP sample

Um Untersuchungen an Isolierstoffen ohne Blasen als Störeinflüsse durchführen zu können, wird für die Zukunft geplant, einen geschlossenen Kryostaten aufzubauen, der durch eine

Vakuumisolation und die Möglichkeit der Unterdrucksetzung des flüssigen Stickstoffs die Blasenfreiheit des flüssigen Stickstoffes garantieren soll.

Investigation of Surface Discharges in Liquid Nitrogen

Dipl.-Ing. Michael Blaz

For the insulation of the live parts in a superconducting device, supports are necessary to hold the live parts away from the grounded cryostat wall. These supports are exposed to high stresses like the environmental temperature around -200°C and the electrical stress. To operate satisfactorily it is essential that the support can withstand these stresses.

The electrical influence of the materials on the discharge behaviour is investigated within this study. Therefore cylindrical samples made of different materials are stressed with a homogenous electric 50 Hz AC voltage between two plate electrodes (figure 1). To avoid discharges at the edges of the plate electrodes the field in this area is steered with field steering electrodes (figure 1, 1-3).

The results of the experiments show an advancement of the dielectric strength of the setup in liquid nitrogen compared with measurements in air. The breakdown field in liquid nitrogen is around 3 times higher than in air. But it is assumed, that the dielectric strength is limited by the bubbles in the boiling liquid nitrogen and not by the liquid itself. To avoid too much damage at the samples due to the burning arcs the AC generator was shut down after a discharge occurred. Anyway the fibre glass reinforced plastic sample got broken after only a few discharges. These discharges formed a conductive channel on the surface of the sample so that the insulating gap between the plate electrodes was electrically connected. Another behaviour could be seen at the Plexiglas sample, on this surface a lot of discharge tracks could be seen but these tracks did not influence the breakdown voltage.

To get rid of the disturbing bubbles in the liquid nitrogen during the measurements, a new cryostat will be build up in the future. These bubbles should be avoided by insulating the

liquid nitrogen vessel with a vacuum and with the opportunity to pressurize the vessel. With the pressurization the boiling point of the liquid can be shifted to higher temperatures and the boiling will stop for a couple of time.

Stirnwellen in Kavitäten von mikrostrukturierten Plasmastempeln

Dr.-Ing. Vladimir Ermel

Plasmastempel mit Kavitäten werden zur mikrostrukturierten Oberflächenmodifizierung von Substraten eingesetzt. Der Modifizierungsgrad der Substrate ist durch die statistische Verteilung der Entladungen determiniert. Die geringen Kavitätenabmessungen bewirken die Ausbildung verschiedener Entladungsformen wie einzelne Raumentladungen oder Gleitentladungen sowie deren Überlagerungen. Die Entladungsausbreitung wird durch die

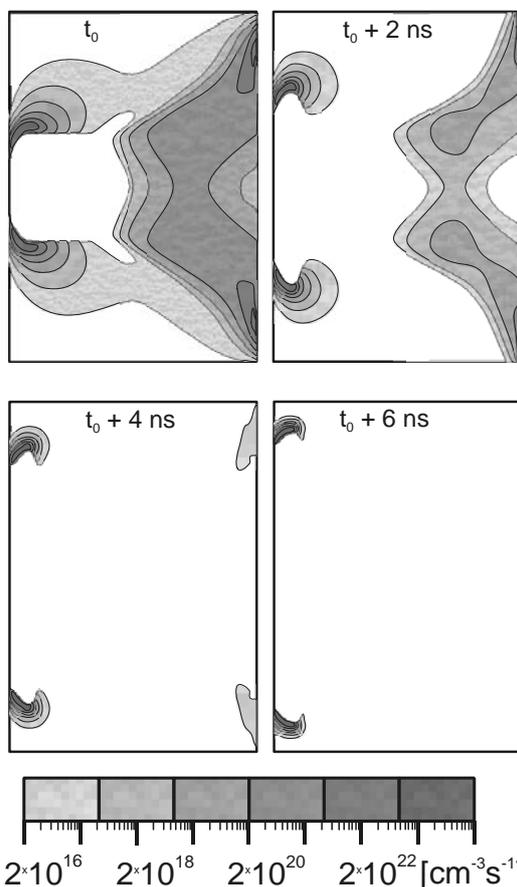


Abbildung 1: Ionisationsraten in der Stirnwelle

Figure 1: Ionization rate of front wave.

Wirkung des Dielektrikums aber auch durch Aktivitäten in angrenzenden Kavitäten über die elektrischen Felder beeinflusst. Dies führt zu einer charakteristischen Verteilung der Partikelflussdichte auf der Oberfläche der Kavität. Durch den Kathodenfall entsteht somit eine Stirnwelle, die sich innerhalb einiger Nanosekunden über das Substrat ausbreitet.

Die Simulationen der Entwicklungsphasen dieser Stirnwellen in den Hohlräumen sind mit dem Programm SIPDP der Fa. Kinema als Fluid 2D-Modell durchgeführt worden. Das Modell basiert auf einer Zweimomenten-Beschreibung von Elektronen und Ionendichten, die mit der Poisson-Gleichung für das elektrische Feld gekoppelt ist.

Abbildung 1 zeigt die zeitlichen Entwicklungsphasen der Stirnwelle. Die Ionisationsrate ist mit einer logarithmischen Sieben-Dekaden-Skala mit einem Maximalwert von $2 \times 10^{24} \text{ cm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ dargestellt. Die Ionisationsprozesse laufen auf der Anodenseite (rechts) der Kavität und im dynamischen Katodenfall (links) ab (siehe Abbildung 1, $t = t_0$). Ionisationsraten unterhalb von $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ sind nicht dargestellt. Auf

der sich ausbildenden Symmetrieachse werden die elektrischen Felder und damit die Ionisationsraten durch die zunehmende Plasmadichte abgeschwächt. Auf diese Weise erzeugt der kathodengerichtete Streamer hohe laterale Feldgradienten, die zu einer Ausbreitung der Ionisationsvorgänge führen. Der Ionenfluss zur Oberfläche trägt außerdem zu steigenden Ionisationsraten durch die Sekundäremissionen aus der Kathodenoberfläche bei. Insgesamt entsteht eine Ionisationswelle entlang der kathodenseitigen Substratoberfläche in der Stirn des Streamers (siehe Abbildung 1, $t = t_0 + 2\text{ns}$). Im weiteren Verlauf klingt die Ionisation auf der Anodenseite ab (siehe Abbildung 1, $t = t_0 + 4\text{ns}$). Die Stirnwelle erreicht schließlich entlang der Substratoberfläche die Randbereiche (siehe Abbildung 1, $t = t_0 + 6\text{ns}$).

Das Forschungsvorhaben wird dankenswerter Weise von der VolkswagenStiftung gefördert.

Front waves in cavities of micro-structured plasma stamp

Dr.-Ing. Vladimir Ermel

Plasma stamps with cavities are introduced for the micro-structured surface modification. The modification degree of the substrates is determined by the statistic distribution of discharges. The restricted cavity dimensions cause a development of the space or sliding discharges, as well as arouse an interference of the plasma waves. Induced convergence of the waves, damping of the discharge and the mutual action of the adjacent cavities through the field compression in the dielectric determines space effects, which leads to characteristic distribution of the particle flow to the surface of the cavity. In the cathode fall arises a front wave, which is expanded in some nanoseconds over the substrate.

The simulations of the development phases of the front waves in the cavities was accomplished with the program SIPDP, company Kinema as fluid 2D-Modell. The model is based on a description of the electron and ion densities, which are coupled with the Poisson equation for the electrical field.

Fig. 1 shows the development phases of the front wave. The ionization rate is represented with a logarithmic decade scale with a maximum value of $2 \times 10^{24} \text{cm}^{-3} \text{s}^{-1}$. The ionization processes run from the anode side of the cavity to the dynamic cathode fall (see fig. 1, $t = t_0$). The ionization rate on the symmetric axis is small and is under $2 \times 10^{16} \text{cm}^{-3} \text{s}^{-1}$ due to the screening by the high ionized plasma. The arriving streamer produces high lateral field gradients through the local field displacement, which lead to further ionizations. The ion stream to the surface contributes to rising ionization rates by the secondary emissions from the cathode surface. An ionization wave develops along the substrate surface in the front of the streamer (see fig. 1, $t = t_0 + 2\text{ns}$). In the further process the ionization on the anode side decreases and disappears (see fig. 1, $t = t_0 + 4\text{ns}$). The front wave reaches finally along the substrate surface the border line (see fig. 1, $t = t_0 + 6\text{ns}$).

The research project is funded by the VolkswagenStiftung.

Dielektrisches Verhalten von Bedampfungsschichten auf Keramikoberflächen unter Vakuum

Dipl.-Ing. Ingo Gramberg

Das Prinzip der Vakuumschaltkammern hat sich unter anderem aus Gründen geringen Verschleißes und einer langen Lebensdauer in der Energieversorgungstechnik als zuverlässig und wirtschaftlich erwiesen. Vakuumschaltkammern werden bislang hauptsächlich im Bereich der Mittelspannung eingesetzt. Sowohl technische und wirtschaftliche, aber auch umweltpolitische Gründe wie die SF6-Problematik sprechen dafür, den Einsatzbereich von Vakuumschaltkammern auch auf höhere Spannungsebenen auszudehnen.

Bei der Dimensionierung einer Schaltröhre sind die bei einer vorgesehenen Nennspannung auftretenden Nenn- Betriebsströme zu führen und zu schalten, sowie der Kurzschlussstrom abzuschalten. Den Nennspannungen sind nach VDE 0670 zu haltende Nenn-



Abbildung 1: Versuchsschalter

Figure 1: test switchgear

Kurzzeitwechselfspannungen und Nenn- Blitzstoßspannungen zugeordnet. Besonders in Bezug auf den Isolationspegel bei der zu haltenden Nenn- Kurzzeitwechselfspannung spielt die Länge und die Materialbeschaffenheit der Keramik- isolatoren eine wichtige Rolle. Die Untersuchungen des dielektrischen Verhaltens von Bedampfungsschichten auf Keramikoberflächen unter Vakuum haben das Ziel, Optimierungsmöglichkeiten in Bezug auf Materialeigenschaften und konstruktives Design der Schaltkammern aufzudecken, um so zu einer erhöhten Spannungsfestigkeit zu führen.

Zum Zwecke dieser Untersuchungen wurde am Institut ein industriell gefertigter Leistungsschalter so modifiziert, dass jeweils eine Schaltröhre eingebaut und geschaltet werden kann. Hierfür sind zunächst Schaltversuche mit Vakuumschaltkammern vorgesehen, die eine Bedampfungsschicht auf der Keramikinnenseite der Schaltröhre hinterlassen. Diese werden dann untersucht, um Rückschlüsse auf evtl. Verbesserungsmöglichkeiten zu liefern.

Im Auslieferungszustand sind auf einem Leistungsschalter des verwendeten Typs drei in Epoxidharz vergossene Vakuumschaltkammern montiert. Für die zu untersuchenden, nicht in Harz eingegossenen Schaltröhren wurde zunächst ein Polteil konstruiert und gefertigt, welches beliebig oft das Austauschen der Schaltröhre möglich macht. Die zur Bedampfung der Röhren führenden Schalthandlungen mit 5 bis 20 kA werden im institutseigenen Leistungsprüffeld durchgeführt. Da diese Versuchsanlage auch für andere Forschungszwecke genutzt wird, wurde der komplette Schalter, samt Ansteuerungselektronik auf einem während der Schaltversuche beschwerbaren Rollwagen montiert.

Für Untersuchungen der beschalteten Röhren mit Wechselspannung und Blitzstoßspannung muss zum Teil für eine erhöhte äußere Isolation gesorgt werden. Diesen Zweck erfüllt ein ebenfalls im Institut gefertigtes Prüfgefäß, welches das Umspülen der Schaltröhre mit einem Isolieröl ermöglicht.

Dielectric behaviour of vaporization layers on ceramic surfaces under vacuum

Dipl.-Ing. Ingo Gramberg

The principle of vacuum circuit breakers has proved for reasons of low abrasion and long lasting lifetimes to be a reliable and economical technique. Until now, vacuum interrupters are used mainly in medium voltage grids. For technical and economic reasons, and as well for reasons like the SF₆ problem, it is desirable to expand the application area of vacuum interrupters up to higher voltage levels.

In the process of dimensioning a vacuum interrupter, high voltage tests have to be performed, to show that the interrupter is working reliable at the provided voltage level. Especially vaporization layers on the ceramic surfaces, which emerge during switching operations will be examined.

To perform these researches, an industrially manufactured switchgear has been modified, so that the installed vacuum interrupters can be exchanged in an easy way. With this switchgear, it is possible do evaporate multiple vacuum interrupters with different intensities of current in

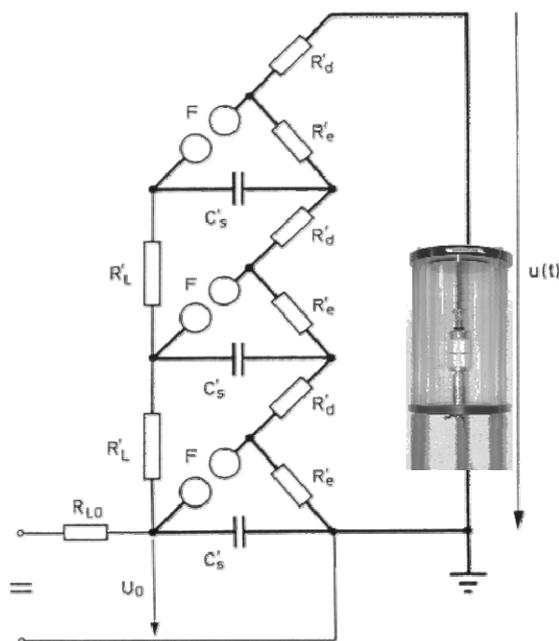


Abbildung 2: Blitzstoßspannungsprüfung einer Vakuumschaltkammer

Figure 2: lightning impulse voltage test of a vacuum interrupter

the high power testfield of the institute. Afterwards these vaporisation layers will be examined, in order to detect possibilities of advancement concerning the design and material of the vacuum interrupters.

Untersuchungen von Silikonisierstoffen und deren Interaktion mit der Umgebung unter erschwerten Umweltbedingungen

Dipl.-Ing. Michael Hilbert

Zur äußeren Isolierung von Komponenten in elektrischen Freiluftanlagen findet Silikon aufgrund der guten Eigenschaften, wie z.B. Hydrophobie, als Isoliermedium immer häufiger Anwendung.

Das Silikon dieser Isolatoren steht in ständiger Wechselwirkung mit der Umwelt. Hierbei nimmt der Werkstoff Silikon beispielsweise Feuchtigkeit auf, gibt hingegen aber auch niedermolekulare Teilchen, sogenannte LMW (Low Molecular Weight) ab. Diese LMW lagern sich auf den verschiedensten Materialien in der Umgebung ab und können so den normalerweise hydrophilen Stoffen ebenfalls ein hydrophobes Verhalten verleihen.

Durch diese Eigenschaft der Leichtflüchtigkeit können die Teilchen sich an anderen Stoffen anlagern und bestimmte Formen annehmen, welche eine Veränderung der jeweiligen Materialeigenschaften und somit auch der elektrischen Feldeigenschaften nach sich zieht.

Dieses Phänomen wird untersucht, um die Ursache sowie die Beeinflussung der Umgebung nachvollziehen zu können und daher die positiven Eigenschaften ohne negative Folgen uneingeschränkt ausnutzen zu können.

So werden Belastungen von Isolierstoffen in einem überwiegend geschlossenen System vorgenommen, welches ausschließlich einen definierten und kontrollierbaren Austausch mit der Umgebung zulässt. Die Versuchsanordnung besteht aus einer sehr inhomogenen Hochspannungselektrode und einer homogenen Erdelektrode, mit dem zu untersuchenden Material darauf.

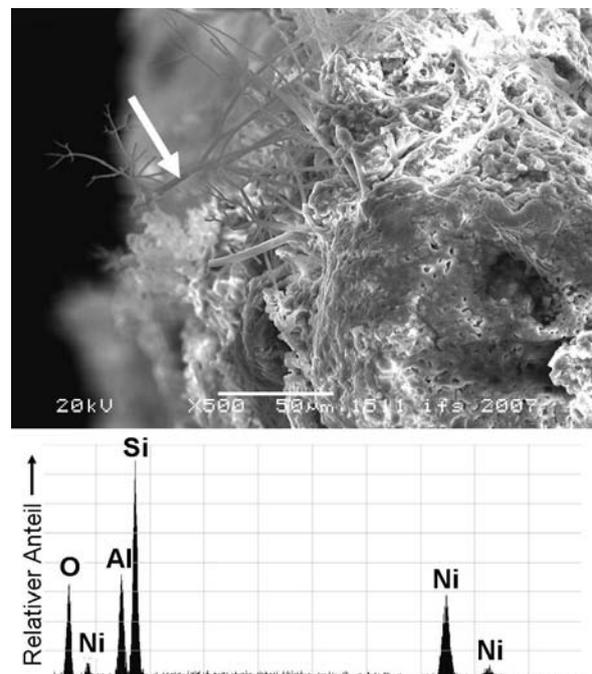


Abb. 1: REM-Bild sowie EDX-Spektrum der Ablagerungen an der Hochspannungselektrode

Figure 1: SEM analysis and EDX spectrum of deposits on electrode

Die kombinierte Belastung beruht auf mechanischer, elektrischer und chemischer Beanspruchung und soll somit das reale Verhalten von Isolationsmaterialien nachbilden.

Ein während der Belastung der Silikon-Prüflinge zu beobachtender Effekt ist, dass an den Nadeln der Hochspannungselektrode eine weißliche verästelte Ablagerung auftrat.

Diese Ablagerung wurde näher untersucht, indem Aufnahmen der Nadeln mit einem REM (Rasterelektronenmikroskop) gemacht wurden und ebenfalls eine Untersuchung mit einer EDX (Energiedispersive Röntgenspektroskopie) vorgenommen wurde. Das hiermit aufgenommene Mikroskopbild sowie das aufgezeichnete Spektrum der Zusammensetzung der Ablagerung kann man der Abbildung 1 entnehmen.

Die Nadelablagerung kann man folglich so erklären, dass sowohl LMW, als auch ein Füllstoff des Silikons aus diesem in die sie umgebende Luft entwichen sind und sich dann durch die Energiezufuhr über eine chemische Reaktion mit dem Ozon an den Nadeln der Hochspannungselektrode angelagert haben.

