

# Jahresbericht 2003





Vorwort	S. 2
INP auf einen Blick	S. 3
INP - Organisation	S. 4
Berichte zur wissenschaftlichen Arbeit der Fachabteilungen	S. 5
Abteilung Plasmastrahlung	S. 6
GW: HID-Lampe	
GW: Diagnostik am Schweißlichtbogen	
DW: Untersuchungen zur Radikalbildung in Edelgas-Wasserdampf-Plasmen	
GW: Niederdruckstrahlungsquellen	
GW: Abgasreinigung und plasmachemische Reaktionen	
GW: Strahlungsquellen mit makroskopischen Materialien im Entladungsraum	
GW: Untersuchungen an hochfrequenzbetriebenen Kapillarentladungen	
DW: Deuterium Lamp Standard	
Abteilung Plasmainduzierte Oberflächenprozesse	S. 15
GW: Oberflächenfunktionalisierung polymerer Biomaterialien	
GW: Elementarprozesse plasmagestützter Aminofunktionalisierung	
GW: Reaktionskinetik chemisch aktiver, molekularer Nichtgleichgewichtsplasmen	
GW: Plasmachemische Funktionalisierung von Teststrukturen zur Verbesserung des Fließverhaltens	
Abteilung Plasmaprozessstechnik	S. 20
GW: Plasmabehandlung von mikrodispersen Materialien	
GW: Abstrahlung aus Hg-freien Hochdruckplasmen	
GW: Atomare Daten und Plasmaparameter	
GW: Sondenmessungen in einem großvolumigen Afterglowplasma	
GW: Sondendiagnostik einer kombinierten HF- und DC-Magnetron-Entladung	
GW: Plasma-Pulver-Wechselwirkung	
GW: Plasmakatalyse	
DW: Untersuchung der Übergangsbereiche zwischen Plasma und Elektroden in HID-Lampen	
DW: Plasmachemische Behandlung von Graphitfasern für innovative Einsatzpotenziale	
Abteilung Plasmatheorie	S. 30
GW: Grundlagenuntersuchungen zur Strukturbildung	
GW: Analyse von Niedertemperaturplasmen	
Anhang	S. 33
Kooperation / Kontakte	
Publikationen	
Vorträge	
Poster	
Vorträge auf externen Kolloquien	
Weitere Aktivitäten	

## Abkürzungen

GW	Grundmittelfinanziertes Projekt
DW	Drittmittelfinanziertes Projekt



Das Institut für Niedertemperatur-Plasmaphysik betreibt anwendungsorientierte Forschung zu anisothermen Niedertemperaturplasmen. Das sind jene Plasmen, die wegen der Vielfalt und Einzigartigkeit ihrer Anwendungen die Plasmatechnologie zu einer Querschnitts- und Schlüsseltechnologie werden ließen.

Eine Vielzahl von Faktoren sichern dieser Technologie ein anhaltendes Wachstum. Plasmaverfahren sind wissensbasiert, sie können oft höchst stoffspezifisch und energiesparend geführt werden, und sie können umweltgefährdende nass-chemische Verfahren ersetzen. Eine große Entwicklungsdynamik in Hochtechnologiefeldern wie zum Beispiel der Mikroelektronik und der Mikrostrukturtechnik schließt stets auch die Entwicklung neuartiger Plasmaverfahren ein. Zugleich entstehen so neue Möglichkeiten für Anwendungen in vergleichsweise etablierten Technologiefeldern. In besonderem Maße gilt das für die Oberflächentechnik. Hier werden neben klassischen Einsatzfeldern wie zum Beispiel der Werkstofftechnik und dem Maschinenbau immer mehr auch Zukunftsfelder wie die Kunststofftechnik, der Leichtbau und die Biomedizintechnik erreicht.

Von dieser vielfältigen Anwendungsrelevanz von Plasmen waren die Forschungsarbeiten des INP im Jahr 2003 bestimmt. Sie bezogen sich schwerpunktmäßig auf Plasmastrahlungsquellen, auf plasmagestützte Oberflächenfunktionalisierungen und auf Prozesse in anisothermen Normaldruckplasmen. Hiermit wurde aktuellen Aufgabenstellungen an die Entwicklung der Plasmatechnik entsprochen.

Notwendig ist eine Absenkung der Kosten von Ausrüstungen und Verfahren, um das große Anwendungspotenzial von Plasmen in herkömmlichen Technologien weiter zu erschließen. Der Weg dahin wird vor allem in der Verwendung von atmosphärennahen Plasmen gesehen. Das INP ist in mehreren Richtungen an der Erarbeitung derartiger Lösungen beteiligt.

