

Jahresbericht 2003/2004

Inhaltsverzeichnis - Table of contents

	Seite
Vorwort – Preface*	2
Nachruf – Obituary Prof. Erk	6
1 Personelle Besetzung - Staff	7
2 Lehre - Teachings	9
2.1 Vorlesungen und Praktika	9
2.2 Studienseminare	12
2.3 Studienarbeiten	12
2.4 Diplomarbeiten	14
3 Berichte aus Forschung und Entwicklung - Abstracts on Research Projects*	15
3.1 Kurzberichte aus laufenden Vorhaben	15
3.2 Dissertationen	42
4 Besondere Ereignisse – Special Events	49
4.1 Berichte von besonderen Ereignissen	56
5 Veröffentlichungen und Vorträge - Publications	65

* with english part

Sehr geehrte Freunde des Instituts,

mit unserem Zweijahresbericht 2003 / 2004 möchten wir Ihnen in bewährter Weise wieder Gelegenheit zu einem Einblick in unsere Aktivitäten geben.

Die Ereignisse im vergangenen Zeitraum werden das Geschick unseres Instituts in den nächsten Jahren entscheidend bestimmen. Die desolate Haushaltslage des Landes Niedersachsen hat die neue Regierung dazu bewogen, ein sog. Hochschuloptimierungskonzept – kurz HOK genannt – zu erlassen. Eine höhnischere Bezeichnung hätte man dafür nicht wählen können, denn im Resultat muß die TU Braunschweig insgesamt größenordnungsmäßig 10 % ihrer Stellen abbauen. Die Einschnitte an den niedersächsischen Hochschulen dürfen mit Fug und Recht als dramatisch bezeichnet werden.

Leider ist auch der Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik nicht verschont geblieben, und dort hat man den bevorstehenden Eintritt von Prof. Manfred Lindmayer in den Ruhestand zum 1. April 2005 zum Anlass genommen, unser Institut „zur Kasse zu bitten“. Die Auswirkungen sind klar, das Institut wird zukünftig mit nur einer Professur weitergeführt. Dabei sind sofort 3 wissenschaftliche Mitarbeiterstellen entfallen, und mittelfristig sind es weitere 7 MTV-Stellen.

Insgesamt wird es der Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik bei der nunmehr vorliegenden starken Überbetonung des Bereichs Kommunikations-/Hochfrequenztechnik, und hier wiederum insbesondere der Bauelemente-orientierten Forschung, schwer haben, in Zukunft seine bisherige Stellung in der Spitzengruppe der deutschen Technischen Universitäten zu halten.

Entscheidend für den weiteren Erfolg unseres Instituts wird die zukünftige Strategie sein. Dabei denken wir an eine Bündelung unserer Stärken und Konzentration der Forschungstätigkeiten auf den Braunschweiger Standort. Im Klartext heißt dies, daß unser Standort Hallendorf nach Braunschweig verlagert wird und die Folgen der drastischen Personaleinschnitte durch Synergiemaßnahmen gemildert werden. Zur Erhaltung unseres Vorlesungsangebotes wird die Erteilung von zusätzlichen Lehraufträgen erforderlich. Die wissenschaftlichen Mitarbeiterstellen werden zukünftig in noch stärkerem Maße als bisher zum Anschub von innovativen Projekten eingesetzt werden, die das Potential besitzen, zusätzliche Drittmittel einzuwerben.

Trotz aller negativen Auswirkungen des HOK, haben wir aber auch Positives zu vermelden. Die Profilschärfung der Hochschulen in Niedersachsen weist Schwerpunkte aus, die unsere Forschungstätigkeiten schon immer bestimmt haben. Der verstärkte Einsatz von Simulationen im Bereich der Plasmatechnik und Schaltgeräte, der sich auch in den Themen der Vorlesung Numerische Berechnungsverfahren widerspiegelt, bietet eine gute Grundlage für eine Verzahnung mit der Informatik. Unsere Materialuntersuchungen, ob Kontaktwerkstoff, Isolierstoff oder Plasmaverfahren, fügen sich nahtlos in den Schwerpunkt Materialwissenschaften ein. Unsere Bemühungen im Bereich Erneuerbare Energien werden in Aktivitäten im Schwerpunkt Infrastruktur einfließen und die Kooperation mit dem Wirtschaftsingenieurwesen in idealer Weise ergänzen. Unser Portfolio stellt sich optimal dar und wird auch den zukünftigen Anforderungen gewachsen sein. Dies zeigt sich auch im großen Interesse der Studierenden, die die angebotenen Themen eifrig und interessiert aufgreifen.

Das größte Kapital eines Instituts stellen ohne Zweifel seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dar, und es besteht daher eine besondere Verpflichtung, in diesem Bereich über Freud und Leid zu berichten.

Am 27. März 2003 verstarb im Alter von 87 Jahren der frühere Leiter des Instituts für Elektrische Energieanlagen Professor emeritus Dr.-Ing. Adil Erk.

In den wohlverdienten Ruhestand gingen unser Akademischer Oberrat Dr.-Ing. Werner Kodoll und unser Werkstattmitarbeiter Hans-Dieter Wohld. Unser Werkstattmitarbeiter Manfred Stövesand verließ uns ebenfalls. Wir wünschen ihnen Gesundheit und alles Gute.

In den Reihen der wissenschaftlichen Mitarbeiter verabschieden wir uns von den Herren Dr.-Ing. Frank Barcikowski, Dr.-Ing. Peng Li, Erik Marzahn, Ulf Schümann und Matthias Springstube und danken Ihnen für die gute Zusammenarbeit.

Unserem Jubilar Prof. Dieter Kind gratulieren wir herzlich zu seinem 75. Geburtstag. Wir wünschen ihm, daß er auch weiterhin sportlich, kulturell und ab und zu auch technisch in bekannter Weise aktiv bleibt.

Zu guter Letzt bleibt noch zu berichten, daß die Mitarbeiter sehr erfolgreich bei der Erhöhung der Geburtenrate waren. So dürfen wir mit großer Freude insgesamt 7 frischgebackenen Elternpaaren zu Ihrem Nachwuchs gratulieren.

Die große Anzahl von Neuigkeiten signalisiert schon den Bedarf an Informationen. Hier wollen wir ansetzen mit einer Neuauflage unseres Ehemaligentreffen am Samstag, dem 2. April 2005. Neben der feierlichen Verabschiedung von Prof. Manfred Lindmayer in den Ruhestand, dem Wiedersehen mit den „Ehemaligen“ Prof. Dieter Kind, Prof. Jürgen Salge und Prof. Hermann Kärner, werden natürlich die Diskussionen über die Zukunft aber auch über die alten Zeiten des Institutes im Vordergrund stehen. Bitte halten Sie sich den Termin vorsorglich frei. Die Einladungen werden zum Anfang des nächsten Jahres verschickt werden.

Abschließend möchten wir unseren ganz besonderen Dank an die Förderer und Kooperationspartner richten. Ohne die Unterstützung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung, die Deutsche Forschungsgemeinschaft, das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit und die zahlreichen Freunde sowie Kooperationspartner in der Industrie und in den Forschungsinstitutionen wäre die Durchführung der vielen in diesem Bericht vorgestellten Arbeiten nicht möglich gewesen.

Unsere besten Wünsche für ein erfolgreiches und friedvolles Jahr.

Braunschweig, im November 2004



M. Lindmayer



M. Kurrat

Dear Friends,

as usual we would like to inform you about our activities with our annual report 2003 / 2004.

The events of the last period will decide about the destiny of our Institute within the next years. The desolate budget situation of Lower Saxony State has caused the government to issue a so called university optimization concept – abbreviated in German HOK. No term would be more sarcastic because in result the Technical University Braunschweig has to reduce the number of employees about 10 %. The drastic cuts at the Lower Saxony Universities are really dramatic.

Unfortunately the Faculty of Electrical Engineering has not been spared and the approaching retirement of Prof. Manfred Lindmayer at 1st April 2005 was used as an opportunity to “fleece“ our Institute. The effects are obvious, the Institute will be continued by one professorship only. On this occasion 3 scientific jobs have been cancelled, and 7 more jobs will follow in the future.

Concerning the predominance of communication and high frequency technology, and in this field especially the electronic device research, the Faculty of Electrical Engineers as a whole will have a hard time to stay in the future within the top group of german technical universities.

The future strategy will be decisive for the success of our Institute. We think about bundling our competences and concentration of the research work in Braunschweig. Simply spoken , the Hallendorf site will be moved to Braunschweig to reduce the consequences of the drastic job elimination by means of synergy effects. For preservation of our lecture program additional lectureships are required. The challenging task of the scientific staff will be more and more to push innovative projects, which have the potential to obtain additional funds.

Despite all negative results of the HOK, we have also good news. To improve the image of the Lower Saxony Universities, competences are defined, which were already in our focus of research work before. The increased application of simulation in the field of plasma and switch-gear engineering, which is reflected by the contents of the lecture numerical simulations, is a sound foundation for an interdisciplinary cooperation with the Faculty of Computer Science. Our material investigations, whether contact material, insulation material or plasma treatment, fit well into the materials science competence. Our efforts in the field of renewable energies will complete the activities in “infrastructure“ and reinforce in ideal way the cooperation with the Faculty of Economics. Our portfolio has an optimum performance and will meet all future requirements. A reliable indication is the great interest of the students, which are keen on the offered subjects.

Our staff members represent without doubt the great value of the Institute and it is thus a special obligation to report on good times and bad.

On 27th March Professor emeritus Dr.-Ing. Adil Erk, the former director of the Institute of Electrical Apparatus, died aged 87.

Our Akademischer Oberrat Dr.-Ing. Werner Kodoll and our mechanic Hans-Dieter Wohld went into a well deserved retirement. Additionally our mechanic Manfred Stövesand left the instiute. We wish them good health and all the best.

From among the scientific assistants we say good bye to Dr.-Ing. Frank Barcikowski, Dr.-Ing. Peng Li, Erik Marzahn, Ulf Schümann und Matthias Springstube and thank them for their contributions to our good work.

We congratulate cordially Prof. Dieter Kind celebrating his 75th birthday. Our best wishes accompany him on his numerous sporting, cultural, and sometimes technical activities.

At last we have to report that the scientific team succeeded in increasing the birth rate. It is a pleasure for us to congratulate 7 brand new parents.

The great number of news signals the need for information. Here we will start a remake of our reunion for old colleagues on Saturday, 2nd April 2005. We look forward to accompany Prof. Manfred Lindmayer on his way into retirement and we will see our old colleagues again, Prof. Dieter Kind, Prof. Jürgen Salge, and Prof. Hermann Kärner. Hopefully we will discuss about the future but also about former times of the Institute. Please fix the date in advance. The invitations will be mailed at the beginning of next year.

Our special thanks are directed to the sponsors and cooperation partners. Without the help of federal ministry of education and research, german research foundation (Deutsche Forschungsgemeinschaft), federal ministry of economics and labour, and the numerous friends and cooperation partners in industry and research institutes, much work would not have been performed.

Our best wishes accompany you into the next year.

Braunschweig, November 2004



Manfred Lindmayer



Michael Kurrat

Am 27. März 2003 verstarb im Alter von 87 Jahren der frühere Leiter des Instituts für Elektrische Energieanlagen

Prof. em. Dr.-Ing. Adil Erk



Adil Erk kam 1926 aus dem Kaukasus nach Deutschland, wo er nach einer vorangegangenen Meister- und Ingenieurausbildung im Maschinenbau von 1940 bis 1942 an der TH Braunschweig Elektrotechnik studierte. 1946 wurde er bei Prof. Marx am Hochspannungsinstitut promoviert. Nach mehrjähriger Industrietätigkeit in der Schweiz und in Deutschland wirkte er ab 1954 wieder an der TH Braunschweig, zunächst nacheinander als Lehrbeauftragter, Dozent und außerplanmäßiger Professor auf den Gebieten „Elektrische Starkstromanlagen“, „Stromrichtertechnik“ und „Schaltgerätetechnik“. 1957 habilitierte er.

Aus der von ihm geschaffenen, bereits bedeutenden Forschergruppe und Abteilung im Institut für Hochspannungstechnik heraus entstand 1968 das Institut für Elektrische Energieanlagen unter seiner Leitung. Es ist heute wieder Bestandteil des Instituts für Hochspannungstechnik und Elektrische Energieanlagen.

Bis zu seiner Emeritierung 1980 entwickelte Prof. Erk dieses Institut zu einer weltweit renommierten Einrichtung, die sich intensiv mit systematischen Untersuchungen auf dem Gebiet der Nieder- und Mittelspannungsschaltgeräte befaßte. Im Blickpunkt standen dabei stets die technischen Anwendungen, und enger Kontakt zwischen Hochschule und industrieller Praxis waren für Prof. Erk eine Selbstverständlichkeit. 29 unter seiner Leitung durchgeführte Doktorarbeiten belegen die Bedeutung dieser Arbeiten und haben ihm nationale und internationale Anerkennung eingetragen. Sein 1974 erschienenes Lehrbuch „Grundlagen der Schaltgerätetechnik“ gilt auch heute noch als ein Standardwerk auf diesem Fachgebiet im deutschsprachigen Raum.

Adil Erk war ein sehr tatkräftiger, zupackender Mann, der sich stets auch für die beruflichen und persönlichen Belange seiner Mitarbeiter einsetzte. Im Ruhestand galt sein großes Interesse bis zuletzt dem Sport.

1 Personelle Besetzung des Instituts (Stichtag 31.10.2004)

Vorstand:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Lindmayer (geschäftsführender Leiter)
	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat
Professoren im Ruhestand:	Prof. em. Dr.-Ing. Dr. h. c. Hermann Kärner Tegernsee
	Prof. a. D. Dr.-Ing. Jürgen Salge Salzgitter-Osterlinde
Honorarprofessoren:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard von Gersdorff Berlin
	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dieter Kind Braunschweig
Lehrbeauftragte:	Dr.-Ing. Hartmut Knobloch Berlin
	Dr.-Ing. Harald Waitschat Braunschweig
Sekretariat in Braunschweig:	Monika Georgi Barbara Winter
Sekretariat in Hallendorf:	Christine Nardmann
Akademischer Oberrat:	Dr.-Ing. Ernst-Dieter Wilkening
Wissenschaftlicher Angestellter:	Dr.-Ing. Ulrich Braunsberger
Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter:	Dipl.-Ing. Tobias Braunsberger Dipl.-Ing. Michael Budde Dipl.-Ing. Arkadiusz Dziubek Dr.-Ing. Vladimir Ermel Dipl.-Ing. Diethelm von der Fecht Dipl.-Ing. Frank Gerdinand Dipl.-Ing. Jörn Grundmann Dipl.-Ing. Alexander Horn Dipl.-Ing. Florian Körner Dipl.-Ing. Alexandra Mutzke Dipl.-Ing. Thomas Rüter Dipl.-Ing. Christian Schulz Dipl.-Ing. Volker Schwanitz Dipl.-Ing. Kathrin Steinke Dipl.-Ing. Carsten Thode

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

Folgende Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind seit dem 01.01.2003 ausgeschieden:

Am 31.12.2002	Dr.-Ing. Frank Barcikowski
Am 30.04.2003	Manfred Stövesand
Am 30.04.2003	Dr.-Ing. Werner Kodoll
Am 14.06.2003	Dipl.-Ing. Erik Marzahn
Am 30.06.2003	Dipl.-Ing. Matthias Springstubbe
Am 30.09.2003	Dieter Wohld
Am 30.09.2004	Dr.-Ing. Peng Li
Am 31.10.2004	Dipl.-Ing. Ulf Schümann

Als wissenschaftliche Hilfskräfte waren seit dem 01.01.2003 tätig:

Joachim Braunsberger	Pedro Perez Loaiza	Sarah Schwarz
Nils Domann	Lutz Markus	Fabrice Schwarzmann
Meike Drange	Viktor Meinzer	Florian Schwieger
Torsten Faust	Benjamin Meyer	Christian Seel
Katrin Gerlach	Giovanni Multinu	Christian Spoer
Seyed Eghbal Ghobadi	Miroslav Obrenovic	Sebastian Stotz
Mohamed-Haythem Ghraieb	Jessica Pagano	Mokhtar Thabti
Martina Heinks	Magnus Pielke	Mahdi Trabelsi
Alexander Henning	Matthias Preller	Lutz Ulbrich
Thomas Horn	Markus Schaefer	Gina-Alina Vladan
Euston Joseph	Jürgen Schröder	Medini Zied
Klaus-Dieter Kaiser		

2 Lehre

2.1 Vorlesungen und Praktika

Professor Dr.-Ing. Manfred Lindmayer

Grundlagen der elektrischen Energietechnik¹ (WS 04/05; WS 03/04) 4 V, 1 Ü
(gemeinsam mit Prof. Canders)

Der von Prof. Lindmayer vertretene Anteil beinhaltet:

Grundzüge der elektrischen Energiewirtschaft • Übertragung elektrischer Energie • Grundlagen der Hochspannungstechnik (Hochspannungsversuchstechnik, elektrisches Feld, elektrische Festigkeit, Gasdurchschlag).

Elektrische Energieanlagen I (SS 03; SS 04) 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 (SS 03; SS 04) 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.

Numerische Berechnungsverfahren (WS 02/03; WS 03/04) 2 V, 1 Ü

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

Rechnerpraktikum Numerische Berechnungsverfahren (SS 03; SS 04) 2 Ü

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

Plasmatechnik (WS 02/04; WS 03/04) 4 V

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

¹Pflichtveranstaltung für alle Studierenden der Elektrotechnik und des Wirtschaftsingenieurwesens
Elektrotechnik

Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat

Grundlagen der Elektrotechnik für Maschinenbauer²

(WS 02/03; SS 03; WS 03/04; SS04) 2 V, 1Ü

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

Hochspannungstechnik I

(SS 03; SS 04) 2 V, 1Ü

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

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

Hochspannungstechnik II

(WS 02/03; WS 03/04) 2 V, 1Ü

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

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

Innovative Energiesysteme

(SS 03; SS 04) 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.

² Pflichtvorlesung für alle Maschinenbauer im 3. und 4. Semester

Übersichtspraktikum „Hochspannungstechnik“ (WS 02/03; WS 03/04) 3 L

Aufbaupraktikum „Hochspannungstechnik“ (SS 03; WS 03/04; SS 04) 2 L

Aufbaupraktikum „Prüfung von Geräten der Energietechnik“ (WS 02/03) 2 L

Aufbaupraktikum „Feldleitgeräte“ (SS 03) 2 L

Prof. Dr.-Ing. Werner Leonhard

Liberalisierung der elektrischen Energieversorgung aus technischer Sicht
(SS 03; SS 04) 2 V

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

Dr.-Ing. Harald Waitschat

Elektrische Energiewirtschaft und Kraftwerke (WS 02/03; WS 03/04) 2 V

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

Dr.-Ing. Hartmut Knobloch

Wirtschaftliche Entwicklung von Geräten der Energietechnik
(WS 02/03; WS 03/04) 2 V

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

2.2 Studienseminare

Alexander Henning	Kernfusion (Schümann)
Thomas Horn	Nutzung der Geothermie (Braunsberger)
Marco Lüders	Zukunftstechnologie Brennstoffzelle (Budde)
Tobias Michler	Ökologische Haustechnik (Schümann)
Florian Schwieger	Systemverträglichkeit regenerativer Energieerzeugung (Gerdinand)
Lutz Ulbrich	Technik der Windenergienutzung (Braunsberger)
Matthias Wesemann	Neuartige Fahrzeugsysteme (Dziubek)

2.3 Studienarbeiten (Bearbeitungszeit 10 Wochen)

Torben Andersen	Experimentelle Untersuchung der Teilentladungsaktivität und Restlebensdauer von feuchtigkeitsgealterten Isolierstoffen (Budde)
Mike Breuer	Deckung des Energiebedarfs mit regenerativen Energien. Energietypen, Kraftwerkstypen zur Energieerzeugung, neue Technologien, Forschungs- und Entwicklungsbedarf (Gerdinand)
Joachim Braunsberger	Experimentelle Untersuchungen zum Durchschlagsverhalten von Elektroden im Vakuum (Schümann)
Jens Delventhal	Experimentelle Untersuchung der Qualität und feuchtigkeitsbedingten Degradationsprozessen in glasfaserverstärkten Kunststoffstäben (Dziubek)
Holger Dill	Experimentelle Untersuchung der feuchtigkeits- und teilentladungsbedingten Degradationsprozesse in quarzmehlgefüllten Gießharzisolierstoffen (Budde)
Christian Hennecke	Wirtschaftlichkeit von Brennstoffzellen-Heizgeräten im Niederspannungsnetz (Gerdinand)
Thomas Horn	Untersuchung der feuchtigkeitsbedingten Degradationsprozesse in gef. Gießharzisolierstoffen. Überprüfung von Kennwerten bei künstlich beschleunigter Alterung an einem unmodifizierten, hydrophoben Epoxidharz (Gerdinand)
Martin Thomas Hibbeln	Deckung des elektr. Energiebedarfs in Deutschland. Energiebedarf, Kraftwerkstypen, Energieverteilung, neue Technologien und Energieprognosen (Gerdinand)
Christian Kampsen	Das Bordnetz im Automobil der Zukunft (Dziubek)

Lena Kähler	Energiesysteme im Auto der Zukunft: Welchen Aufgaben muss sich der Elektroingenieur zukünftig im Fahrzeugbau stellen? (Gerdinand)
Florian Körner	Erstellung eines PSpice-Modells zur Nachstrommodulierung (Horn)
Tobias Krause	Liberalisierung des Strommarktes in Deutschland und im Bereich der Europäischen Union (Gerdinand)
Volker Kuhn	Betriebserfahrungen mit Isolatoren in der Energietechnik. Grundlagen, Eigenschaften, Anwendungen und Einsatzgebiete von Kunststoffisolatoren (Gerdinand)
Christian Lueb	Messungen von Magnetfeldern an Nieder- und Mittelspannungsanlagen (Schümann)
Marco Lüders	Experimentelle Untersuchung d. feuchtigkeits- und TE-bedingten Degradationsprozesse in gef. Gießharzisolierstoffen (Budde)
Giovanni Multinu	Erstellung eines Praktikumsversuchs mit PEM-Brennstoffzellen (Braunsberger)
Olivia Nouthé Nguignang	Programmierung der SPS-Steuerung einer PPA zur gleichzeitigen Ermittlung der Kurzzeitspannungsfestigkeit o. Lebensdauer von 10 Prüfkörpern (Budde)
Thomas Rüter	Bestimmung des Plasmapotentials in Anoden- und Kathodenfallgebieten (Marzahn)
Markus Schaefer	Teilentladungsdiagnose an Isolierstoffen zur wirtschaftlichen Bewertung von Komponenten der Energietechnik (Budde)
Christian Schulz	Wirtschaftliche Betrachtung der Stromerzeugung aus Windenergie unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit (Braunsberger)
Florian Schwieger	Inbetriebnahme, Entwurf und Aufbau einer Isolierstoffprüfung nach DIN 587 / VDE 0303 Teil 10 (Gerdinand)
Lutz Ulbrich	Reduktion der Streuparameter im Gieß- und Meßprozess zur Untersuchung der feuchtigkeitsbedingten Degradationsprozesse an einem unmodifizierten, hydrophoben Epoxidharz (Gerdinand)
Kathryn Viemann	Die Energieträger der Welt, Reichweite, Ressourcenverteilung und weltpolitische Auswirkungen (Gerdinand)
Jens Wacker	Erlösstruktur und Vergütungsmodelle von Mini-BHKW's (Schulz)
Matthias Wesemann	Aufbau und Inbetriebnahme einer Parallelprüfanlage für Rampentests und Konstantspannungsversuche bei WS bis 100 kV (Budde)
Andreas Zühlcke	Untersuchung der feuchtigkeitsbedingten Degradationsprozesse in gef. Gießharzisolierstoffen. Überprüfung der mech. und el. Festigkeiten bei künstlich beschleunigter Alterung an einem modifizierten, unsilanisierten Quarzmehl (Gerdinand)

2.4 Diplomarbeiten (Bearbeitungszeit 6 Monate)

Gunnar Bärwaldt	Wirtschaftliche Auswirkungen der Einführung des CO ₂ -Emissionshandels auf die el. Energiewirtschaft anhand ausgewählter Beispiele (Dziubek)
Volker Bartels	Hohlraum-Teilentladungen für die direkte geometrisch strukturierte Behandlung von Oberflächen (Lindmayer)
Joachim Braunsberger	Entwicklung eines innovativen Heizsystems für denkmalgeschützte Gebäude in Südportugal (Dr. Newi)
Alexander Henning	Schaltverhalten von Vakuumleistungsschaltern mit uni- und quadri-polaren AMF-Kontaktsystemen bei Schaltleistungen bis 60 kA / 36 kV (Steinke)
Thomas Horn	Experimentelle Ermittlung von Materialparametern zur Beschreibung des Durchschlagverhaltens im Hochvakuum (Schümann)
Marco Lüders	Erstellung eines Versuchsaufbaus und Voruntersuchungen zum dielektrischen Langzeitverhalten von Vakuumschaltkammern (Schümann)
Alexandra Mutzke	Simulation zur Untersuchung des Lichtbogenverhaltens in Niederspannungsschaltern (Springstube)
Kai Peterat	Implementierung, Inbetriebnahme und Auswertung der A/D-Schnittstelle eines Teilentladungs-Messgerätes (Budde)
Jürgen Schröder	Aufbau und Inbetriebnahme einer automatischen Steuerung für einen Stoßspannungsgenerator (Schümann)
Christian Schulz	Konzeptstudie zur Einbindung dezentraler Energieerzeugungsanlagen in das Niederspannungsnetz (Dziubek)

3 Berichte aus Forschung und Entwicklung

3.1 Kurzberichte aus laufenden Forschungsvorhaben

Auswirkungen von Wassertropfenkorona auf die Hydrophobie von Silikonisolatoren

Tobias Braunsberger

Freiluftisolatoren werden im Betrieb nicht nur der elektrischen Belastung, sondern auch anderen Umgebungsbeanspruchungen ausgesetzt. Hierzu zählen neben der Luftverschmutzung vor allem Wetterphänomene wie Regen, Nebel oder Tau. Silikonisolatoren weisen als positive Eigenschaft unter anderem ihre hydrophobe Oberfläche auf. Diese verhindert die Entstehung von Kriechströmen, da sich kein Wasserfilm bilden kann. Statt dessen besteht eine eventuelle Feuchteschicht aus einzelnen Tropfen. Jedoch führen diese Tropfen zu einer Feldüberhöhung. Es kann zum Auftreten von Teilentladungen kommen. Dadurch wird die Hydrophobie lokal zerstört. Die Betauung stellt dabei eine kritischere Belastung als der Sprühnebel dar.