Dies hat schließlich zu der beobachteten Bildung der kristallinen Ablagerungen geführt.

Da diese Ablagerungen Teilentladungen verursachen bzw. begünstigen können, sind sie ein interessanter Aspekt.

Diagnosis of Silicone-Rubber-Insulators and their interaction with the surroundings under environmental conditions

Dipl.-Ing. Michael Hilbert

Composite insulators are a good choice for outdoor insulation in rough and polluted areas. Here they show their great advantage of hydrophobia. Depending on LMW (low molecular weight) parts of the silicone they transfer through the surface pollution and hydrophobize them.

These LMW attach not only on preferable dust, but also on other near materials. This may causes a deformation of the electrical field and could lead to partial discharges (PD).

Some deposits were found on high-voltage electrodes in a measurement setup. These were determined with a SEM (scanning electron microscopy) and an EDX (energy dispersive X-ray) as shown in Figure 1. Thus the deposit was build up through the LMW and fillers of the silicone.

Untersuchungen von Silikonisolerstoffen unter erschwerten Umweltbedingungen bei DC-Belastung

Dipl.-Ing. Michael Hilbert

Die Übertragung und Verteilung elektrischer Energie findet größtenteils in Form von Wechselspannung statt, welche z.B. über Freileitungen übertragen wird. Dies funktioniert

jedoch nicht verlustlos, sondern ist ab einer bestimmten Übertragungslänge mit erheblichen Leitungsverlusten verbunden, welche die maximale Leitungslänge bestimmen.

Eine Alternative stellt die Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) dar, deren rein ohmsche Verluste die Leitungslängen weniger stark begrenzen.

Außerdem ist bei Gleichspannung gegenüber Wechselspannung ein anderes Verhalten der Isolatoren zu erwarten. Hierbei erfahren die Isolatoren keine ständige Umpolarisierung mit der Netzfrequenz, sondern eine einfache Polarisierung. Dies macht die Isolatoren anfälliger für gewisse Verschmutzungen, welche sich an den Isolatoren anlagern können. Hieraus resultierenden wiederum Kriechströme und schlussendlich im schlimmsten Fall Fremdschichtüberschläge.

Als Isolatoren für Freiluft-Übertragungstrecken bei Wechselspannung werden immer häufiger Silikonisolatoren aufgrund vieler Vorteile eingesetzt. Besonders bei Anwendungen, die ein Waschen von Keramikisolatoren erfordern, zeigen die Verbundisolatoren ihr wahres Potential mit der Hydrophobie-Eigenschaft.

Korona beziehungsweise äußere Teilentladungen (TE) beeinflussen die Hydrophobie von Silikonisolatoren und verschlechtern diese grundsätzlich. Dieser Zusammenhang wurde bei Wechselspannung bereits untersucht. Bei Gleichspannung hingegen gibt es erst wenige Erfahrungen damit.

Daher wird in diesem Forschungsprojekt untersucht, wie sich Teilentladungen bei Gleichspannung messen lassen und wie sich diese hier im Gegensatz zur Wechselspannung verhalten. Hierbei entstehen gewisse Fragestellungen, wie z. B.: Welche unterschiedlichen Messverfahren werden für die Wechselspannung benötigt? Und wie kann man die Ergebnisse aufgrund des Fehlens der Phasenlage sinnvoll deuten?

Der Fokus wird speziell auf die Hydrophobie sowie die Alterung bei Gleichspannung u. a. durch zyklische Betauung gelegt.

Der betriebliche Einsatz dieser Isolatoren wird so nachgebildet, indem ein Isolator mit einer zyklische Betauung in einer Klimakammer und anstehender Spannung beaufschlagt wird, hierbei wird die TE-Aktivität gemessen.

Diagnosis of Silicone-Rubber-Insulators under environmental conditions and DC-stress

Dipl.-Ing. Michael Hilbert

Our electricity grid uses AC for transmission of electrical energy. AC causes losses depending on length of the transmission due to reactive power. Because of this HVDC (High Voltage Direct Current) transmission could be an alternative.

The AC-behaviour of insulators – especially silicon-insulators – is almost completely known. DC properties on the other hand have to be determined because of e. g. polarisation effect.

Partial discharges are one of the major characteristics in combination with cyclic temperature and condensation stress which are to be analysed.

3.3 Arbeitsgruppe Schaltgeräte - Working Group Switching Devices

Verhalten von Leistungshalbleitern gegenüber Stoßbelastungen

Dipl.-Ing. Björn Bünsow

In nahezu jedem elektrischen Gerät sind heutzutage elektronische Schalter integriert. In der kleinsten Form (1 Transistor in einem Chip mit Mio. von Transistoren) dienen sie zur Steuerung verschiedener Funktionen. In etwas größerer Form (1 Transistor als Bauteil) dienen diese Schalter zum Ein- und Ausschalten von Strömen, um bereits kleine Verbraucher wie Relais oder kleine Motoren anzutreiben. Werden höhere Leistungen gefordert, wie sie zum Beispiel zum Antrieb von Bahnen notwendig sind, werden Bauteile eingesetzt, in denen mehrere High-Power-Transistoren verschaltet werden. Der Größenunterschied ist deutlich in Abbildung 1 zu sehen. Durch diesen Einzug der Halbleiter in den Hochleistungsbereich, werden sie nun auch für Netzapplikationen eingesetzt. Die leistungsstärksten Applikationen stellen dabei die Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) und das Kompensieren sowie die Lastflussregelung im AC-Verteilnetz durch sogenannte FACTS dar. Hierbei fließt der gesamte Netzstrom direkt durch die Halbleiter.

Regenerative Energien erzeugen in den seltensten Fällen elektrische Energie, die ohne Umformung in das Netz gespeist werden kann. Durch diesen Umstand sind leistungselektronische Wandler unumgänglich und werden in Leistungen < 1 kW bis hin zu MW konzipiert und eingesetzt. Große Zentralwechselrichter werden direkt an das Mittelspannungsnetz angeschlossen und haben so einen direkten Einfluss auf die Netzqualität. Der Ausfall solch einer Anlage würde für die umliegende Bevölkerung Stromausfälle bedeuten.

Da Halbleiter von Hause aus sehr empfindlich gegenüber Überlastungen und Störungen sind, sie aber nicht durch elektromechanische Schalter ersetzt werden können, muss die Robustheit und die Zuverlässigkeit von Halbleitern untersucht werden.

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

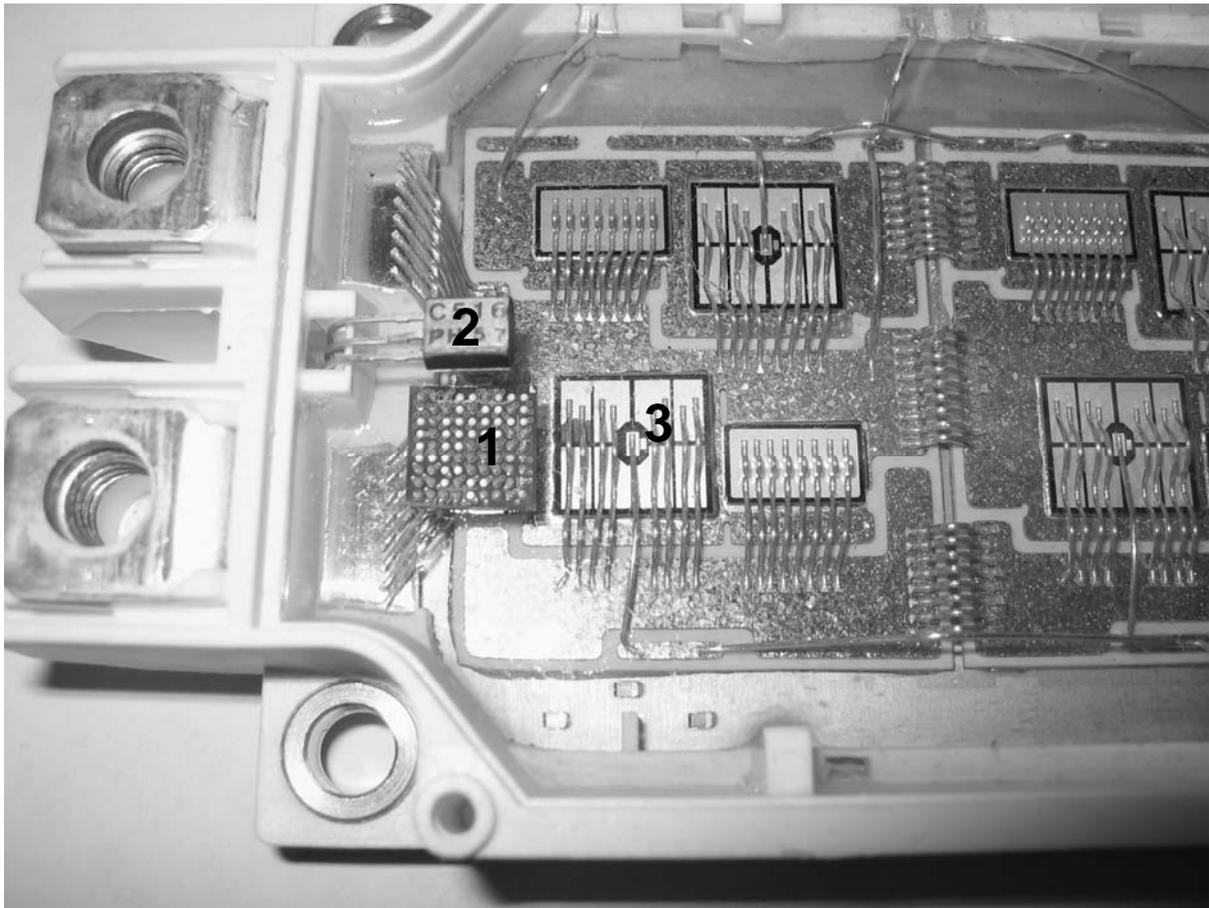


Abbildung 1: Größenvergleich (1. IC, 2. Transistor, 3. Power-IGBT)

Figure 1: Comparison of sizes (1. IC, 2. Transistor, 3. Power-IGBT)

Behaviour of Power Semiconductors observe surge currents

Dipl.-Ing. Björn Bünsow

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

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

Hochtemperatur – Supraleiter

Dipl.-Ing. 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, dass 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.

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

Die Abbildungen 1-3 zeigen die Ergebnisse einer typischen Supraleitersimulation mit einem Transportstrom der dem 1,5fachen des kritischen Stromes J_C entspricht ($J_C = 1 \times 10^{10}$ A/m²). Simuliert wurde ein runder Supraleiter in Quasi-2D (unendlich langer Leiter) mit einem Radius von 0,2 mm. Als Transportstrom wurde eine Gleichstrom angenommen, der innerhalb 1 ms auf seinen Maximalwert, der dem 1,5fachen des kritischen Stromes J_C entspricht ($J_C = 1 \times 10^{10}$ A/m²), ansteigt. Bild 1 zeigt die Stromdichte über dem Querschnitt des Leiters zu verschiedenen Zeiten. Die Stromdichte dringt von außen in den Leiter ein bis die kritische Stromdichte J_C erreicht ist. Der Supraleiter ist nun vollständig vom Strom durchsetzt und ist bei einem weiteren Anstieg der Stromdichte nicht mehr länger supraleitend, sondern verhält sich wie ein normalleitendes Material. Die Schwingungen die in Abbildung 3 zu erkennen sind, sowie die unscharfen Übergänge von stromdurchflossenen Bereichen zu nicht stromdurchflossenen Bereichen, sind Artefakte der numerischen Berechnung, die durch Interpolation in den finiten Elementen entstehen. Dieses Verhalten ist in guter Übereinstimmung mit den bekannten Theorien über die Supraleitung. Die Abbildungen 2 und 3 zeigen die zeitliche Entwicklung der Stromdichte, der Temperatur sowie der elektrischen Leitfähigkeit. Wie in Abbildung 2 zu sehen, wurde der Supraleiter über einen Zeitraum von 100 ms berechnet, es zeigt ebenfalls die Temperaturabhängigkeit des Leitwertes des Supraleiters. Abbildung 3 zeigt einen Ausschnitt der Kurven aus Abbildung 2. Die für

Supraleiter typische stark sinkende Leitfähigkeit bei steigender Stromdichte ist hier gut zu erkennen.

Die Ergebnisse dieser und auch anderer Simulationen zeigen also, dass das bisher entwickelte Simulationsmodell gut mit den Theorien zur Supraleitung übereinstimmt. Die weiteren Arbeiten konzentrieren sich nun darauf, den vom Magnetfeld abhängigen Leitwert bzw. die magnetfeldabhängige kritische Stromdichte $J_C(B)$ in das Simulationsmodell zu integrieren, sowie die Parameter des Modells an reale Supraleiter (Coated Conductors) anzupassen.

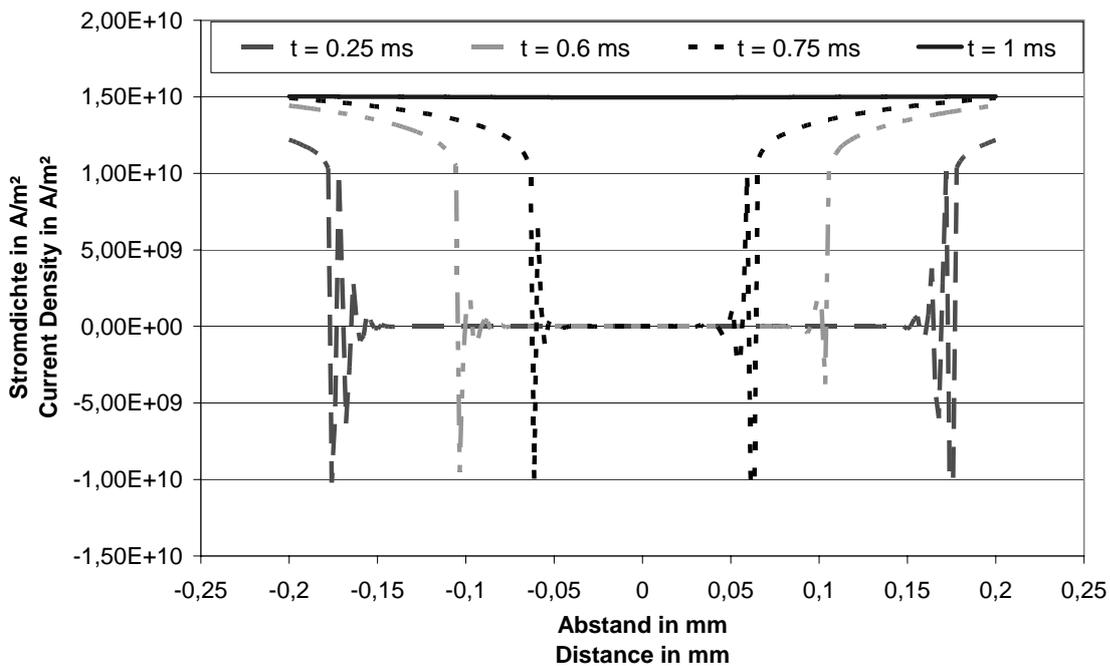


Abbildung 1: Stromdichteverteilung über den Querschnitt des Leiters zu verschiedenen Zeiten bei einer eingepprägten Transportstromdichte von $J/J_C = 1,5$

Figure 1: Current density across the cross-section at different times with a current density of $J/J_C = 1.5$

Parallel zu den Simulationen wird der Widerstand von Coated Conductors, also Supraleitern der 2. Generation, in einer eigens für diesen Zweck gebauten Versuchsanlage in Abhängigkeit von unterschiedlichen externen Magnetfeldern und unterschiedlichen Transportströmen gemessen. Der Transportstrom selbst ist ein rechteckförmiger Stromimpuls der mit 4 A/ns ansteigt, eine max. Amplitude von 800 A und eine Pulsbreite von 0,5-1 ms hat. Die Versuchsanlage bietet die Möglichkeit externe Magnetfelder parallel zur Probenoberfläche in Höhe von 1,2 T und senkrecht zur Probe in Höhe von 600 mT zu erzeugen.

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

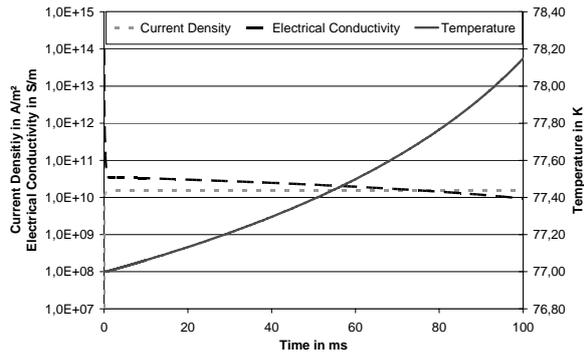


Abb. 2: Stromdichte, elektrische Leitfähigkeit und Temperatur in einem Supraleiter in Abhängigkeit der Zeit. Der Transportstrom entspricht dem 1,5fachen kritischen Strom ($I/I_C = 1,5$)

Fig. 2: Current Density, temperature and electrical conductivity over time ($J/J_C = 1.5$)

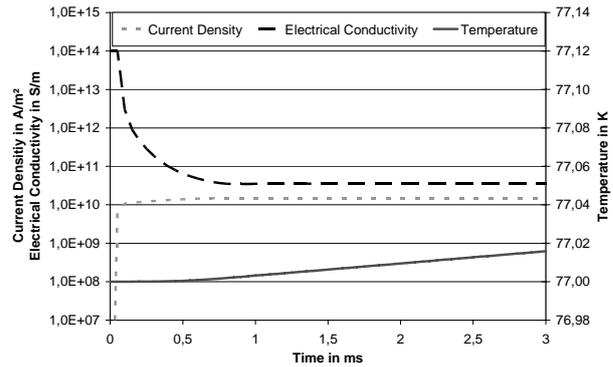


Abb. 3: Ausschnitt von Abbildung 1. Dargestellt werden Stromdichte, elektrische Leitfähigkeit und Temperatur in einem Supraleiter in Abhängigkeit der Zeit. Der Transportstrom entspricht dem 1,5fachen kritischen Strom ($I/I_C = 1,5$)

Fig. 2: Cutout-view of Fig. 1

High-Temperature Superconductors (HTS)

Dipl.-Ing. A. Henning

HTS opens many new possibilities for new applications in the field of electrical power applications. The superconducting state depends on 3 critical values temperature T , magnetic flux density B and current density J . If one of these values is exceeded the superconducting state breaks down and the HTS develops an electrical resistance. So far no simulation tool is known, which emulates all three critical parameters of a HTS. A simulation tool which incorporates all three critical parameters is of great interest for the dimensioning of applications. The objective of this work is to develop a simulation scheme which allows an emulation of superconductors under the influence of all critical values.