Auch die Energieeffizienz von Plasmaanwendungen ist außerordentlich wichtig, so zum Beispiel bei Plasmalampen für die Allgemeinbeleuchtung und die UV-Strahlungs-Erzeugung. Hier ist das Institut an mehreren Entwicklungen beteiligt.

Eine weitere aktuelle Aufgabe ist die Erschließung des hohen Innovationspotenzials von Plasmen in Hightech-Anwendungen. Viele Zukunftstechnologien benötigen anspruchsvolle Oberflächenmodifikationen und neue Materialien und folglich auch neue Plasmatechniken. Aktuelle Beispiele hierfür sind die Biomedizintechnik und die Nanotechnologie. In diesen neuen Anwendungsfeldern ist das Institut tätig.

Zusätzlich wurden auch im Jahr 2003 Grundlagenuntersuchungen, vorzugsweise theoretische Arbeiten zur mikrophysikalischen und makrophysikalischen Beschreibung anisothermer Plasmen und ausgewählte experimentelle Arbeiten fortgesetzt, um eigene Beiträge zur Vervollkommenheit der physikalischen Beschreibung von in diesen Zusammenhängen relevanten anisothermen Plasmen zu leisten. Im Rahmen dieser Grundlagenforschung kooperierte das Institut mit Plasmaforschungseinrichtungen bundesweit und international.

Besonderer Wert wurde auf den Ausbau von Fähigkeiten zur Bearbeitung komplexer Aufgabenstellungen der anwendungsorientierten Vorlaufforschung gelegt, mit denen man das Innovations- und Anwendungspotenzial von technischen Plasmen für den Bedarf der Wirtschaft erschließen kann. Ein großer Teil der Drittmittel des Hauses stammt aus Industrie-Verbundprojekten, in denen das Ausmaß an Abstimmung und arbeitsteiliger Zusammenarbeit weiter zugenommen hat.

Somit hat das Institut, seinem satzungsgemäßen Auftrag folgend, die Profilierung als bedeutendes wissenschaftliches Kompetenzzentrum für die Förderung der Anwendung von Plasmen fortgesetzt.



Institut für Niedertemperatur-Plasmaphysik e.V.

- Ein Institut der Leibniz-Gemeinschaft -

Adresse

Friedrich-Ludwig-Jahn-Str. 19  
D - 17489 Greifswald

Telefon

+49 - 3834 - 554 300

Fax

+49 - 3834 - 554 301

Email

director@inp-greifswald.de

www

www.inp-greifswald.de

Direktor

Prof. Dr. Klaus-Dieter Weltmann

Verwaltungsleiter

Dipl.-Ing. Dieter Schlott

Öffentlichkeitsarbeit

Anke Wagner

Gründung

1992 als Leibniz-Institut

Mitarbeiter

94

Budget

7,1 Mio.€

Grundfinanzierung: Bund und Land M-V je zur Hälfte  
zusätzlich Drittmittel: 1,7 Mio.€  
(2003)

Gebäude

Neubau 1999  
3700 m<sup>2</sup> Grundfläche  
26 Labore:

Reinraum, Chemielabor, Applikationslabor  
flexible Mess- und Diagnostikausstattung

Abteilungen

Plasmastrahlung  
Plasmainduzierte Oberflächenprozesse  
Plasmaprozessestechnik  
Plasmatheorie



## Mitgliederversammlung Vorsitzender

**Prof. Dr. G. Ecker**

Prof. Dr. W. Böttcher  
Prof. Dr. J.P.F. Conrads  
Reg. Dir. Dr. M. Dube  
Prof. Dr. K. Fesser  
Dr. A. König  
Prof. Dr. A. Rutscher  
Reg. Dir. Dr. J. Stümpfig  
Prof. Dr. J. Wilhelm  
Prof. Dr. R. Winkler

## Kuratorium Vorsitzender

**Reg. Dir. Dr. J. Stümpfig**

Reg. Dir. Dr. M. Dube  
Dr. B. Gellert  
Prof. Dr. J. Meichsner

Vertreter des wiss. Beirates: Prof. Dr. R. Wilhelm

## Wissenschaftlicher Beirat Vorsitzender

**Prof. Dr. R. Wilhelm**

Dr. E. Arnold  
Prof. Dr. K. Becker  
Dr. J. Kieser  
Dr. U. Kogelschatz  
Prof. Dr. U. Kortshagen  
Prof. Dr. U. Schumacher  
Prof. Dr. J. Winter

(seit Juni 03)