In diesem Projekt werden die Auswirkungen von Teilentladungen an Tautropfen auf Silikonoberflächen ermittelt. Dazu wird der charakteristische Alterungsverlauf beschleunigt nachgebildet, indem die Prüfkörper in einer Klimakammer einer zyklischen Betauung unterworfen werden (Bild 1). Gleichzeitig sind sie einem homogenen elektrischen Wechselfeld ausgesetzt.

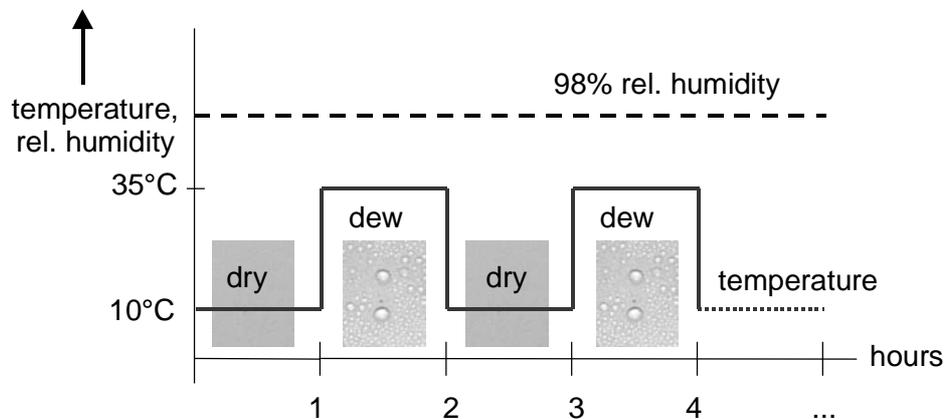


Bild 1: Temperaturverlauf zur zyklischen Betauung
 Figure 1: Temperature cycles for dewing and dry periods

Die Auswertung der Versuche geschieht durch Messung der auftretenden Teilentladungen und Fotografieren des Tropfenbildes auf der Oberfläche mit einer Digitalkamera. Während man zu Beginn im spannungslosen Zustand eine gleichmäßige Tauschicht aus kleinen Tröpfchen sieht, führt der Einfluß der Belastung mit elektrischem Feld und Teilentladungen zunächst zur Bildung einzelner größerer Tropfen. Der charakteristische Alterungsverlauf zeigt sich durch die Entstehung von Trockenzonen sowie eine lokale Hydrophobieschwächung der belasteten Proben. Mit Infrarot-Spektralmessungen, die sich an den intakten Prüfkörpern

durchführen lassen, werden Veränderungen der Oberfläche analysiert. Diese Messung erfolgt im Institut für Organische Chemie der TU Braunschweig.

Effects of water drop corona on the hydrophobicity of silicone rubber insulators

Tobias Braunsberger

The fact of being intrinsically hydrophobic gives silicone rubber some advantages for the use in outdoor insulators. Water drops on the surface stay separately and hinder the development of leakage current. But the electric field gradient is enhanced in the very vicinity of the drops. Partial discharges may occur and provoke damage to the surface. Dew droplets are more critical than drops from rain or fog.

In this project, the hydrophobicity loss due to partial discharges between dew droplets is to be found. For this reason, material samples are exposed to an electric field inside a climatic chamber while they are subjected to temperature changes which cause periodic dewing (figure 1).

Partial discharge activity is measured and a digital camera is used to record the change in the droplet arrangement. If dew falls on a new sample without voltage being applied, tiny droplets form evenly at the surface. After being subjected to partial discharges, some less hydrophobic areas as well as some dry zones appear. The surface is also examined by infrared spectroscopy at the institute of organic chemistry at TU Braunschweig.

Einsatz der dielektrischen und Teilentladungs-Diagnose zur Beurteilung des Zustandes von Hochspannungsisolierungen

Michael Budde

Polymere organische Verbundwerkstoffe wie quarzmehlgefüllte Epoxidharze werden zur elektrischen Isolierung in vielen Hochspannungsgeräten eingesetzt. Als Anwendungsbeispiele sind Isoliersysteme im Freiluftbereich, Gießharzstützer für Innenraumanlagen, Stützer für gasisolierte Anlagen, Isolierstoffverkleidungen und Isolierstoffelemente von Schaltgeräten sowie Hauptisolierungen von Trockentransformatoren zu nennen.

Durch das Zusammenfügen von mindestens zwei, vom stofflichen Aufbau her unterschiedlichen Materialkomponenten, entstehen verschiedenartige Grenzflächenstrukturen, welche die Materialeigenschaften des Gesamtgefüges und damit die Langzeitalterungsbeständigkeit ausschlaggebend beeinflussen. Eine unzureichende Qualität der Grenzflächenhaftung führt schnell zu beschleunigten Alterungsprozessen, die durch Feuchtigkeitsangriff, Teilentladungen (TE) und mechanische Beanspruchungen verursacht werden. Eine Diagnose bietet sich über zerstörungsfreie Messungen der dielektrischen Kennwerte ($\tan \delta$, ϵ_r) als integrale Größe an; lokale Fehlstellen lassen sich über die Teilentladungsmesstechnik bewerten (siehe Bild 1).

Im Gegensatz zu früheren Projekten, in denen die künstliche Alterung der Werkstoffe durch reine Wasserlagerung betrieben wurde, werden in diesem Projekt realitätsnäher auch Zyklen

der Trockenphase abgebildet. Der durch Feuchtigkeit gestiegene $\tan \delta$ kann das Material schädigen, so daß Fehlerstellen, die bisher keine TE-Aktivität zeigten, in nachgelagerten Trockenphasen aktiv werden. Dieser Schädigungsmechanismus wurde in vorangegangenen Arbeiten bisher nicht betrachtet.

Zusätzlich wird eine kombinierte Alterung angewendet: die durch Feuchtigkeit unterschiedlich stark vorgeschädigten Prüfkörper werden durch Lagerung bei hohen elektrischen Feldstärken bis zum TE-Durchschlag belastet.

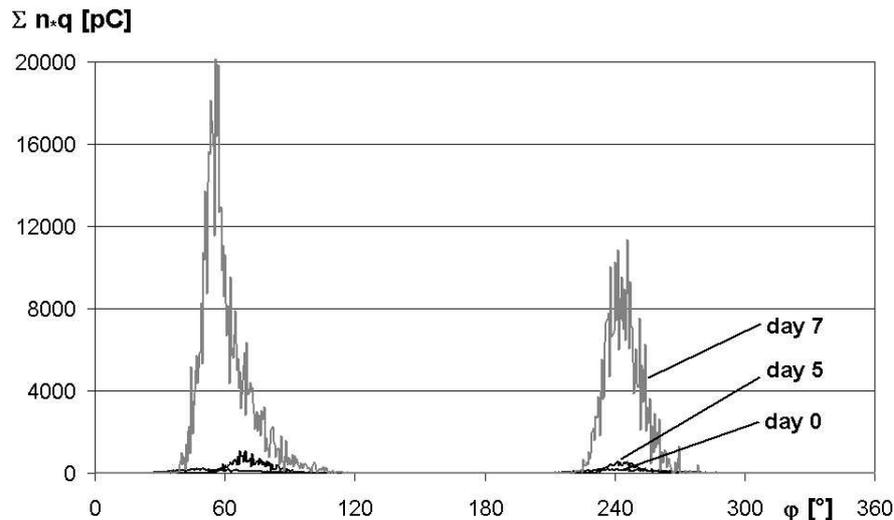


Bild 1: Summierte Teilentladungen als Funktion des Phasenwinkels und der Wasserlagerung
 Figure 1: Accumulated apparent charge in dependance of phase angle and days of water immersion

State estimation of mineral filled epoxies by dielectric loss factor and partial discharge measurements

Michael Budde

Polymeric materials like mineral filled and fibre reinforced epoxy resins were applied in many power apparatus for electric insulation. The most composite materials have one thing in common - a large internal microscopic interface between filler and resin, which is the weakest part.

These materials for outdoor and indoor use show ageing phenomena under environmental stress which is not exactly known up to now. For this reason it is important to get a reliable state of estimation with loss factor and partial discharge measurement. Mineral filled epoxy test specimens are aged by water immersion (figure 1) and **additional** electric field strength.

QS-begleitende Verfahren für GFK-Stäbe

Arkadiusz Dziubek

Der Einsatz von Verbundisolatoren (Bild 1) in Freileitungen und Freiluftanlagen gewinnt zunehmend an Bedeutung. Glasfaserverstärkte Kunststoffstäbe (GFK-Stäbe), die den Kern von Freileitungsisolatoren bilden, bestehen hauptsächlich aus zwei zusammengefügte Komponenten: Glasfasern und Harzmatrix. Die Verbindung der beiden Materialien stellt eine „innere“ mikroskopische Grenzflächen dar, welche die Materialeigenschaften des Gesamtgefüges und damit die Langzeitalterungsbeständigkeit maßgeblich beeinflussen. Eine unzureichende Qualität der Grenzflächengestaltung führt schnell zu Alterungsprozessen, die durch Feuchtigkeitsangriff, Teilentladungen (TE) und mechanische Beanspruchungen verursacht werden. Weiterhin ist die Hydrolysebeständigkeit des Matrixmaterials von großem Einfluss auf die Alterungsbeständigkeit.

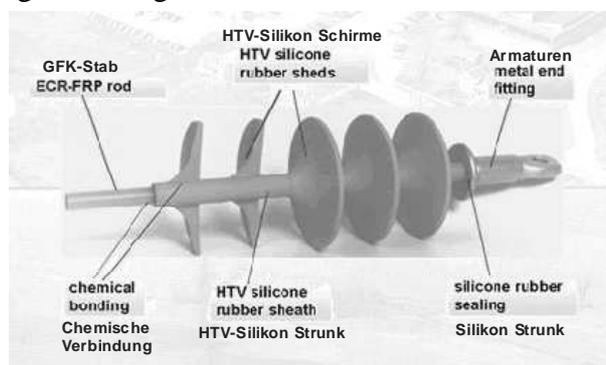


Bild 1: Aufbau eines modernen Verbundisolators
Figure 1: Construction of modern composite insulators

Die Verfahren zur Beurteilung der Qualität und Langzeitbeständigkeit sind durch Normprüfungen bisher nicht ausreichend repräsentiert und erfordern weitere Entwicklungen sowie Standardisierungen in den Gebieten „Material“, „Grenzflächen“ und dafür geeignete „Diagnoseverfahren.“ In diesem Vorhaben handelt es sich grundsätzlich um die Untersuchungen zur Entwicklung von Diagnose-Methoden, die eine Zustandsbeurteilung und Qualitätssicherung von GFK-Stäben erlauben. Dazu werden die speziell präparierten Prüfkörper künstlich durch Wasserlagerung gealtert. Zu festgelegten Zeitpunkten werden die Messungen der unterschiedlichen Parameter durchgeführt.

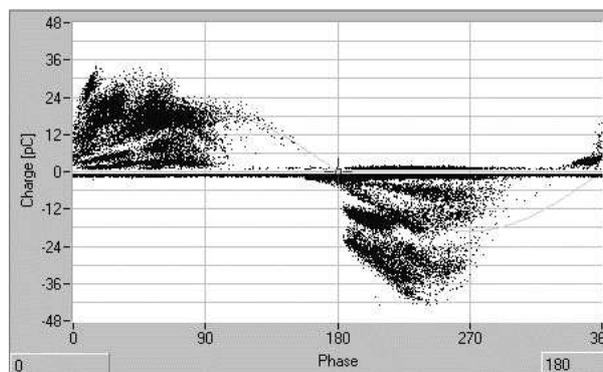


Bild 2: Beispielbild für phasenaufgelöste TE-Messung des GFK-Stabes
Figure 2: Example picture of PD-measurement of ECR-FRP-rods

Durch zerstörungsfreie dielektrische Messungen werden die Dielektrizitätszahl und der dielektrische Verlustfaktor erfasst. Weiterhin werden die Durchschlagsfeldstärken und Glasübergangstemperaturen zu den jeweiligen Wasserlagerungszeiten ermittelt. Die Messung der TE-Aktivität (Bild 2) soll mit Hilfe der TE-Mustererkennung Aufschluss über die Art der Fehlstelle bzw. den Mechanismus der Alterung und dessen zeitlicher Entwicklung geben.

Quality assurance methods for ECR-FRP Rods

Arkadiusz Dziubek

The application of the composite insulators (Fig. 1) in outdoor lines and electrical systems is constantly increasing. The fibre reinforce polymer rod (ECR-FRP rod), which is the core of the insulator, mainly consists of two joined components: glass fibres and epoxy resin. The microscopic interface between these materials influences significantly the material properties of the whole structure and thereby the long-time-ageing-resistance. Insufficient quality of interface design will lead fast to accelerated ageing mechanisms which are caused by humidity penetration, partial discharges (PD) and mechanical stress. Furthermore the hydrolysis resistance of the resin is of great influence on ageing-resistance.

Procedures to determine the quality and long-time-resistance are not sufficient represented in standards till now. In this project, basic diagnostic methods are developed which enable condition-assessment and quality-assurance of ECR-FRP rods. For this purpose special prepared specimens are subjected to water storage. On determinated points of time some measurements of the diverse material-parameters will be done.

With non-destructive measuring methods the relative permittivity and dielectric loss angle will be recorded. Furthermore electric-breakdown strength and glass transition temperature will be determined. The PD-activity with pattern recognition should give the information about the nature of voids, ageing mechanisms and their time development.

Innenbehandlung von Mikrofluidik-Komponenten mit Atmosphärendruck-Plasmen

Arkadiusz Dziubek

In diesem Forschungsvorhaben werden zusammen mit dem Fraunhoferinstitut und teilnehmenden Firmen neue Fertigungsverfahren angewendet, die die Innenbehandlung gedeckelter Mikrofluidik-Komponenten mit Atmosphären-Plasmen ermöglichen. Bei den zu behandelnden Komponenten handelt es sich oft um Transportkanäle (Kapillaren) mit Querschnittsabmessungen im Sub-Millimeter-Bereich (10µm bis mehrere 100µm). Dieses Verfahren soll eine kostengünstige Modifizierung oder Beschichtung der inneren Oberflächen von Mikrofluidik-Produkten ermöglichen, damit diese Produkte neuartige, bisher nicht oder nur aufwändig zu realisierende Eigenschaften erhalten. Dazu gehören z.B. Hydrophilierung und Hydrophobierung. Bild 1 zeigt die schematische Darstellung einer Mikrofluidik-Komponente, die mit Atmosphärendruck-Plasma behandelt ist.

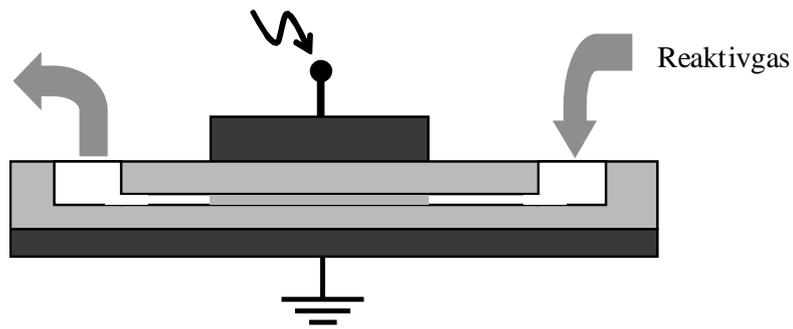


Bild 1: Prinzip der Innenbehandlung einer Mikrofluidik-Komponente durch ein Atmosphärendruck-Plasma
Figure 1: The principle of internal conditioning of micro-fluidic components with atmospheric pressure plasma

Die wichtigsten technischen Probleme der Behandlung betreffen grundsätzlich den Aufbau der Anordnung. Es müssen optimale Parameter gefunden werden, um die erwünschten Behandlungseffekte an den richtigen Stellen des Materials zu erzeugen. Besonders wichtig sind die Elektroden und deren Kontaktierung zu den Komponenten. Durch deren richtige Auslegung kann man den Behandlungs-Effekt auf gewünschte Bereiche begrenzen und unerwünschte Entladungen auf der Oberfläche der Substrate vermeiden. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Spannungsversorgung. Durch Variation der Spannungsamplitude kann die in das Plasma eingekoppelte Leistung und damit auch die Behandlungsintensität gesteuert werden. Zunächst wird der Frequenzeinfluss auf die Entladung untersucht.

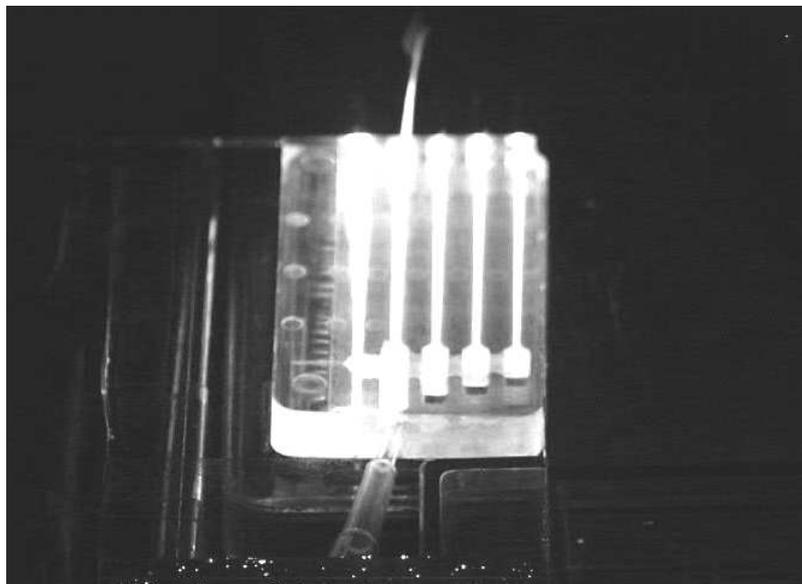


Bild 2: Leuchterscheinung einer Mikro-Struktur mit gezündetem Plasma
Figure 2: Plasma glow of micro-structure

Untersuchungen an Mikrofluidik-Anordnungen stellen im Vergleich zu makroskopischen Barrierenanordnungen eine besondere messtechnische Herausforderung dar, da das Plasmavolumen in Kapillaren klein im Vergleich zum Volumen des Dielektrikums ist. Um die Charakterisierung der Entladungen zu bekommen, werden Standard-Messmethoden eingesetzt (Strom-, Spannungs-, Ladungs-, Leistungsmessungen). Zusätzlich werden auch Teilentladungsmessungen durchgeführt.

Optische Erscheinungsformen des Plasmas (siehe Bild 2) in der Korrelation zu den elektrischen Verläufen geben einen wichtigen Beitrag zur Diagnose der Barrierentladungen. Ergänzend zu den Messungen werden auch Simulationen sowohl zur Vorababschätzung als auch für die Interpretation erhaltener Ergebnisse durchgeführt.

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

Arkadiusz Dziubek

In cooperation with Fraunhoferinstitut and industrial partners this research project will work on new production processes, which enable internal conditioning of micro-fluidic components with atmospheric pressure plasma. The transportation canals in the components are about micrometer range of diameter (10 μ m till 100 μ m). This process should realise a cost-efficient surface coating with further properties, for example hydrophobicity or hydrophilicity. Figure 1 shows the principle of the conditioning of micro-fluidic components with plasma.

The set-up of arrangements contains the most important technical problems. To reach the best results the parameters should be optimized. Of great importance is the electrode arrangement and the contacting to the material. With the correct electrode design it is possible to get the desired effect limited to the proper area. The choice of the accurate contact arrangement allows to avoid unexpected discharges on the substrate. The second important point is the variation of the power supply voltage, which allows the control of discharge power and conditioning intensity. The power supply frequency is also studied.

The research methods on micro-fluidic components comparing to macroscopic barrier discharge represent specific metrological challenges, because the plasma volume in the capillary is very small compared to the dielectric volume. To measure the characteristic of discharge standard methods will be used (current, voltage, charge and power measurements). Additional partial discharge measurements will be realised. Optical phenomenon of plasma (fig. 2) in correlation with the characteristics of electrical variables give an important contribution to diagnostics of barrier discharge. Additionally, numerical simulations will be carried out for assessment and for the interpretation of experimental results.

Monitoring von Barrierenplasma-Anlagen durch Überwachung des hochfrequenten Stromanteils

Vladimir Ermel

Barrierentladungen bei Atmosphärendruck setzen sich immer stärker im großtechnischen Maßstab zur Behandlung von Oberflächen oder für Prozesse im Volumen durch. Ein innovatives Beispiel ist die Behandlung von Wollfasern im Zuge der Herstellung filzfreier Textilien. Das Institut arbeitet auf diesem Gebiet mit mehreren Partnern zusammen, wobei die elektrische Speisung des Prozesses und dessen gezielte Einstellung im Vordergrund stehen. Wie umfangreiche Messungen gezeigt haben, ändert sich der Plasmazustand mit der Betriebsdauer und den Umgebungsbedingungen (Temperatur, Feuchte). Neben den Prozessparametern Strom, Spannung und Leistung sind deshalb detailliertere weitere, möglichst einfach zu verarbeitende Meßgrößen zu erfassen, um die Reproduzierbarkeit des Plasmazustandes zu gewährleisten.