Some results of recent simulations are shown in Fig. 1, Fig. 2 and Fig. 3. These Figures show the results of an exemplary simulation with a current of $I/I_C = 1.5$. Fig. 1 shows the current density with respect to the cross-section of the superconductor at different times. The current density penetrates the superconductor with the rising transport current from the surface to the inner regions until J_C is reached. That the transition from the area with current flow to the area without current flow is not sharp is an artefact of the numerical approach (interpolation in finite elements). After the current exceeds I_C the current flow has spread over the entire cross-section of the superconductor. A further increase of the current means the conductor is no longer superconducting and works now like a normalconducting material. Thus the current density now rises equally over the entire cross-section. This behavior is in good agreement to

the known critical state models. In Fig. 2 and Fig. 3 the development of the current density, the electrical conductivity and the temperature over time are shown at a point near the surface of the superconductor. The model was calculated up to 100 ms (Fig. 1), but for a better visibility of the transition-region the curves in Fig. 3 are shown only up to 3 ms. Up to 1 ms the strong decrease of the conductivity in relation with the rising current density can be observed, which is typical for superconductors. In Fig. 2 the further progression of the curves can be seen. The Figure shows, that with the rising temperature the electrical conductivity is still decreasing, which is again typical for superconductors.

In summary the model shows a good conformity to the known behavior of superconductors. Especially the penetration of the current into the superconductor is reproduced very well as well as the current dependent conductivity.

Simulation von Niederspannungslichtbögen

Dipl.-Ing. Julia Riß

Um den Strom in einem Niederspannungsschaltgerät abschalten zu können, muss der nach Kontakttrennung entstehende Lichtbogen möglichst schnell zum Verlöschen gebracht werden. Dies wird durch die Erhöhung der Lichtbogenspannung über die treibende Netzspannung erreicht. Die Lichtbogenspannungserhöhung wird durch Verlängerung und Kühlung des Lichtbogens und vorzugsweise durch die Verwendung von metallischen Löschblechen erzielt. Für die Weiterentwicklung von Schaltgeräten spielt die Simulation von Lichtbögen eine große Rolle. Die Simulation ermöglicht zum einen kürzere Entwicklungszeiten, da aufwendige und kostenintensive experimentelle Versuchsreihen entfallen können. Zum anderen können messtechnisch nicht oder nur schwer erfassbare Größen sehr anschaulich dargestellt und ausgewertet werden und so zu einem besseren Verständnis des Lichtbogenverhaltens beitragen.

Für die Simulation des Lichtbogens innerhalb des Schaltgerätes werden das CFD- (Computational Fluid Dynamics) Programm ANSYS CFX und das Multiphysics Programm ANSYS miteinander gekoppelt. Die im Lichtbogen ablaufenden physikalischen Prozesse sind sehr komplex und müssen hinreichend genau nachgebildet werden. Der elektrische Lichtbogen erzeugt zum einen ein Magnetfeld, zum anderen heizt er das Plasma durch seine hohe Stromdichte auf. Dies führt zu einer Gasströmung und zum Energietransport innerhalb des Schaltgerätes. Die temperatur- und druckabhängigen Plasmamparameter beeinflussen wiederum die Gasströmung, die Stromdichte und das Magnetfeld. Es besteht somit eine starke Abhängigkeit zwischen den elektromagnetischen und den gasdynamischen Prozessen.

Um die Lichtbogenwanderung und die Aufteilung des Lichtbogens am Löschblech zu beschreiben, müssen die Fallgebiete des Lichtbogens am Übergang zwischen Plasma und Metall berücksichtigt werden. Diese wurden bisher mittels einer das Metall umgebenden

Elementschicht, in der eine nichtlineare Spannungs-Stromdichte-Kennlinie vorgegeben wird, in die Simulation implementiert. Diese nichtlineare Kennlinie berücksichtigt, dass bei der Bildung eines Fußpunktes bei einer geringen Stromdichte zunächst eine gewisse Zündspannung überschritten werden muss, bevor sich mit zunehmender Stromdichte eine nahezu konstante Fallgebietsspannung von 10 V einstellt.

Um den Leistungsumsatz eines Fußpunktes näher untersuchen zu können, wird die Fußpunktkenlinie auf eine andere Weise in die Simulation implementiert: Es werden Übergangsbedingung zwischen Gasraum und Metall eingebracht. Hier kann gewählt werden, welcher Anteil der Leistung eines Elektrodenfalls an den Gasraum und welcher an das Metall abgegeben wird.

Abbildung 1a zeigt die Stromdichteverteilung eines Lichtbogens ohne Leistungsabgabe in den Fußpunkten. Der Lichtbogen brennt nahezu zylindrisch in der Kammer. Im Gegensatz dazu

ist in Abbildung 1b ein Lichtbogen gezeigt, bei dem die Fußpunktleistung je zur Hälfte an die Elektrode und an das Plasma abgegeben wird. Die ins Plasma abgegebene Leistung hat einen großen Einfluss auf die Form des Lichtbogens. So bilden sich die aus der Literatur bekannten und in Experimenten zu beobachtende Plasmaströmungen aus.

Ein Nachteil bei der Modellierung der nichtlinearen Kennlinie mit Hilfe von Übergangsbedingungen liegt in der um 40% erhöhten Rechenzeit gegenüber der Verwendung einer diskreten Schicht.

Um eine gute Übereinstimmung mit Experimenten zu erzielen, werden weitere Parameterstudien und Variationen des Fußpunktmodells untersucht.

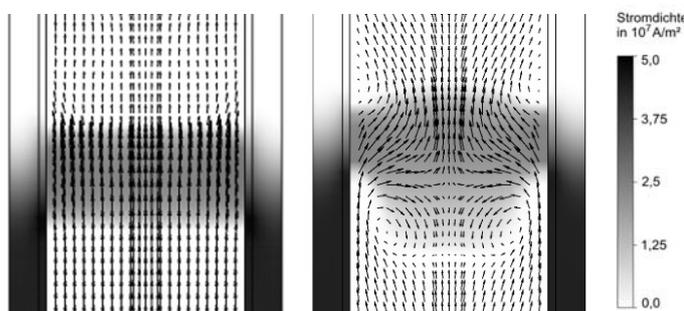


Abbildung 1: Stromdichteverteilung eines Lichtbogens

- a) ohne Fußpunktleistung
- b) Fußpunktleistung wird auf Elektrode und Plasma aufgeteilt

Figure 1: Current density distribution of an arc

- a) without arc root power
- b) arc root power is shared between electrode and plasma

Simulation of low-voltage arcs

Dipl.-Ing. Julia Riß

To interrupt the circuit in a low-voltage switching device, the electric arc that is ignited between the contact pieces has to be extinguished quickly. Therefore the arc voltage has to be increased rapidly. This is achieved by cooling and elongating or by the most effective method

to split the arc into several series arcs by metallic splitter plates. Thereby, the arc voltage is increased by multiple electrode falls. For a better understanding and for a reduction of the development process simulations of electric arcs plays an important part nowadays.

For the mathematical description of the arc-movement and the arc splitting process the modeling of the electrode-falls is very important. Therefore a special current-voltage-curve is used. To investigate the power of the electrode falls two different models are used. Some results of the investigations are shown in Figure 1. In Figure 1a the power of the electrode falls is neglected. The electric arc has a symmetric shape. In comparison to that, Figure 1b shows the results of a simulation in which the electrode fall power is shared between the electrode and the plasma. This causes a plasma jet from the electrode into the middle of the chamber which can be observed in experiments too.

To achieve a better correlation to experiments the simulation tool is continuously improved.

Experimentelle Untersuchung des Löschverhaltens von Gleichstromschaltgeräten für Niederspannungsanwendungen

Dipl.-Ing. Thorsten Schrank

Die Erzeugung erneuerbarer Energie und die Verknappung fossiler Ressourcen führen mehr und mehr zum Einsatz von Gleichstromtechnik. Beispiele hierfür sind die Energieerzeugung durch Photovoltaiksysteme oder die zunehmende Elektrifizierung des Antriebsstranges von Kraftfahrzeugen. Als weiterer Anwendungsbereich ist die Brennstoffzellentechnik zu nennen, sowohl stationär als auch im mobilen Einsatz. Bei Hybrid-, Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeugen sind Gleichspannungen von über 500 V anzutreffen, um die Versorgung von Verbrauchern mit Leistungen über 100 kW zu ermöglichen. Da der Bedarf an elektrischer Energie zukünftig weiter steigen wird, ist eine weitere Erhöhung der Nennspannung denkbar, besonders um die Leistungsübertragung noch effektiver zu gestalten. Die fortschreitende Miniaturisierung elektrischer Geräte und ein steigender Leistungsbedarf der Verbraucher erschweren die Funktion der eingesetzten Schaltgeräte gleich in mehrfacher Hinsicht. Zum einen muss ein Schalter in der Lage sein, eine höhere Spannung schalten zu können, was besonders bei Gleichspannungen schwieriger wird. Zum anderen muss die Schaltarbeit in einem kleineren Volumen umgesetzt werden, wodurch sich die Lebensdauer des Schalters verkürzt, da die Schaltkammer schneller verschleißt.

In Fehlerfällen, Gefahrensituationen oder bei Überlasten ist eine sichere Abschaltung unumgänglich, um Folgeschäden zu vermeiden. Dies erfordert die genaue Kenntnis des Löschverhaltens der Schaltgeräte.

Gleichstromschaltgeräte beeinflussen beim Ausschaltvorgang den Stromverlauf durch die Lichtbogenspannung bzw. die Impedanz des Lichtbogens. Zur Unterbrechung von Gleichströmen werden daher spezielle Schaltgeräte benötigt, deren Löschkammern während

des Ausschaltvorganges eine hohe Lichtbogenspannung erzeugen und die im Lichtbogen umgesetzte Energie aufnehmen bzw. abführen.

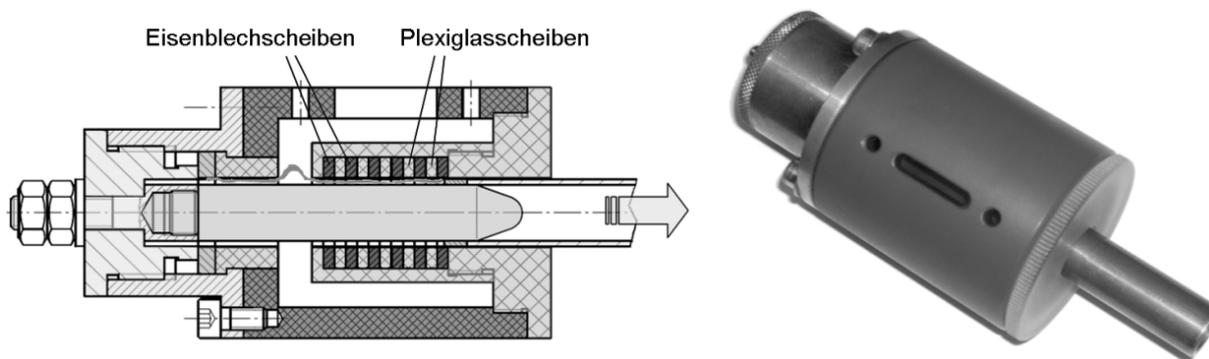


Abbildung 1: Modellschalter mit Ringspalt und variabler Schaltkammer

Figure 1: Model switch with annular-gap and modifiable arcing chamber

Ziel dieses Forschungsprojekts ist die systematische Weiterentwicklung des Ausschaltverhaltens unterschiedlicher Löschmechanismen und die Untersuchung innovativer Schaltprinzipien anhand geeigneter Modellschalter (Abbildung 1). Dabei sollen auch Kammermaterialien wie spezielle Verbundwerkstoffe untersucht werden.

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

Dipl.-Ing. Thorsten Schrank

The production of renewable energy and the shortage of fossil resources lead more and more to the application of direct current technology. To name but a few examples there are photovoltaic systems, fuel cells, and the increasing electrification of the power train of vehicles. Hybrid and electric vehicles operate at a rated voltage above 500 V DC; their electric power exceeds 100 kW. In case of failure breaking operations at several hundred volts mean heavy duty to the switchgear. In order to break the current the switch has to generate an arc voltage higher than the source voltage, and to absorb or to dissipate the switching losses. The aim of the research project is the systematic advancement of the breaking behaviour of appropriate arc quenching concepts, and the investigation of innovative switching principles based on suitable model switches (figure 1). In addition, arcing chamber materials such as special composites are to be examined.

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

Dipl.-Ing. Christian Wolf

Das Prinzip der Vakuumschalttechnik wird im Bereich der Mittelspannung seit langem erfolgreich eingesetzt. Für die Zukunft wird auch ein stärkerer Anteil für die Hochspannung angestrebt, wohin viele Forschungsthemen ausgerichtet sind. Trotz langjähriger Analyse des Schaltverhaltens im Vakuum bedarf es aber weiterer Untersuchungen des Lichtbogenverhaltens, um ausreichend praktische Kenntnisse für notwendige Computersimulation zu sammeln.

Es ist das Ziel dieses Forschungsthemas, Vakuum-Schaltlichtbögen mit Effektivströmen bis zu 60 kA experimentell mit optischen Mitteln zu untersuchen. Hierbei stehen zum einen die Bewegung und das Verhalten der kontrahierten Lichtbögen auf Transversal-Magnetfeld- (TMF-) Elektroden (s. Abbildung 1) im Fokus der Untersuchungen. Weitere Versuche gehen dahin,

berührungslos über einen optischen Aufbau die durch den Lichtbogen bedingte Temperaturbelastung der Kontaktoberflächen zu erfassen. Gewonnene Erkenntnisse werden während des laufenden Forschungsprojekts mit Computersimulationen beteiligter Projektpartner verglichen, um den Bau leistungsfähigerer und kompakterer TMF-Vakuumschaltkammern zu beschleunigen.

Durch den in Abbildung 2 gezeigten Aufbau werden Hochgeschwindigkeits-Videos mit Bildraten von 30.000 Bildern pro Sekunde aufgenommen, mit denen Lichtbogengeschwindigkeiten und Stromdichten auf den Elektroden ermittelt werden. Abbildung 3 zeigt einen Kameraausschnitt, der nebeneinander zwei um 90° versetzte Aufnahmen des Vakuumbogens darstellt. Hierdurch können Bewegungen und Lichtbogenformen klar verfolgt werden. Bei den Untersuchungen zeigt sich, dass Lichtbogengeschwindigkeiten stark unterschiedliche Werte zwischen einigen m/s bis hin zu mehreren 100 m/s annehmen, wobei keine klare Abhängigkeit vom Momentanstrom zu erkennen ist. Die Werte von Spiralkontakten übersteigen die der Topfkontakte, was aus den

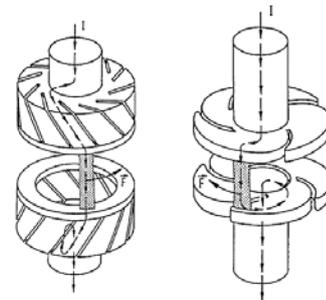


Abb. 1: Topf- und Spiralkontaktform
Figure 1: Cup-shaped and spiral-shaped contact design

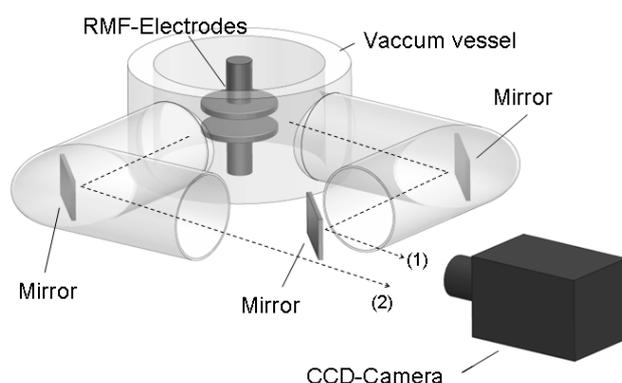


Abbildung 2: Optischer Versuchsaufbau
Figure 2: Optical test setup

unterschiedlichen Geometrien des Strompfads resultiert. Die Stromdichten auf den Elektroden hingegen zeigen für beide Kontaktarten ähnliche Werte, die zwischen 7 und 70 kA/cm² liegen. Auch hier kann eine Abhängigkeit vom Strom nicht gesehen werden. Deutlich wird aber der Unterschied der Stromdichten bei Kathode und Anode, wobei die Anode stets höhere Werte aufweist.



Abbildung 3: Lichtbogen zwischen TMF-Kontakten

Figure 3: Arc between RMF contacts

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

Dipl.-Ing. Christian Wolf

Vacuum interrupters are a common switchgear technology in the medium voltage area. Most of the circuit breakers are equipped with electrodes using the transverse magnetic field design (shown in figure 1) forcing the electric arc on a circular motion. The research project aims at the analysis of the arc behaviour between the contacts, such as arc velocity, current density and typical behaviour patterns. The developed test setup (see fig. 2) allows recordings of the arc from two 90 degrees displaced views. In figure 3 one camera frame is shown with the two views (1) and (2) divided in the middle. By means of the high-speed movies velocities and current densities can be estimated giving ranges from several m/s to several 100 m/s and around 7 to 70 kA/cm² respectively. Both values do not seem to depend on the instantaneous current. Further work in the project deals with temperature investigation of the electrodes surfaces using a self-developed pyrometer setup.

3.4 Dissertationen - Dissertations

Lichtbogen-Simulation unter besonderer Berücksichtigung der Fußpunkte an Löschblechen

Alexandra Miriam Mutzke

Tag der mündlichen Prüfung: 24.02.2009

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

2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Rolf Radespiel

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat

Das eigentliche Schaltelement eines Niederspannungsschaltgerätes ist der bei der Kontaktöffnung entstehende Lichtbogen. Dieser muss schnellstmöglich zum Verlöschen gebracht werden, um den Stromkreis zu unterbrechen. Dazu muss die Lichtbogenspannung über die treibende Spannung hinaus erhöht werden. Diese Erhöhung der Lichtbogenspannung wird durch verschiedene Methoden erreicht, die einen Energieentzug aus dem Lichtbogen bewirken. Beispielsweise wird der Lichtbogen durch Bewegung gekühlt und an divergierenden Laufschiene verlängert. Am wirkungsvollsten ist jedoch die Verwendung metallischer Löschbleche, an denen sich der Lichtbogen in mehrere Teillichtbögen unterteilt. Durch die Bildung von neuen Anoden- und Kathodenfallgebieten erhöht sich die Lichtbogenspannung um ein Vielfaches.