## Vorstand Direktor

**Prof. Dr. K.-D. Weltmann**



**Abteilung  
Verwaltung // Infrastruktur  
Dipl. Ing. D. Schlott**



**Abteilung  
Plasmastrahlung  
Dr. E. Kindel**



**Abteilung  
Plasmaprozessstechnik  
PD Dr. H. Kersten**



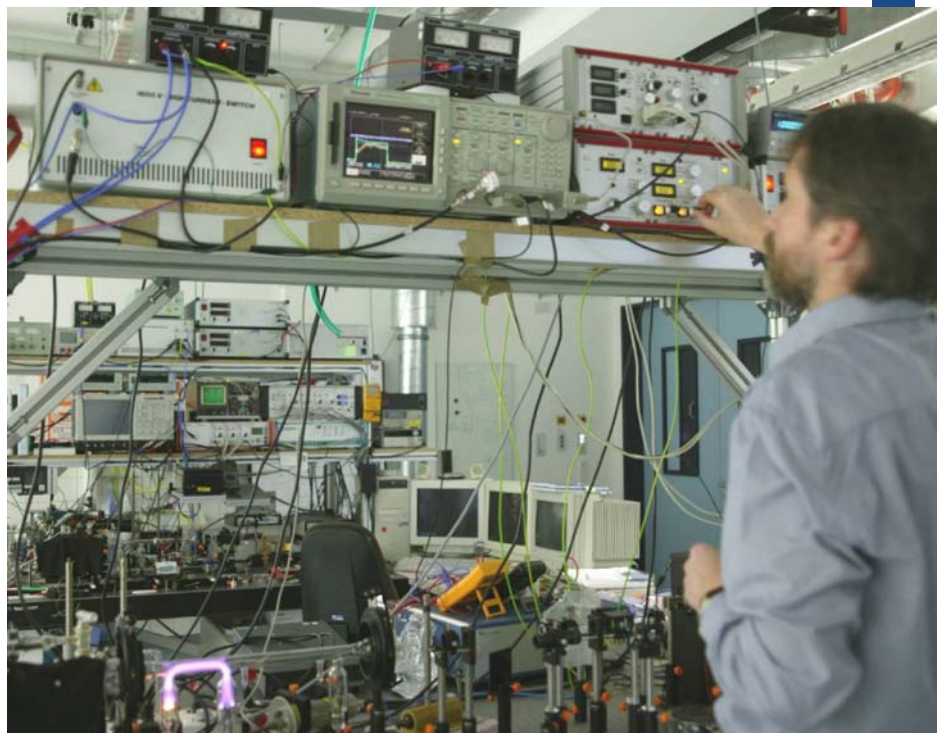
**Abteilung  
Plasmaoberflächentechnik  
Dr. A. Ohl**



**Abteilung  
Plasmatheorie  
Prof. Dr. R. Winkler**

## **Berichte zur wissenschaftlichen Arbeit der Fachabteilungen**





**Abteilung Plasmastrahlung**



## GW: HID-Lampe

### Problem

Hauptprobleme bei der Entwicklung quecksilberfreier Hochdruck-Entladungslampen, die auf dem Einsatz komplexer Mischplasmen basieren, sind die Auffindung geeigneter Quecksilber-Ersatzkandidaten sowie die Charakterisierung der atomaren Viellinien- und Molekülstrahlung der enthaltenen Seltenen Erden.

### Lösungsansatz

Auf Basis von Untersuchungen der elektrischen Kenngrößen, der Temperaturverläufe sowie der spektralen Strahlungsverteilungen werden die durch Ersatz von Quecksilber sowie durch veränderte Betriebsweisen bewirkten Plasma-Modifikationen analysiert. Die Eignung von Hg-Ersatzkandidaten wird durch Messung der lichttechnischen Größen entsprechender Mischplasmen geprüft.