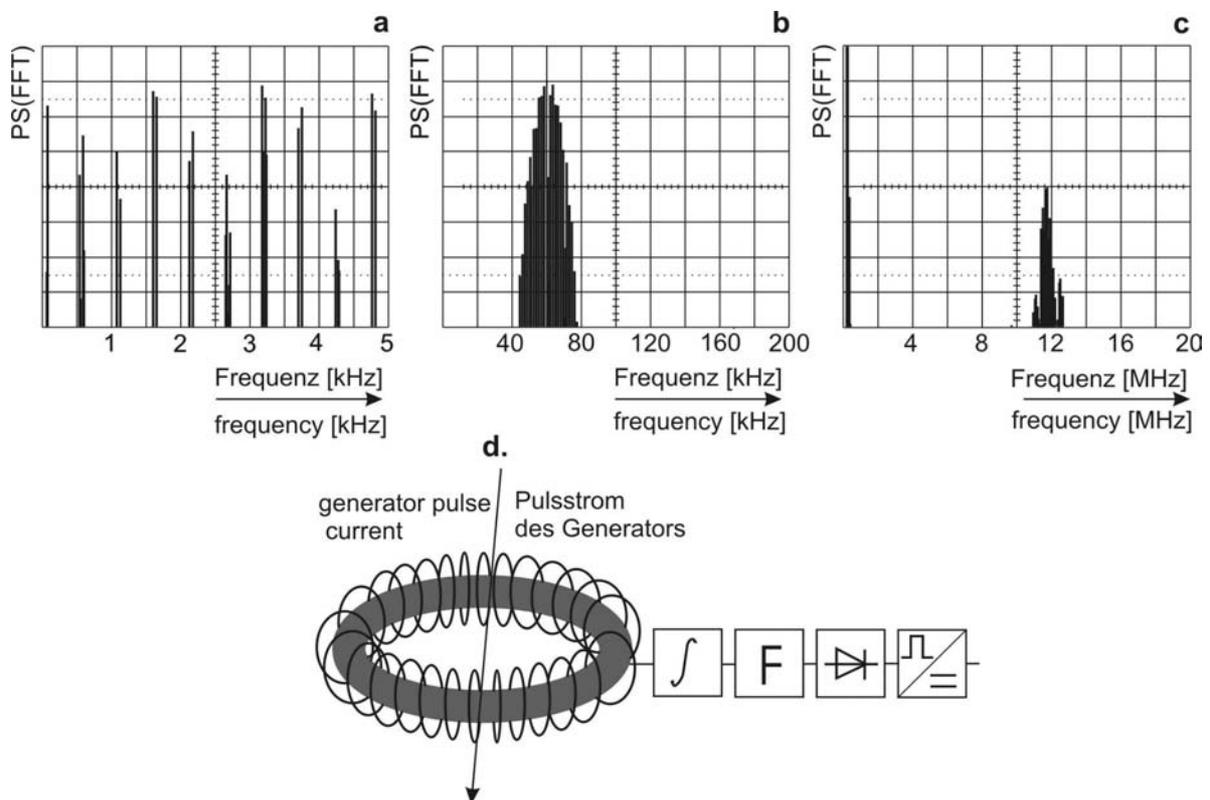


Bild 1: Spektrum des Stromes über die Plasmaanordnung,
 a. Niederfrequenzkomponenten, b. Komponente der Speisefrequenz, c. Hochfrequenzanteil des
 Plasmastromes, d. Schema der Messung des Hochfrequenzanteils

Figure 1: Fourier spectrum of plasma current, a. low frequency components, b. supply voltage
 frequency, c. high frequency plasma current, d. scheme for measuring HF component

Atmosphärendruck-Barrierentladungen bestehen im allgemeinen aus einer Vielzahl kurzzeitiger und eng begrenzter Entladungsfilamente, deren Dauern im Nanosekunden-Bereich und Durchmesser im 0,1 mm-Bereich liegen („Mikroentladungen“). Ihre Wirkung soll im zeitlichen und räumlichen Mittel möglichst homogen verteilt sein. Die

Entladungsfilamente äußern sich in einer Vielzahl kurzzeitiger Stromspitzen, die dem speisespannungsfrequenten (hier 60 kHz) Verschiebungsstrom über die Kapazität der Gesamtanordnung überlagert sind. Diese hochfrequente Komponente eignet sich zum Monitoring.

Der Strom der Barrierenentladungen stellt ein breitbandiges Signal dar, das aus Niederfrequenz-, Mittelfrequenz- und Hochfrequenzanteilen besteht. Bild 1 zeigt das durch Fourier-Transformation gewonnene Spektrum des über die Plasmaanordnung fließenden Stromes. Zu den Niederfrequenzkomponenten (siehe Bild 1a) gehören die 50 Hz-Netzgrundschwingung sowie die vom Netzgleichrichter (Brückenschaltung mit Pulszahl $p = 6$) hervorgerufenen Oberschwingungen der Ordnungen $k \cdot p \pm 1$, die in der netzseitigen Impedanz Spannungsabfälle verursachen und sich deshalb auch auf der Lastseite wiederfinden. Die Speisefrequenz (Resonanzfrequenz des Schwingkreis-Wechselrichters mit dem Lastkreis) beträgt im vorliegenden Fall 60 kHz. (siehe Bild 1b). Die hochfrequenten Impulse der Mikroentladungen treten im äußeren Kreis als mit Resonanzen des Speise-/Lastkreises behaftete Stromanteile auf (Hauptanteil 12 MHz, siehe Bild 1c).

Ihr Anteil wird mit der in Bild 1d gezeigten Schaltung kontaktlos erfaßt und dient zur Anzeige der Intensität der Mikroentladungen. Ein selbst entwickelter hochfrequenter Stromwandler besteht aus einem Toroidal ferritkern, versehen mit einer niederohmig abgeschlossenen Sekundärspule. Über eine analoge Elektronik werden die nicht erwünschten nieder- und mittelfrequenten Anteile ausgefiltert und der Hochfrequenzanteil durch ein Gleichsignal abgebildet.

Monitoring of barrier plasma apparatus by supervision of the high frequency current component

Vladimir Ermel

Barrier discharge plasma is increasingly used for industrial surface and volume treatment. It usually consists of a high number of short duration filaments (micro-discharges). The Fourier spectrum of the current of such discharges consists of low frequency components from the power system, medium frequency components from the resonant supply circuit of the barrier arrangement, and high frequency components from the short discharge pulses. The latter are used in a measuring device (fig. 1d) as an indication of the intensity of the micro-discharges.

Bordnetzschtalter für Flugzeuge

Diethelm von der Fecht

Bordnetzschtalter in Flugzeugen, welche für die zur Zeit verwendete Versorgungsspannung von 115 V, 400 Hz ausgelegt sind, beruhen hauptsächlich auf dem Prinzip der sog. Sofortverfestigung und kommen damit ohne jede Lichtbogen-Löschhilfe aus. Wegen der zunehmenden Verbraucherleistungen und aus Gewichtsgründen ist für künftige Flugzeug-Generationen eine Verdoppelung der Spannung bei gleichzeitiger Frequenzerhöhung bis 800 Hz in der Diskussion. Für diese Bedingungen liegen so gut wie keine Kenntnisse über das Lichtbogenlöschverhalten, über die dabei maßgeblichen physikalischen Mechanismen sowie über

Dimensionierungsgrundlagen vor. Derartige Informationen sind aber für die Entwicklung, insbesondere von Schutzschaltern, deren Aufgabe die sichere Unterbrechung von Fehlerströmen ist, unerlässlich. Es muss davon ausgegangen werden, dass unter diesen Bedingungen die Grenzen der Sofortverfestigung eines Lichtbogens nach dem Stromnulldurchgang zwischen zwei Kontakten überschritten werden, und dass deshalb zusätzliche Maßnahmen zur Löschung notwendig sind. Gleichzeitig müssen bei der Auslegung der Schalter aber die Vorgaben für minimale Abmessungen und Gewichte berücksichtigt werden. Es ist das Ziel dieses DFG geförderten Forschungsvorhabens, systematische Untersuchungen der Schaltstreckenmechanismen unter den o.g. Bedingungen durchzuführen und Rückschlüsse zum grundlegenden Aufbau von Bordnetzschaltgeräten künftiger Flugzeug-Generationen abzuleiten. Der prinzipielle Schaltplan des Hauptstromkreises und des Versuchsschalters ist in der Abbildung 1 zu sehen. Eine wesentliche Anforderung an die Anlage ist, dass sie in einem Frequenzbereich von 400 bis 800 Hz einstellbar ist, bei zugehörigen Strömen im kA Bereich. Hierzu dient die Kondensatorbatterie C, die mit der Induktivität L einen Schwingkreis darstellt.

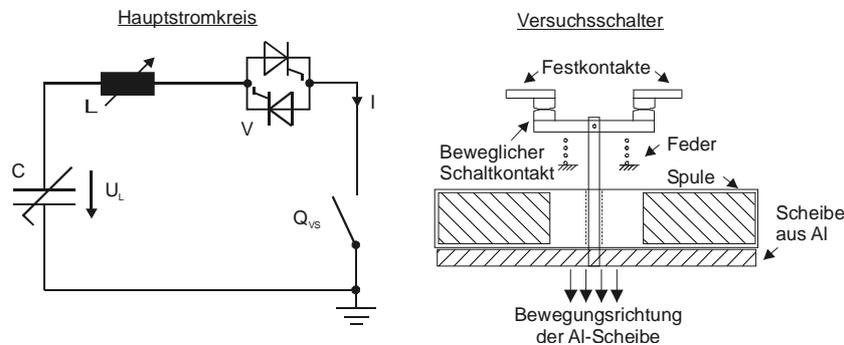


Bild 1: Skizze des Hauptstromkreises und des Versuchsschalters
 Figure 1: Drawing of the main circuit and the test switch

Die bisher durchgeführten Messreihen mit doppelunterbrechenden Kontakten an Umgebungsluft ohne Löschbleche zeigten, dass die Löschgrenze, ausgedrückt in Spannung, die von der Schaltstrecke nach dem Stromnullwerden noch gehalten wird, deutlich unter 230 V (Effektivwert) liegt. In der Abbildung 2 ist ein typischer Strom- und Spannungsverlauf bei 800 Hz dargestellt, der Versuchsschalter hat nach dem ersten Stromnulldurchgang versagt.

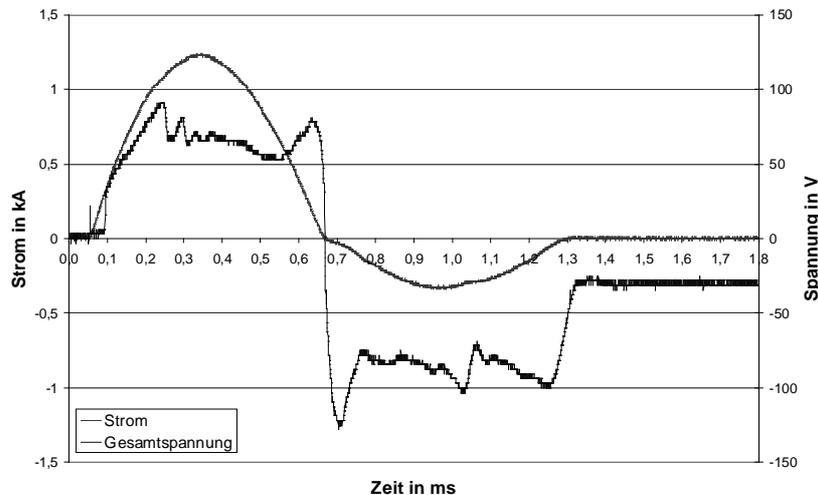


Bild 2: Strom- und Spannungsverlauf, Abschalten versagt
 Figure 2: VI-characteristics of the test switch, switching off fails

Switches for aircraft

Diethelm von der Fecht

Present circuit breakers for aircraft are rated 115 V, 400 Hz. They are based on the so-called immediate recovery effect and do not need any arc extinguishing help. Due to the increasing power load and the demand for weight reduction, it is discussed to double the voltage and use variable frequencies up to 800 Hz. For these conditions, there is a lack of knowledge about the quenching mechanism and about the dimensioning. Under these conditions the limit of the immediate recovery effect is exceeded after current zero. Additional measures are necessary to ensure arc quenching. At the same time the design of the switches must consider minimum dimensions and weight. It is the intention of this DFG-supported project to systematically investigate the principle and possible designs for arc quenching under these conditions.

The main circuit and the test switch are illustrated in figure 1. The capacitor bank C forms an adjustable resonant circuit with the inductance L.

In the test series carried out so far the limit of arc extinction (expressed as voltage) lies clearly below 230 V (RMS). The test switch was equipped with double-interrupting contacts in air and without splitter plates. In figure 2 a typical VI-characteristic is shown at 800 Hz, the test switch has failed at the first current zero.

Optimierung von Epoxidharzverbundwerkstoffen durch Plasmaoberflächenbehandlung von Quarzmehlen

Frank Gerdinand

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

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

Kalte Plasmen sind Ungleichgewichtsplasmen, bei denen die Energie der Elektronen hoch gegenüber der Energie der anderen Teilchen ist. Das Prinzip und die technische Erzeugung „dielektrischer Barrierenentladungen“ ist bekannt und beispielsweise für Folien- und Glasbehandlungen schon Stand der Technik. Diese Art der Plasmabehandlung und eine optionale sofortige Beschichtung der aktivierten Oberfläche des Füllstoffes mit Haftvermittlern sowie der Zugabe von Additiven zur Lösung von speziellen Problemen

eröffnet neue Perspektiven zur Lösung von Verbundproblematiken. Für die durchgeführten Versuche wurden die Anlagenkonzepte eines Rohrschneckenreaktors (Bild 1) bzw. eines Wirbelbetts zur Plasmaoberflächenbehandlung verwendet. Der Rohrschneckenreaktor ermöglicht hierbei ein industriell nutzbares, kontinuierliches Beschichtungsverfahren. Eine Beurteilung des jeweiligen Zustandes der untersuchten Materialien erfolgt durch die dielektrische Analyse, Thermoanalyse und die Messung der elektrischen und mechanischen Kennwerte des Materials während eines künstlich beschleunigten Alterungsprozesses.

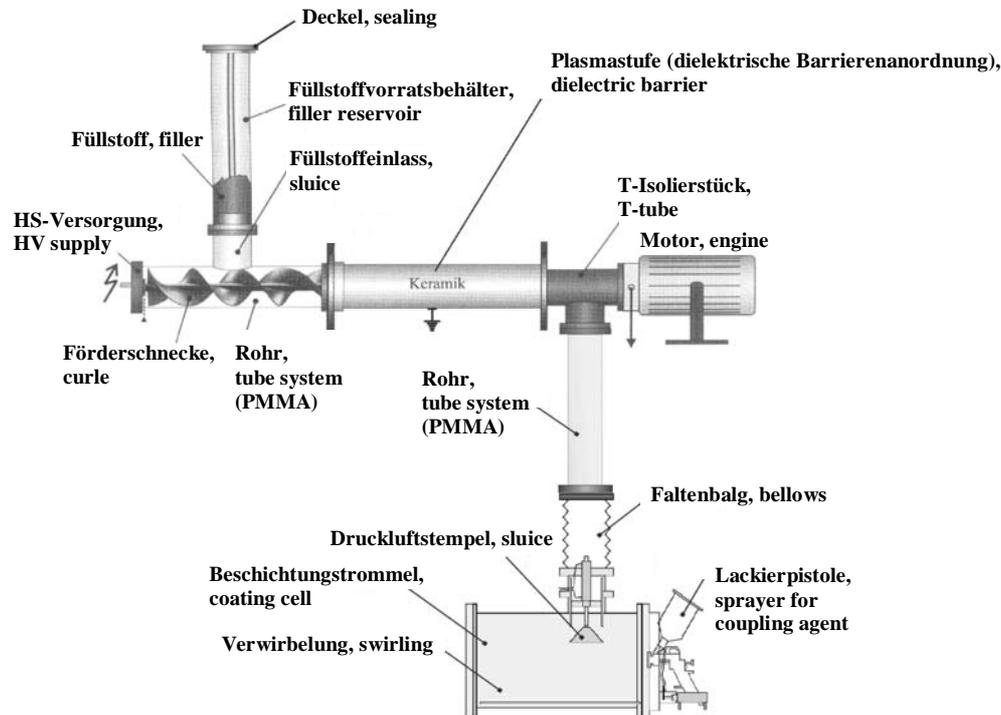


Bild 1: Rohrschneckenreaktor zur Plasmaoberflächenbehandlung von mineral. Füllstoffen
 Figure 1: Tube curl reactor

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

Frank Gerdinand

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

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

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

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

Strombegrenzer auf Basis von Hochtemperatur-Supraleitern (HTS)

Dipl.-Ing. Jörn Grundmann

Supraleiter haben im Übergang von Supra- zu Normalleitung die Eigenschaft, dass sie mit Überschreiten eines geometrie- und materialspezifischen kritischen Stromes einen sowohl von der Temperatur als auch von der Stromdichte abhängigen elektrischen Widerstand aufweisen. Bei einem resistiven Strombegrenzer wird der Übergang von Supra- zur Normalleitung derart ausgenutzt, dass der HTS bei Nennstrom in einem Energieversorgungsnetz supraleitend, also widerstandsfrei, ist. Mit Überschreiten des kritischen Stromes, z.B. im Kurzschlussfall, nimmt der Supraleiter innerhalb weniger 100 μ s einen zusätzlichen, hohen Reihenwiderstand an und begrenzt somit selbstauslösend den Kurzschlussstrom. Nach Abschalten des Fehlers kühlt der Supraleiter in seinem Kühlmedium Flüssigstickstoff wieder ab und wird wieder supraleitend. Somit kann ein solcher Fehlerstrombegrenzer als eine schnelle, selbstheilende Sicherung betrachtet werden.

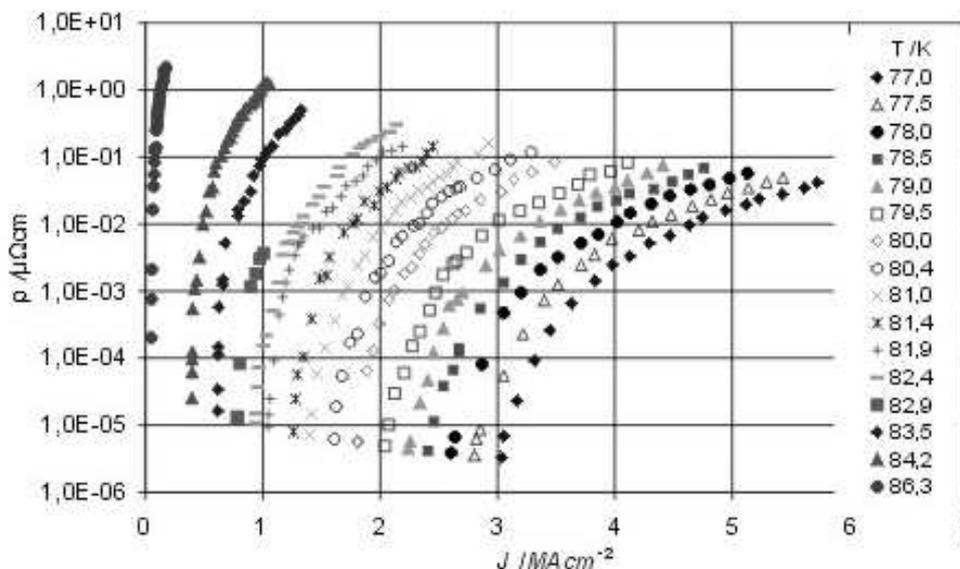


Bild 1: Charakteristisches Kennlinienfeld $\rho(J, T)$ eines HTS (Beispiel)

Figure 1: Resistivity of a HTS depending on temperature and current density (example)

Die Untersuchung des Übergangsverhaltens von Supra- zu Normalleitung ist eine wichtige Voraussetzung für die Konstruktion eines Fehlerstrombegrenzers und wurde für den HTS Yttrium-Barium-Kupferoxid (YBCO) in Form von Dünnschichten auf keramischen Substraten abgeschlossen. Das Ergebnis ist das beispielhaft in Bild 1 dargestellte Kennlinienfeld des spezifischen Widerstandes ρ in Abhängigkeit von den entscheidenden Parametern Stromdichte J und Temperatur T .

Für Kennlinienfelder wie in Bild 1 dargestellt wurde eine analytische Beschreibung formuliert und anschließend für das 3D-FEM-Programm ANSYS ein Supraleiter-Element programmiert. Mittels Simulationen werden nun verschiedene technologische Fragestellungen erörtert. Hierzu zählen z.B. die Auswirkung unterschiedlicher Substratmaterialien oder Veränderungen der Leiterbahngeometrie auf das Übergangsverhalten. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf einer möglichst gleichmäßigen Zuschaltung der gesamten Supraleiterlänge, da ansonsten lokale Überhitzungen an Schwachstellen beim Einsatz im Bereich hoher Leistungen zu Zerstörung des HTS führen und somit den erfolgreichen Einsatz eines Strombegrenzers vereiteln können. Auch strukturelle Einflüsse, die aus der Art der Leiterbahnführung und deren Auswirkung auf die lokale Stromdichteverteilung resultieren, können nun untersucht werden. Dies war früher nicht möglich, da anfangs nur ein 2D Finite-Differenzen-Simulationsprogramm zur Verfügung stand.

Das Ziel der weiteren Arbeiten soll sein, die im Bereich der Supraleitung hohen Kosten für Prototypenfertigung zu minimieren und Laborversuche in möglichst großem Umfang durch Bereitstellung eines effektiven Simulationstools zu ersetzen. Zudem wird erwartet, daß einige grundsätzliche Fragen zu den beteiligten Prozessen am Übergangsverhalten geklärt werden können, da in der Simulation verschiedene messtechnisch nicht erfassbare Größen, wie z.B. die räumliche Temperaturverteilung, berechnet werden können. Mit dem ANSYS-HTS-Element steht außerdem ein ingenieurmäßiges Auslegungstool für einen späteren kommerziellen Einsatz von HTS-Strombegrenzern in Energieversorgungsnetzen zur Verfügung.

Das Projekt wird von der DFG gefördert (Li 343/23-1).

High-temperature superconductors (HTS) as resistive fault current limiters

Dipl.-Ing. Jörn Grundmann

Exceeding a certain critical current, which depends on the geometry and characteristic material properties, a HTS develops a temperature and current dependent resistivity. In case of a fault current in a power grid, i.e. a short-circuit, the current rises above this critical current. The HTS, which is connected in series to the power grid, limits the current within a few 100 μ s to values far below its prospective amplitude. After interruption of the residual current by a load switch, the HTS can cool down within its coolant, liquid nitrogen, and subsequently is ready for the next limiting action.

Essential for the usage as a fault current limiter is in-depth knowledge of the characteristic behaviour of the HTS-resistivity depending on current density and temperature. Figure 1 shows the measured characteristic for an Yttrium-Barium-Copperoxide (YBCO) thin film on a ceramic substrate, in this case on sapphire. An analytical description was found for this kind of characteristic and a superconducting finite element was programmed for the multipurpose FEM-program ANSYS.

By means of simulations, several technological questions are under investigation, for example the influence of the conductors shape on the local heat generation, since the geometry influences the current distribution. Also, the ANSYS simulations can be used as a design tool for investigations prior to the design of expensive prototypes or commercial fault current limiter devices. Several important parameters which are not accessible by means of measurements, i.e. the local temperature distribution, can be obtained by the simulations.

Kapazitives Schalten im 24 kV-System mit Vakuumschaltern

Florian Körner

Mittels einer neu aufgebauten Versuchsanlage soll das Schaltverhalten verschiedener Kontaktmaterialien an einem Vakuum-Versuchsschalter bei kapazitiver Last untersucht werden.

Zu diesem Zweck wurde ein demontierbares Vakuumgefäß konstruiert (s. Bild 1), in das Kontaktstücke mit einem Durchmesser bis 45 mm eingesetzt werden. Dieser Versuchsschalter wird für Ein- und Ausschaltversuche eingesetzt. Durch die Einschaltversuche mit einem Inrush-Current von einigen kA und einer Schaltstreckenspannung von bis zu 20 kV wird das Auftreten von Vorzündlichtbögen beim Schließen der Kontaktstücke bei verschiedenen Kontaktmaterialien untersucht. Die Ausschaltversuche werden mit Prüfströmen von wenigen hundert Ampere durchgeführt. Nach dem Abschalten des Stromes wird eine netzfrequente kapazitive Einschwingspannung von maximal 50 kV zugeschaltet. Bei den Ausschaltversuchen wird die zum Öffnen der Kontaktstücke benötigte Kraft ermittelt, um Rückschlüsse auf das Verschweißen beim vorherigen Einschalten zu erhalten.