Miniaturisierung und steigende Schaltleistungen erfordern eine genaue Kenntnis des Lichtbogenverhaltens, die aus zahlreichen experimentellen Untersuchungen gewonnen werden kann. Um den Entwicklungsprozess von Schaltgeräten zu verkürzen, werden Messungen jedoch zunehmend durch Simulationen ergänzt.

Ein Lichtbogen ist gekennzeichnet durch komplexe Wechselwirkungen von gasdynamischen und elektromagnetischen Prozessen bei sehr hohen Temperaturen. Hierfür wird im Rahmen dieser Arbeit eine Simulationsumgebung mithilfe einer Kopplung des Strömungssimulationsprogramms CFX und des Multiphysik-Programms Ansys entwickelt. Der Aufteilungsvorgang des Lichtbogens an einem Löschblech wird dabei durch eine dünne, das Löschblech umgebende Elementschicht mit einer Spannungs-Stromdichte-Kennlinie nachgebildet. Vor der Bildung eines Lichtbogenfußpunktes auf dem Löschblech muss bei geringer Stromdichte eine Zündspannung überschritten werden. Hat sich ein Fußpunkt gebildet, so kann ein beliebig hoher Strom bei einem nahezu konstanten Elektrodenfall fließen.

Um das Lichtbogenverhalten grundsätzlich nachzubilden, werden in dieser Arbeit vereinfachte Anordnungen von parallelen Laufschiene mit einem Löschblech verwendet, deren Abmessungen sich an realen Schaltgeräten orientieren. Die Simulationsergebnisse werden mit am Institut durchgeführten Messungen verglichen.

Der Schwerpunkt der Simulationen liegt auf den Untersuchungen des Aufteilungsvorganges am Löschblech. Insbesondere werden die Auswirkungen von Parametervariationen an der oben beschriebenen Kennlinie untersucht. Zudem werden aber auch die Einflüsse des vom Stromfluss erzeugten Magnetfeldes, der Strahlungsmodellierung und der in der Anordnung wandernden Druckwellen dargestellt.

Arc Simulations in Special Consideration of Arc Roots on Splitter Plates

The main element in low-voltage switchgear is the arc that is ignited between the contact pieces and that has to be extinguished quickly to interrupt the circuit. Therefore, the arc voltage has to be raised rapidly above the system voltage. To increase the arc voltage energy has to be removed from the arc during the time of arc current flow. There are several methods of arc treatment, e.g. arc motion and elongation by diverging arc runners as well as squeezing and cooling. However, the most effective and hence most widely used possibility is to split the arc into series arcs by metallic splitter plates. Thereby the arc voltage is increased by multiple cathode and anode falls.

Miniaturization and increasing breaking capacities require detailed investigations of the arc behavior. To shorten the development process of switching devices, measurements have been complemented by arc simulations recently.

An electrical arc is characterized by complex electromagnetic and gasdynamic interactions at very high temperatures. In this research work a simulation tool for these processes was developed by coupling the computational-fluid-dynamics-program CFX and the multiphysics program Ansys. The arc splitting process at a splitter plate is modeled by a thin layer of finite elements with a nonlinear current density – voltage characteristic completely surrounding the plate. Before a new arc root is formed on the plate an ignition voltage has to be exceeded at low current densities. When current flows through an arc spot, the electrode fall is nearly constant and rather independent of the current and current density, respectively.

To simulate the basic arc behavior, simplified arrangements of parallel arc runners with one splitter plate in between are used. The dimensions correspond to industrial switching devices. All simulation results are compared to experimental investigations.

The main aspect of the computations is the arc splitting process at the splitter plate. In particular the influence of parameter variations of the described characteristic is investigated. Moreover, different models to simulate the magnetic field as well as the radiation cooling are compared. An investigation of the moving shock waves caused by the arc ignition yields their strong influence on the arc behavior.

Teilentladungsdiagnostik von hochbelasteten Isoliersystemen auf Epoxidharzbasis

Michael Budde

Tag der mündlichen Prüfung: 27.05.2009

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat

2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Ernst Gockenbach

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Wolf-Rüdiger Canders

Die Zustandsbewertung einer elektrischen Isolierung mittels diagnostischer Messmethoden erfolgt zumeist mit integrierenden Verfahren, wie z.B. dielektrische Kennwerte oder – zur Erkennung lokaler Schädigungen, wie z.B. Mikrohohlräumen – mit Teilentladungs-(TE-)messungen. Für die zustandsorientierte Instandhaltung und Wartung von elektrischen Betriebsmitteln gewinnt die Teilentladungsmesstechnik und -analyse mehr und mehr an Bedeutung, da es durch Diagnosegrößen möglich ist, den Alterungszustand zu definieren und damit den Instandhaltungsaufwand unmittelbar auf die betroffenen Betriebsmittel zu fokussieren. Damit können bei erhöhter Prozesssicherheit die Life-Cycle-Kosten erheblich reduziert werden.

Der für größere Kavitätendurchmesser (ab 1 mm) bekannte Gasentladungsprozess und die dafür in der Literatur gebräuchlichen physikalischen Modelle werden auf ihre Übertragbarkeit auf geringere Durchmesser überprüft. Neben diesem rein physikalisch/mathematischen Modell liefern Simulationen mittels eines FEM-Modells bestätigende und ergänzende Ergebnisse.

Die negativen Auswirkungen der angewendeten Feuchtigkeitsalterung betreffen alle wesentlichen Eigenschaften der Isolierung und bilden damit die Prozesse an Betriebsmitteln für Außenanwendungen beschleunigt ab. Dielektrische Werte (dielektrischer Verlustfaktor $\tan \delta$, relative Dielektrizitätszahl ϵ_r') degradieren mit zunehmender Feuchtigkeitsaufnahme und führen zu einer verstärkten Verdrängung des elektrischen Feldes vom Epoxidharz in die gasgefüllten Mikrokavitäten mit geringerer Dielektrizitätszahl. Es kommt also zu einer Beeinflussung der integralen Größe ϵ_r' auf die TE-Kenngrößen.

Im Rahmen der Versuche werden mineralisch gefüllte Epoxidharzprüfkörper gealtert, gemessen und ausgewertet; mögliche TE-Kennwerte wie Einsetzfeldstärke, TE-Intensität, Impulswiederholrate und ein neu eingeführter Phasenwinkel auf Ihre Eignung als Diagnosegrößen untersucht.

Zusätzliche Messungen künstlicher und damit in den Abmessungen bekannter Mikrokavitäten verfolgen das Ziel, die vorher eingeführten Diagnosegrößen samt deren Modellierung zu bestätigen.

Partial Discharge Diagnostics of Accelerated Aged Mineral Filled Epoxy Insulation Materials

The state evaluation of an electrical insulation is done by means of diagnostic measurements using integrating methods or - to detect local damages such as micro cavities - by partial discharge (PD) measurements. For the condition-oriented maintenance and service PD measurement and analysis have become more and more important, because evaluation of the measurement results allows focussing the maintenance costs directly on the concerned operating facilities. Thus, the life cycle costs can be substantially reduced with increased process security.

The negative effects of moisture ageing affect all essential characteristics. Dielectric values (relative permittivity and dielectric loss factor) degrade with increasing moisture and lead to a growing displacement of the electric field from epoxy resin into the micro cavities with lower permittivity. Thus, moisture ageing even influences PD activity.

In this work, specimens of mineral filled epoxy resin are measured and evaluated. Possible diagnostic figures, such as injection field strength, PD intensity and a newly introduced phase angle, are explained. The well-known gas discharge process for larger cavities (starting from 1 mm in diameter) is reviewed to transfer these physical models to smaller diameters (smaller than 1 mm). The results of the presented physical/mathematical model are compared with a simulation using FEM models. Both models lead to possible conclusions regarding detection ability and ageing of micro voids.

Additionally, simple artificial micro cavities are measured to pursue the goals imported previously. Ageing of PD parameters and growing field displacement by increasing moisture are shown again.

Schaltverhalten der Reihenschaltung zweier Vakuumschaltstrecken in einem Gefäß

Alexander Horn

Tag der mündlichen Prüfung: 26.06.2009

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

2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Ernst Gockenbach

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat

In dieser Arbeit wird die Möglichkeit untersucht, mit Vakuumleistungsschaltern in Spannungsebenen vorzudringen, die bisher den SF₆-Schaltern vorbehalten waren. Dabei werden die Vorgänge beim Ausschalten in Vakuumlöschkammern untersucht, in denen in einem Vakuumsystem zwei in Reihe geschaltete Unterbrechungsstrecken angeordnet sind. Im Vergleich zu einer einfachunterbrechenden Schaltstrecke lässt die Doppelunterbrechung aufgrund der stark degressiven Spannungsfestigkeits-Kennlinie bei entsprechenden

Kontaktabständen die Beherrschung höherer Spannungen beim Ausschalten und damit höhere Schaltleistung erwarten.

Zunächst wird in den einleitenden Kapiteln ein kurzer Überblick über die wichtigsten physikalischen Grundlagen gegeben, die das Schalten im Vakuum beeinflussen.

Anschließend wird die verwendete Versuchsanlage und Messtechnik beschrieben. Ein Schwerpunkt stellt dabei die Beschreibung der verwendeten Schaltkammern dar.

Die weiteren Kapitel befassen sich mit den durchgeführten Versuchen. Es erfolgten Versuche, bei denen die Aufteilung der Bogenspannung, das Verhalten während der Hochstromphase und das Schaltverhalten der Versuchsanordnung intensiv untersucht wurden. Zusätzlich wurde auch die Spannungsfestigkeit der Versuchsanordnung experimentell bestimmt.

Während der Hochstromphase werden die Bogen-Erscheinungsformen experimentell ermittelt. Dabei interessiert insbesondere die Frage, ob und unter welchen Bedingungen zwei getrennte Lichtbögen existieren. Während der Nachstrom- und Wiederfestigungsphase werden vor allem die Nachstromverläufe, die Spannungsaufteilung auf die beiden Schaltstrecken, sowie die Löschgrenzen im Vergleich zu einer einfachunterbrechenden Schaltstrecke intensiv betrachtet. Die Experimente werden unter Zugrundelegung von Nachstrom- und Wiederzündmechanismen aus der Literatur gedeutet und interpretiert.

Switching behavior of the series connection of two switching gaps in one tube in vacuum

Presently there is a wide interest to study the extension of the vacuum switching principle towards higher voltages. This work studies the behavior of two vacuum arc gaps in series within the same vacuum vessel. The aim is to develop a high voltage vacuum circuit-breaker.

The first chapters give a summary of the theoretic basics and the history of circuit breaker.

The next chapter describes the equipment and the techniques of measurement.

The arrangement investigated uses a common center shield for both gaps, yielding unsymmetrical conditions in the high-current as well as in the post-arc phase.

The experiments and results are presented in chapter 4. The Switching experiments were carried out with single- and double-break interruption with arc currents from 2.5 to 40 kA RMS. The polarity and the voltage level of the TRV were varied. The experimental vacuum interrupter used a common shield for both gaps, yielding unsymmetries during arcing and around current zero as well.

Investigations with only one gap show that the post-arc current is higher when the shield is post-arc cathode, because this current is determined by the growth of a space-charge sheath in front of the cathode. Consequently, in a double-break arrangement, where the post-arc current is the same for both gaps, the voltage distribution is uneven in the sense that during the post-arc current flow the gap with the cathodic shield takes up a lower portion of the total TRV. Despite the uneven voltage distribution the breaking capacity of a double-break arrangement more than doubles in comparison with that of a single break. In case of the breakdown of the

first gap the other gap often takes over the complete TRV temporarily, without final failure of both gaps.

Mikroplasmen in Kanälen bei Atmosphärendruck

Arkadiusz Milan Dziubek

Tag der mündlichen Prüfung: 18.09.2009

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat

2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Claus-Peter Klages

Vorsitzender: Prof. Dr. rer. nat. Achim Enders

In der vorliegenden Arbeit wird über den Einsatz von Mikroplasmen beim atmosphärischen Druck zur Behandlung der inneren Oberflächen von geschlossenen Mikrofluidik-Produkten berichtet. Diese Produkte werden auf vielen Gebieten, wie der medizinischen Diagnostik und der Wirkstoffforschung eingesetzt. Die Querschnittsabmessungen der Transportkanäle (Kapillaren) liegen bei einigen hundert Mikrometer. Es soll ein Verfahren entwickelt werden, das gezielte, kostengünstige Veränderung der Kanaloberflächen ermöglicht. Als Behandlungsmethoden kommen die kalten Barrierentladungen innerhalb von Transportkanälen der Komponenten zum Einsatz.

Der theoretische Teil der Arbeit befasst sich mit den Grundlagen der Gasentladungsmechanismen unter besonderer Berücksichtigung von physikalischen Phänomenen bei Barrierentladungen. Im Weiteren werden die Mechanismen der Entladung in Edelgasen, die in dieser Arbeit eine wichtige Rolle spielen, mit dem Schwerpunkt auf die Metastabilen erläutert.

Darauf folgt eine Beschreibung der Versuchseinrichtungen, aufgeteilt in Hochspannungs- und Gasversorgung sowie elektrische und nichtelektrische Messmethoden zur Erfassung der Entladungen. Zum Schluss werden die Methoden zur Auswertung der Behandlungseffekte erörtert.

Die Möglichkeiten zur lokalen und globalen Behandlung der Mikrofluidik-Produkte stehen im Vordergrund der nachfolgenden, experimentellen Kapitel. Diese befassen sich mit der Entwicklung, Optimierung und Erprobung von Reaktoren, die für diese Behandlung geeignet sind. Die Untersuchungen werden den Einfluss von verschiedenen Parametern, wie Gasdruck und Gasart auf das Entladungsverhalten veranschaulichen. Abschließend werden anhand der Ergebnisse die Einsatzmöglichkeiten der vorgestellten Reaktoren diskutiert.

Microplasmas in Channels at Atmospheric Pressure

The present work deals with application of atmospheric pressure microplasma to the treatment of the internal surfaces of closed microfluidic components. These components will be used in many fields of activity, like the medical diagnostics and in the pharmacy research.

The cross sections of the transport channels (capillary) in the microfluidic components are about some hundred micrometers. A procedure which allows a selective and cost-effective modifying of the channel surfaces is to be developed. The treatment method using the cold dielectric barrier discharges (DBD) within transport channels of the component is chosen.

The theoretical part of the work presents the basics of gas discharge mechanisms, under the special consideration of physical phenomena of barrier discharges. Further the mechanisms of the discharges in the noble gases, which play an important role in this work, are explained. This division focuses on the metastable states of the noble gases.

It follows a description of the test equipment, split in high voltage and gas supply, electric and non-electric measuring methods to capture the discharge. At the end the techniques of evaluation of the treatment-effects are discussed.

Possibilities of the local and global treatment of the microfluidic components stay in the foreground of the following, experimental chapters. These deal with the development, optimisation and investigation of reactors which are for these kind of treatment suitable. The investigations demonstrate the influence of different parameters like gas mixture and pressure at the behaviour of the discharge. Finally, basing on the test results, the application possibilities of the introduced reactors are discussed.

Integration von Mini-BHKW in die Niederspannungsnetze von Deutschland und Kasachstan

Nassipkul Dyussebekova

Tag der mündlichen Prüfung: 23.10.2009

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat

2. Prüfer: Prof. Dr. tech. Reinhard Leithner

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Wolf-Rüdiger Canders

Diese Arbeit befasst sich mit den Zusammenhängen bei der Simulation der Integration von Mini-BHKW in das Niederspannungsnetz in Deutschland und Kasachstan. Für nähere Untersuchungen wird ein städtisches Netz aus Deutschland und ländliches Netz aus Kasachstan nach zur Verfügung gestellten Netzdaten ausgewählt. Problemstelle des deutschen Netzes ist der Ersatz von Nachtspeicherheizungen durch Mini-BHKW und eine intelligente Integration der dezentralen Erzeuger ins Niederspannungsnetz. Die Schwachstellen im kasachischen Netz sind die schlechte Spannungshaltung und die höheren Netzverluste. Die Übertragung der Erfahrungen bei der Einführung von dezentralen Erzeugern ins deutsche Niederspannungsnetz ist hilfreich für die geplante Modernisierung der kasachischen Netze. Die Einflüsse der dezentralen Erzeuger auf Spannungshaltung und Verluste der Niederspannungsnetze werden untersucht.

Als Grundlage werden die Arten der Energieversorgungssysteme, wie Versorgung elektrischer Energie mit großen Kraftwerken, von Kraft-Wärme-Kopplungen und Mini-Blockheizkraftwerken, miteinander verglichen, sowie die Netzstrukturen, Verbraucherarten und Primär- und Endenergieträger bei Erzeugung elektrischer und thermischer Energie beider Länder betrachtet.

Nach Feststellung der Unterschiede der untersuchten Netze werden Verbraucherarten in beiden Netzen analysiert und für weitere Lastflussberechnungen Spitzenleistungen, Gleichzeitigkeitsfaktoren und Leistungskoeffizienten berechnet und zusammengestellt.

Für weitergehende Betrachtungen werden elektrische und thermische Lastprofile der Mehrfamilienhäuser und elektrische Lastprofile des Niederspannungsnetzes ermittelt. Dafür werden die VDI 4655-Norm für Mehrfamilienhäuser und standardisierte Lastprofile für das Netz ausgewählt. Für eine einheitliche Betrachtung der Lastprofile werden die gemessenen Netzlastprofile aus Kasachstan mit gemessenen Daten aus dem deutschen Netz sowie den standardisierten Lastprofilen verglichen. Zur Verwendung der Lastprofile nach VDI 4655 für Mehrfamilienhäuser aus Kasachstan werden Klimadaten von unterschiedlichen Orten Kasachstans mit deutschen Klimadaten verglichen.

Die Simulation der untersuchten Netze wird mit dem Programm NEPLAN durchgeführt. Netze mit Nachtspeicherheizungen sowie ohne und mit dezentralen Erzeugern werden durch Lastflussberechnungen untersucht.

Integration of micro CHP units in low voltage networks of Germany and Kazakhstan

This thesis presents an investigation of the interrelationships of integration of micro CHP (combined heat and power) units in low voltage networks in Germany and in Kazakhstan. One urban low voltage network from Germany and one rural low voltage network from Kazakhstan are chosen as a source of more detailed investigations.