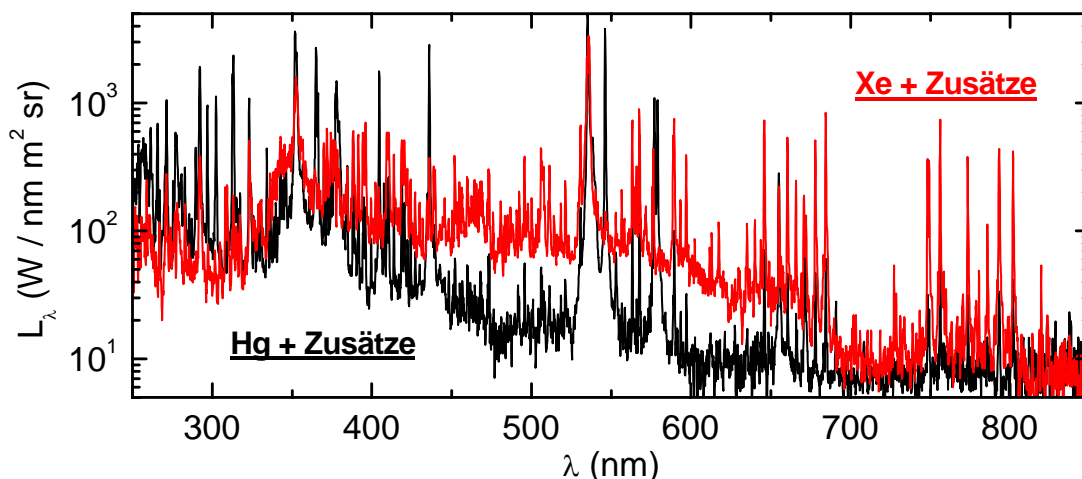
### Technologischer Nutzen

Die Möglichkeit der effizienten Strahlungserzeugung mittels technisch relevanter Hg-freier Hochdruck-Entladungslampen wird nachgewiesen. Die erreichten Werte der lichttechnischen Größen stellen eine sehr gute Ausgangsbasis für eine Optimierung dar, die auf einen vollwertigen Ersatz kommerzieller Hg-haltiger Lampen abzielt.

### Ergebnisse 2003

Als Hg-Ersatz kommen Edelgase in Frage. Optische und elektrische Messungen in reinen Gasen sowie in Mischungen mit Thallium-, Natrium- und Thuliumjodid bei verschiedenen Betriebsweisen (Sinus, Rechteck und Impuls) weisen Xenon unter den Edelgasen als aussichtsreichsten Hg-Ersatzkandidaten aus. Es wurden in lampenrelevanten Mischungen Lichtausbeuten erreicht, die über denjenigen vergleichbarer Hg-Entladungen, aber noch unter den von kommerziellen Hg-haltigen Lampen realisierten Spitzenwerten um 100 lm/W, lagen. Der Beitrag der Moleküle zur Gesamtabstrahlung nimmt stark zu. Modelle der atomaren Viellinienstrahlung sowie des Quasikontinuums der Selten-Erd-Monojodide gestatten die theoretische Analyse der Edelgas-Mischplasmen.

Lichtausbeute ( $\eta$ )  
und  
Farbwiedergabe (R)  
**Xe + Zusätze**  
 $\eta = 63 \text{ lm/W}$   
 $R = 58$   
**Hg + Zusätze**  
 $\eta = 46 \text{ lm/W}$   
 $R = 50$



### Vorhaben 2004

Ziel der weiteren Untersuchungen ist die Optimierung der spektralen Verteilung der Strahlung aus den favorisierten Hg-freien Plasmamischungen. Im Vordergrund steht die Analyse der Molekülstrahlung. In die Untersuchungen werden weitere Bestandteile realer Lampenfüllungen einbezogen. Die vorliegenden Modelle werden weiterentwickelt.



## GW: Diagnostik am Schweißlichtbogen

### Problem

Das Interesse bei Untersuchungen am Impuls-Schweißlichtbogen zielt auf einen geringeren Energieeintrag bei der Fügechnik. Der Impuls-Lichtbogen ist hierbei ein geeignetes Mittel und gewinnt zunehmend im Ultraleichtbau an Bedeutung. Derzeit wird von Seiten des Deutschen Verbandes für Schweißen und verwandte Verfahren (DVS) festgestellt, dass ein großer Bedarf an lichtbogenphysikalischen Kenntnissen im Schweißlichtbogen besteht.

### Lösungsansatz

Die Kenntnisse der im Lichtbogenplasma ablaufenden Prozesse sind materialspezifisch zu erweitern. Mit einer weiterführenden Auswertung an ausgewählten Spektrallinien werden Temperatur- und Dichteverteilungen bestimmter Elemente (Ar, Cu) im Lichtbogenplasma ermittelt.

### Technologischer Nutzen

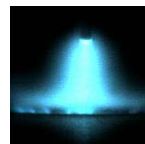
Wirtschaftliche Erfolgsaussichten bestehen in dem Grundlagencharakter der spektroskopischen Untersuchungen. Aus diesen lassen sich Rückschlüsse über die Temperaturverteilungen und Metaldampfdichteverteilungen ableiten. Die Ergebnisse tragen zu einem wesentlich besseren Verständnis der Vorgänge im Schweißlichtbogen bei. Dadurch ist die gezielte Beeinflussung, Steuerung und Regelung der Fügeprozesse mit geeigneten Schweißstromquellen möglich.