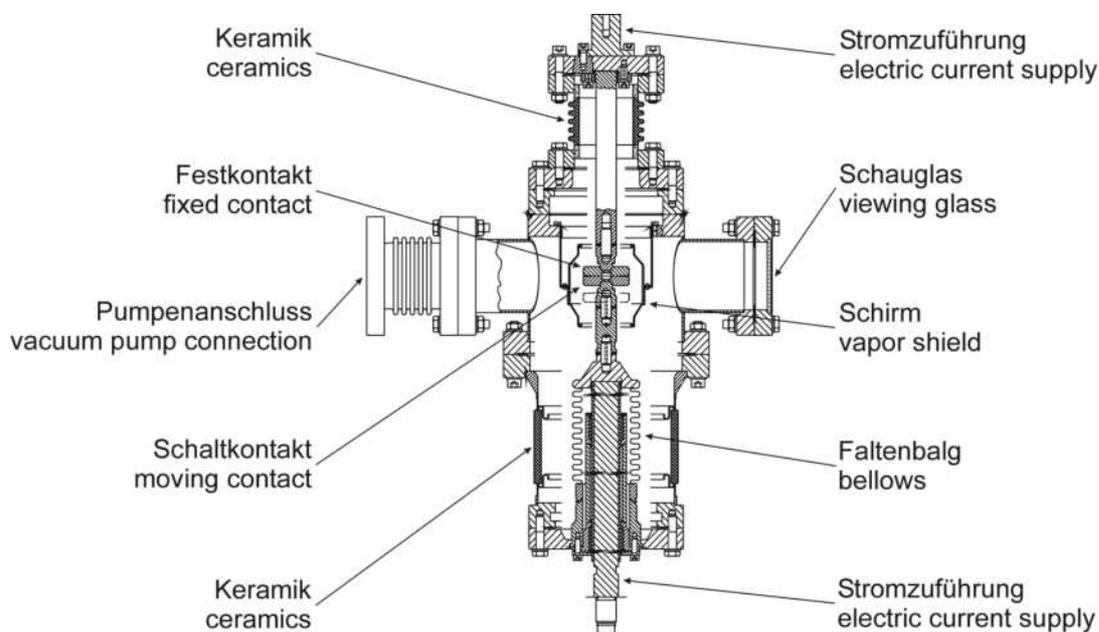


Bild 1: Demontierbares Vakuumgefäß
Figure 1: Demountable vacuum chamber

Die Prüfströme für die Ein- und Ausschaltversuche werden einem synthetischen Prüfkreis entnommen und von einer Kondensatorbatterie gespeist. Zur Nachbildung der kapazitiven

Last wird die Einschwingspannung von einem Transformator und einer aufgeladenen Kapazität bereitgestellt. Das Schema der Versuchsabläufe ist in Bild 2 dargestellt.

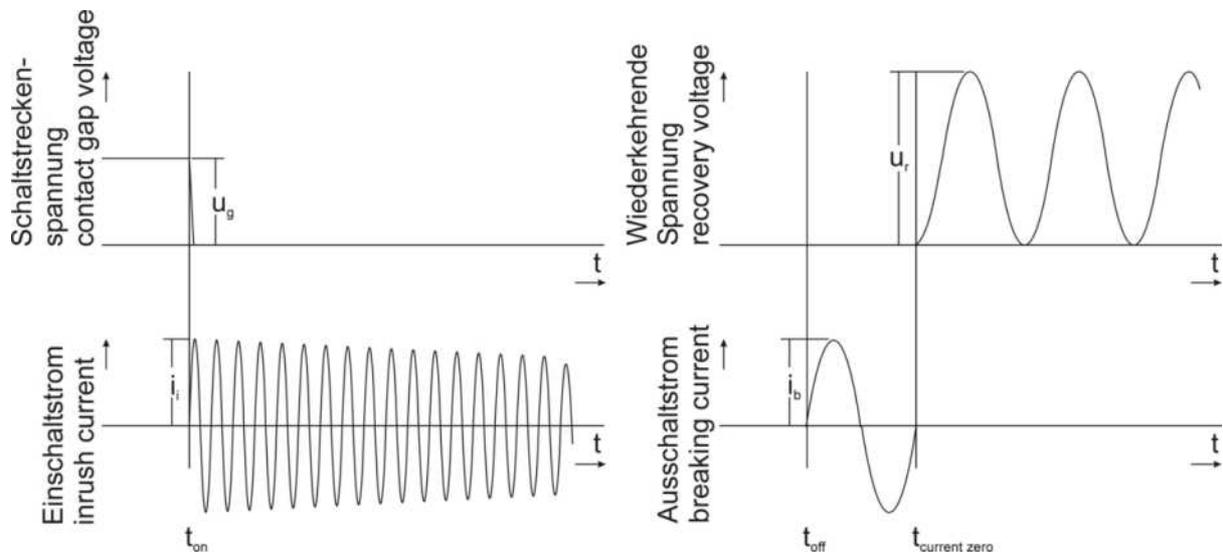


Bild 2: Versuchsablauf der Ein- (links) und Ausschaltversuche (rechts)
 Figure 2: Test procedure for switching-on (left) and switching-off tests (right)

Capacitive Switching in 24 kV Systems with Vacuum Interrupters

Dipl.-Ing. Florian Körner

Using a newly constructed test arrangement, the switching behavior of different contact materials shall be investigated. For these purposes a demountable vacuum chamber (see figure 1) and a test circuit were assembled.

Switching-on tests are carried out to study the pre-arcing behavior of different contact materials. During the following switching-off tests the opening force is detected that appears due to contact welding. After the interruption of the breaking current a capacitive recovery voltage is applied to the contact gap.

A synthetic test circuit supplies both the inrush current and the breaking current, whereas a transformer and a charged capacitor generate the capacitive recovery voltage.

The scheme of the test procedures is shown in figure 2.

Dreidimensionale Simulation von Niederspannungslichtbögen

Alexandra Mutzke

Das eigentliche Schaltelement in Niederspannungsschaltgeräten stellt der wandernde Schaltlichtbogen dar. Aufgrund der komplexen Vorgänge in einem Lichtbogen wurden bisher vorwiegend experimentelle Untersuchungen durchgeführt. Die fortschreitende Computertechnik ermöglicht jedoch immer komplexere Simulationen der Vorgänge in einem Lichtbogen, die auf großes Interesse für industrielle Anwendungen stoßen.

In einem Lichtbogen spielen sowohl elektrische und magnetische als auch strömungsmechanische Vorgänge und Wärmeübertragung eine Rolle. Diese Prozesse können durch ein System von neun gekoppelten partiellen Differentialgleichungen beschrieben werden. Zudem müssen die stark nichtlinearen Materialeigenschaften (Dichte, elektrische und thermische Leitfähigkeit, Wärmekapazität, Viskosität) des Luftraumes, in dem der Lichtbogen wandert, berücksichtigt werden. Derzeit werden die Simulationen mit einer Kopplung der kommerziellen Programmpakete CFX und ANSYS durchgeführt.

Um die Unterbrechung des Stromkreises durch ein Schaltgerät herbeizuführen, muss der Lichtbogen möglichst rasch zum Erlöschen gebracht werden. Dies geschieht mittels Energieentzug beispielsweise durch Kühlung oder Lichtbogenverlängerung. Die effektivste Methode ist aber der Einsatz von metallischen Löschblechen, zwischen denen der Lichtbogen in mehrere Teillichtbögen aufgeteilt wird. Jeder Lichtbogen besteht aus einer Lichtbogensäule und zwei Fallgebieten an den Elektroden, die einen erhöhten Spannungsabfall von jeweils etwa 10 V aufweisen. Durch die Aufteilung des Lichtbogens in Teillichtbögen treten entsprechend mehr Fallgebiete auf, so dass die Lichtbogenspannung und damit der Energiebedarf deutlich vergrößert wird.

Der aktuelle Forschungsschwerpunkt liegt auf der Nachbildung der Aufteilung eines Lichtbogens auf ein Löschblech.

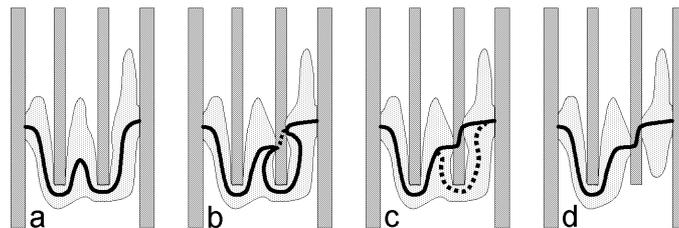


Bild 1: Prinzip der Lichtbogenaufteilung an Löschblechen
Figure 1: Principle of arc splitting by metal plates

Bild 1 zeigt, dass sich der Lichtbogen zunächst um die Löschbleche herumwölbt, ohne dass ein Stromfluss über das Löschblech erfolgt (a). Durch die resultierende Verlängerung des Strompfades steigt der Spannungsbedarf. Erst wenn die Spannung soweit angestiegen ist, dass die Spannung für die beiden neuen Fallgebiete, die am Löschblech entstehen müssen, erreicht wird, beginnt der Strom, auch über das Löschblech zu fließen (b). Zunächst existieren noch ein Strompfad im Luftraum und über das Löschblech parallel, der Pfad im Luftraum wird jedoch immer schwächer (c), bis er schließlich ganz verlöscht und der Strom vollständig über das Löschblech fließt (d).

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

Bild 2 zeigt erste Simulationen an parallelen Elektroden mit einem dazwischenliegenden Löschblech bei 100 A Gleichstrom.

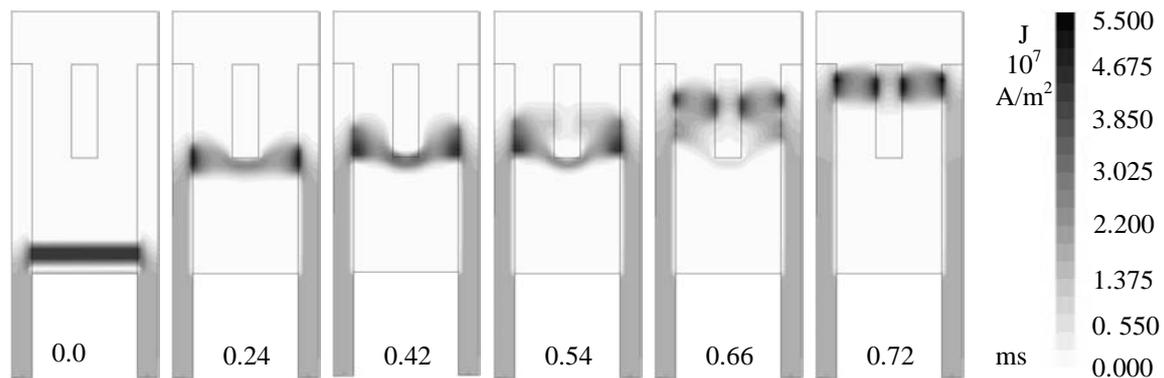


Bild 2: Simulation des Aufteilungsvorganges an einem Löschblech zwischen zwei parallelen Elektroden

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

Der Lichtbogen wird unten im Luftraum gezündet und beginnt nach 0,24 ms, sich um das Löschblech herumzuwölben. Zum Zeitpunkt 0,42 ms fließt noch kein Strom über das Löschblech. Nach 0,54 ms sind dann deutlich zwei parallele Strompfade im Luftraum und über das Löschblech zu erkennen. Der Pfad im Luftraum ist nach 0,66 ms noch vorhanden, aber wesentlich schwächer geworden. Zum Zeitpunkt 0,72 ms fließt der gesamte Strom über das Löschblech.

Die Simulation zeigt gute Übereinstimmung mit den oben dargestellten Überlegungen und mit den im Rahmen des Forschungsprojektes von Thomas Rüter durchgeführten Messungen.

Three dimensional simulations of low voltage arcs

Alexandra Mutzke

The behavior of arcs in low voltage switching devices is affected by several interactions. For studying simple arrangements of arc runners a 3D simulation system has already been developed. It takes into account the plasma fluid dynamics, the current flow within the electrodes and the plasma, and the magnetic field generated by both currents.

In switchgear the arc has to be extinguished quickly. This is achieved by splitting it into several series arcs by splitter plates. Figure 1 shows that the process of arc splitting is a continuous transition of current flow from the still undivided arc to the new arc roots formed on the metal plates. In the simulation the new arc roots are represented by a thin layer of current-dependent resistivity. First simulation results with this model are shown in figure 2.

Lichtbogenverhalten in kompakten strombegrenzenden Löschkammern

Thomas Rüter

Am Institut werden umfangreiche Untersuchungen zum Lichtbogenverhalten in strombegrenzenden Löschkammern durchgeführt. Dabei handelt es sich um Versuche an Modellschaltkammern (s. Bild 1), die in ihrer Form und Größe industriellen Niederspannungsschaltgeräten ähneln.

Der Hintergrund der Untersuchungen ist die Gewinnung von physikalischen Erkenntnissen zur Überprüfung eines in Arbeit befindlichen, computergestützten Simulationsverfahrens, welches das Verhalten des Lichtbogens während des Abschaltvorgangs in einem Niederspannungsschaltgerät nachbildet (s. A. Mutzke). Ein solches Simulationstool ermöglicht die Verkürzung der Entwicklungszeiten und die Optimierung der Leistungsfähigkeit von Schaltgeräten.

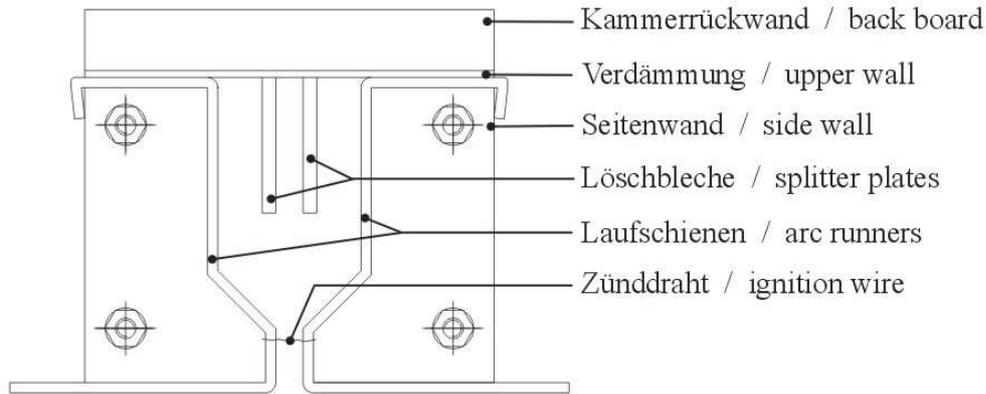


Bild 1: Modellschaltkammer mit zwei Löschblechen
Figure 1: Model chamber with two splitter plates

Zur verbesserten Lichtbogenlöschung in Schaltgeräten der Niederspannung werden in erster Linie Löschbleche eingesetzt, durch die der Lichtbogen in mehrere Teillichtbögen aufgeteilt wird. Der Aufteilungsvorgang erfolgt durch die Ausbildung neuer Fußpunkte auf den Löschblechen, wodurch der Strom von der Lichtbogensäule auf die Löschbleche kommutiert. Dieser Aufteilungsvorgang ist von besonderem Interesse und wird in den Experimenten näher untersucht.

Für die Durchführung der Versuche steht am Institut eine Prüfanlage zur Verfügung, bei der der Strom aus zwei 6 kV-Transformatoren entnommen, und über einen Thyristor auf den Modellschalter geschaltet wird. Über eine veränderbare R-L-Kombination im Abschaltkreis lassen sich prospektive Ströme bis 15kA bei 240 V und Leistungsfaktoren bis $\cos \varphi = 0,6$ einstellen.

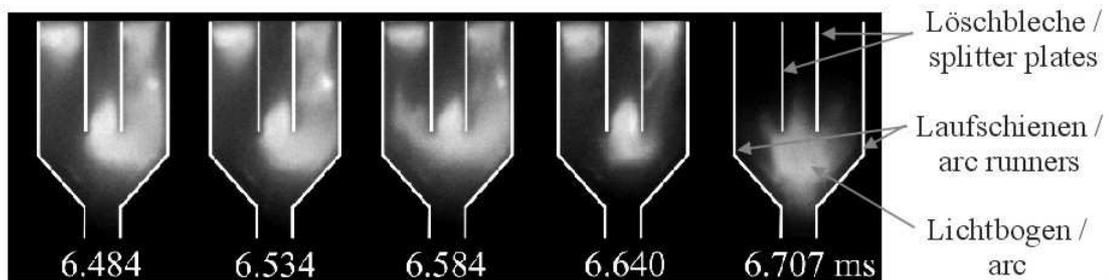


Bild 2: Ausschnitt einer Schnellfilmkameraaufnahme, Schaltkammer mit zwei Löschblechen
Figure 2: Section of a high-speed-movie, arc chamber with two splitter plates

Die Verwendung von speziell präparierten Löschblechen mit integriertem Messshunt ermöglicht hierbei genaue Aussagen über den zeitlichen Verlauf der Stromkommutierung von

der Plasmasäule auf die Löschbleche. Neben der Messung von Lichtbogenspannung, Strom und Druck werden zusätzlich Farbfilm-aufnahmen mit einer Schnellfilmkamera durchgeführt. Die Aufnahmen von bis zu 32.000 Bildern/s geben detaillierte Einblicke in das komplexe physikalische Lichtbogenverhalten während eines Schaltversuches (s. Bild 2).

Der modulare Aufbau der Modellschaltkammer ermöglicht die Variation von Öffnungen in der Verdämmung, der Kammerhöhe und dem mittleren Löschblechabstand. Des Weiteren wird der Einfluss der Löschblechform auf den Aufteilungsvorgang untersucht.

Arc Behavior in Compact Current-Limiting Arc Chutes

Thomas Rüter

The aim of this experimental work is to gain knowledge about the arc behaviour in compact current-limiting arc chutes, in order to validate and improve a simulation tool for modeling arcs in low-voltage switching devices (cf. A. Mutzke). In these devices arc extinction is primarily achieved by metallic splitter plates ("deion plates").

The process of arc splitting is effected by the formation of new arc roots on the metallic plates, whereby the current commutates from the arc column onto the plates. This splitting process is of special interest and is studied by measurements.

The test rig enables experiments with a prospective current up to 15 kA at 240 V. Besides measuring the arc voltage, the total current and the current through specially prepared splitter plates with an integrated shunt, high-speed movies up to 32.000 fps are taken (figure 2).

Schaltverhalten von bi- und quadripolaren AMF-Kontakten in Vakuumschaltern bei Schaltleistungen bis 60 kA / 36 kV

Kathrin Steinke

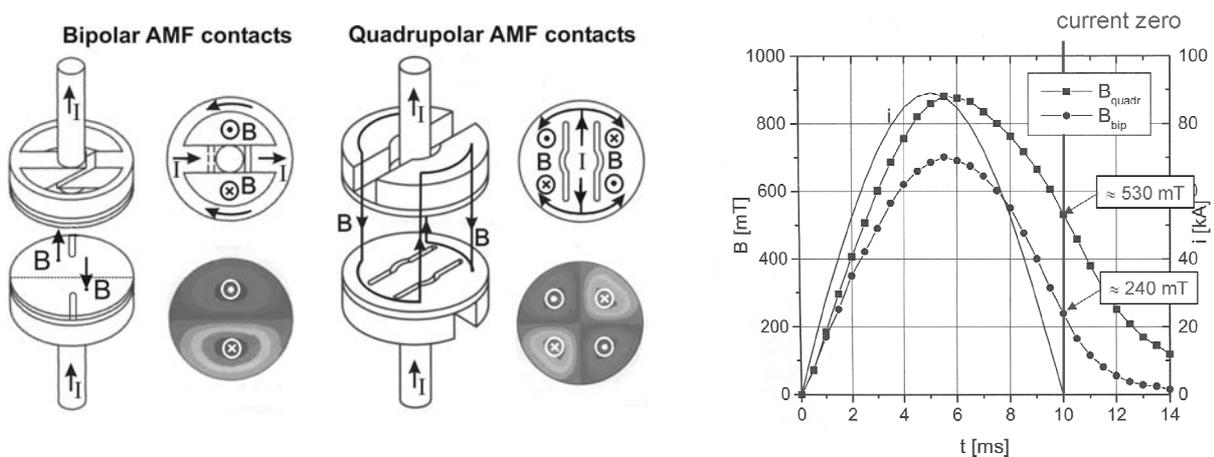


Bild 1: Prinzipieller Aufbau der verschiedenen AMF-Kontakte (links) und das generierte B-Feld im jeweiligen Maximum bei einem Effektivstrom von $I = 63$ kA (rechts)

Figure 1: Principle of AMF contact designs and maximum value of the magnetic flux density, current 63 kA RMS

Für Ausschaltversuche an Vakuumleistungsschaltern steht am Institut eine leistungsstarke synthetische Prüfanlage zur Verfügung. Der maximale Prüfstrom beträgt 85 kA (= 60 kA effektiv). Hochspannungsseitig können die Kondensatoren bei maximaler Ladespannung einen Einschwingspannungsschmelwert von 160 kV erzeugen. Das du/dt der Einschwingspannung und die Frequenz sind variabel.

Bei hohen Schaltleistungen hat sich der Einsatz von Axialmagnetfeld-Kontakten (AMF-Kontakten) in Vakuumleistungsschaltern bewährt. Durch die Erzeugung eines Magnetfeldes parallel zum Strompfad wird eine Kontraktion des Lichtbogens vermieden. Im Berichtszeitraum wurden Schaltversuche auf der 36 kV-Ebene mit verschiedenen AMF-Kontaktdesigns durchgeführt. Bild 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau der einzelnen Kontaktsysteme und das jeweils generierte B-Feld.

Vakuumschalter können den Kurzschlussstrom nur im Nulldurchgang des sinusförmigen Wechselstromes unterbrechen. Da hier ein abrupter Übergang vom leitfähigen Plasma zur isolierenden Strecke erfolgt, ist die Ladungsträgerdichte im Stromnullmoment von besonderem Interesse. Unter dem Einfluss der wiederkehrenden Spannung kann ein Nachstrom gemessen werden, dessen Maximalwert nur wenige Ampere beträgt und der nur wenige Mikrosekunden andauert. Dieser Nachstrom gibt Auskunft über den Plasmazustand im Stromnullbereich. Im Bild 2 sind die Nachstromladungen, die man durch Integration des Nachstromes erhält, für das bipolare und quadrupolare Kontaktsystem gegenübergestellt. Mit dem quadrupolaren Kontaktsystem, dessen Restmagnetfeld im Stromnullbereich mehr als doppelt so groß ist wie das des bipolaren Kontaktsystems (Bild 1), wurden deutlich höhere Nachstrommaxima und auch Nachstromladungen gemessen (Bild 2) als mit dem bipolaren Kontaktsystem. Die höhere Plasmadichte im Stromnulldurchgang wirkt sich negativ auf das Abschaltverhalten aus. Schnellfilmkameraaufnahmen (20 000 Bilder/s) zeigen, dass sich der Lichtbogen beim quadrupolaren Kontaktsystem deutlich langsamer und ungleichmäßiger über der Kontaktfläche verteilt (Bild 3). Anodenseitige Leuchterscheinungen, die auf eine Kontraktion hindeuten, können bei dem untersuchten quadrupolaren Kontaktsystem bereits bei einer Effektivstromstärke von 30 kA, beim bipolaren Kontaktsystem erst bei 60 kA beobachtet werden.

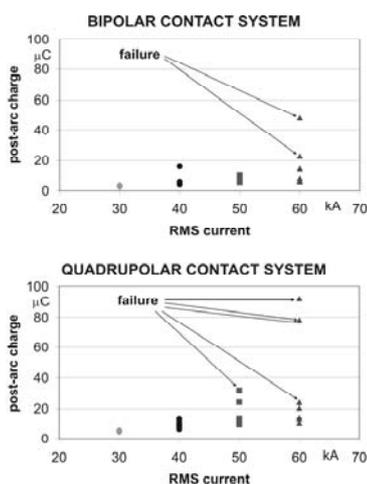


Bild 2: Gemessene Nachstromladungen

Figure 2: Measured post-arc charge

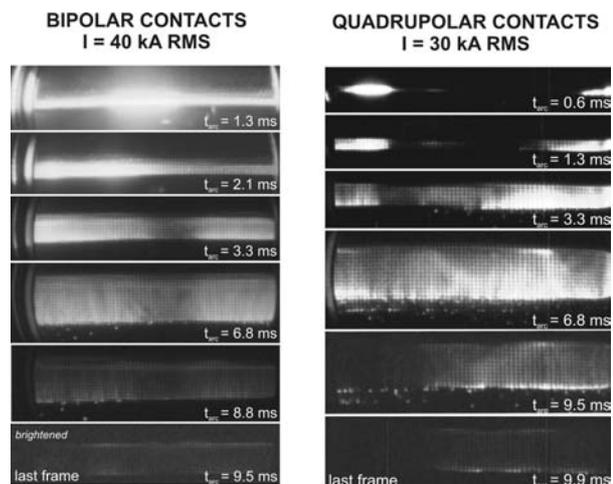


Bild 3: Einzelne Bilder von Schnellfilmkameraaufnahmen

Figure 3: Several frames of high speed movies

Die Ergebnisse der Ausschaltversuche lassen vermuten, dass bei dem hier verwandten quadrupolaren Kontaktsystem das Optimum des B-Feldes überschritten wurde. Es ist vorgesehen die Untersuchungen durch die Verwendung eines unipolaren Kontaktsystems weiter zu ergänzen. Des Weiteren soll bei den folgenden Schnellfilmkameraaufnahmen neben dem Lichtbogenverhalten auch das lokale Wiederzündverhalten untersucht werden.