The problems of the German network are the following: the replacement of night storage heaters by micro CHP units and an intelligent integration of decentralized generation. In contrast the problems in Kazakhstan are the compliance of the voltage level and higher losses. The exchange of experiences in Germany with the integration of decentralised generation will help to modernise the Kazakh networks. Furthermore the influence of decentralised generation on low voltage networks is investigated to improve the voltage levels and to minimize the losses.

As a basis different types of energy supply systems, central generation, CHP and micro CHP are compared and topics like network structures, types of consumers and primary energy carrier for electricity and heat generation in both countries are handled.

After the determination of the differences of the networks different types of consumers in both networks are examined. For this purpose load flow calculations were done and the peak loads, demand factors and coefficients of power are calculated and listed.

The electrical and thermal load profiles are determined using VDI 4655 for apartment blocks and standardised load profiles (former VDEW load profiles) for the whole network.

Afterwards measured load profiles from Kazakhstan and Germany are compared with the standardised load profiles. Climate data from different places in Kazakhstan are compared with the German climate data in order to use the load profile for apartment blocks in Kazakhstan according to the VDI 4655.

The simulation is done using NEPLAN. Networks with and without night storage heaters and ones with and without decentralised generation are investigated using load flow calculations.

4 Besondere Ereignisse – Special Events

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

13.01.2009

Sitzung der AG-Energie der
Wissenschaftlichen Kommission
Niedersachsen
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

14.01.2009

VDE Informationen Redaktionssitzung,
Braunschweig
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Michael
Hilbert, Dominik Ludgen

15.01.2009

EFZN und FEN Vorstandssitzungen im
Zentrum Zukunft in Emstek
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

19.01.2009

Promotion von Günter Bühler zu dem Thema
„Systemverluste bei der berührungslosen
induktiven Energieübertragung“ an der TU
Braunschweig (IMAB)
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

20.01.-21.01.2009

1. Tagung Kraftwerk Batterie – Lösungen für
Automobil und Energieversorgung in Essen
Teilnehmer: Gunnar Bärwaldt, Hannes Haupt

21.01.2009

Teilnahme am Expertenworkshop des BMWi
zum Thema Energiespeicher
Teilnehmer: Gunnar Bärwaldt

23.01.2009

Exkursion zum Kraftwerk Mehrum
Teilnehmer: Dr. Harald Waitschat, Dominik
Ludgen, Studenten

26.01.2009

VDE Vorstandssitzung, Braunschweig
Teilnehmer: Prof. Kurrat, Michael Hilbert,
Dominik Ludgen

27. - 28.01.2009

enertec in Leipzig
Teilnehmer: Magnus Pielke, Gunnar Bärwaldt

02.02.2009

Programmausschusssitzung zum ETG-
Kongress 2009 in Frankfurt
Teilnehmer: Magnus Pielke

06.02.2009

Studienseminar - Innovation und Moderne
Energietechnik



11. - 13.02.2009

6. Internationale Energiewirtschaftstagung an
der TU Wien, Österreich
Teilnehmer: Magnus Pielke

18.02.-19.02.2009

6. Braunschweiger Symposium
Hybridfahrzeuge und Energiemanagement in
Braunschweig
Teilnehmer: Hannes Haupt

23.02.2009

Besuch der 4. Klasse der St. Laurentius-Grundschule

Teilnehmer: Dr. Michael Budde, Magnus Pielke

24.02.2009

Promotion von Alexandra Miriam Mutzke zu dem Thema „Lichtbogen-Simulation unter besonderer Berücksichtigung der Fußpunkte“ an der TU Braunschweig (HTEE)



24.02-25.02.2009

Exkursion zu Phoenix Contact nach Blomberg und zu ABB in Ratingen

Teilnehmer: Dr. Ernst-D. Wilkening, Ingo Gramberg, Thorsten Schrank

24.02.2009

Besuch bei PowerPlus Technologies in Gera
Teilnehmer: Magnus Pielke, Dominik Ludgen

26.02.2009

Sitzung der Konzeptgruppe Energieforschung im EFZN in Goslar

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

04.03.2009

VDE Informationen Redaktionssitzung, Braunschweig

Teilnehmer: Prof. Kurrat, Michael Hilbert, Dominik Ludgen

10.03.-11.03.2009

Strategietreffen des HTEE

Teilnehmer: Gunnar Bärwaldt, Dr. Michael Budde, Prof. Michael Kurrat, Dr. Ernst-D. Wilkening

11.03.-12.03.2009

ISL-Symposium „Pulsed Power technology and applications“, Saint Louis, Frankreich

Teilnehmer: Björn Bünsow

19.03.2009

Promotion von Andree Wenzel zu dem Thema „Lokale Schwingungsdämpfung in ausgedehnten Hochspannungsnetzen“ an der TU Braunschweig (IfR)

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

17.03. - 19.03.1009

Carbon Market Insights in Kopenhagen

Teilnehmer: Peter Wiedenhoff

23.03.-24.03.2009

Treffpunkt Netze 2009, Berlin

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Benjamin Deppe

27.03.2009

Doktorfeier Alexandra Mutzke

30.03.2009

EFZN und FEN Vorstandssitzungen in Braunschweig

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

30.03.2009 – 31.03.2009

FEN Doktorandenseminar in Hannover

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Hannes Haupt, Dominik Ludgen

01.04. – 02.04.

"BHKW 2009 - Innovative Technologien und neue Rahmenbedingungen"

Teilnehmer: Magnus Pielke, Dominik Ludgen

20.04.2009 – 24.04.2009

FEN Stand auf der Hannover Messe

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Hannes Haupt, Dominik Ludgen

21.04.2009

Besuch von BS|ENERGY und PowerPlus Technologies am HTEE
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Gunnar Bärwaldt, Magnus Pielke, Dominik Ludgen

27.04.2009

VDE Vorstandssitzung, Braunschweig
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Michael Hilbert, Dominik Ludgen

29.04.2009

Jahresfoto des Uni-Orchesters in der Hochspannungshalle
Teilnehmer: Dr. Michael Budde



06.05.2009

VDE Informationen Redaktionssitzung, Braunschweig
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Michael Hilbert, Dominik Ludgen

06.-07.05.2009

Teilnahme an der RCC-Polymer-Tagung in Berlin
Teilnehmer: Dr. Michael Budde, Michael Hilbert

12.05.-13.05.2009

4. Braunschweiger Supraleiterseminar
Organisatoren: Alexander Henning, Oliver Stadel (IOT)

13.05.2009

FEN Treffen der Arbeitsgruppe 2 in Hannover
Teilnehmer: Hannes Haupt

14.05.2009

Sitzung FNN Forum in Berlin
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

18.05.-19.05.2009

Zählen – Messen – Prüfen 2009 in Nürnberg
Teilnehmer: Gunnar Bärwaldt, Benjamin Deppe

18.-19.05.2009

Current Zero Club Meeting in Braunschweig
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Prof. Manfred Lindmayer, Dr. Michael Budde, Ingo Gramberg, Christian Wolf

19.05.2009

Schnupperstudententag der 12. Jahrgangsstufe der Christopherusschule

25.05.2009

Nacht-Café vom Haus der Wissenschaft zum Thema „Energieversorgung der Zukunft“
Teilnehmer: Gunnar Bärwaldt, Prof. Michael Kurrat

25.05.2009 – 26.05.2009

FEN Doktorandenseminar in Clausthal und Braunschweig
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Hannes Haupt, Dominik Ludgen

27.05.2009

Promotion von Michael Budde zu dem Thema „Teilentladungsdagnostik von hochbelasteten Isoliersystemen auf Epoxidharzbasis“ an der TU Braunschweig

28.-29.05.2009

Sitzung DKE K124 Hochspannungsmesstechnik in Frankfurt am Main
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

27.05.-29.05.2009

Carbon Expo 2009 in Barcelona
Teilnehmer: Peter Wiedenhoff, Phillip Gronstedt, Diplomanden des Instituts

02.06.-04.06.2009

Pfingstexkursion nach Holland

Organisatoren: Lena Thiele (EMV), Christian Wolf

05.06.-07.06.2009

Cigré SC 4 / WG Treffen in Bergen

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Benjamin Deppe

08.06 – 11.06.2009

20th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution, CIRED 2009 in Prag

Teilnehmer: Nasser Hemdan, Magnus Pielke

09.06.2009

Solvay Präsenzbörse in Hannover

Teilnehmer: Gunnar Bärwaldt, Dominik Ludgen

15.-16.06.2009

Isolierstoff-/Vakuumkolloquium in Darmstadt

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Michael Blaz, Dr. Michael Budde, Ingo Gramberg, Michael Hilbert, Christian Wolf

16.-17.06.2009

Besuch zweier Schulklassen im Rahmen der Berufsorientierungstage Salzgitter

Teilnehmer: Dr. Michael Budde

18.-19.06.2009

2. Burghauser Isolierstoff Kolloquium

Teilnehmer: Michael Hilbert

19.06.2009

1. Lehrbeauftragtentreffen des Instituts

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Prof. Manfred Lindmayer, Prof. Dieter Kind, Prof. Jürgen Salge, Dr. Hartmut Knobloch, Dr. Harald Waitschat, Dr. Ernst-D. Wilkening, Gunnar Bärwaldt, Dr. Michael Budde

20.06.2009

TU DAY 2009 – *Expedition Forschung*



22.06.-23.06.2009

Schaltgeräteseminar am HTEE

22.06.2009

VDE Vorstandssitzung, Braunschweig

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Michael Hilbert, Dominik Ludgen

24.06.2009

Vortrag Supraleiter Göcking-Konstruktion in Oelde

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

24.06. – 25.06.2009

bdew-Kongress „ZUKUNFT GESTALTEN - Investitionen für Versorgungssicherheit und Nachhaltigkeit“ in Berlin

Teilnehmer: Gunnar Bärwaldt

25.06.2009

Studienseminar - *Zukünftige Anwendungen in der Energietechnik*

25.06.2009

Sitzung der Konzeptgruppe Batterieforschung in Oldenburg

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

26.06.2009

Promotion Alexander Horn zu dem Thema „Schaltverhalten der Reihenschaltung zweier Vakuumschaltstrecken in einem Gefäß“ an der TU Braunschweig

27.06.2009

Doktorfeier von Michael Budde

28.06 – 02.07.2009

PowerTech 2009 Conference, Innovative ideas toward the Electrical Grid of the Future in Bucharest

Teilnehmer: Nasser Hemdan

30.06.2009

Ringvorlesung des Instituts

01.-03.07.2009

Besuch des Forschungsinstituts Tübitak in Istanbul/Türkei

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

06.07.2009

Promotion von Alexander Tröger zu dem Thema „Analyse der elektrischen Durchschlagmechanismen in syntaktischen Schäumen an der RWTH Aachen

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

07.07.2009

Semesterabschlussgrillen des Instituts

07.07.2009

Sicherheitsunterweisung am HTEE

Teilnehmer: alle Institutsangehörigen

08.07.2009

VDE Informationen Redaktionssitzung, Braunschweig

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Michael Hilbert, Dominik Ludgen

05.08.2009

Konstituierung des LOC der ISDEIV 2010

Prof. Michael Kurrat, Dr. Ernst-D. Wilkening, Dr. Michael Budde, Ingo Gramberg, Iris Thelen, Julia Riß, Christian Wolf

06.08.2009

Kuratoriumssitzung EFZN, Goslar

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

15.08.2009

Doktorfeier Dr. Alexander Horn

17.08.2009

Abstimmungsgespräch FEN Feldversuch bei BS|ENERGY

Teilnehmer: Gunnar Bärwaldt, Dominik Ludgen

18.08.2009

Vortrag von Prof. Kurrat bei der PTB

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat und Mitarbeiter

19.08.2009

Behörden-Staffelmarathon rund um den Wolfenbütteler Stadtgraben (HTEE+EMV)

Teilnehmer: Prof. Achim Enders, Dr. Harald Spieker, Robert Geise, Ingo Gramberg, Julia Riß, Thorsten Schrank, Lena Thiele



24.08.2009

Teilnahme VDE Vorstandssitzung BV Hannover in Hannover

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

24.-28.08.2009

Besuch der ISH 2009 in Kapstadt, Südafrika

Teilnehmer: Michael Blaz, Dr. Michael Budde

31.08.-02.09.2009

IQPC Effiziente Netzintegration von Windenergie in Berlin

Teilnehmer: Benjamin Deppe

31.10. – 09.09.2009

3rd international Program of Energy

Teilnehmer: Gunnar Bärwaldt, Phillip Gronstedt

31.08.-01.09.2009

FEN Doktorandenkolloquium in Oldenburg

Teilnehmer: Prof. M. Kurrat, Hannes Haupt

04.09.2009

Betriebsausflug des HTEE in den Hochseilgarten



7.09.-11.09.2009

XVIIIth Symposium on „Physics of Switching Arc“ in Brno

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Julia Riß

07.09.2009

Forum Brennstoffzelle in Hannover

Teilnehmer: Hannes Haupt, Dominik Ludgen

08.09.2009

IdeenExpo 09 - Workshop „Stromerzeugende Heizung - Die neue Form der Energieumwandlung“ in Hannover

Teilnehmer: Magnus Pielke

09.09 – 10.09.2009

PESS 2009, Power and Energy Summer Summit, Ilmenau University

Teilnehmer: Nasser Hemdan, Nassipkul Dyussebekova

10.09.2009

Sitzung der Konzeptgruppe Batterieforschung in Delmenhorst

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

11.09.2009

Start des Verbundforschungsvorhabens „LithoRec“ durch Minister Gabriel in Langelshelm

Teilnehmer: Gunnar Bärwaldt, Hannes Haupt, Prof. Michael Kurrat

13.09.-17.09.2009

9th European Conference on Applied Superconductivity, EUCAS 2009 in Dresden

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Alexander Henning, Michael Blaz

14.09.-16.9.2009

55th IEEE Holm Conference on Electrical Contacts in Vancouver, Canada

Teilnehmer: Christian Wolf

16.09.2009

Kick of Meeting für neue wissenschaftliche Forschungskooperation mit Phoenix Contact

Teilnehmer: Bernd Schottel, Dr. Ernst-D. Wilkening

17.09.2009

Sitzung CIGRE WG D1.15 „Supraleiter“ in Dresden

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

18.09.2009

EFZN Vorstandssitzung in Göttingen

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

21.09.2009

Promotion Arkadiusz Dziubek zu dem Thema „Mikroplasma in Kanälen bei Atmosphärendruck“ an der TU Braunschweig

24.09. – 25.09.2009

FEN-Symposium in Oldenburg

Teilnehmer: Gunnar Bärwaldt, Phillip Gronstedt, Hannes Haupt, Dominik Ludgen, Magnus Pielke, Prof. Dieter Kind, Prof. Michael Kurrat

26.09.2009

Ehemaligentreffen des HTEE im Haus der Wissenschaften der TU Braunschweig



24.09.-26.09.2009

EURAMET European Metrology Research Program 2009, HVDC, Budapest, Ungarn

Teilnehmer: Dr. Ernst-D. Wilkening

28.09.2009

VDE Vorstandssitzung, Braunschweig

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Michael Hilbert, Dominik Ludgen

28.09.-30.09.2009

20th European Electro Magnetic Launch Society Topical Meeting, Merlischachen, Schweiz

Teilnehmer: Björn Bünsow, Dr. Ernst-D. Wilkening

05.10.2009

Vortrag „Gleichstromtechnik für die Stromversorgung der Zukunft“

PTB Kolloquium zum 80. Geburtstag von Pof. Kind

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

7.10.-09.10.2009

20. VDE Fachtagung Albert-Keil-Kontaktseminar – Kontaktverhalten und Schalten in Karlsruhe

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Prof. Manfred Lindmayer, Dr. Ernst-D. Wilkening, Ingo Gramberg, Julia Reiß, Bernd Schottel, Thorsten Schrank

13.10. – 15.10.2009

Aussteller auf der eCarTec in München

Teilnehmer: Gunnar Bärwaldt

20.10.2009

Starttreffen zur Kooperation: „Grundlagenuntersuchungen zur Spannungsfestigkeit von flüssigem Stickstoff, sowie verschiedener Isolierstoffe bei tiefkalten Temperaturen und erhöhtem Druck.“ Mit der Siemens AG (CT PS 3) sowie der Nexans Deutschland GmbH.

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Alexander Henning, Michael Blaz

21.10.2009

VDE ETG-Fachbereichstreffen V3 Energiewirtschaft in Frankfurt

Teilnehmer: Magnus Pielke

21.10.2009

EURAMET Treffen HVDC, Braunschweig

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Dr. Ernst-D. Wilkening

24.10.2009

5. BHKW-Info-Tage in Goslar

Teilnehmer: Magnus Pielke

27.10. – 28.10.2009

ETG-Kongress in Düsseldorf

Teilnehmer: Gunnar Bärwaldt, Hannes Haupt, Benjamin Deppe, Magnus Pielke

23.10.2009

Promotion von Nassipkul Dyussebekova zu dem Thema „Integration von Mini-BHKW in die Niederspannungsnetze von Deutschland und Kasachstan“ an der TU Braunschweig

28.10.2009

Sitzung der VDE Vorstände BV Braunschweig und Hannover in Hannover

Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

30.10.2009

Absolventenfeier der Fakultät für Elektrotechnik an der TU Braunschweig
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Phillip Gronstedt, Ingo Gramberg, Bernd Schottel

02.11. – 03.11.2009

4. NFF Workshop des Niedersächsischen Forschungszentrum Fahrzeugtechnik (NFF) in Bad Bodenteich
Teilnehmer: Gunnar Bärwaldt

03.11.2009

DFG Rundgespräch „Energieeffizienz“ in Bonn
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

04.11.2009

"7. CIGRE/CIRED-Informationsveranstaltung"
Teilnehmer: Magnus Pielke

04.11.2009

VDE Informationen Redaktionssitzung, Braunschweig
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Michael Hilbert, Dominik Ludgen

05.11. – 06.11.2009

3. Niedersächsische Energietage „Energie und Mobilität“ in Goslar
Teilnehmer: Gunnar Bärwaldt, Phillip Gronstedt, Prof. Dieter Kind, Prof. Michael Kurrat, Magnus Pielke

09.11.-10.11.2009

Teilnahme an der Cigre Working Group B4-52 HVDC Grid und B4-46 Voltage Source Converter (VSC) HVDC for Power Transmission – Economic Aspects and Comparison with other AC and DC Technologies in Leuven (Belgien)
Teilnehmer: Benjamin Deppe, Thorsten Schrank

10.11. – 11.11.2009

Joint Technical Meeting und Besuch des ESTEC Battery Test Center, Nordwijk, Niederlande
Teilnehmer: Hannes Haupt, Phillip Gronstedt

11.11.2009

Besuch FH Kiel, Prof. Scheibe
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Dr. Ernst-D. Wilkening, Bernd Schottel

12.11.2009

VDE/VDI/GI Vortrag des Jahres in Braunschweig
Teilnehmer: Michael Hilbert, Dominik Ludgen

16. – 17.11.2009

Cigré WG D1.27 Treffen in Nürnberg
Teilnehmer: Dr. Michael Budde, Michael Hilbert

17.11.-18.11.2009

3. Wissenschaftstage des Bundesumweltministeriums zur Offshore-Windenergienutzung in Oldenburg
Teilnehmer: Benjamin Deppe,

19.11.2009

Exkursion E.ON Netz Lehrte
Teilnehmer: Dr. Ernst-D. Wilkening, Ingo Gramberg, Bernd Schottel, Thorsten Schrank, Studenten



19.11.2009

ANSYS Conference & 27. CADFEM Users' Meeting in Leipzig
Teilnehmer: Julia Reiß

19.-20.11.2009

Current-Zero-Club, Liverpool, Großbritannien
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Prof. Manfred Lindmayer

21.11.2009

Kinderuni „Warum können Züge schweben?“
Teilnehmer: Michael Hilbert

23.11.2009

Promotion von Simona Feier-Iova zu dem Thema „The behaviour of Water Drops on Insulating Surfaces Stressed by Electric Field“ in Darmstadt
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Michael Hilbert

26. - 27.11.2009

E-Energy Jahreskongress in Berlin
Teilnehmer: Magnus Pielke

27.11.2009

Sitzung FNN Forum, Berlin
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

01.12.2009

Besuch TU Dresden
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

02.12.2009

FEN Vorstandssitzung und Beiratssitzung in Hannover
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

02. - 03.12.2009

Meistererfahrungsaustausch für die Elektrizitätsverteilung in Travemünde
Teilnehmer: Magnus Pielke

05.12.2009

Doktorfeier von Nassipkul Dyussebekova und Arkadiusz Dziubek

07.12.2009

Reviewing Meeting des LOC der ISDEIV 2010
Prof. Michael Kurrat u. LOC

08.12.2009

Vakuumkolloquium mit der TU Darmstadt
Prof. Michael Kurrat, Dr. Michael Budde, Ingo Gramberg, Christian Wolf

10.12.2009

Sitzung der Konzeptgruppe Batterieforschung in Braunschweig
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

15.12.2009

EFZN Vorstandssitzung in Hannover
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

18.12.2009

Projekttreffen P3M, FhG IST in Braunschweig
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat, Dr. Vladimir Ermel

21.12.2009

Planungsgruppe Wärmekraftwerke 800 Plus, EFZN in Goslar
Teilnehmer: Prof. Michael Kurrat

22.12.2009

Weihnachtsfeier des HTEE

4.1 Berichte von besonderen Ereignissen – Reports on Special Events

Forschungsverbund Energie Niedersachsen auf der Hannover Messe Industrie 2009

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Magnus Pielke

Der Auftritt des Forschungsverbund Energie Niedersachsen (FEN) auf der Hannover Messe hat mittlerweile Tradition. In diesem Jahr präsentierte sich der Verbund zum dritten Mal in Folge mit den aktuellen Forschungsergebnissen dem breiten Fachpublikum. In diesem Jahr wurde "Versorgungsqualität" als Themenschwerpunkt des FEN gewählt. So konnten sich die Besucher über Konzepte zur Verbesserung der Spannungsqualität durch eine virtuelle Synchronmaschine informieren und Superkondensatoren begutachten, die Energie in kürzester Zeit mit hoher Leistung dem Netz zur Verfügung stellen können. Die Kombination von Wechselrichtern mit Energiespeichern hoher Leistung stellt einen aussichtsreichen Ansatz dar, Herausforderungen in Verteilungnetzen durch hohe Anteile wechselrichtergekoppelter Energiewandler zu beherrschen. Diese Ansicht bestätigte sich in vielen Diskussionen, die mit den Fachbesuchern geführt wurden.

Der Forschungsverbund ist seit mittlerweile vier Jahren mit dem Thema "Dezentrale Energiesysteme" unterwegs und genießt über die Landesgrenzen Niedersachsens hinweg ein hohes Ansehen. Dieses Bild bestätigte sich durch das breite Interesse der Fachbesucher an den aktuellen Forschungsergebnissen dieses Forschungsverbundes. Der Gemeinschaftsstand Niedersachsen hat hierfür eine ideale Umgebung geboten, Forschungsleistungen neben innovativen unternehmerischen Lösungen aus dem Land Niedersachsen zu präsentieren.



Abb. 1: FEN-Mitarbeiter präsentieren ihre Forschungsergebnisse dem Fachpublikum der Hannover Messe
Figure 1: FEN staff present industry professionals with their research results on Hannover fair

Energy Research Alliance of Lower Saxony on the Hannover Messe (Hanover Fair) 2009

The presentation of the actual research results of the Energy Research Alliance of Lower Saxony on the Hannover Fair has an own tradition. This year it was the third time that the

Alliance was presenting new results to industry professionals. The performance of energy supply was focused this year. Therefore a virtual synchronous machine based on smart inverter was presented beside super capacitors. The combination of inverters and energy storage systems with high power rates offers the opportunity to tackle the oncoming challenges in distribution networks due to inverter linked energy sources. This opinion was confirmed by many discussions with different industry professionals.

Since four years the Energy Research Alliance focuses in its investigations distributed energy systems. For the research results the Alliance enjoys a good reputation not only in Lower Saxony. This is documented by the great interest on the fair. The stand of Lower Saxony offered ideal surroundings to present research results beside innovative ideas of companies in Lower Saxony.

4. Braunschweiger Supraleiter-Seminar

Dipl.-Ing. Alexander Henning

Am 12. und 13. Mai 2009 fand das 4. Braunschweiger Supraleiter Seminar im Konferenzzentrum „Nordbahnhof“ in Braunschweig statt. Auch in diesem Jahr konnten wir die Erfolgsgeschichte des Braunschweiger Supraleiter Seminars fortsetzen. Organisiert wurde das Seminar, wie auch die Jahre zuvor, vom Institut für Oberflächentechnik, der PerCoTech AG und unserem Institut. Großzügige Unterstützung erhielten wir von der Siemens AG, E.ON Avacon dem VDE und vom Industrieverband Supraleitung (ivsupra).



Abbildung 1: Teilnehmer des 4. Braunschweiger Supraleiter Seminars

Figure 1: Group photo of participants of the 4th Seminar

Das Ziel des 4. Braunschweiger Supraleiter-Seminars war es, durch Vorträge und Diskussionen die verschiedenen Interessen der Hersteller und Entwickler von supraleitenden Geräten mit den Fragen und Wünschen potentieller Anwender dieser Geräte zusammenzubringen. Es nahmen über 60 Teilnehmer aus Industrie und Forschung sowie von Energieversorgungsunternehmen teil. Die weitesten Reisewege hatten die Teilnehmer aus Österreich und Dänemark, so dass wir voller Stolz sagen können, dass unser Seminar bereits

über die Grenzen Deutschlands hinaus bekannt ist. Die Vorträge die während der zwei Tage auf der Veranstaltung gehalten wurden, drehten sich dementsprechend um das Thema: Wie kann ich supraleitende Technologie in einem Energieversorgungsnetz vorteilhaft einsetzen. Insbesondere die Vorträge von Energieversorgern die ihre Vorstellungen und Wünsche an eine derartige Technologie vorstellten waren hochinteressant. Sie zeigten die generellen Voraussetzungen auf die supraleitende Anwendungen erfüllen sollten um in einem Energieversorgungsnetz eingesetzt werden zu können auf. Die Hersteller und Entwickler dieser Geräte zeigten, welche vielfältigen und interessanten Möglichkeiten die Supraleitung für die Energieversorgung bietet. Einen kleinen Eindruck von der Veranstaltung können vielleicht die folgenden Fotos zeigen, die wir gleich mit einer Einladung zum 5. Braunschweiger Supraleiter Seminar verbinden wollen, welches am 23.-24.06.2010 stattfinden wird.



Abbildung 2: Dr. Prusseit (Geschäftsführer
ivsupra) bei seinem Vortrag
Figure 2: Lecture of Dr. Prusseit



Abbildung 3: Abendessen am 12. Mai
Figure 3: Dinner



Abbildung 4: Kaffeepause zwischen den Vorträgen
Figure 4: Coffee break

4th Workshop on Applied Superconductivity in Braunschweig

The 4th Braunschweiger Workshop on Superconductivity was held on May 12 and 13, 2009 in the city of Braunschweig, Germany. The workshop was organized by the Institute of High Voltage Technology and Power Systems, the Institute for Surface Technology of the University of Braunschweig and the PerCoTech AG and was generously supported by the German power authority E.ON Avacon, the Association for Electrical, Electronic & Information Technologies (VDE) and the German Industrial Association “Superconductivity” (ivSupra) as well as the Siemens AG.

The purpose of this annual workshop was the improvement of the communication between the power authorities, as potential users of superconducting devices and the manufacturers and research companies who are developing these devices. The workshop was attended by over 60 participants not only from Germany, but from Austria and Denmark, too. Many of the attendees were electrical engineers from electric utilities and testing institutes. Since the utilities have taken a great interest in superconducting devices and are willing to put them in their grids, the presentations of two utility companies were an especially interesting part of the workshop. They showed some general conditions which should be fulfilled by superconducting devices for commercial deployment in German energy grid.

Treffen der Vakuumgruppe des Current Zero Clubs am 18./19. Mai 2009 in Braunschweig

Dr.-Ing. Michael Budde

Alle zwei Jahre findet das Treffen des international besetzten Current Zero Clubs (CZC) statt, der sich mit Schaltphänomenen bei Hochspannungsleistungsschaltern beschäftigt. Der CZC ist in die Sektionen Gas- und Vakuumleistungsschalter unterteilt. Die letzte Plenarsitzung des CZC fand im November 2007 für beide Bereiche in Berlin statt, so dass man es für nötig hielt, sich innerhalb der Vakuumschalter-Fachleute im Frühjahr 2009 erneut auszutauschen. Die Wahl des Tagungsortes fiel erfreulicherweise auf Braunschweig, so dass wir mit einigen Monaten Vorlaufzeit ein ordentliches Programm auf die Beine stellen konnten. Der Teilnehmerkreis erstreckte sich nicht nur auf europäische Experten, sondern zusätzlich konnten auch Gäste aus Übersee, namentlich Vereinigte Staaten und China begrüßt werden (s. Abbildung 1). Weitere Übersee-Teilnehmer hatten wegen der Reisebeschränkungen durch die Schweinegrippe absagen müssen.

Dank der freundlichen Unterstützung der Energienetze Braunschweig (en.bs) konnten wir mit dem Veranstaltungszentrum „Nordbahnhof“ einen geeigneten Rahmen in fußläufiger Weite der Technischen Universität anbieten. Das zweitägige Vortragsprogramm wurden vom

Chairman Dr. Leslie Falkingham, Großbritannien, eröffnet; ergänzt durch Grußworte von Prof. Lindmayer und Prof. Kurrat zur Begrüßung der Teilnehmer.

Der Abend des 18. Mai wurde zusätzlich durch ein gemeinsames Abendessen im Gewölbekeller des Braunschweiger Gewandhauses bereichert, so dass die Teilnehmer einen kleinen Eindruck sowohl von Braunschweigs großer Historie als auch von Braunschweigs Koch- und Braukunst erhalten konnten.



Abbildung 1: Gruppenfoto der Teilnehmer vor dem Nordbahnhof

Figure 1: Group Photograph of the delegates in front of the venue “Nordbahnhof”

Neben den fachlichen Vorträgen bestand zusätzlich die Möglichkeit, sich über die Planungen zur Ausrichtung des International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum (ISDEIV) im nächsten Jahr in Braunschweig auszutauschen, weil ein Teil der Teilnehmer zugleich dem internationalen Komitee der ISDEIV angehören. Um viele Informationen technischer als auch organisatorischer Natur reicher geworden, konnten wir das Meeting erfolgreich abschließen.

Meeting of the Current Zero Club Inner Circle Vacuum on May 18th & 19th in Braunschweig

The international Current Zero Club is a group of experts who deal with interruption phenomena in high-voltage circuit-breakers. The last plenary meeting of the CZC has taken place in November 2007 in Berlin, so that the experts of the vacuum group decided to meet in spring 2009 in Braunschweig.

After a few months of preparation we could present a program of two days on May 18th & 19th at the venue “Nordbahnhof”, only a few minutes away from the TU Braunschweig. Not only European experts, also delegates from the United States and China joined this scientific platform (figure 1).

A few members of the CZC are even part of the Permanent International Scientific Committee of the International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum (ISDEIV), so we could discuss the further steps in preparation of the ISDEIV 2010 in Braunschweig.

Exkursionswoche 02.– 04.06.2009: Reise nach Amsterdam

Dipl.-Ing. Christian Wolf

Die alljährliche Exkursion in der Pfingstwoche führte unser Institut in Kooperation mit dem Institut für EMV nach Holland. Ziel sollte die Hauptstadt Amsterdam sein, mit Besichtigungen vor Ort, sowie auf dem Hin- und Rückweg. Mit großzügiger Unterstützung aus Studienbeitragsmitteln konnten in diesem Jahr 44 Studenten und Doktoranden dazu begeistert werden, an der Fahrt teilzunehmen.

Am frühen Dienstagmorgen brach die Gruppe im Reisebus auf, um das erste Ziel in Arnheim kurz hinter der Grenze anzusteuern, wo wir die Hochspannungs- und Leistungsprüffelder des unabhängigen Beratungs – und Testunternehmens KEMA besuchten. Dort gewährte man uns mit interessanten Vorträgen Einblick in die tägliche Arbeit einer großen Testeinrichtung der Energietechnikwelt und erläuterte uns anschließend vor Ort die vorhandenen Prüffelder. Nach unserem Besuch setzten wir unsere Reise fort, um in unserem schwimmendem Hotel – einem alten Schiff im Hafen von Amsterdam – einzuchecken, und uns auf Entdeckungstour in die Metropole zu begeben.



Bild 1: Hochspannungslabor der KEMA

Figure 1: High-Voltage Lab of KEMA

Für den nächsten Tag stand das Europäische Weltraumforschungszentrum ESTEC auf dem Programm, welches wir vormittags in Noordwijk, etwa eine halbe Autostunde von Amsterdam entfernt, erreichten. Man informierte uns dort in mehreren Vorträgen über die unterschiedlichen Tätigkeitsbereiche der ESTEC, unter anderem Satellitentests für Weltraum-

missionen. Nach einem hervorragenden Mittagessen starteten wir eine interessante Besichtigungstour über das Gelände durch Ausstellungsräume, Labors und Prüfeinrichtungen, bei der unsere Betreuer alle aufkommenden Fragen der Studenten kompetent beantworten konnten.



Bild 2: Besichtigung der ESTEC

Figure 2: Visit of the ESTEC

Unentwegte begaben sich anschließend noch in die Stadt, um den ein oder anderen Schlummertrunk zu genießen.

Früh am nächsten Morgen, nachdem alle Exkursionsteilnehmer zugestiegen waren, ging es zurück nach Deutschland in den ecopark in Emstek bei Cloppenburg. Dort befinden sich das ZentrumZukunft von EWE, sowie die Fabrik zur Fertigung von Blockheizkraftwerken der SEVA AG. In zwei Gruppen aufgeteilt bekamen wir jeweils eine Führung durch die beiden Einrichtungen. Das ZentrumZukunft zeigt auf mehreren Etagen innovative und teilweise ungewöhnliche Einsatzmöglichkeiten der Energie- und Informationstechnik für die eigenen vier Wände, die uns anschaulich erläutert wurden. Bei der SEVA AG bekamen wir einen Einblick in Projektierung, Fertigung und Einsatz von Blockheizkraftwerken unterschiedlichster Größenordnungen. Am Abend erreichten wir wieder unsere Löwenstadt, womit eine interessante und erlebnisreiche Exkursion endete.



Bild 3: ZentrumZukunft

Figure 3: ZentrumZukunft

Student Excursion June 02 – 04, 2009: Trip to Amsterdam

The annual student excursion of our institute headed towards the Netherlands this year. Right after the border the town Arnheim, where the high-voltage and power labs of the KEMA are

located, was our first destination. The KEMA is a global provider of consulting and testing services in the area of energy technology. An introduction to the daily business and a guided tour through the test facilities was offered to us. In the late afternoon we proceeded on our journey to Amsterdam and checked in into our hotel – an old ship in the harbour of the city. After putting our luggage in the rooms there was time to explore the European metropolis at night.

The following day we visited the European Space Research and Technology Centre (ESTEC) in Noordwijk close to Amsterdam with its laboratories and exhibition rooms. Competent and nice guides made the stay very enjoyable. In the late afternoon the whole group came together at the beach, which is close to the ESTEC, to have a barbeque for dinner as a beautiful end of the day. Our last stop of this excursion was in Germany again close to Cloppenburg, where EWE built its ZentrumZukunft (“CentreFuture”) and also the block heating station manufacturer Seva AG is located. The ZentrumZukunft offers a guided tour through the latest innovative technologies of the energy and communication area for home appliances on four floors. An insight in the projection and production of block heating stations of varying sizes was waiting for us at the facilities of the Seva AG. In the evening an interesting excursion week of our institute ended arriving in Braunschweig again.

International Program of Energy 31. August – 8. September 2009

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Phillip Gronstedt

Auch in diesem Jahr hat unser Institut in Kooperation mit der *Universidade Federal Fluminense* aus Rio de Janeiro / Brasilien das International Program of Energy in der ersten Septemberwoche veranstaltet. Hierzu haben, wie zuvor in den letzten beiden Jahren, eine Vielzahl von Professoren der TU Braunschweig Fachvorträge zu den Themen Biokraftstoff, erneuerbare Energien und CO₂-Vermeidung gehalten. Seitens des HTEE referierten neben Professor Kurrat auch Peter Wiedenhoff und Diplomand Tobias Bruns.