Switching Behaviour of Vacuum Interrupters with Bipolar and Quadrupolar AMF Contacts

Kathrin Steinke

AMF contacts are applied in vacuum circuit breakers to interrupt high short-circuit currents. A magnetic field parallel to the current flow in the arc column improves the breaking capacity by affecting the arc mode. Depending on the design of the contacts, the value of the magnetic field is different. The polarity of the magnetic field changes the direction over the contact surface once for the bipolar arrangement and twice for the quadrupolar arrangement (fig. 1).

Due to different eddy current paths the residual magnetic field at current zero is significantly higher for the quadrupolar arrangement under investigation. Measurements show higher post-arc current peaks and higher post-arc charges for the quadrupolar contacts (fig. 2). Furthermore high speed movies (20 000 frames/s) of quadrupolar AMF contacts show that the arc is more constricted toward the anode, compared with the bipolar contacts (fig. 3). Hence it is assumed that the axial magnetic flux density exceeds the optimum value.

Systemintegration von Mini-BHKW's

Christian Schulz

Dezentrale Mini-BHKW's gelten als interessante Option um den Primärenergiebedarf und damit die CO₂-Emissionen von Gebäuden zu reduzieren. Die Technologie dafür steht heute schon mit konventionellen Kraft-Wärme-Maschinen zur Verfügung. In den nächsten Jahren werden KWK-Anlagen mit Brennstoffzellentechnologie (SOFC-Brennstoffzelle, PEM-Brennstoffzelle) hinzukommen. Der hohe Gesamtwirkungsgrad wird aber nur erreicht, wenn gleichzeitig die erzeugte elektrische und thermische Energie abgenommen werden. Wesentlichen Einfluss auf die Auslastung der Anlage hat neben den Energieverbrauchsdaten des entsprechenden Objektes die Betriebsweise der Anlage. Hier wird zwischen den Betriebsweisen wärmegeführt und stromgeführt sowie dem Spezialfall peakshaving unterschieden. Der letztere Fall ist besonders interessant zur einer neuen Möglichkeit für Bereitstellung von Regelenergie.

Entscheidend für den Erfolg dieser neuen Technologie ist eine optimierte Betriebsführung, die es ermöglicht, die technischen Vorteile möglichst effektiv auszuschöpfen und dabei den Anspruch einer hohen Rentabilität erfüllt. Anhand von gemessenen Gas- und Stromlastkurven eines Braunschweiger Neubaugebietes werden die Möglichkeiten einer sinnvollen Integration ins elektrische Versorgungsnetz untersucht.

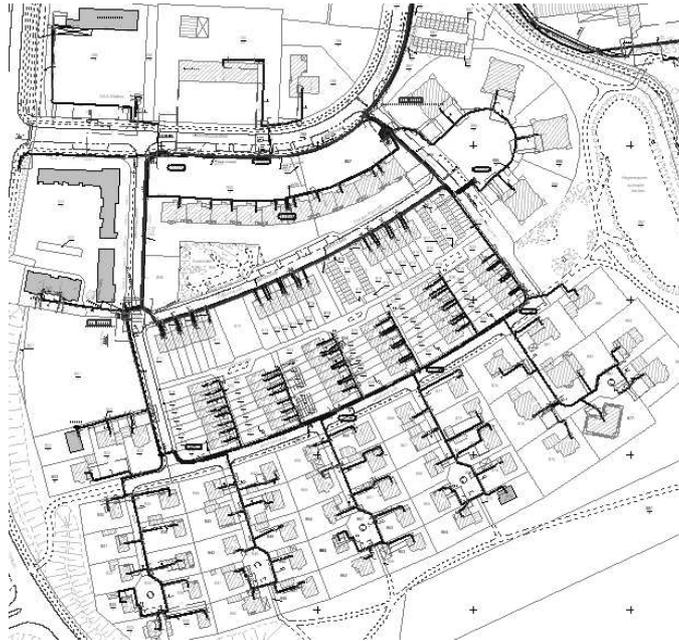


Bild 1: Plan des Braunschweiger Netzbezirks
Figure 1: Map of the network district in Brunswick

System integration of mini combined heat and power units

Christian Schulz

Dispersed mini combined heat and power units are an interesting option for the future to reduce the primary energy need and the CO₂ emission of households. Nowadays the internal combustion engine technology is available. During the next years it will be possible to apply fuel cells. To achieve high overall efficiency of the mini combined heat and power units, it is necessary to consume electrical and thermal energy simultaneously. The annual operating time of the power generator depends on the individual energy consumption profiles and the operating mode like heat or electrical power on demand. A special mode to limit the power peak in the networks is called peak shaving.

An optimum operation of the mini combined heat and power units is necessary to use all the technical advantages. The total power and gas consumption of a new residential district in Brunswick were measured and recorded in fifteen minutes intervals during one year. On the basis of this measured data we are looking for an expedient system integration of mini combined heat and power units in the low voltage networks.

Kaltspannungsfestigkeit von Elektrodenanordnungen im Hochvakuum

Ulf Schümann

Die Spannungsfestigkeit von Kontaktanordnungen steigt im Vakuum degressiv mit zunehmender Schlagweite, so dass sich das Schaltprinzip im Vakuum bisher nicht gegen herkömmliche SF₆-Systeme in den höheren Spannungsebenen durchsetzen kann. Für die Zukunft wäre es jedoch wünschenswert, die heute eingesetzten SF₆-Schalter durch umweltfreundliche und wartungsarme Vakuumschalter zu ersetzen. Hierzu müssen die Durchschlagsmechanismen besser bekannt sein, um geeignete Kontaktgeometrien und Werkstoffe zu entwickeln.

In der Vergangenheit wurden die Einflüsse der Rauigkeiten, der Größe der feldbelasteten Oberfläche und der Kapazität von Elektrodenanordnungen im Hochvakuum experimentell untersucht. Die genaue Betrachtung der Messergebnisse zeigt, dass dabei verschiedene Durchschlagsprozesse auftreten. Ein Vergleich mit der Literatur und eigene Simulationen sollen helfen, für die Ursachen dieser Prozesse eine einheitliche Theorie zu finden. Zwei konkurrierende Modelle zur Erklärung eines Durchschlages werden diskutiert (Bild 1). Zum einen ist es der Mechanismus, der Mikropartikel als Ursache ansieht, zum anderen wird angenommen, dass Feldemission direkt oder im Zusammenwirken anderer physikalische Phänomene zum Durchschlag einer Elektrodenanordnung im Vakuum führt.

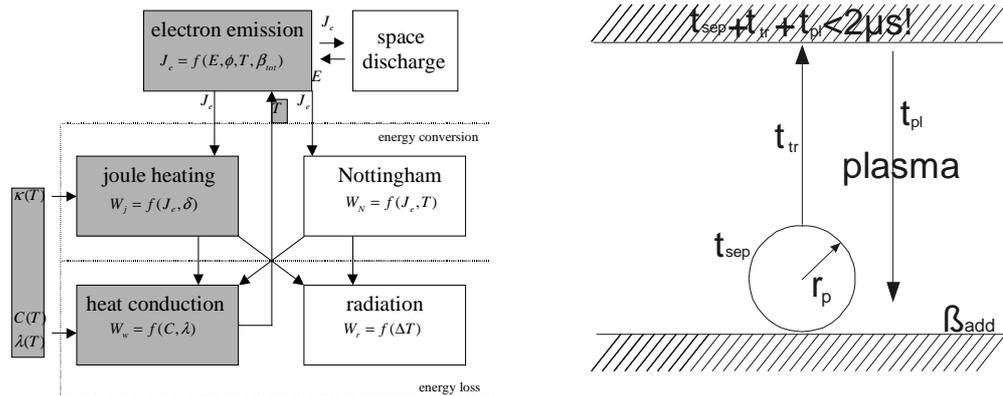


Bild 1: Simulationsmodell für den Feldemissionsbedingten Durchschlag (Aufheizen einer Mikrospitze) und ein einfaches Mikropartikelmodell.

Figure 1: Simulation model for the field emission induced breakdown and a simple microparticle model

Dielectric strength of electrode arrangements in high vacuum

Ulf Schümann

The dielectric strength of electrode arrangements in high vacuum is strongly correlated to the gap distance. But in general the dielectric strength does not only depend on the gap distance. Several parameters have an effect. For example the surface roughness, the electrical stressed surface area and the capacitance influence the dielectric strength. Additionally several breakdown mechanisms were observed during the experiments.

To clarify the breakdown processes, two mechanisms are simulated, field emission and micro particle induced breakdown (fig.1). A selfconsistent theorie is developed, which explains the experimental findings.

Untersuchungen von Induktivitäten des Dynamischen Ergodischen Divertors (DED) am Modell und am Fusionsexperiment TEXTOR des Forschungszentrums Jülich

Volker Schwanitz, Ulrich Braunsberger, Peng Li, Carsten Thode

In Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Jülich wurden von uns elektrotechnische Fragestellungen des Dynamischen Ergodischen Divertors (DED) für das Fusionsexperiment TEXTOR bearbeitet. Der DED besteht aus 16 Einzelspulen, die zur Beeinflussung der Versuchsplasmen im TEXTOR dienen. Der DED stellt eine induktive Last dar und wird in verschieden Modi an einem 4-Phasensystem mit Kondensatoren als Reihenschwingkreis

betrieben. Daher wird die Energieversorgung des DED nur zum Ausgleich der ohmschen Verluste des Schwingkreise benötigt.

Für die Dimensionierung der Energieversorgungssysteme und der Kondensatoren ist somit die Kenntnis der Induktivitäten des DED erforderlich. So wurden zwei 1:1 Modelle des DED gebaut, welche die Messungen der Induktivitäten und den Probetrieb an Energieversorgungskomponenten ermöglichten. Aus den Ergebnissen der Induktivitätsmessungen wurde die zwischen den Spulensystemen des DED auftretende Kopplung berechnet. Nach Fertigstellung des DED-Systems im TEXTOR wurden vor Ort ebenfalls Induktivitätsmessungen durchgeführt.

Eine grafische Darstellung der gemessenen Induktivitäten zeigt Bild 1.

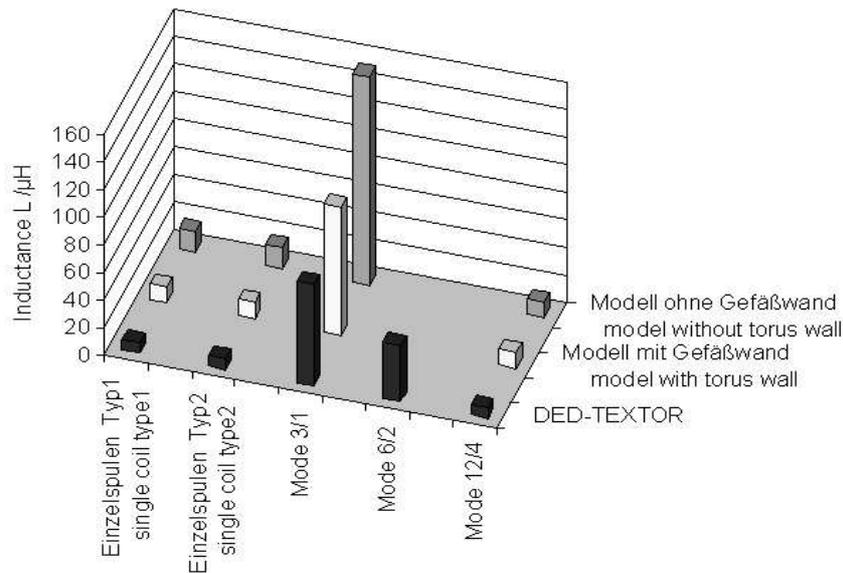


Bild 1: Induktivitäten des DED
figure 1: Inductances of the DED

Die Spulen des DED lassen sich auf Grund ihrer räumlichen Lage in zwei Gruppen, Typ 1 und Typ 2, unterteilen. Die Messungen der Induktivitäten ergaben aber keinen relevanten Unterschied zwischen den Typen, sodass es als annähernd symmetrisch betrachtet werden kann.

Zwischen dem DED Modell und dem DED im TEXTOR sind signifikante Unterschiede bei den Induktivitäten festzustellen. Die Induktivitäten des DED im TEXTOR waren stets geringer als die am einfachen Spulen-Modell gemessenen. Dies erklärt sich aus der Anordnung der DED-Spulen innerhalb des elektrisch leitenden Vakuumpfäßes. Die Pfäßwand wirkt als Kurzschlusswindung zu den Spulen. Gleichzeitig bewirkt sie eine Abschirmung zwischen den Spulen, die deren Gegenkopplung untereinander verringert. Dieses konnte am DED-Modell durch Einfügen einer Nachbildung der Pfäßwand messtechnisch nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse zeigen auch, dass die Induktivität der Zuleitungen zu den DED-Spulen nicht zu vernachlässigen ist. Hierdurch wird die Energieversorgung zusätzlich belastet. Da die Anordnung der Zuleitungen für den Mode 12/4 optimiert ist, tritt in dieser Betriebsart auch die geringste Induktivität der Zuleitung auf.

Ausgehend von den Ergebnissen kann man die Anordnung eines DED für andere Fusionsexperimente optimieren.

Investigations about inductances of the Dynamic Ergodic Divertor (DED) on a modell and on the fusion experiment TEXTOR of the Forschungszentrum Jülich

Volker Schwanitz, Ulrich Braunsberger, Peng Li, Carsten Thode

The Dynamic Ergodic Divertor of TEXTOR is a system of 16 coils fed by a 4-phase current supply for influencing the plasma boundary of the TEXTOR experiment. Our institute was in charge of carrying out investigations on electrotechnical questions in this system.

The knowledge of the inductance of the DED-coils and their mutual couplings is important for the design of their power supplies and the operation of the system. Therefore main and mutual inductance were measured on a DED-model-system and on the original DED-system. Selected results are shown in the picture. Due to the influence of the TEXTOR vacuum vessel the inductance of the DED-system is smaller than that of the DED-model-system. The results obtained can be used to optimise DED-systems for other experiments.

Die Neuverteilung der Entladungsfilamente in aufeinander folgenden Hochspannungspulsen bei der Barrierenbehandlung von Wollgewebe in Walze-Platte-Anordnungen

Carsten Thode

Die Plasmabehandlung mit Barrierenentladungen bei Atmosphärendruck stellt eine ausgezeichnete Alternative für herkömmliche, die Umwelt belastende nasschemische Verfahren bei der Behandlung von Wollgewebe im Zuge der Textilveredelung (z.B. Filzfreiausrüstung, flächeneigales Färben) dar. Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden Untersuchungen mit Barrierenentladungen an einer Versuchsanlage des Institutes in Hallendorf durchgeführt mit dem Ziel, die Entladungsart hinsichtlich ihrer Anwendung auf fertiges Wollgewebe zu optimieren.

Für diese Untersuchungen wurde eine typische Barrierenanordnung, bestehend aus einer Walzenelektrode und einer ebenen Gegenelektrode (Bild 1a), mit hohen Wechselspannungspulsen aus einem Mittelfrequenzgenerator (20 – 60 kHz) betrieben. Das optische Erscheinungsbild der stets filamentierten Barrierenentladungen (Bild 1b) wurde mit den Kurzaufnahmen einer CCD-Kamera ausgewertet. Dabei ermöglicht diese Kamera die Aufnahme einer Folge von bis zu 4 Bildern, deren Aufnahmezeitpunkt und Belichtungsdauer in einem großen Rahmen gewählt werden konnten.

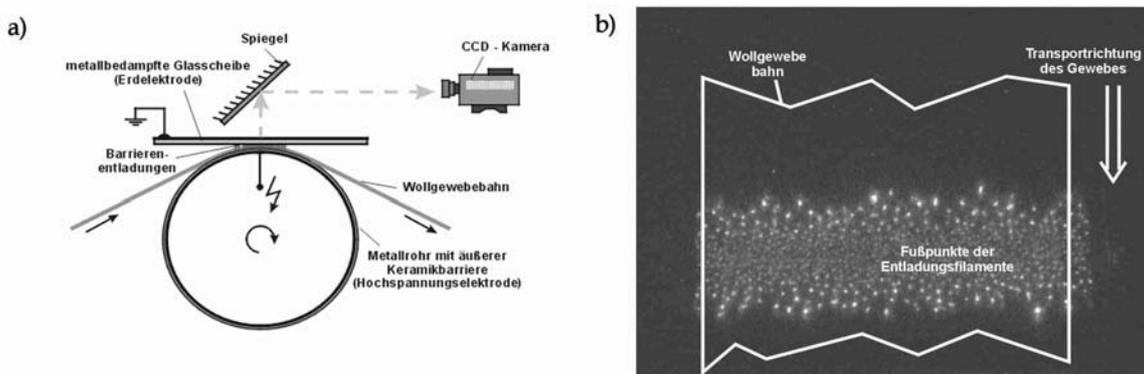


Bild 1: Prinzipieller Versuchsaufbau zur Behandlung von Wollgewebe und typische Filamentverteilung der Barrierenentladung während der Behandlung von Wollgewebe

Figure 1: Experimental set-up in principle for the treatment of wool fabrics and typical filament distribution of the barrier discharges

Die Voraussetzung für eine gleichmäßige und schonende Plasmabehandlung des Wollgewebes besteht darin, dass sich die Filamente der Barrierenentladungen gleichmäßig

und zeitlich parallel quer zur Transportrichtung der Gewebefaser, die durch den Gasspalt der Elektrodenanordnung transportiert wird, verteilen. Die Pausenzeit zwischen den Hochspannungspulszügen ist dabei ein wichtiger Parameter zur Optimierung des Behandlungsergebnisses des Wollgewebes.

Die Auswertungen der Kurzaufnahmen zeigten, dass die Barrierentladungen innerhalb jeder Halbschwingung eines Hochspannungspulszuges neu gezündet werden und dass dabei die einzelnen Entladungsfilamente vorzugsweise die Bereiche gerade verloschener Entladungskanäle der vorhergehenden Halbschwingung wiederbenutzen. Die Ursache für diesen Entladungsverlauf liegt in der noch nicht komplett abgeschlossenen Wiederverfestigung der zuvor verloschenen Entladungskanäle. Der Gasraum in diesen Bereichen bleibt vorionisiert und unterstützt dadurch eine Wiederzündung in der nächsten Halbschwingung.

Die Auswertungen der Entladungsbilder von zwei aufeinander folgenden Hochspannungspulszügen haben gezeigt, dass die Pausenzeit zwischen den Pulszügen einen großen Einfluss auf die Neuverteilung der Entladungsfilamente hat. Die Ergebnisse sind grafisch in Bild 2 dargestellt. Durch eine Verlängerung der Pausenzeit auf über 300 μs konnte die Wiederverfestigung der ver-

loschenen Entladungskanäle verbessert und damit die Neuverteilung der Entladungsfilamente deutlich gesteigert werden. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass die Elektrodengeometrie der Walze-Platte-Anordnung ebenfalls einen Einfluss auf das Untersuchungsergebnis hat. Die Neuverteilung nimmt von der Achsmitte der Anordnung zum Rand hin zu.

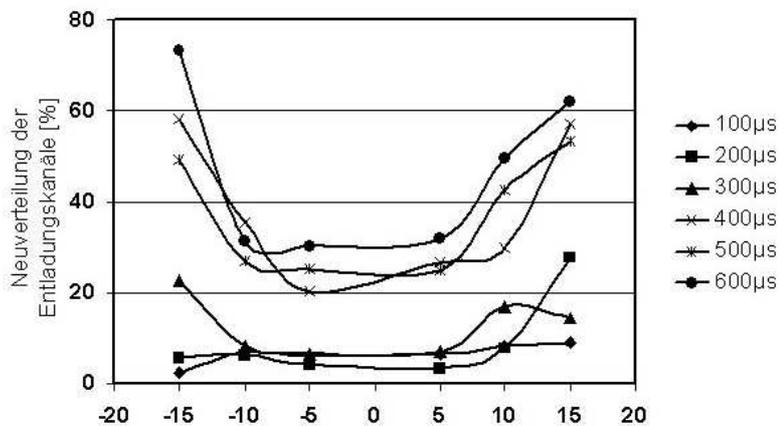


Bild 2: Neuverteilung der Entladungsfilamente in Abhängigkeit des Abstands zur Achsmitte bei unterschiedlichen Pulspausenzeiten
 Figure 2: Distribution of the barrier discharges at different pause times

The distribution of the barrier discharge filaments in sequential high voltage pulses during the plasma treatment of wool fabrics in cylinder-plane electrode arrangements

Carsten Thode

The plasma treatment of wool fabrics with dielectric barrier discharges at atmospheric pressure is investigated with a typical electrode arrangement, consisting of a plane electrode and a cylinder electrode, both covered with a barrier (fig. 1a). The electrode arrangement is supplied with a pulsed, high alternating voltage from a medium frequency generator. During the investigations the electrical parameters are recorded and evaluated, and also the light emitting filaments of the discharges are analyzed with a CCD camera (fig. 1b). Fig. 2 shows that the distribution of the barrier discharge filaments depends strongly on electrode geometry and on the pause time between the high voltage pulse-trains of the power supply.

The parameters of the power supply (e.g. pulse energy, pulse break) are very important for the process optimization, because the plasma energy has to be just high enough, in order to treat the temperature sensitive wool fibers but not to damage them.

3.2 Dissertationen

Schalteigenschaften von Kontaktmaterialien für Vakuumschütze

Stefan Temborius

Tag der mündl. Prüfung: 18.12.2002

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Manfred Lindmayer
2. Prüfer: Prof. Dr. rer. nat. Georg Wahl

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den Schalteigenschaften von Kontaktmaterialien für Vakuumschütze. Es soll ein umfassender Vergleich zwischen den für Lastschalteranwendungen typischen Materialien auf Wolfram- und Molybdän-Basis angestellt werden. Besonderes Interesse gilt dabei den Verbundwerkstoffen Wolframcarbid-Silber (WCAg) und Wolframcarbid-Kupfer (WCCu), die hinsichtlich der Anforderungen für Schützenanwendungen diskutiert werden.

Die Materialien werden anhand verschiedener Kriterien beurteilt. Im Vordergrund steht ihre Ausschaltleistung. Des weiteren werden die für Vakuumschütze sehr wichtigen Forderungen bezüglich ihres Abbrand- und Choppingverhaltens sowie der Zustand ihrer Kontaktflächen nach der Schaltbelastung untersucht.