Als Ergänzung zu den theoretischen Vorträgen wurde das Programm durch Exkursionen in der Region erweitert. Neben Besichtigungen der Werke von Volkswagen und Enercon, bekamen unsere Gäste Einblicke in die deutsche Kraftwerkstechnik mit den Besuchen der Müllverbrennungsanlage in Magdeburg sowie dem Heizkraftwerk Mitte in Braunschweig.

Die Teilnehmer haben sowohl die Vorträge als auch die Besichtigungen sehr interessiert wahrgenommen. Somit kann auch die diesjährige Veranstaltung als voller Erfolg hinsichtlich des angestrebten internationalen Wissenstransfers gewertet werden.



Abbildung 1: Unsere brasilianischen Gäste vor dem Müllheizkraftwerk Rothensee
Figure 1: Our Brazilian guests in Magdeburg in front of Magdeburg's waste-to-energy plant

International Program of Energy 31. August – 8. September 2009

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Phillip Gronstedt

The HTEE initiated their International Program of Energy together with *Rio de Janeiro's university, Universidade Federal Fluminense* in the beginning of September 2009. The workshop was a very successful cultural as well as scientific interaction between our Brazilian guests and leading scientist of our university. Many professors of the TU Braunschweig gave lectures on energy related research topics. Besides professor Kurrat also Peter Wiedenhoff and Tobias Bruns gave our Brazilian guest an idea of some very interesting research topics from our institute's perspective.

Moreover, the workshop was completed by several different site visits such as Volkswagen AG (Wolfsburg), Enercon and MHKW Rothensee (both Magdeburg) as well as the PTB and BS|ENERGY in Braunschweig.

Based on the positive feedback of our Brazilian friends, the program was not just an interesting event from a scientific view, but also a lot of fun with cultural day trips to Hamburg and Berlin. Therefore, we are looking forward to welcome a group of Brazilian students and professionals for another successful seminar in 2010.

Das HTEE hing in den Seilen – Betriebsausflug 4. September 2009

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Gunnar Bärwaldt

Eine Herausforderung der besonderen Art erwartete die Teilnehmer des diesjährigen Betriebsausfluges des HTEE.

Am 04. September traf sich das Institut zunächst am Hauptbahnhof in Braunschweig und fuhr dann in einem gut gefüllten Regionalzug nach Wolfsburg. Dort wanderten wir an Phaeno und Autostadt vorbei in den Allerpark hinter die Volkswagen-Arena. Im wahrsten Sinne standen wir dann im Wald und dem gesamten Teilnehmerfeld wurde klar, was sich hinter ‚MonkeyMan‘ oder ‚Hochseilgarten‘ verbergen mochte.



Bild 1: Gruppenfoto des HTEE

Figure 1: Group photograph of the HTEE

Bevor wir uns jedoch voller Tatendrang und Neugier den Bäumen nähern durften, stand das gemeinsame Anlegen des Sicherheitsgeschirrs auf dem Programm. Dank erstklassiger Demonstration am lebenden Objekt waren wir zügig im Klettergurt. Mit Handschuhen und Helm ausgestattet waren wir so nicht nur bereit für das obligatorische Gruppenfoto, sondern auch für die ersten Pflichtübungen in geringer Höhe.

„Sich mal richtig hängen lassen.“ Ein Ausspruch den wir gern nutzen, aber wenn es darauf ankommt und man sich auf einem Drahtseil stehend nach hinten in das Sicherungsgeschirr setzen muss, bekommt diese Wendung eine ganz andere Dimension. Schließlich hatte sich jeder davon überzeugt, dass die Sicherung trägt und man sich zur Not hängen lassen kann, ohne einen Absturz fürchten zu müssen.

Bestens ausgerüstet und instruiert erklimmen wir einen Baum, passierten eine der drei Routen durch die Baumwipfel im Allerpark und bewältigten die unterschiedlichen Hindernisse. Nach dem ersten



Bild 2: Michael Blaz in luftiger Höhe

Figure 2: Michael Blaz on the course

Durchgang war es Zeit, die Nerven zu

beruhigen und ein wenig Energie nachzutanken. Dank des mitgeführten Proviantes konnten wir eine herzhafte Brotzeit inmitten der Bäume genießen.

Nach rund vier Stunden traten wir um viele Erfahrungen reicher und doch ein wenig erschöpft den Heimweg an. Zurück in Braunschweig ließen wir den Betriebsausflug mit einem traditionellen Grillen in und vor der Hochspannungshalle ausklingen.

The HTEE hung in the ropes

A special kind of challenge awaited the members of this year's company outing of the HTEE. On September the 4th, the Institute first met at the central railway station in Braunschweig and then drove in a well-stocked regional train to Wolfsburg. There, we walked past the Phaeno and Autostadt to the Allerpark behind the Volkswagen Arena. Literally we stood in the forest and the entire field of participants was clear what might lie behind 'Monkey Man' or 'High Ropes'.

Before we, however full of energy and curiosity, were allowed to approach the trees, we had to dress the climbing harness jointly. With a first-class demonstration on the living object, we were quickly in our harness. Equipped with gloves and helmet, we were not only ready for the obligatory group photograph, but also for the first compulsory exercises at low altitudes.

Just hanging around. A saying we like to use, but it depends on it, sitting upright on a wire-rope back into the safety harnesses must find out that this idiom gets quite another dimension. Finally, each had convinced itself of the fact that the protection carries and one can hang himself to the need without having to fear a fall.

Very well-equipped and instructed we scaled a tree, passed one of three routes by the tree tops in the Allerpark and mastered the different obstacles. After the first round, it was time to calm the nerves and to refuel a bit of energy. Thanks to the carried along provisions we could enjoy a hearty snack in the midst of the trees.

After about four hours time, many experiences richer and yet a little exhaust we went on the way back home. In Brunswick we finished the company outing with a traditional barbecue in and outside of our high-voltage laboratory.

3. Symposium des FEN in Oldenburg

Dipl.-Ing. Dominik Ludgen

Der interdisziplinäre Forschungsverbund Energie Niedersachsen (FEN) hat auch in diesem Jahr die Gelegenheit genutzt, sich am 24. und 25. September 2009 in einem Symposium der Öffentlichkeit zu präsentieren.

Nach der im letzten Jahr in Braunschweig durchgeführten Veranstaltung hat der FEN unter Leitung von Professor Kurrat in diesem Jahr die Stadt der Wissenschaften 2009, Oldenburg,

für sein Symposium ausgewählt. Beim Symposium wurde als Konzept eine ausgewogene Mischung von Vorträgen aus den Reihen des FEN sowie von hochkarätigen externen Referenten gewählt. Dadurch konnten die rund 80 Besucher aus erster Hand etwas über spannende Zukunftsthemen und Visionen erfahren.

Nach der Anreise erwartete die Gäste am 24. September eine Einführung in die Thematik durch Professor Kurrat und ein Themenblock zur dezentralen Energiezeugung sowie zum Energiemanagement. Bei einer anschließenden Kaffeepause konnten die Forschungsansätze des FEN ausgiebig diskutiert werden und auf der begleitenden Postersession auch noch näher mit den FEN Mitarbeitern erörtert werden. Im Anschluss folgten die Vorträge der externen Referenten. Hier hat in dem ersten Vortrag Herr Dr. Montebaur sehr anschaulich aus der Sicht eines Netzbetreibers dargestellt, welche Probleme und Herausforderungen nicht nur auf die Technik sondern auch und vor allem auch auf die Politik zukünftig zukommen werden. Im Anschluss berichtete Herr Meißner von der Firma PowerPlus Technologies aus Herstellersicht, wie sich der Markt für Mini-BHKW zukünftig darstellen wird. Der Markt stand auch bei dem letzten Vortrag des Tages von Herrn Poehling von der Getec Energie im Vordergrund. Aus der Sicht eines Stromhändlers wurden mögliche Marktmodelle für eine Bündelung von vielen kleinen BHKW zu einem großen Verbund vorgestellt.

Nach dem Vortrag lud die EWE AG als Sponsor des Symposiums zu einer Abendveranstaltung im Oldenburger Schloss ein. Vor eindrucksvoller Kulisse und bei gutem Essen wurde den Symposiumsbesuchern als Abschluss des Abends ein Vortrag von Herrn Harms, Vorstand für IT und Netze der EWE AG geboten. In gemütlicher Runde und bei wertvollen Fachgesprächen konnte der erste Veranstaltungstag so in Ruhe ausklingen.

Am zweiten Tag stellte Herr Prof. Hofmann in seinem Vortrag die zukünftigen Visionen des FEN vor und gab so gleichzeitig die Einleitung für die nächsten Vorträge aus den Reihen des FEN zu den Themenfeldern Arealnetzen, Umrichtersystemen sowie Netzbetrieb mit Speichern. Wiederum abgerundet durch eine Postersession folgten zum Abschluss zwei weitere externe Vorträge. Herr Dr. Engel von der SMA Solar Technologie berichtete aus der Sicht eines Herstellers von Wechselrichtern, was diese zukünftig zu einem stabilen Netzbetrieb beitragen müssen aber auch können. Herr Schmiesing von der E.ON Avacon schloss mit einem Ausblick, wo die Entwicklung des Stromnetzes in Zukunft wohl hingehen wird. Mit diesen Gedanken im Kopf endete dann auch das 3. Symposium des FEN in Oldenburg als sehr erfolgreiche und gut organisierte Veranstaltung.



Bild 1: Beteiligte Mitarbeiter des FEN

Figure 1: Members of the FEN

Professor Kurrat als Sprecher des gesamten niedersachsenweiten FEN-Projekts und die in unserem Haus befindliche Geschäftsstelle vertreten durch Frau Nardmann und Frau Thelen bedanken sich bei allen Mitarbeitern des FEN und den Ansprechpartnern vor Ort in Oldenburg an dieser Stelle für die gute Zusammenarbeit und blicken freudig auf das nächste Symposium.

Third symposium of the FEN in the city of Oldenburg

From 24th to he 25th of September 2009, the 3rd public symposium of our research alliance for energy in lower Saxony took place in Oldenburg. The symposium was structured with presentations given by internal scientists as well as external professionals. More than 80 participants listened to the interesting topics concerning integration of decentralized power generation and grid stability. At the end of the first day the German utility EWE AG, sponsored an evening event in the old castle of Oldenburg where one of the board members of EWE, Mr. Harms gave another very interesting presentation.

After this successful event we are looking forward to the next public symposium in Hannover in 2010.

Ehemaligentreffen des HTEE 2009

Dipl.-Ing. Ingo Gramberg

Am 26. September wurde in dem neu renovierten Haus der Wissenschaft das Ehemaligentreffen des HTEE abgehalten. Zahlreiche ehemalige und aktive Mitarbeiter waren der Einladung gefolgt um sich gemeinsam über vergangene Zeiten und zukünftig relevante Themengebiete auszutauschen.

Zu Beginn des Treffens wurde allen Teilnehmern die Möglichkeit geboten das Institut inklusive aller Labore und Versuchsstände zu besichtigen, welche durch die betreuenden Mitarbeiter besetzt waren. Viele ehemalige Mitarbeiter nahmen die Gelegenheit wahr, um am Ort ihres einstmaligen Schaffens in Erinnerungen zu schwelgen und sich über aktuelle Forschungsvorhaben zu informieren.

Die Abendveranstaltung in der festlich hergerichteten Aula der Technischen Universität, welche sich über die dritte und vierte Etage des Hauses der Wissenschaft erstreckt, wurde durch einen Sektempfang eingeleitet. In den anschließenden Reden berichtete zunächst Frau Dr. Hoffmann über den Veranstaltungsort. Dieser ist als ein Ort des Dialogs zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft gedacht und wird in diesem Rahmen für Ausstellungen und Veranstaltungen genutzt. Danach übernahm der Institutsleiter Prof. Kurrat das Wort und erstattete Bericht über die Entwicklung des Institutes innerhalb der letzten Jahre. Mit Stolz konnte er verkünden, dass in den vergangenen Jahren zum Teil stattgefundene Kürzungen im Bereich der Energietechnik sich langfristig nicht negativ auf das Institut auswirken konnten. Erweiteter Forschungsbedarf im Bereich aktueller energietechnischer Themen führt dazu, dass sich das HTEE personell weiter im Wachstum befindet und sogar eine zweite Professur wieder eingerichtet wird. Im Anschluss an die Berichterstattung über Entwicklungen am Institut nutzte Prof. Lindmayer die Gelegenheit um über Fortschritte bei der Planung und Durchführung seines Ruhestandes zu berichten. Hierbei wurde deutlich, dass ihn nach wie vor die Themengebiete aus seinem aktiven Berufsleben am HTEE nicht loslassen und die Durchführung des ein oder



Bild 1: Abendveranstaltung in der Aula im Haus der Wissenschaft

Figure 1: evening event at the “Aula” of the „house of science“

anderen geplanten Freizeitvorhabens noch auf sich warten lässt. Als letzter Redner an diesem Abend trat Prof. Salge mit einem Grußwort von Prof. Kärner auf, indem er unter anderem Stellungnahme zur Energietechnik, speziell zur Kernenergie in Deutschland nahm und in diesem Bereich um mehr Aufklären innerhalb der Gesellschaft warb.

Im Anschluss an die Redner und einer Pause, die genutzt wurde, um ein gemeinsames Gruppenfoto vor dem Eingang des Altgebäudes der TU zu schießen, eröffnete Prof. Kurrat das Buffet.



Bild 2: Gruppenfoto der Teilnehmer

Figure 2: group picture of the attendants

Hiermit läutete er einen gemütlichen Abend voller interessanter Gespräche sowohl zwischen den Ehemaligen untereinander als auch zwischen ehemaligen und aktiven Mitarbeitern ein.

Abgerundet wurde die Abendveranstaltung durch den Auftritt eines Streichquartetts des Uniorchesters, welches ein Stück des österreichischen Komponisten Franz Joseph Haydn spielte.

Former colleagues meeting of the HTEE 2009

On the 26th of September 2009 the alumni reunion of the HTEE took place at the “Haus der Wissenschaft” (house of science). A great number of alumnae were using this event to visit their former test facilities, to see what has changed during the last years and to get in contact with the current employees. The evening event proceeded at the "Aula" of the university of Braunschweig, which stretches out across the third and fourth floor of the “Haus der Wissenschaft”. At first, something about the history and the purpose of the venue was told, than Prof. Kurrat reported about the development of the HTEE during the last few years. With pride he was able to tell, that cutbacks in the funding of the institute did not have had long-ranging influences. Quite the contrary, the number of assistants is growing and a second professorship is announced. Prof. Lindmayer gave a short report about the advances of his

retirement and a letter from Prof. Kärner was read to the audience by Prof. Salge. After that Prof. Kurrat declared the buffet opened and everybody had a fine evening.

Organisatorische Vorbereitungen zur ISDEIV 2010 in Braunschweig

Dr.-Ing. Michael Budde

Im September 2008 brachte Prof. Kurrat vom gerade beendeten International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum (ISDEIV) die frohe Kunde mit, dass Braunschweig in Form unseres Instituts der nächste Ausrichter dieses Symposiums im Jahre 2010 sein werde.

Im Vergleich zu vorhergehenden Ausrichtern in Weltmetropolen wie Moskau, Xian, Paris, Berlin oder Bukarest bietet die überschaubare Gastgeberstadt Braunschweig als Oberzentrum Südniedersachsens den ein oder anderen Vorteil, der speziell im Rahmen der Konferenzplanung berücksichtigt und betont werden soll.

Mit dem Braunschweiger Hotelangebot in der Innenstadt ist es möglich, alle Übernachtungswünsche in verschiedensten Preiskategorien bei kürzester Entfernung zum Konferenzgebäude (Haus der Wissenschaft) zu bedienen. Das Rahmenprogramm für alle Teilnehmer (Welcome Reception, Festbankett und Empfang) und das Kulturprogramm für kleinere Gruppen bedient nicht nur die kulturellen Stärken der Stadt und der Region (Braunschweig – Stadt der Kultur, Stadt der Wissenschaft, Stadt der Geschichte, Region der Geschichte), sondern ist zugleich fußläufig oder mit dem öffentlichen Personennahverkehr erreichbar.

Als zusätzlichen Bonus werden wir erstmalig allen Teilnehmern ein kostenloses Konferenzticket anbieten, so dass für die Dauer der Tagung die Transportmittel der Braunschweiger Verkehrs-AG benutzt werden dürfen.

Als Veranstaltungsort der Konferenz dient das neue „Haus der Wissenschaft“ (ehemalige Pädagogische Hochschule), in der wir alle notwendigen Funktionen wie Vortragssaal, Raum für Postersessions, Kaffeepausen, Gremiensitzungen, Round-Table-Gesprächen, Short Courses und einen Firmen-Ausstellungsbereich kompakt unterbringen können. In dem umgebauten Gebäude wurde bereits bzw. wird noch modernste Konferenztechnik installiert, so dass ein kompletter Konferenz-Service inkl. W-LAN im gesamten Gebäude geboten werden kann.