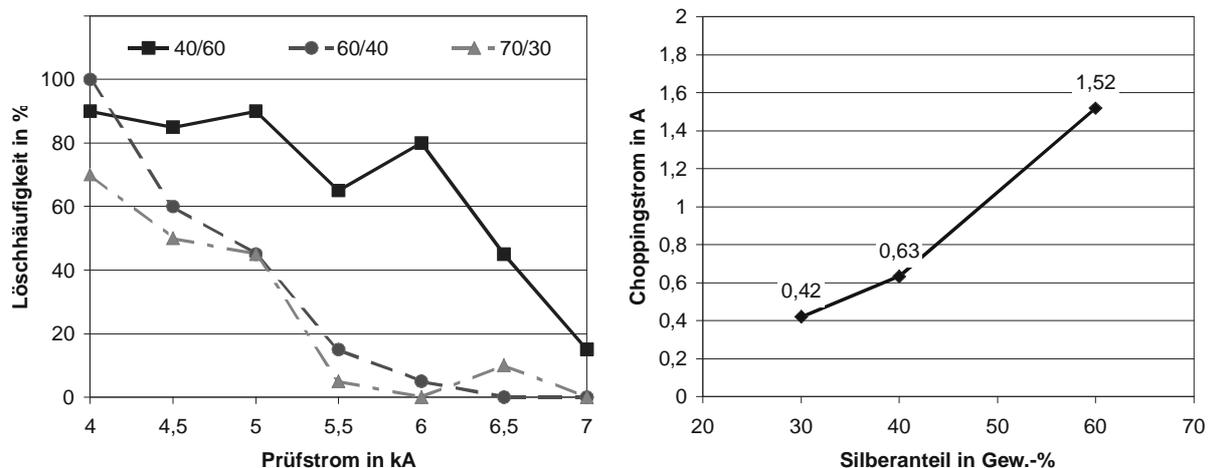


Bild 1: Löschhäufigkeit und Choppingstrom von WCAg in Abhängigkeit vom Silbergehalt

Für die Durchführung der Ausschaltversuche steht im Institut für Hochspannungstechnik und Elektrische Energieanlagen eine synthetische Schaltprüferanlage für einpolige Prüfungen zur Verfügung. Sie stellt die geforderten Netzbedingungen bereit. Die Versuche zur Ausschaltleistung wurden bei Prüfströmen von 4 bis 7 kA bei einer Bemessungsspannung von 12 kV durchgeführt. Die Choppingströme beziehen sich auf eine Ausschaltstromstärke von 45 A, eine Resonanzfrequenz von 6800 Hz und einen Schwingkreiswiderstand von 1066 Ω .

Zur Überprüfung der Übertragbarkeit der gewonnenen Ergebnisse werden sie mit Untersuchungen an industriell gefertigten Vakuumkammern verglichen. Die Gesamtheit der Ergebnisse liefert Aussagen hinsichtlich der Eignung der Kontaktmaterialien für den industriellen Einsatz.

Numerische Berechnungen zur Wärme- und Antriebsauslegung von Schaltgeräten

Frank Barcikowski

Tag der mündl. Prüfung: 13.03.2003

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Manfred Lindmayer
2. Prüfer: Prof. Dr. rer. nat. Georg Wahl

Die Arbeit behandelt Simulationen komplexer Zusammenhänge in Niederspannungsschaltgeräten an zwei unterschiedlichen Problemstellungen der Schaltgeräte-technik.

Im ersten Teil, der Berechnung zum Wärmehaushalt von Schaltgeräten, wird ein handelsübliches Schaltgerät mittels einer dreidimensionalen FEM - Rechnung nachgebildet. Bei der Modellbildung werden Geometrievereinfachungen vorgenommen. Die Kontaktstücke und Schraubverbindungen werden durch Ersatzmaterialien so nachgebildet, dass der Spannungsabfall in der Simulation an diesen Stellen dem gemessenen entspricht. Die Zuleitungen werden nicht explizit modelliert, sondern durch einen thermischen Widerstand ersetzt. Zur Nachbildung des Wärmetransfers des Schaltgerätes an die Umgebung wird eine Strömungsrechnung durchgeführt, aus der der Wärmeübergangskoeffizient als Randbedingung für das Schaltermodell gewonnen wird. Die Relevanz der einzelnen Wärmeübertragungsmechanismen innerhalb des Schaltgerätes werden untersucht. Hierzu wird ein Verfahren entworfen, um die Energietransferleitungen in den Luftraum aus den Ergebnissen der Temperaturrechnung für die Wärmeleitung und die Wärmestrahlung zu ermitteln. Zur Berechnung der Strömung innerhalb des Schaltgerätes wird ein Verfahren entwickelt, um eine gekoppelte Strömungs- Temperaturfeldberechnung durchzuführen. Dieses Verfahren wird aufgrund von Lizenzbeschränkungen an einem einphasigen Modell durchgeführt. Für das untersuchte Schaltgerät ergibt sich, dass für eine Betrachtung der Wärmeübertragungsmechanismen innerhalb des Schaltgerätes die Konvektion und Strahlung vernachlässigt werden können.

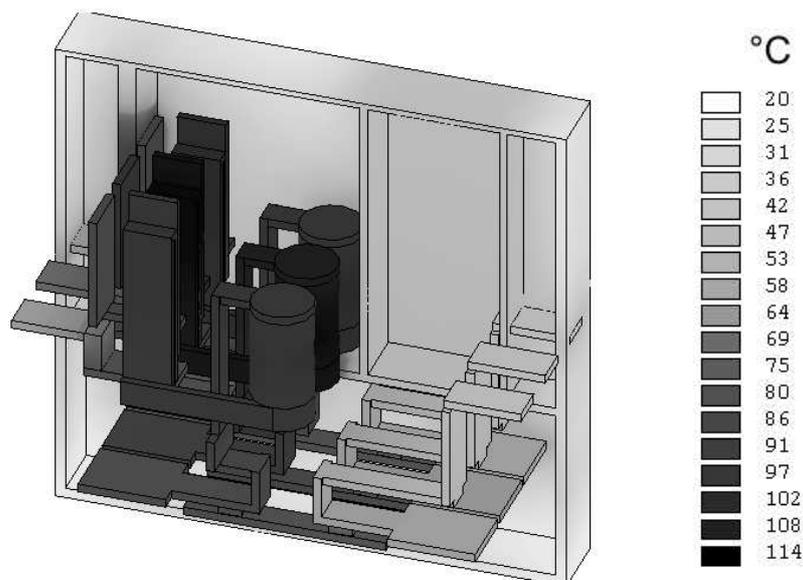


Bild 1: Temperaturprofil eines dreiphasigen, strombegrenzenden Leistungsschalters

Die Übereinstimmung der Messungen mit der Berechnung des Temperaturprofils des dreiphasigen Schalters für eine elektro - thermische Berechnung unter Vernachlässigung der Effekte durch Strahlung und Konvektion ist gut. Anschließend wird eine transiente elektrothermische Rechnung durchgeführt. Der zeitliche Erwärmungsvorgang des Schaltgerätes kann in der Simulation untersucht und dargestellt werden.

Im zweiten Teil, der Optimierung eines Schlagankerauslösers, wird mit der Finite - Elemente Methode und den in „ANSYS“ implementierten, numerische Optimierungsmethoden nach Formulierung einer Zielfunktion (minimale Auslösezeit) ein optimaler Auslöser bestimmt. Es werden Vorüberlegungen zur Minimierung der Anzahl der unabgängigen Designvariablen durchgeführt. Die Optimierungsrechnung eines elektromagnetischen Auslösers wird so formuliert, dass diese vollautomatisch abläuft. Hierzu wird der Bewegungsablauf der Kontaktbrücke zunächst unabhängig von der Schlagankerbewegung untersucht und anschließend als polynomische Näherung in die Schlagankeroptimierung implementiert. Das Optimum wird gefunden, indem unterschiedliche, in „ANSYS“ implementierte Optimierungsverfahren nacheinander ausgeführt werden, so dass die Ergebnisse des vorherigen Verfahrens von den nachfolgenden verwandt werden. Der mit diesem Verfahren bestimmte, optimale Auslöser zeigt eine um 12 % verminderte Auslösezeit. Es wird weiterhin gezeigt, dass durch die Simulation im praktischen Experiment nicht oder nur schwer messbare Größen wie Wirbelströme oder die magnetische Flussdichte in den ferromagnetischen Teilen dargestellt und deren Wirkung abgeschätzt werden kann. Nach Bestimmung des Optimums werden ferner die Auswirkung von Produktionstoleranzen oder Materialänderungen ohne Versuchstechnik untersucht. Insgesamt haben die durchgeführten Untersuchungen gezeigt, dass durch geeignet ausgewählte numerische Rechenverfahren, insbesondere unter Benutzung von FEM-Programmsystemen, der Entwurf von Schaltgeräten verbessert und der Versuchsaufwand verringert werden kann.

Numerical calculation of the heat balance and actuation design in switchgear

Frank Barcikowski

One main aim of the application of simulation methods in switchgear design is to cut the costs for experimental investigations and to shorten the development cycles.

One of the major aspects is the balance between the heat generated by contact resistances, magnetic and thermal tripping devices, and the conductors on the one side, and heat losses to the terminals and the ambient air by conduction, convection, and radiation on the other side. For this end, the geometry of a current limiting circuit breaker has been modelled using the Finite Element Method (FEM). The processes of heat conduction in solid materials and air, the convection flow within the housing and the radiation in the housing are included. Convection and radiation from the outer area of the housing and the current lead are simplified by coefficients. For verification of the used methods, the simulation is compared with temperature measurements with the same circuit breaker.

The mechanical release of a current limiting switching device is often designed as a solenoid kicker. In the second part of this thesis, it will be described how an optimal design set of a solenoid kicker can be found, changing geometric parameters. Different optimisation methods are used to find an optimal design. The mechanical coupling between the mechanical release and the contact bridge has been taken into consideration, too. The influence of eddy current, and the variation of geometric and mechanical parameters on the release time will be shown.

Vakuumschalttechnik im Hochspannungseinsatz

Stefan Giere

Tag der mündl. Prüfung: 13.03.2003

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat
2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Achim Enders
3. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Hermann Kärner

In der Arbeit wird über die Einsatzmöglichkeit von Vakuumschaltleistungsschaltern im Hochspannungsbereich berichtet. Historisch gesehen wurden Vakuumanwendungen als Leistungsschaltgerät zuerst in der Mittelspannung eingeführt und waren bisher weitgehend auch auf diese Spannungs-Ebenen beschränkt. Dies basierte in erster Linie auf dem degressiven Kennlinienverlauf der Durchschlagspannung in Abhängigkeit vom Kontakt-Abstand. Im Laufe der letzten Jahrzehnte waren eine Reihe grundsätzlicher Untersuchungen notwendig, um eine kontinuierliche Verbesserung der Zuverlässigkeit und der Leistungsfähigkeit von Vakuumschaltgeräten zu erreichen. Zur Untersuchung der Möglichkeit zur Ausweitung des Vakuumschaltprinzips auf die unteren Hochspannungsbereiche werden in dieser Arbeit zwei verschiedene Vakuumschalt-Demonstratoren für die 84-kV-Spannungsebene miteinander verglichen. Die beiden Bauformen unterscheiden sich durch die Anzahl der Unterbrechereinheiten pro Schalteinheit. Die eine Bauform verfügt über ein Kontaktsystem und die andere über zwei Kontaktsysteme. Die beiden Demonstrator Typen werden auf ihre Hochspannungsfestigkeit hin untersucht und die Schwachstellen analysiert (Bild 1).

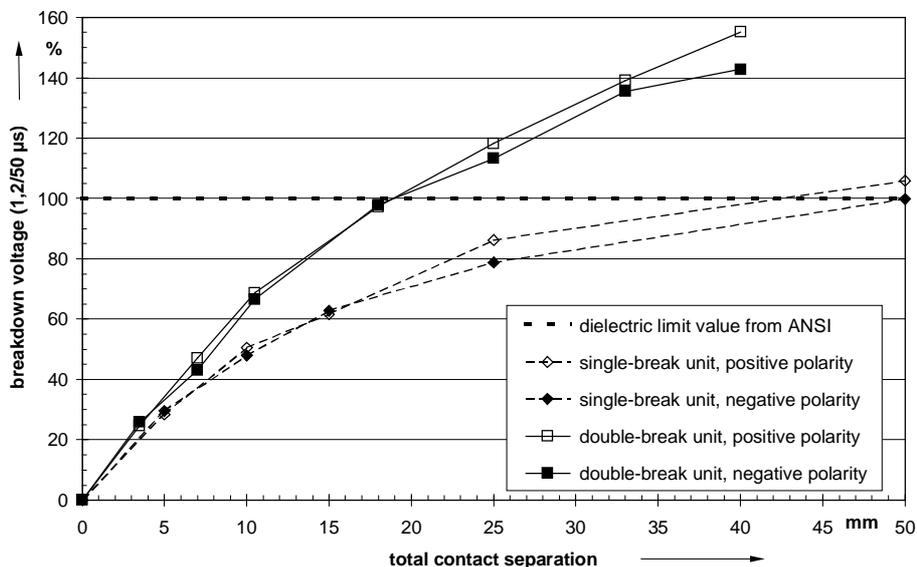


Bild 1: Abhängigkeit der Durchschlagspannung bei Blitzstoßspannung (1,2/50 µs) von der Schlagweite

Figure 1: Breakdown voltage (1.2/50µs) as a function of contact separation

Hierzu wird unterstützend auch ein numerisches Verfahren nach der Finite Elemente Methode verwendet. Zusätzlich wird die besondere Bedeutung der Konditionierung von Kontakten, Schirmen und Keramiken verdeutlicht. In diesem Zusammenhang werden auch Feld-emissions-Ströme und die Röntgenstrahlung gemessen.

Anhand einer Modellgeometrie werden grundsätzliche Untersuchungen zur Dimensionierung der Schirmgeometrie vorgenommen. Hierbei wird zur Optimierung der Hochspannungsfestigkeit auch der Einfluss des *area effects* betrachtet.

Neben der Hochspannungsfestigkeit wird auch die Schaltleistung der beiden Vakuum-Demonstratoren für die Abschaltung eines Kurzschlussstroms bis 40 kA getestet. Besondere Bedeutung kommt den Schaltfällen des Klemmen- und Abstandskurzschlusses zu. Hierzu wird ein synthetischer Prüfkreis verwendet. Neben den reinen Hochstromversuchen werden aber auch kapazitive und kleine induktive Ströme geschaltet.

Abschließend wird die Möglichkeit diskutiert, mit einer solchen Vakuumschaltkammer einen Freiluft-Leistungsschalter zu konstruieren, wobei auch die Bewegungscharakteristik des Schaltkontakts berücksichtigt wird.

Vacuum technology in high-voltage switchgear application

Stefan Giere

The thesis reports on vacuum switchgear and possible fields of application for high-voltage levels. Historically, the vacuum interrupters was first introduced and limited to medium voltage levels. This resulted primarily from the non-linear relationship between breakdown voltage and contact separation. In the course of the last few decades it has been necessary to carry out number of basic investigations to achieve continuously higher reliability and capability for such applications.

To investigate the possibility of extending the principle of switching in vacuum to the lower high-voltage levels, this work compares two different high-voltage demonstration tubes for a voltage level of 84 kV. The difference between the two designs is the number of interrupter units per switching device. The first design comprises of a single breaking unit while the other design provides a double breaking unit for interrupting the current. The two demonstration types were tested with respect to their high-voltage strength (Figure 1), and the weaknesses were analysed. For this, a numerical field calculation program was used as well.

Additionally, the special importance of conditioning the main contacts, the field grading shields and ceramics, is made clear. In this context the field emission current and the x-ray emission were also measured.

On the basis of model geometries some fundamental investigations were carried out in order to configure such shield electrodes. For this optimisation process the area effect was also taken into account.

In addition to the high-voltage strength of the two demonstration tubes, their switching capability for currents up to 40 kA was investigated as well. Of special importance were the switching tests under the conditions of terminal and short-line faults. These tests were carried out in a synthetic test circuit. Besides the high current tests, small inductive and capacitive current switching tests were also tested.

Finally, the possibilities for realising a real high-voltage switchgear application (live-tank) is discussed while taking into consideration the sequence of motion for the moveable contact.

Einfluß des Barrierenmaterials und der Barrieren-Kontaktierung auf homogene Atmosphärendruck-Barrierentladungen

Peng Li

Tag der mündl. Prüfung: 17.08.2004

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Manfred Lindmayer
2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Claus-Peter Klages

Die vielseitig zur Oberflächenbehandlung oder für Reaktionen im Gasvolumen einsetzbaren Barrierenplasmen sind dynamische Entladungen zwischen hochspannungsgespeisten Elektroden, bei welchen das Verhalten wesentlich durch mindestens eine Isolierstoffbarriere bestimmt wird. Gegenstand dieses Vorhabens sind besondere homogene Entladungsformen, die im Unterschied zu den herkömmlichen filamentierten Barrierentladungen unter bestimmten Bedingungen entstehen und die ein gleichmäßigeres und schonenderes Behandlungsergebnis implizieren. Es zeigt sich, daß sich der Stabilitätsbereich dieser homogenen Entladungen teilweise beträchtlich erweitert, wenn die Kontaktierung der Barrierenrückseite nicht direkt, sondern über Drahtgitter oder resistive Schichten erfolgt. Die bisherige Arbeitshypothese, daß hierdurch einer im Entstehen befindlichen lokalen Einschnürung des Plasmakanals entgegenwirkt wird, soll durch systematische Versuche und ergänzende Simulationen geklärt werden. Weiteres Augenmerk gilt dem Einfluß des Barrierenmaterials auf den Homogenitätsbereich. Erwartet wird in diesem DFG-geförderten Vorhaben einerseits die Erweiterung der Kenntnisse der Entladungsmechanismen, andererseits konkrete technisch umsetzbare Erkenntnisse.

In einer Vorgängerarbeit (Dissertation Tepper) konnten zwei unterschiedliche Varianten homogener Entladungen differenziert werden: Typ 1, erstmals von Okazaki beschrieben, ist eine sehr kurzzeitige (μs -Bruchteile), stromstarke Entladung (Ampere-Bereich), während Typ 2, intensiv von Massines untersucht, typische Dauern im zig- μs -Bereich und Ströme im Milliampere-Bereich aufweist. Bild 1 zeigt den Existenzbereich der letztgenannten Entladungsart bei zahlreichen unterschiedlichen Barrierenmaterialien und -Kombinationen. Neben massiven Barrieren wurden Zweischicht-Barrieren untersucht, wobei die Permittivität der der Entladung zugewandten Seite („Oberflächenpermittivität“) variiert wurde. Bei Erhöhung des Spaltabstandes unter sonst gleichbleibenden Versuchsparametern existiert eine obere Grenzspaltweite, jenseits welcher keine homogenen Entladungen mehr existieren.

Bild 1a zeigt diese Grenzspaltweite als Funktion der resultierenden Barrierenkapazität. Entgegen ersten Erwartungen besteht keinerlei Zusammenhang zwischen dieser und der Homogenitätsgrenze. Ein anderes Bild erhält man, wenn die Grenzspaltweite als Funktion der Oberflächenpermittivität aufgetragen wird (Bild 1b). Die Grenze hängt dann direkt von der Oberflächenpermittivität ab, und zwar dergestalt, daß mit geringerer Permittivität der Homogenitätsbereich weiter wird.

Für diese zunächst unerwartete Abhängigkeit konnte, gestützt durch vereinfachte 3D-Simulationen, ein erster Erklärungsansatz gefunden werden: Bei beginnender Filamentierung, d.h. der Bildung enger Streamer, die im Nanosekundenmaßstab abläuft, hängt dieser Vorgang sicherlich von der durch dielektrische Verschiebung in die Streamerfußpunkte eingekoppelten Leistung ab. Diese wird in lokaler Fußpunktumgebung direkt durch die Permittivität der dem Entladungsraum zugewandten Barrierenoberfläche beeinflusst.

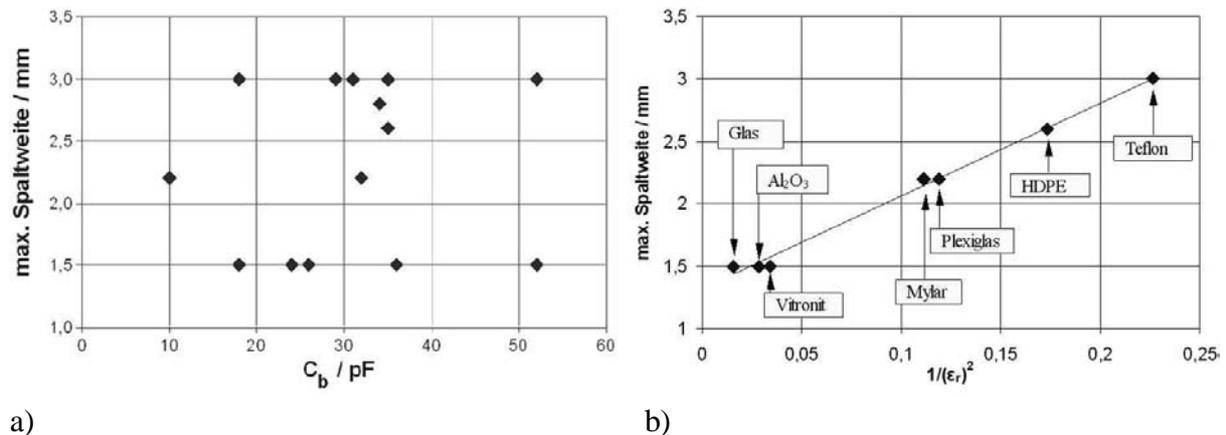


Bild 1: Grenzspaltweite für homogene Typ 2-Entladungen bei 16 l/min Stickstoff, 7 kHz

a) als Funktion der Barrierenkapazität

b) als Funktion der Oberflächenpermittivität

Figure 1: Limit of homogeneous Type 2 discharges, 16 l/min nitrogen, 7 kHz

a) vs. barrier capacitance

b) vs. permittivity of the barrier side facing the discharge gap

Andere Versuchsreihen gelten der Wirkung verschiedener Kontaktierungsarten auf der Barrierenrückseite (Drahtgitter, direkte Kontaktierung mit Leitlack, verschiedene resistive Kontaktierungen) auf die Entladungshomogenität. Bei 50 Hz und einigen Kontaktierungen wurden erstmals Entladungen festgestellt, die aus einer homogenen, stromschwachen Typ 2-Entladung in eine stromstarke homogene Typ 1-Entladung übergehen, während bei direkter Kontaktierung überwiegend nur filamentierte Entladungen auftreten.

Influence of the material and the contact of the barriers on the homogeneity of barrier discharges

M.Sc. Peng Li

Part of this work concerns the influence of the barrier material on the existence range of homogeneous barrier discharges (APGD). For increasing gap distance the voltage range for APGD becomes narrower, until finally only filamentary discharges exist. It was found that this existence limit is clearly extended with decreasing permittivity of the surface facing the discharge, while the total barrier capacitance is irrelevant (figure 1). The first assumption that physical properties of the discharge, especially charge carrier generation at the barriers, could be in some relation with the permittivity, could not be confirmed by comparing the discharge onset and its voltage - current characteristics. The present explanation, supported by simulations, assumes that the beginning of filamentation, i.e. streamer formation, needs a fast current rise and must be fed by displacement current within the dielectric below the foot of the narrow channel. It is smaller for lower permittivity, thus counteracting a fast local current rise. Further experiments have been devoted to the role of the contacting method on the reverse side of the barriers. It considerably influences the discharge behavior at 50 Hz.

4 Besondere Ereignisse

Exkursion mit Studenten des 7. Semesters der Energietechnik zu IPH und BESSY, Berlin	24.01.03	D. Kind M. Kurrat
Vorstandssitzung VDE-Bezirksverein Braunschweig	03.02.03	M. Lindmayer K. Steinke
Teilnahme an der ETG-Fachtagung „Zuverlässigkeit in der Stromversorgung“, Mannheim	04. - 05.02.03	M. Kurrat
Teilnahme an der Doktorprüfung von Herrn Dirk Borneburg in Dortmund	11.02.03	M. Kurrat
Besuch des Wehrwissenschaftlichen Instituts für Sicherheitstechnologie WIS, Munster, Inbetriebnahme eines Pulsgenerators	12. 02.03	U. Braunsberger
Besuch am Institut für Plasmaphysik des Forschungszentrums Jülich	13. - 14.02.03	U. Braunsberger
Teilnahme am ETG-Workshop „Silikonelastomere“	20.03.03	T. Braunsberger A. Dziubek
Teilnahme an der Doktorprüfung von Frau Jenkes-Botterweck in Aachen	14.02.03	M. Lindmayer
Besuch am Institut für Plasmaphysik des Forschungszentrums Jülich, Impedanzmessungen am DED	24. - 26.02.03	U. Braunsberger V. Schwanitz C. Thode
Besuch der FH Zittau, Prof. Bärsch	27. - 28.02.03	M. Kurrat T. Braunsberger A. Dziubek
Teilnahme an der CIGRE WG D1.14 in Basel	06. - 07.03.03	M. Kurrat
Besuch des Fachgebietes Hochspannungstechnik der TU-Darmstadt	10.03.03	M. Kurrat
Doktorprüfung Frank Barcikowski	13.03.03	M. Kurrat M. Lindmayer
Doktorprüfung Stefan Giere	13.03.03	M. Kurrat M. Lindmayer
Treffen der Association Arc Électrique, Clermont-Ferrand, Frankreich	18. - 19.03.03	M. Lindmayer
VDI-Technologiezentrum Düsseldorf, BMBF-Fachgespräch „Neuartige modulare und selektive Plasmaquellen“	08.04.03	M. Lindmayer
Fraunhofer IST-Braunschweig, Vorbereitung eines Verbundprojektes	10.04.03	M. Lindmayer

Verabschiedung unseres Akademischen Oberrats Dr. Werner Kodoll	30.04.03	
Vorstandssitzung VDE-Bezirksverein Braunschweig	05.05.03	M. Kurrat M. Lindmayer K. Steinke
Mitwirkung am „Girls Day“ der TU Braunschweig	08.05.03	
Teilnahme an der 32. Sitzung des K124 „Hochspannungs- Prüftechnik“ in Halle	21.05.03	M. Kurrat
Teilnahme am Highvolt-Kolloquium in Dresden	22. - 23.05.03	M. Kurrat
Teilnahme am DFG-Kolloquium in Ilmenau „Zustandsbewertung von Betriebsmitteln und Anlagen der elektrischen Energieversorgung“	26. - 27.05.03	M. Kurrat T. Braunsberger M. Budde F. Gerdinand
Teilnahme am 2. Kolloquium „Elektromagnetische Umformung“, Universität Dortmund	28.05.03	U. Braunsberger
Antrittsvorlesung von Prof. Kurrat: „Mit Energie in die Zukunft“	02.06.03	
Studienexkursion gemeinsam mit dem EMV-Institut nach Süddeutschland zu Siemens in Nürnberg, Audi in Ingolstadt und dem Wasserkraftwerk Edersee	10. - 12.06.03	
Treffen Association Arc Électrique und Besichtigung Fa. Europlasma-INERTAM in Morcenx, Landes, Frankreich	17. - 18.06.03	M. Lindmayer
Studenten-Exkursion E.ON Hannover-Lehrte	20.06.03	M. Lindmayer
Vorstellung des Instituts im Rahmen der Ringvorlesung für Studierende im 4. Semester	24.06.03	M. Kurrat
Teilnahme am Treffen der niedersächsischen Elektrotechnik- Professoren in Hannover	28.06.03	M. Kurrat
Exkursion mit Studenten des 6. Semesters der Energietechnik zu SOLVIS, Braunschweig	30.06.03	M. Kurrat
Vorstandssitzung VDE-Bezirksverein Braunschweig	07.07.03	M. Kurrat M. Lindmayer K. Steinke
Betriebsausflug des Instituts	10.07.03	
Seminarveranstaltung „Innovative Energiesysteme“	14.07.03	M. Kurrat A. Dziubek
Teilnahme an der XXXVI th International Conference on Phenomena in Ionized Gases, Greifswald 2003	14. - 18.07.03	V. Ermel P. Li M. Lindmayer

Prof. Masayuki Nagao von der Toyohashi University of Technology besucht das Institut	12. - 17.08.03	
Fraunhofer-IST Braunschweig, Vorbereitung eines Verbundprojektes	13.08.03	M. Lindmayer
Besuch bei Unternehmen der Elektroindustrie in Brasilien	22. - 29.08.03	M. Lindmayer
Projekttreffen am „Center of Excellence“ im Instytut Elektrotechniki, Warschau, Polen	02. - 03.09.03	M. Lindmayer
Verabschiedung unseres langjährigen Werkstattmitarbeiters Hans-Dieter Wohld	04.09.03	
Teilnahme am 14 th Topical Meeting der European Electromagnetic Launch Society, Karlskoga, Schweden	10. - 12.09.03	U. Braunsberger E. Wilkening
Teilnahme an der 6 th European Conference on Applied Superconductivity in Sorrent, Italien	14. - 18.09.03	J. Grundmann M. Lindmayer
Teilnahme am XV th Symposium on Physics of Switching Arc, Brno, Tschechien	21.09. - 26.09.03	M. Lindmayer
Teilnahme am 48. IWK in Ilmenau	23.09.03	M. Kurrat M. Budde A. Dziubek
Teilnahme an der Einweihung des Albert-Einstein-Baus der PTB in Braunschweig	02.10.03	M. Kurrat M. Lindmayer
Vorstandssitzung VDE-Bezirksverein Braunschweig	06.10.03	M. Kurrat M. Lindmayer
Besuch am Institut für Plasmaphysik des Forschungszentrums Jülich	06. - 07.10.03	U. Braunsberger
Teilnahme am ETG-Kongress in Hamburg	07. - 08.10.03	M. Kurrat T. Braunsberger
Teilnahme an der 17. VDE-Fachtagung „Kontaktverhalten und Schalten“ Karlsruhe	08. - 10.10.03	M. Lindmayer A. Mutzke Th. Rütger
Besuch der H2-EXPO in Hamburg	09.10.03	M. Kurrat G. Newi
Teilnahme am 20 th Symposium on Fusion Engineering in San Diego, USA	14. - 17.10.03	U. Braunsberger
Teilnahme an der Absolventenfeier in Braunschweig	17.10.03	M. Kurrat
Treffen AiF-Projekt „Leiterbahnen in Faserpolymeren“ am Deutschen Wollinstitut Aachen	22.10.03	V. Ermel

Besuch des IPP FZJ, Impedanzmessungen am DED, Magnetfeldmessungen an TEXTOR	27. - 29.10.03	U. Braunsberger V. Schwanitz C. Thode
Teilnahme am Kongress „Lebenswelten für morgen“ in Braunschweig	27.10.03	M. Kurrat
Festvortrag zur Einweihung des Leistungsprüffeldes bei Fa. Siemens in Amberg	05.11.03	M. Lindmayer
Besuch des Schering-Instituts in Hannover	07.11.03	M. Kurrat T. Braunsberger M. Budde A. Dziubek
Besuch der FH Wolfenbüttel, Prof. Weniger	14.11.03	M. Kurrat
Teilnahme an der CIGRE Informationsveranstaltung „Windkraft“ in Berlin	18.11.03	M. Kurrat D. Kind
Teilnahme am Meeting des „Current Zero Club“ in Grenoble, Frankreich	17. - 18.11.03	M. Lindmayer
Jahreshauptversammlung des VDE-Bezirksvereins Braunschweig	19.11.03	M. Lindmayer
Prof. Tetsuji Oda von der University of Tokyo besucht das Institut	28.11.03	
Projektpräsentation „Plasmabehandlung von Wollgewebe“ anlässlich der 75. Tagung des wissenschaftlichen Rates der AiF, Magdeburg	28. - 29.11.03	C. Thode
Besuch am Institut für Plasmaphysik des Forschungszentrums Jülich	01.12.03	U. Braunsberger M. Lindmayer
Adventstreffen des VDE-Bezirksvereins Braunschweig	02.12.03	M. Lindmayer
Besuch des Braunschweiger Weihnachtsmarktes	05.12.03	
Exkursion mit Studenten des 7. Semesters zum Heizkraftwerk BS-NORD	09.12.03	H. Waitschat
Vortrag im Rahmen der „Volx-Hochschule“ in Braunschweig	09.12.03	M. Lindmayer M. Kurrat
Jahresversammlung der Institutsmitarbeiter/-innen	18.12.03	
Besuch von Prof. Fischer, University of Rhode Island, in Braunschweig	07.01.04	
Besuch beim Institut für Elektrische Energietechnik in Clausthal	09.01.04	D. Kind M. Kurrat
Teilnahme am Innonet-Workshop in Göttingen	14.01.04	M. Kurrat
Projekttreffen am „Center of Excellence“ im Instytut Elektrotechniki, Warschau, Polen	19. - 20.01.04	M. Lindmayer

Prof. Gockenbach, Prof. Borsi und Mitarbeiter besuchen das Institut	21.01.04	
Exkursion mit Studenten des 7. Semesters der Energietechnik zum Kraftwerk Mehrum	23.01.04	H. Waitschat
Besuch am Institut für Plasmaphysik des Forschungszentrums Jülich	05. - 06.02.04	U. Braunsberger
Besuch der Messe energy-world in Essen	10.02.04	M. Kurrat C. Schulz
Vorstandssitzung VDE-Bezirksverein Braunschweig	16.02.04	M. Kurrat M. Lindmayer K. Steinke
Seminar „Niederspannungs-Schaltgeräte und -Schaltlichtbögen“ in Braunschweig	23. - 24.02.04	M. Lindmayer
Teilnahme an der ETG-Fachtagung in Köln „Diagnostik elektrischer Betriebsmittel“	09. - 10.03.04	M. Kurrat M. Budde A. Dziubek
Besuch beim ISET in Kassel	17.03.04	M. Kurrat C. Schulz
Besuch beim FZ Jülich	24.03.04	M. Kurrat
Besuch beim Institut für Hochspannungstechnik der RWTH Aachen	30.03.04	M. Kurrat
Exkursion mit Studenten des 6./8. Semesters der Energietechnik zum Schaltwerk Berlin, Siemens AG	08.04.04	M. Kurrat H. Waitschat H. Knobloch M. Budde
Exkursion mit Studenten des 6./8. Semesters der Energietechnik zur Hannover-Messe	20.04.04	M. Kurrat
Mitwirkung am Girls Day der TU Braunschweig	22.04.04	
Teilnahme am Arbeitskreis „Werkstoffeigenschaften von Kunststoffisolatoren“ in Wunsiedel	23.04.04	F. Gerdinand
Teilnahme am Treffen des „Current Zero Club, Circle Vacuum Switching“ in Grenoble/Varces, Frankreich	26. - 27.04.04	M. Lindmayer M. Kurrat
VDE-Vortrag „Stromausfälle weltweit – Gehen auch bei uns die Lichter aus ?“	05.05.04	M. Kurrat M. Lindmayer
Teilnahme am Kick-Off Meeting „Mikroplasma“ im Rahmen BMWA / Innonet in Braunschweig	06.05.04	M. Lindmayer M. Kurrat
Teilnahme an BHKW 2004 - Neue Rahmenbedingungen und innovative Technologien, BHKW-Consult, Berlin	05. - 06.05.04	C. Schulz

Jahresversammlung und Gaußpreis-Verleihung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft	07.05.04	M. Lindmayer
Teilnahme am DFG-Kolloquium in Aachen „Zustandsbewertung von Betriebsmitteln und Anlagen der elektrischen Energieversorgung“	10. - 11.05.04	M. Kurrat T. Braunsberger M. Budde
Teilnahme an der TAE-Veranstaltung „Epoxidharze in der Elektrotechnik“	11. - 12.05.04	F. Gerdinand
Teilnahme an der 33. Sitzung des K124 „Hochspannungs-Prüftechnik“ in Dortmund	13. - 14.05.04	M. Kurrat
Besuch am Institut für Plasmaphysik des Forschungszentrums Jülich	25. - 27.05.04	U. Braunsberger
Teilnahme an der Koordinierungssitzung „Barriplasmen“ bei der Firma SOFTAL, Hamburg	25.05.04	V. Ermel
Studienexkursion mit dem EMV-Institut nach Ostdeutschland zu Enercon in Magdeburg, High-Volt und Infineon in Dresden	01. - 03.06.04	
Besuch am Institut für Plasmaphysik des Forschungszentrums Jülich, Magnetfeldmessungen am TEXTOR	07. - 09.06.04	U. Braunsberger V. Schwanitz C. Thode
Projekttreffen Innonet im Fraunhofer-IST, Braunschweig	10.06.04	M. Lindmayer
Treffen der Association Arc Électrique, Lyon-Villeurbanne, Frankreich	16.06.04	M. Lindmayer
Teilnahme am 5. FKS-Symposium Nachhaltige Energiewirtschaft und Klimaschutz in der Region, Braunschweig	17. - 18.06.04	C. Schulz
Besuch der HEW	25.06.04	M. Kurrat G. Newi C. Schulz
Exkursion mit Studenten des 6. Semesters der Energietechnik zur TU Clausthal (Energiepark)	28.06.04	M. Kurrat
Vorstellung des Instituts im Rahmen der Ringvorlesung für Studierende im 4. Semester	29.06.04	M. Kurrat
Mitwirkung am TUDay der TU Braunschweig	03.07.04	
Vorstandssitzung VDE-Bezirksverein Braunschweig	05.07.04	M. Kurrat M. Lindmayer K. Steinke
Teilnahme an der ICSD 2003 in Toulouse, Frankreich	05. - 09.07.04	T. Braunsberger F. Gerdinand

Treffen AiF-Projekt „Leiterbahnen in Faserpolymeren“ an der Fachhochschule Esslingen	07.07.04	V. Ermel
Treffen AiF-Projekt „Faserflug beim Ringspinnen von Wolle und Wollgemischen“ am Deutschen Wollinstitut Aachen	08.07.04	V. Ermel
Teilnahme am Arbeitskreis „Werkstoffeigenschaften von Kunststoffisolatoren“ in Zittau	13.08.04	F. Gerdinand L. Ulbrich
Doktorprüfung Peng Li	17.08.04	M. Kurrat M. Lindmayer
Teilnahme an der CIGRÉ-Session in Paris	30.08. - 03.09.04	M. Kurrat
Teilnahme an der XV th International Conference on Gas Discharges and their Applications, Toulouse, Frankreich	06. - 10.09.04	M. Lindmayer
Teilnahme an der Projektvorstellung virtuelles Kraftwerk, Harzenergie, Osterode am Harz	01.09.04	C. Schulz
Teilnahme am 15 th Topical Meeting der European Electromagnetic Launch Society, Interlaken, Schweiz	13. - 15.09.04	U. Braunsberger
Teilnahme am Internationalen Symposium und Workshop für Wasserstoff und Brennstoffzellen für Luftfahrt und maritime Anwendungen, H2-Expo, Hamburg	15. - 17.09.04	C. Schulz
Teilnahme am 21 st Symposium on Fusion Technology, Venedig, Italien	19. - 24. 09. 04	U. Braunsberger V. Schwanitz
Teilnahme an der Joint 22 nd International Conference on Electrical Contacts & 50 th IEEE Holm Conference on Electrical Contacts, Seattle, USA	20. - 23.09.04	D. v.d. Fecht M. Lindmayer Th. Rüter
Teilnahme an der Präsentation des Forschungsverbundes „Energie“ im MWK Niedersachsen	23.09.04	M. Kurrat
Teilnahme am XXI st International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, Jalta, Ukraine	27.09. - 01.10.04	M. Lindmayer M. Kurrat A. Horn F. Körner U. Schümann K. Steinke
Teilnahme an f-cell, Die Brennstoffzelle, 4. Forum für Produzenten und Anwender in Stuttgart	27. - 29.09.04	C. Schulz
Studienaufenthalt Dr. Vsevolod Maiorov, Universität St. Petersburg am Institut in Braunschweig	01.10. - 31.12.04	
Vorstandssitzung VDE-Bezirksverein Braunschweig	14.10.04	M. Lindmayer K. Steinke

Teilnahme am VDE-Kongress in Berlin	18. - 20.10.04	M. Kurrat G. Bärwaldt C. Schulz
Exkursion mit Studenten des 7. Semesters der Energietechnik zum Gemeinschaftskernkraftwerk Grohnde, Emmerthal	20.10.04	H. Waitschat
Treffen AiF-Projekt „Leiterbahnen in Faserpolymeren“ am Deutschen Wollinstitut Aachen	26.10.04	V. Ermel M. Kurrat M. Lindmayer
Teilnahme am 2. Meeting „Mikroplasma“ im Rahmen BMWA/Innonet in München	01.12.04	M. Kurrat
Adventstreffen des VDE-Bezirksvereins Braunschweig	01.12.04	M. Lindmayer
Besuch des Braunschweiger Weihnachtsmarktes	Dez.04	
Jahresversammlung der Institutsmitarbeiter/-innen	Dez.04	

4.1 Berichte von besonderen Ereignissen

Exkursionswoche 10.-12. Juni 2003: Süddeutschlandexkursion

Im Jahr 2003 unternahmen wir gemeinsam mit dem Institut für Elektromagnetische Verträglichkeit eine äußerst interessante Exkursion mit 30 Studenten durch Süddeutschland. Auf der Busfahrt gen Süden steuerten wir als erstes Edertal an, um das Wasserkraftwerk Hemfurth am Edersee zu besichtigen. Einleitend hörten wir einen allgemeinen Vortrag über die Anlage, um danach durch die Kaverne des Kraftwerks geführt zu werden. Dort konnten wir uns von der Größe der Turbinen und Pumpen begeistern lassen. Direkt vom unterirdischen Tunnel ging es



zum höchsten Punkt der Umgebung: das Oberbecken des Kraftwerks war mit Hilfe der Aufzugsbahn schnell erreicht. Von dort hatten wir eine herrliche Aussicht über Nordhessen. Weiter fuhren wir zur Jugendherberge im alten Nürnberger Schloss. Als abendlicher Planpunkt stand das traditionelle Exkursions-Dinner an, das wir in einem fränkischen Restaurant genossen haben.



Am zweiten Tag besichtigten wir das Audi-Werk in Ingolstadt. Nach einigen Vorträgen über den Audi-Konzern wurden wir durch die Abteilung der Elektromagnetischen Verträglichkeit geführt, wo man uns mit dem neuesten Stand der Technik auf dem Gebiet der EMV im Automobil bekannt gemacht hat. Der Höhepunkt des Tages war der Rundgang durch die Produktionshallen, wo wir uns viele automatisierte Produktionsanlagen und Roboter vor Ort ansehen konnten. Abends konnte die Stadt Nürnberg auf eigene Faust erkundet werden.



Der letzte Tag führte uns zum Siemens-Transformatorwerk in Nürnberg. Die Abteilung beschäftigt sich mit der Herstellung von Großtransformatoren für Kraftwerke. Nach dem Einführungsvortrag wurden wir durch die Produktionshallen geführt. Die Größe der Transformatoren, deren Produktion und jede Menge Know-how, das dahinter steckt, war beeindruckend. Auf dem Rückweg nach Braunschweig haben wir noch die wunderschöne Altstadt von Bamberg besichtigt, wo eine professionelle Stadt-



führung von Professor Kind angeboten wurde.

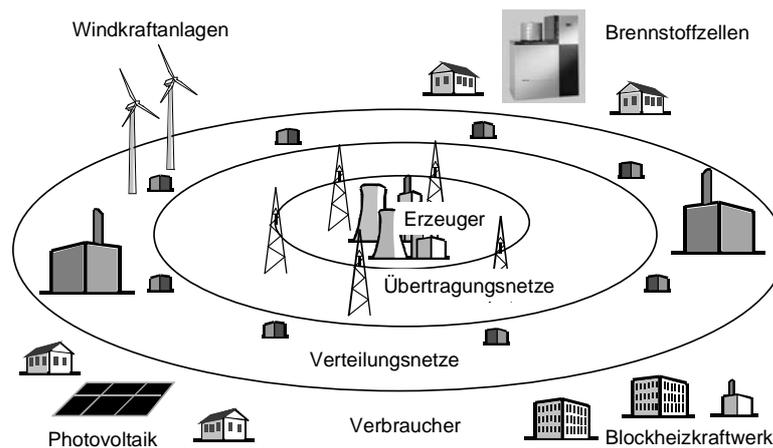
Am Abend haben wir sehr müde aber zufrieden Braunschweig erreicht. Wir bedanken uns recht herzlich bei den Organisatoren und den Vortragenden und sehen der nächste Exkursion ungeduldig entgegen.

Antrittsvorlesung Professor Michael Kurrat am 2. Juli 2003

Welche Aufgaben aus den neuen wirtschaftlichen und umweltpolitischen Rahmenbedingungen für die zukünftige Bereitstellung und Anwendung elektrischer Energie erwachsen, erläuterte Professor Michael Kurrat, Institut für Hochspannungstechnik und Elektrische Energieanlagen der Technischen Universität Braunschweig, in seiner Antrittsvorlesung

„Mit Energie in die Zukunft“.

Die Erzeugung, Verteilung und Anwendung elektrischer Energie ist für unser Leben von grundlegender Bedeutung. Umso mehr verdient der gegenwärtige Wandel in diesen Bereichen unsere Aufmerksamkeit. Bei der Elektrizitätswirtschaft sind vor allem die Auswirkungen der Liberalisierung und des verstärkten Ausbaus der regenerativen Energieerzeugung zu nennen. Damit die Energieversorgung auch zukünftig gesichert ist, kommt es neben den wirtschaftlich bedingten Anpassungsmaßnahmen auch zur Bildung neuer Strukturen, die sich beispielsweise in einer Erhöhung der Übertragungskapazitäten oder in neuen Konzepten bei der elektrischen Energieerzeugung niederschlagen. Aber auch im Anwendungsbereich der elektrischen Energie, wie z.B. in Fertigungsprozessen, führen Umweltschutzaspekte zu innovativen Lösungen.



Im Vortrag wurden einige wichtige Anforderungen und Randbedingungen für die zukünftige Energieversorgung und -anwendung dargestellt und daraus neue Forschungsaufgaben abgeleitet. Dabei zeigt sich, dass innerhalb des strategischen Forschungsschwerpunktes „Materialien und Plasmen“ eine Vielzahl der neuen Themen aufgegriffen werden können, wie anhand von einigen Beispielen aus laufenden Arbeiten verdeutlicht wird.

Zur Person: Prof. Dr. Michael Kurrat wurde 1963 in Unna geboren. Er studierte Elektrotechnik an der Universität Dortmund und promovierte 1993 am dortigen Lehrstuhl für Hochspannungstechnik und elektrische Anlagen. 1994 bis 2001 war er bei der Felten & Guillaume Anlagen GmbH, jetzt Moeller Anlagentechnik GmbH, zunächst für die Versuchsabteilung und später für die Entwicklung von SF₆ gasisolierten Schaltanlagen verantwortlich. Seit Oktober 2001 leitet er als Professor die Abteilung „Hochspannungstechnik“ am Institut für Hochspannungstechnik und Elektrische Energieanlagen.

Betriebsausflug am 10. Juli 2003: „Paddeltour auf der Oker“

Zum diesjährigen Betriebsausflug waren umfangreiche Vorbereitungen notwendig, weil für alle Teilnehmer ein wasserdichter Untersatz zu besorgen war. Ziel war es, die Strecke zwischen Institut und dem südlich des Stadtkerns gelegenen Schloss Richmond auf dem Wasser, genauer gesagt auf dem östlichen Okerumflutgraben und der Oker selbst, zurückzulegen.

Nach dem glücklichen Einsetzen der Boote in der Nähe der Wendenbrücke, lagen links und rechts grünbewachsene fünf Kilometer Wasserstrecke vor den Teilnehmern, die bis auf einige Ausnahmen auch trocken zurückgelegt wurden. Für diejenigen, die dieses Glück nicht für sich beanspruchen konnten, blieb festzuhalten, daß zumindest der Okerumflutgraben eine geringe Tiefe aufweist.

Über den frühen Mittag konnte der kulturelle Höhepunkt des Betriebsausfluges genossen werden: eine Führung durch das Schloss Richmond. Es wurde 1768/69 im spätbarocken Stil für die englische Prinzessin Augusta, die an den Braunschweiger Herzogshof einheiratete, errichtet. Der Name erinnert an ihr heimatliches Schloss in der Nähe von London. Ein weitausschweifender englischer Landschaftspark, der bis an die Oker heranreicht, umgibt das „Feldschlösschen“. Um unsere Eindrücke kurz zusammenzufassen: insgesamt stellt dies sicher eine Örtlichkeit dar, auf die man bei sommerlichen Institutsfeiern zurückgreifen könnte, ohne einen Stilbruch befürchten zu müssen.