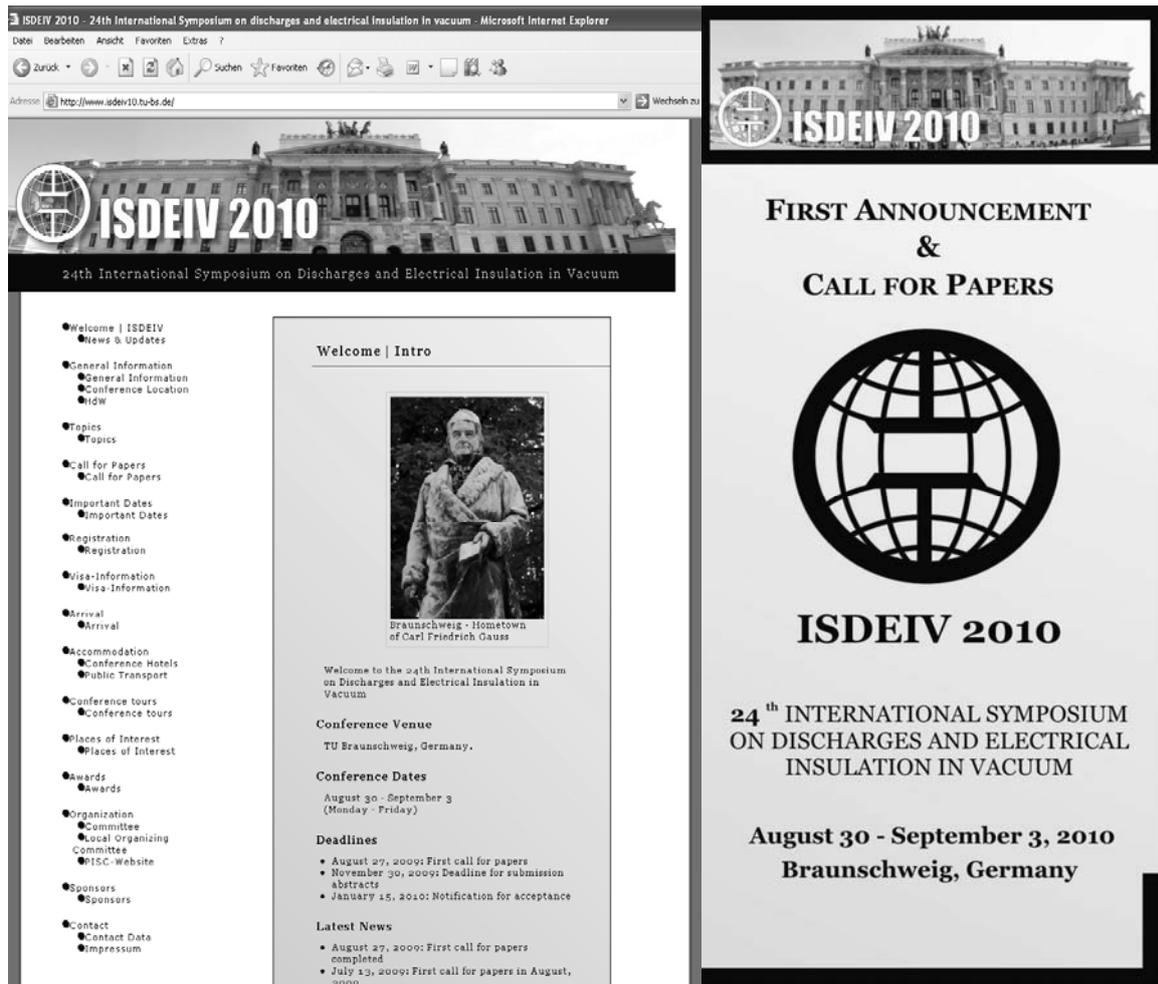


Abbildung 1: Konferenzhomepage (links), Titel des Einladungsflyers (rechts)

Figure 1: Conference homepage (left), front page of first call for papers (right)

Eine weitere Neuerung im Vergleich zu vorhergehenden Konferenzen werden wir auf Vorschlag des Internationalen Komitees der ISDEIV umsetzen, indem wir alle auf der Konferenz gehaltenen Vorträge in geeigneten Formaten aufzeichnen und sie den Teilnehmern anschließend auf der ISDEIV 2010-Homepage zur Verfügung stellen.

Wenn Sie diesen Artikel lesen, ist bereits ein Teil unseres Zeitplans auf dem Weg zur Konferenz vom 30. August bis 03. September 2010 abgearbeitet: das Finanzkonzept ist entwickelt; das Rahmenprogramm vorbereitet, die Konferenzhomepage online (s. Bild 1 links), der Call for Papers (s. Bild 1 rechts) mehrfach verschickt und sogar schon die Abstracts eingegangen. Viele weitere Schritte werden wir bis zur Tagung, während der Tagung und auch nach der Tagung noch tun. Gerne heißen wir Sie als Gast und Teilnehmer dazu willkommen.

On the way to ISDEIV 2010 in Braunschweig

Dr.-Ing. Michael Budde

Since September 2008 it is known that Braunschweig will be hosting the next International Symposium of Discharges and Electrical Insulation in Vacuum (ISDEIV) 2010. In contrast to former host metropolises like Moscow, Paris or Berlin the city of Braunschweig can guarantee a conference of special comforts.

Accommodations in different price categories, scientific and cultural highlights, social program in medieval buildings and a conference venue (house of science) with full service – all in minimum distance to each other – make a contribution to this intention. A conference ticket for all delegates to use the public transport system for free is emphasizing this.

As a further innovation all the oral presentations during the conference will be recorded and will be available afterwards on the conference homepage for download.

While reading this several arrangements to ISDEIV 2010 have already been done. The financial budget is planned, the conference homepage is online (figure 1, left side), the Call for Papers (figure 1, right side) was distributed and the abstracts are being submitted.

Many more steps will follow before, during and after the conference. We would be pleased to meet you at the ISDEIV 2010 in Braunschweig. Be our guest!

5 Veröffentlichungen und Vorträge - Publications

H. Haupt, G. Bärwaldt

Elektromobilität – Aufnahmefähigkeit eines Niederspannungsnetzes

Symposium Kraftwerk Batterie – Lösungen für Automobil und Energieversorgung, 20.01.2009, Haus der Technik Essen

M. Pielke, C. Wissing, M. Kurrat

Technisch-wirtschaftliche Bewertung verschiedener Betriebsweisen von Mini-BHKW der Hausenergieversorgung

et Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Heft 1-2, 2009

M. Pielke, M. Kurrat

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

Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien, 11.-13.02.09, Wien

V. Ermel, M. Kurrat

Feldwechselwirkungen im Mikroplasmastempel

14. Fachtagung Plasmatechnologie, 2.-04.03.2009, Wuppertal.

B. Deppe, M. Kurrat

Die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ)

In: Physik in der Schule - Hochspannungsnetze, 58 (2009), Heft 5, S. 11 – 16

M. Kurrat, B. Deppe, A. Mbuy, H.-P. Beck, A. Wehrmann, M. Sonnenschein, B. Rapp, J. Bremer, H.-J. Appelrath,

Interdisziplinäre Wissensvermittlung am Beispiel dezentraler Energiesysteme - Ein Erfahrungsbericht, Appelrath, Schulze (*Hrsg.*): Auf dem Weg zu exzellentem E-Learning-Vernetzung und Kooperation der Hochschulen in Niedersachsen, Münster, 2009

D. Ludgen, H. Waitschat

Funktionsweise des elektrischen Versorgungsnetzes

In: Physik in der Schule - Hochspannungsnetze, 58 (2009), Heft 5, S. 5 – 10

M. Hilbert, S. Heier,

Vom Wind zum elektrischen Strom

In: Physik in der Schule - Hochspannungsnetze, 58 (2009), Heft 5, S. 24 – 29

V. Ermel, M. Kurrat

Plasmabehandlung von Glasfasergelege
Vakuum in Forschung und Praxis, Vol. 21, Iss. 2, April/Mai 2009, p.27-31.

M. Pielke, M. Kurrat

Strategien zur Integration von Mini-BHKW in das elektrische Verteilnetz, eta[energie], Heft 6, 2009

N. Hemdan, M. Kurrat

Influence of Distributed Generation on Different Loadability Aspects of Electric Distribution Systems

The 20th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution, CIRED 2009, 8-11.06.2009, Prague

M. Kurrat, M. Hilbert

Erfahrungsbericht zum Korona und Ozon-Test

2. Burghausener Isolierstoff Kolloquium, 18.-19.06.2009, Burghausen

N. Hemdan, M. Kurrat

Allocation of Decentralized Generators in Distribution Networks for Enhancing Normal Operation Loadability

PowerTech 2009 Conference, Innovative ideas toward the Electrical Grid of the Future, Bucharest 28.06 - 02.07.2009

V. Ermel, M. Kurrat

Development of DBD-Plasmas across Fibre Rovings

Plasma Process. Polym., 2009, 6.

M. Kurrat

Anwendungen von Hochtemperatur-supraleitern in der elektrischen Energietechnik

10 jähriges Bestehen der Firma KAB-tec, 01.07.2009, Frankfurt am Main

M. Kurrat

Einsatzfelder der Messtechnik in der Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ)

Vortrag PTB, 18.08.2009, Braunschweig

P. Gronstedt, P. Wiedenhoff, M. Kurrat

Bewertungsmodell für CDM-Projekt-Untersuchung der Vorteilhaftigkeit von Beteiligungen an internationalen Klimaschutzprojekten nach Kyoto aus der Sicht von Compliance-Unternehmen

emw - Zeitschrift für Energie, Markt, Wettbewerb, Juli 2009, Essen

M. Budde, V. Ermel, M. Kurrat

Partial discharge diagnostics of micro cavities and its modelling

16th International Symposium on High-Voltage Engineering, 24.-28.08.2009, Cape Town, Südafrika

M. Blaz, M. Hilbert, M. Kurrat

Investigation of the surface flashover behaviour of cylindrical insulators in liquid nitrogen

Proceedings of the 16th International Symposium on High Voltage Engineering, 24.-28.08.2009, Cape Town, South Africa

B. Deppe

Workshop Optimale Netzintegration von Offshore-Windparks

IQPC-Konferenz Effiziente Netzintegration von Windenergie, 31.8.-02.09.2009, Berlin

M. Kurrat, H. Hemdan

Loadability Aspects for Medium Voltage Distribution Networks with Integration of Decentralized Generatio

International Journal of Distributed Energy Resources, Vol. 5, no. 3, pp. 187-200 July-September 2009

M. Kurrat

Plasma Diagnostics for Vacuum Arcs
XVIIIth Symposium on Physics of
Switching Arc, 7.-11.09.2009, Brno,
Czech Republic

**D. Gentsch, M. Kurrat, M. Lindmayer,
E.-D. Wilkening, C. Wolf**

*Optical Investigations of High-Current
Vacuum Arc Behavior on Spiral-Shaped
and Cup-Shaped RMF-Contacts*
55th IEEE Holm Conference on Electrical
Contacts, 14.-16.09.2009, Vancouver,
Kanada

N. Hemdan, M. Kurrat

*Can DG Units Provide A New Paradigm
for Developing Countries Distribution
Networks Enhancement? An Evaluation of
Their Technical Benefits*
Power & Energy Summer Summit
University Ilmenau, 15.-17.09.2009,
Ilmenau

P. Wiedenhoff

*Risikoanalyse als Entscheidungshilfe für
CDM-Investments*
Emissionen & Management, 30.09.2009,
Herrsching

M. Kurrat

*Gleichstromtechnik für die Stromver-
sorgung der Zukunft*
PTB-Kolloquium 05.10.2009,
Braunschweig

M. Pielke

Netzorientierter BHKW-Betrieb
5. BHKW-Info-Tage, 24.10. 2009, Goslar

T. Schrank, E.-D. Wilkening, M. Kurrat

*Löschverhalten von DC-Schaltern mit
Ringspaltlöschkammer*
Albert-Keil-Kontaktseminar 2009,
07.-09.10.2009, Universität Karlsruhe

M. Lindmayer

*Simulation von Erwärmung, Abbrand und
mechanischer Beanspruchung elektrischer
Kontakte beim Schalten*
20.VDE-Tagung Kontaktverhalten und
Schalten, 07.-09.10.2009, Karlsruhe

M. Lindmayer

Lichtbogensimulation – ein Überblick
20.VDE-Tagung Kontaktverhalten und
Schalten, 07.-09.10. 2009, Karlsruhe

P. Wiedenhoff

*Risikoanalyse als Entscheidungshilfe für
CDM-Investments*
Energie & Management, 15.10.2009,
Herrsching

M. Pielke, M. Kurrat, N. Falke

*Feldversuch eines netzorientiert
betrieblenen virtuellen Kraftwerks auf
Basis von Mini-BHKW der
Hausenergieversorgung*
VDE/ETG Kongress, 27.-28.10.2009,
Düsseldorf

B. Deppe, M. Kurrat

*Integration von Smart Metering in die
Geschäftsprozesse von
Energieversorgungsunternehmen*
VDE/ETG Kongress, 27.-28.10.2009

H. Haupt, M. Kurrat, J. Meins, A. Guetif

Netzstützung durch Superkondensatoren und Batteriespeicher / Supporting the electricity grid with supercapacitors and battery storage systems

ETG-Kongress Leistungselektronik in Netzen, 27.10.2009–28.10.2009, Düsseldorf

K. Rethmeier, M. Krüger, A. Kraetge, M. Kurrat, M. Budde, M. Hilbert, Ch. Balkon

Unterdrückung von Frequenz- und Pulsstörungen bei Teilentladungsmessungen in gestörter Messumgebung

ETG-Kongress Diagnostik elektrischer Betriebsmittel, 27.10.2009 – 28.10.2009, Düsseldorf

M. Pielke

Netzintegration von Mini-BHKW-Anlagen, Meistererfahrungsaustausch für die Elektrizitätsverteilung, bdew Landesgruppe Norddeutschland, 02. - 03.12.2009, Travemünde

M. Pielke, M. Kurrat

Netzorientierte Betriebsweise von Mini-BHKW

EuroHeat&Power, Sonderpublikation "Blockheizkraftwerke 2010", 07.12.2009

B. Deppe, M. Kurrat

Zähler als Bestandteil von Smart Grid Konzepten

In: Kahmann/Zayer (Hrsg.) Elektrizitätsmesstechnik Jahrbuch 2010. VWEW Energieverlag; Frankfurt 2009

N. Dyussebekova, M. Kurrat

Auswirkungen von Straßenbeleuchtung und Nachtspeicherheizungen

„ew“ das Magazin für die Energie Wirtschaft, 16.03.2009

N. Dyussebekova, M. Kurrat

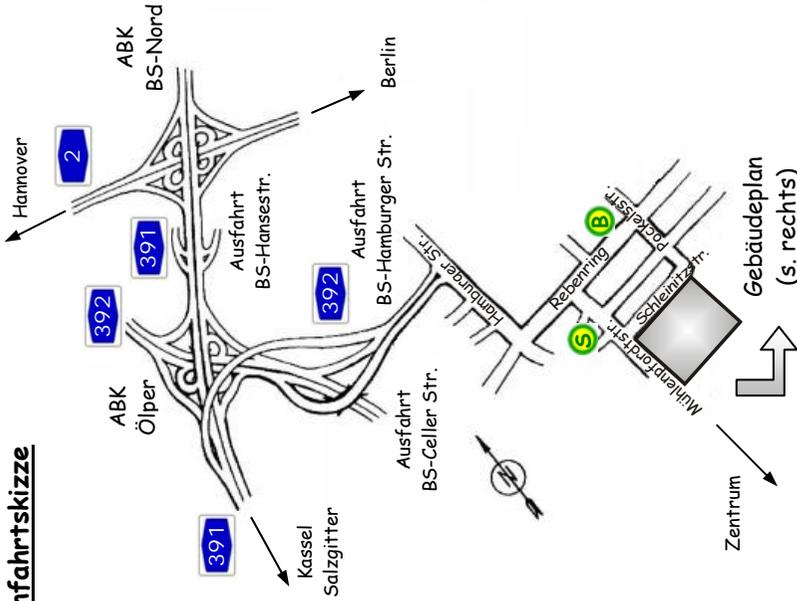
Integration der Mini-BHKW ins Niederspannungsnetz aus Kasachstan

„PESS 09“ TU Ilmenau, 09.10-10.10.2009

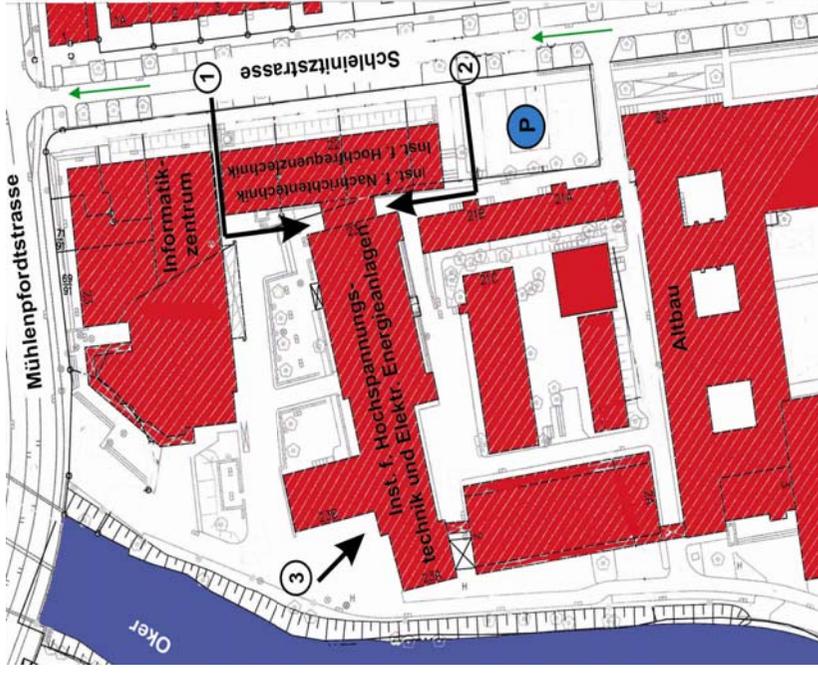
5.1 Berichte in den Medien – News

Artikel über „ <i>Innovationen für die Netze von morgen</i> “ mit einem Interview von Prof. Kurrat	1. Q. 09	Sonderheft der Siemens AG und der <i>Energiewirtschaft</i>
Bericht über den Vortrag von Prof. Kurrat zum Firmenjubiläum unter dem Thema „ <i>Supraleiter im Maschinenbau – Zukunft oder Vision</i> “	02/09	Firmenzeitschrift der Göcking Konstruktion GmbH
Bericht zum Thema „ <i>Unsere Region verpasst Millionen für Elektroforschung</i> “ mit G. Bärwaldt	03.06.09	Braunschweiger Zeitung
Vorstellung des Verbundforschungsvorhabens <i>LithoRec</i> „ <i>Neue Recyclingkonzepte für die Batterien in Elektroautos: Bundesumweltministerium fördert Forschungsprojekt LithoRec</i> “	11.09.09	Informationsdienst Wissenschaft
Radiointerview im Wissenschaftsmagazin Logo über das Projekt „ <i>LithoRec</i> “ mit G. Bärwaldt	18.09.09	NDR info
Prof. Kurrat im Interview zur Entwicklung der elektrischen Energieversorgung im Artikel „ <i>Wähler in der Region wollen den Atomausstieg</i> “	23.09.09	Braunschweiger Zeitung
Vorstellung des Forschungsverbundes Energie Niedersachsen unter dem Titel „ <i>Zukunftsthema – Dezentrale Energiesysteme</i> “	24.09.09	Informationsdienst Wissenschaft

Anfahrtskizze



Anreise per Pkw: Zufahrt über Pockelsstr./Schleinitzstr.
 Anreise per Bahn: Ab Hbf. S-Bahn-Linie 4 bis Mühlenpfordtstr.
 oder Buslinien 419, 439 bis Pockelsstr.



Eingänge 1/2/3: die Büros befinden sich im 2. OG,
 Werkstätten und Versuchshallen im EG
 → = Einbahnstraße