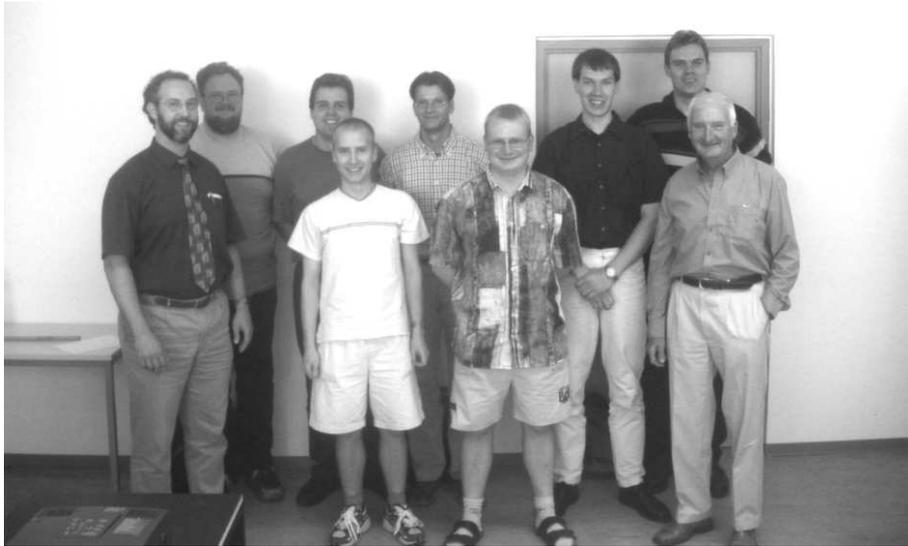
Der Rückweg fand ebenfalls zu Wasser statt, wenngleich sich einige Verweigerer einfanden, die nach erfolgreicher Bekanntmachung mit dem Okerwasser weiteren Kontakt scheuten. Weitere Verlustmeldungen waren dann bis zur Rückkehr am Institut nicht zu vermelden. Nach erfolgreicher Zusammenführung der Gruppe konnte ein schöner Betriebsausflug mit einem gemeinsamen Grillen ausklingen.

Seminar „Innovative Energiesysteme“ am 14. Juli 2003

Im Sommersemester 2003 fand an unserem Institut erstmals die Vorlesung „Innovative Energiesysteme“ statt. In ihr werden der Aufbau eines neuen "innovativen Energiesystems" erläutert und Möglichkeiten der Einbindung in bestehende Strukturen gesucht. Neben der Diskussion verschiedener Ernte- und Speicherformen der Energie wird die Rolle der Förderpolitik bei der Erreichung eines neuen Energiesystems dargestellt.

Begleitend wurde dazu ein Studienseminar mit gleichem Titel angeboten. Die von den Studenten erarbeiteten Vorträge wurden am 14. Juli in einer gemeinsamen Veranstaltung präsentiert. Moderiert von Herrn Dr. Newi, der für unser Institut mittlerweile als „Senior Consultant“ im Bereich der sogenannten Erneuerbaren Energien zuständig ist, erlebten etwa 40 Zuhörer die folgenden Vorträge:

- Wirtschaftliche Betrachtung der Stromerzeugung aus Windkraft,
- Systemverträglichkeit der regenerativen Energieerzeugung,
- Nutzung der Geothermie,
- Kernfusion und
- Neuartige Fahrzeug-Systeme (Brennstoffzellen).



Prof. Masayuki Nagao besucht Braunschweig vom 12. – 17. August 2003



Im Vorfeld der ISH besuchte uns Prof. Masayuki Nagao mit seiner Frau Minako. Neben den Fachgesprächen in Braunschweig und Hallendorf blieb uns noch genug Zeit, um der lieben Einladung von Familie Kind zu folgen und gemeinsam einen schönen Abend zu verbringen.

**13th International Symposium on High Voltage Engineering,
Delft, Niederlande, 25. – 28. August 2003**

Im Jahr 2003 war die Abteilung Hochspannungstechnik vollständig auf der ISH 2003 in Delft, einer Stadt im Südwesten der Niederlande, vertreten. Mit 5 Beiträgen stellten wir unsere aktuellen Forschungsarbeiten dar.



Natürlich kam der internationale Erfahrungsaustausch auch nicht zu kurz. Aufgrund des natürlichen Forscherdrangs wurde auch die nähere und weitere Umgebung von Delft erkundet.



Anlaufpunkte waren hierbei der niederländische Regierungssitz, Den Haag, und die niederländische Nordseeküste.

Exkursionswoche 01.-03. Juni 2004: Ostdeutschlandexkursion

Auch im Jahr 2004 wurde gemeinsam mit dem Institut für Elektromagnetische Verträglichkeit eine interessante Exkursion mit 25 Studenten nach Ostdeutschland geplant. Am ersten Tag stand der Besuch der Firma **Enercon** auf dem Programm. Nach der Besichtigung des Firmenstandortes in Magdeburg, wo uns die Herstellung kompletter Windkraftanlagen vor Augen geführt worden ist, wurde vor der Weiterfahrt nach Dresden noch ein Abstecher zur derzeit weltweit größten aufgestellten Windkraftanlage, der E112, gemacht; ein mit 124 Meter Nabenhöhe, 112 Meter Rotordurchmesser und 4,5 MW Leistung beachtliches Bauwerk.



Am Mittwoch wurde uns die Firma **Highvolt** in Dresden vorgestellt. Ein interessanter Einführungsvortrag und die anschließende Besichtigung der Hochspannungshalle gaben einen spannenden Einblick in die Messtechnik für hohe Spannungen und Ströme. Das Tagesprogramm wurde durch eine Fahrt auf der PD Diesbar, einem Raddampfer der neu entstandenen Sächsischen Dampfschiffahrts-GmbH & Co aus der ehemals berühmten „Weißen Flotte Dresden“, zum „Blauen Wunder“, einer bekannten Brücke über die Elbe, abgerundet. Ein köstliches Hopfengetränk für alle ließ die Fahrt so richtig schmecken.



Am Donnerstag besichtigten wir die Firma Infineon. Als Hersteller von Siliziumwavern vermittelte man uns hier einen Einblick in die moderne Halbleitertechnik. Mit der anschließenden Rückfahrt nach Braunschweig ging eine schöne Exkursion zu Ende.

TUDAY am 03. Juli 2004: Äußerst positive Resonanz

Im Rahmen des erstmalig ausgerichteten Campusfestes der TU Braunschweig, dem TU DAY, fanden mehr als 20.000 Besucher den Wege auf das Unigelände. Am 3. Juli 2004 zeigten mehr als 1000 freiwillige Helfer, wie an der Carolo-Wilhelmina geforscht, gelehrt und gearbeitet wird. Institute und zentralen Einrichtungen präsentierten Wissenschaft live anhand von spannenden Experimenten, Mitmach-Aktionen und Schnuppervorlesungen, die auch für Laien verständlich waren.

Lange Schlangen bildeten sich am TU DAY auch vor der Hochspannungshalle. Trotz schlechten Wetters kamen mehr als 500 Besucher, um unsere Vorführungen in der großen Versuchshalle zu bestaunen. Aber auch die anderen Stände hatten am Tag der offenen Tür viel zu bieten.



Vor der Hochspannungshalle befand sich bereits ein funktionstüchtiges Modell unseres Marx-Generators, der mit seinen kleinen Blitzen für ersten Respekt sorgte. Im Foyer klärte eine Brennstoffzelle über die Technik der Zukunft auf. Am Beispiel eines Modellwindkrafttrades informierte das Institut im 3. OG über regenerative Energien.

Der Hörsaal SN 23.2 war zentraler Anlaufpunkt für alle Elektrotechnikinstitute der TU Braunschweig. Eine Tombola mit Preisen, die zu großen Teilen von Kooperationspartnern unseres Instituts zur Verfügung gestellt wurden, fungierte als geeignetes Lockmittel. Dort präsentierten dann Mitarbeiter die Forschungsthemen des Instituts.





Abgerundet wurde das Programm durch zwei gut besuchte Schnuppervorlesungen von Prof. Kurrat zu den Themen „Strom aus der Steckdose – Wie erzeugen wir ihn künftig?“ und „Ohne Strom läuft nichts – Blackout in den USA und Europa“.

**XXIst International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum,
Jalta, Ukraine, 27. September – 1. Oktober 2004**

Mit 4 Beiträgen und einer 6-köpfigen Delegation waren wir auf der ISDEIV 2004 in Jalta vertreten. Das Symposium bildet nach wie vor ein sehr gutes Forum für den internationalen Informationsaustausch in unserem Schwerpunktbereich der Vakuumschaltgeräte.



5 Veröffentlichungen und Vorträge

- Kurrat, M.
Bärwaldt, G. Auswirkungen des Emissionshandels auf den Betrieb konventioneller Kraftwerke
VDE-Kongress „Innovationen für Menschen“
BERLIN, 18.-20. Oktober 2004
- Lindmayer, M.
Horn, A. Investigations on the Series Connection of two Switching Gaps in one Tube in Vacuum
XXIst International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum (ISDEIV),
YALTA, UKRAINE, September 27 – October 1, 2004
- Steinke, K.
Lindmayer, M. *Influence of Contact Distance on the Appearance of Vacuum Arcs with AMF Contacts*
XXIst International Symposium on Discharges and Elektrical Insulation in Vacuum (ISDEIV),
YALTA, UKRAINE, September 27 – October 1, 2004
- Schümann, U.
Budde, M.
Kurrat, M. *Influence of shield capacity on the breakdown voltage of vacuum tubes*
XXIst International Symposium on Discharges and Elektrical Insulation in Vacuum (ISDEIV),
YALTA, UKRAINE, September 27 – October 1, 2004
- Schümann, U.
Kurrat, M. Basic Considerations Concerning Lightning Impulse Voltage Breakdown in Vacuum
XXIst International Symposium on Discharges and Elektrical Insulation in Vacuum (ISDEIV),
YALTA, UKRAINE, September 27 – October 1, 2004
- Lindmayer, M.
Mahrzahn, E.
Mutzke, A.
Rüther, T.
Springstubbe, M. *The Process of Arc-Splitting Between Metal Plates in Low Voltage Arc Chutes*
Joint 22nd International Conference on Electrical Contacts & 50th IEEE Holm Conference on Electrical Contacts,
SEATTLE, USA, September 20-23, 2004
- Li, P.
Lindmayer, M. *Influence of the Barrier Surface Permittivity on the Homogeneity of Barrier Discharges under Atmospheric Pressure*
XVth International Conference on Gas Discharges and their Applications,
TOULOUSE, FRANCE, September 5-10, 2004
- Gerdinand, F.
Budde, M.
Kurrat, M. *Electrical and Mechanical Strength of Mineral Filled Epoxy Insulators in Correlation to Power Loss Factor*
The 8th IEEE International Conference on Solid Dielectrics
TOULOUSE, FRANCE, July 5-9, 2004
- Jung, M.
Weise, Th.
Nitsch, D.
Braunsberger, U. *Upgrade of a 350 kV NEMP HPD Pulser to 1.2 MV*
26th International Power Modulator Symposium,
SAN FRANCISCO, USA, May 23-26, 2004

- Budde, M.
Gerdinand, F.
Kurrat, M. *Verfahren zur Diagnose von Isoliersystemen auf Epoxidharzbasis*
ETG - Fachtagung "Diagnostik elektrischer Betriebsmittel"
KÖLN, 09./10. März 2004
- Braunsberger, T.
Dziubek, A.
Kurrat, M. *Zustandsbewertung von glasfaserverstärktem Kunststoffkern und*
Silikonschirmhülle in Verbundisolatoren
ETG - Fachtagung "Diagnostik elektrischer Betriebsmittel"
KÖLN, 09./10. März 2004
- Lindmayer, M. *Arc Splitting in Low-Voltage Arc Chambers – Experiments and*
Simulations
Meeting of the Current Zero Club,
GRENOBLE, FRANCE, November 17-18, 2003
- Temborius, S.
Lindmayer, M.
Gentsch, D. *Properties of WCu and WCCu for Vacuum Contactors*
IEEE Trans. on Plasma Science 31 (2003) , S. 945-952
- Steinke, K.
Lindmayer, M. *Current zero behavior of vacuum interrupters with bipolar and*
quadrupolar AMF contacts
IEEE Trans. on Plasma Science 31 (2003), S. 934-938
- Schümann, U.
Giere, S.
Kurrat, M. *Breakdown voltage of electrode arrangements in vacuum circuit-*
breakers
IEEE Trans. On Dielectrics and Electrical Insulation Vol. 10, No. 4,
August 2003, p. 557-562
- Lindmayer, M.
Marzahn, E.
Mutzke, A.
Springstubbe, M. *Low-Voltage Switching Arcs - Experiments and Modeling*
XVth Symposium on Physics of Switching Arc
BRNO, CZECH REPUBLIC, September 22 – 26, 2003
- Barcikowski, F.
Lindmayer, M. *Wärmeübertragungsmechanismen in Schaltgeräten und ihre*
Simulation
17. VDE-Fachtagung, Kontaktverhalten und Schalten
KARLSRUHE, 08.-10. Oktober 2003
- Budde, M.
Dziubek, A.
Kurrat, M. *Teilentladungen in Mikro-Hohlräumen*
48. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium
TECHNISCHE UNIVERSITÄT ILMENAU, 22.-25. September
2003
- Grundmann, J.
Lindmayer, M. *Measurement and 3D Simulations of the Thermal-Electrical*
Behaviour of YBCO Thin Films
6th European Conference on Applied Superconductivity
SORRENTO NAPOLI, ITALY, September 14-18, 2003
- Braunsberger, U. *Tesla-Transformer as High Voltage Generator for Pulsed Power*
Applications
14th Topical Meeting of the European Electromagnetic Launch
Society
KARLSKOVA, SWEDEN, September 9-10, 2003

- Braunsberger, T.
Dziubek, A.
Kodoll, W.
Schümann, U.
Kurrat, M. *PD between water drops influencing hydrophobic processes on SI and EP-resin systems*
The XIIIth International Symposium on High Voltage Engineering
DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, NETHERLANDS,
August 25-29, 2003
- Gerdinand, F.
Kurrat, M. *Methods to decelerate interfacial ageing problems in SiO₂ filled epoxies for applications in high voltage insulators*
The XIIIth International Symposium on High Voltage Engineering
DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, NETHERLANDS,
August 25-29, 2003
- Gerdinand, F.
Budde, M.
Kurrat, M. *State estimation of mineral filled epoxy insulators with loss factor measurement*
The XIIIth International Symposium on High Voltage Engineering
DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, NETHERLANDS,
August 25-29, 2003
- Kurrat, M.
Giere, S.
Schümann, U. *Electric field design for high-voltage vacuum tubes*
The XIIIth International Symposium on High Voltage Engineering
DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, NETHERLANDS,
August 25-29, 2003
- Schümann, U.
Budde, M.
Kurrat, M. *Capacity influence on breakdown voltage of electrode arrangements in vacuum*
The XIIIth International Symposium on High Voltage Engineering
DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, NETHERLANDS,
August 25-29, 2003
- Ermel, V.
Förster, F.
Lindmayer, M.
Prinz, E. *Untersuchung der Verteilung und Intensität filamentierter Barrierenplasmen für die Behandlung von Oberflächen*
Vakuum in Forschung und Praxis 15 (2003), S. 128-132.
- Grundmann, J.
Lindmayer, M.
Röckelein, R.
Schmidt, W. *Simulation of HTS Switching with the Finite Element Analysis Program ANSYS*
Superconductor Science and Technology 16 No. 5 (May 2003) p. 562-565
- Ermel, V.
Lindmayer, M. *Energy distribution of dielectric barrier discharges influenced by porous medium*
XXXVI International Conference on Phenomena in Ionized Gases,
GREIFSWALD 2003, S. 239-240
- Ermel, V.
Förster, E.
Lindmayer, M.
Prinz, E. *Spatially resolved distribution measurements of dielectric barrier discharges in a cylinder – plane electrode arrangement*
XXXVI International Conference on Phenomena in Ionized Gases,
GREIFSWALD 2003

Krämer, H.-P. *Herstellung von YBCO-Schichten auf polykristallinen Substraten für Hochstromanwendungen in der Energietechnik*
Röckelein, R. *8. VDI-Statusseminar „Supraleitung und Tieftemperaturtechnik“*
Schmidt, W. *GARMISCH-PARTENKIRCHEN, 13. - 14. Februar 2003*
Utz, B.
Weinert, U.
Neumüller, H.-W.
Grundmann, J.
Lindmayer, M.

Thomas, H. *Plasmabehandlung bei Atmosphärendruck – ein umweltschonendes Verfahren zur Veredlung von Wollgewebe*
Lehmann, K.-H. *75. Tagung des Wissenschaftl. Rates der AiF,*
Höcker, H. *MAGDEBURG, 28./29.11.2002*
Thode, C.
Lindmayer, M.

Meckler, P. *Simulation of AC Arc Faults in Aircraft Electrical Network*
Lindmayer, M. *21st International Conference on Electrical Contacts*
ZÜRICH, SWITZERLAND, September 9-12, 2002

Bericht in der Braunschweiger Zeitung vom 31.07.2004:

Wasserkraft hat das größte Potenzial

Zukunftsszenario der TU Braunschweig: EU verpasst im Strombereich Klima-Ziel von Kyoto trotz massiven Ausbaus erneuerbarer Energien

Von Elke Ebeling

BRAUNSCHWEIG. Wächst die Wirtschaft, wächst der Strombedarf. Bis 2020 müssen die Versorger nach Berechnungen von Studenten der TU Braunschweig voraus-sichtlich 26 Prozent mehr Energie in der "alten EU der 15" bereitstellen. Welche Quellen speisen dann den Strom aus der Steckdose und wie sieht die Klimabilanz aus?

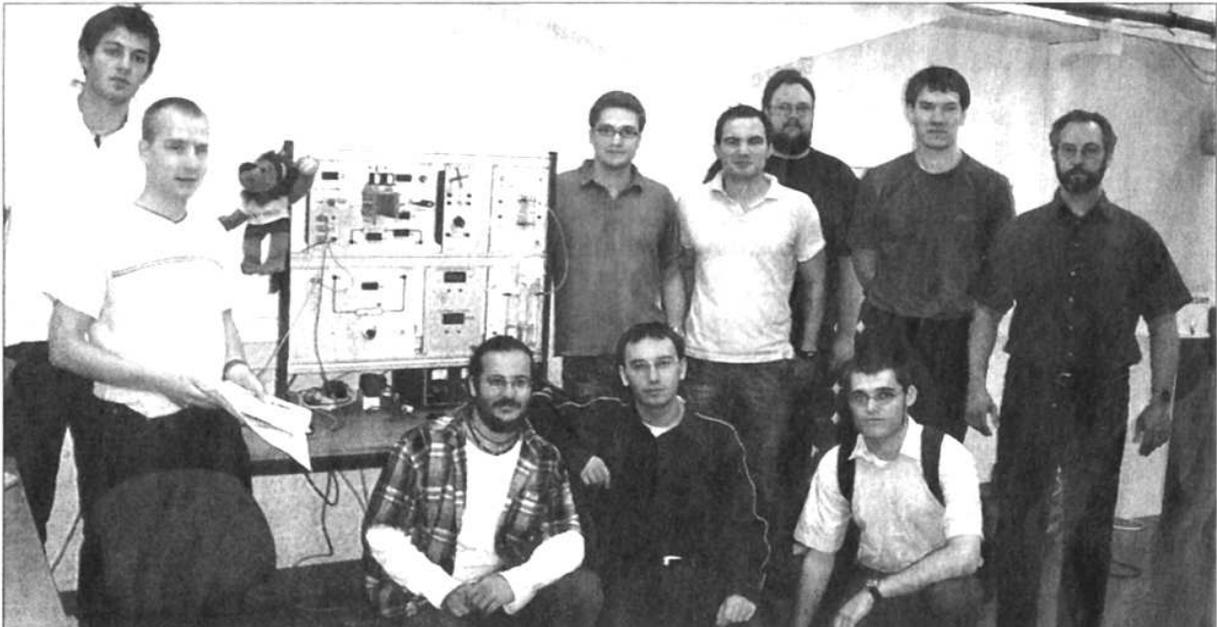


Ihre Zusagen von Kyoto, von 2008 bis 2012 die Kohlendioxid-Emissionen zum acht Prozent zu senken, kann die Europäische Union zumindest auf dem Stromsektor nicht einhalten. Das Ziel wird trotz massiver Förderung regenerativer Energien verpasst. Zu diesem Ergebnis kommen Studenten der Fachbereiche Elektrotechnik, Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen in einem Zukunftsszenario für die Energieversorgung. Das zweite EU-Ziel, 20 Prozent des Bedarfs mit erneuerbaren Energien zu decken, sei hingegen erreichbar.

Den Hauptanteil daran werde Wasserkraft haben.

Es sei ein großer Erfolg, falls es gelinge, den Schadstoffausstoß auf dem Niveau von 2001 zu halten, betont Professor Michael Kurrat, Leiter des TU-Instituts für Hochspannungstechnik und Elektrische Energieanlagen. Im Sinne des Kyoto-Protokolls müsste der Wirkungsgrad der Kohlekraftwerke um 40 Prozent verbessert und der Kohlendioxid-Ausstoß vermindert werden. Kurrat: "Es besteht ein enormer Ersatzbedarf." Allein in Deutschland müsse bis 2020 eine Kapazität von 60 Giga-Watt ersetzt werden, EU-weit seien es sogar 200 Giga-Watt.

Basis war eine EU-Studie von 1999, die ein jährliches Wirtschaftswachstum von 2,4 Prozent bis 2020 annimmt und deshalb eine Zunahme des Strombedarfs um 40 Prozent prognostiziert. Diese Wachstumsrate korrigierten die Studenten entsprechend neuer Vorhersagen auf 1,8 Prozent. Folglich würde der Strombedarf "nur" um 26 Prozent steigen.



Studenten der Vorlesung Innovative Energiesysteme vor einer Brennstoffzelle. Zum Wintersemester 2004 beginnt an der TU Braunschweig der neue gemeinsame Studienschwerpunkt "Interdisziplinäre Energietechnik" der Fachbereiche Elektrotechnik und Maschinenbau, weil die Energieversorger ein breites Ausbildungsspektrum erwarten.

Mehr Kernenergie

Obwohl die Kernenergie nicht zu den regenerativen Energien zählt, erwarten die Studenten eine Zunahme um 13 Prozent. Sie gehen nicht von mehreren neuen Reaktoren aus, sondern nehmen an, dass vermehrt Atomstrom aus den zehn EU-Beitrittsländern genutzt wird.

Die größten Zuwachsraten schreiben die Studenten der Windenergie zu. Sie erwarten eine glatte Verdoppelung. Würden alle bestehenden Windkraftanlagen das ganze Jahr unter Volllast laufen, deckten sie bereits 20 Prozent des Energiebedarfs, erläutert Kurrat. Statistisch erreichten die "Windmühlen" Volllast aber nur in 1600 Stunden.

Um Schwankungen durch Windflauten oder Abschaltungen wegen Sturms auszugleichen, seien schnell einsetzbare Kraftwerke vonnöten. Dafür seien Gaskraftwerke ideal. Sie haben den Vorzug, dass sie um die Hälfte weniger Kohlendioxid abgeben als Kohlekraftwerke. Bei Gas gehen die Studenten den von einer Kapazitätserweiterung um 70 Prozent aus. Allerdings, wirft Kurrat ein, sind die Gaspreise nicht so stabil wie die der Kohle. Für Kohlekraftwerke erwarten die Studenten eine Zunahme der Leistung um 22 Prozent voraus. Erstaunlich: Das größte Potenzial unter den erneuerbaren Energien sehen die Studenten der

Wasserkraft. 2020 könnten allein mit Wiederinbetriebnahme alter Anlagen und einem geringen Zubau 29 Prozent des Strombedarfs gedeckt werden. Ein großer Teil davon wird aus Skandinavien und Österreich stammen.

Biogas für die Grundlast

Strom aus Solarenergie und Biomasse spielt in dem Szenario kaum eine Rolle: Solarstrom mache in Deutschland 0,1 Prozent des Bedarfs aus – 0,2 Milliarden von insgesamt 500 Milliarden Kilowattstunden, rechnet Kurrat vor. Solarkraft könnte einen ähnlichen Beitrag wie Windkraft leisten. Allerdings müssten Solarkraftwerke noch entwickelt werden. Das dauere 20 bis 30 Jahre. Das sei jedoch exakt die Zeitspanne, nach dem sich die Öl- und Gasvorräte verknappen würden. Biogasanlagen hätten den Vorzug, kontinuierlich Strom zu liefern und seien deshalb bestens geeignet zur Deckung der Grundlast.

Kurrat zieht das Fazit: Deutliche Verminderungen des Schadstoffausstoßes seien nur auf dem Verkehrs- sowie Wärmesektor möglich. "Da ist viel Potenzial", findet Kurrat und verweist auf Blockheizkraftwerke mit Brennstoffzellen für Wohnhäuser, auf Wärmedämmung. Kraftstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen...