### Ergebnisse 2003

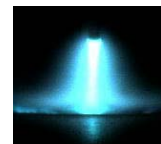
Es wurden Ergebnisse einem größeren Kreis von Schweißfachleuten auf zwei Arbeitstagen des DVS vorgestellt. Diese Ergebnisse stoßen auf reges Interesse und tragen zu einer breiteren Zusammenarbeit auch außerhalb des Projektes bei. Hier deutet sich eine mögliche Zusammenarbeit mit einem mittelständischen Unternehmen an.

Filter Athermal 2A1  
(nicht spektralselektiv)

$t_b=10\mu s$



$t_v=500\mu s$



$t_v=750\mu s$



$t_v=1500\mu s$

Interferenzfilter  $510 \pm 3\text{ nm}$   
(Cu I 507,613; 510,563; 515,323 nm)

$t_b=90\mu s$

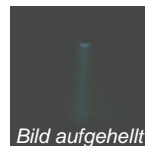


Bild aufgehellt

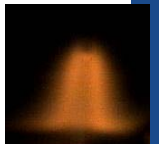
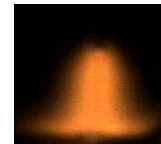
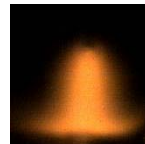


Bild aufgehellt



Interferenzfilter IF  $750 \pm 3,5\text{ nm}$   
(Ar I 750,387; 751, 511 nm)

$t_b=10\mu s$



Vergleich verschiedener Hochgeschwindigkeitsaufnahmen

### Vorhaben 2004

Das INP ist an einer Weiterführung der Arbeiten zu grundlegenden Fragen der Physik des Schweißlichtbogens im Rahmen von Förderprojekten interessiert. Durch Zusammenführung der Kenntnisse auf dem Gebiet der Hochdruck-Plasmalichtquellenforschung mit der Physik des Schweißlichtbogens sind Synergieeffekte für beide Gebiete der Grundlagenforschung zu erwarten.



## GW: Untersuchungen zur Radikalbildung in Edelgas-Wasserdampf-Plasmen

### Problem

Die Untersuchungen im Projekte *Untersuchungen von plasmatechnischen Verfahren zur Polymerisation von micellaren Aggregaten* (BMBF-FKZ: 13N7542/8) haben gezeigt, dass die plasmainduzierte Polymerisation amphiphiler Aggregate in wässriger Lösung nicht auf UV-Strahlung beruht. Daher wird vermutet, dass die durch die Einwirkung des Plasmas gebildeten OH-Radikale eine radikalische Polymerisation bewirken.

### Lösungsansatz

Mit Hilfe einer Modellentladung, die den Bedingungen in den Polymerisationsreaktoren nachempfunden ist und einen den spektroskopischen Zugang ermöglicht, sollen mittels TALIF (Two-Photon Absorption Laser-Induced Fluorescence Spectroscopy) am Wasserstoffatom absolute Teilchendichten bestimmt werden, die Rückschlüsse auf die OH-Radikalkonzentration und somit auf die ablaufenden Elementarprozesse erlauben.

### Technologischer Nutzen

Durch die Polymerisation können Micellen und Vesikel in ihrer Größe als auch Form stabilisiert werden. Anwendung finden diese z.B. in Form von Depottabletten, in Waschmitteln oder in der chemischen Katalyse als Katalysatorträger und Ort der Reaktion.

### Ergebnisse 2003

Die Vorarbeiten im Rahmen des Micellen-Projektes ergaben, dass die Quenchraten für Ar und H<sub>2</sub>O ( $Q_{21}=4,6 \cdot 10^{-10} n_{Ar}$  bzw.  $Q_{21}=110 \cdot 10^{-10} n_{H_2O}$  [1]) im interessierenden Druckbereich für die TALIF Untersuchungen problematisch sind. Ziel war es, das Quenching durch das Prozessgas zu minimieren. Daher wurden Untersuchungen bezüglich des Polymerisationsverhaltens unter Helium ( $Q_{21}=0,099 \cdot 10^{-10} n_{He}$  [1]) im Rotationsreaktor durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass der Wechsel des Prozessgases bei dem Testmonomer (Natriumundecenylcarboxylat) entscheidende Vorteile brachte. Der Umsatz ist mit 99% nahezu vollständig und die Polymerausbeute von 31% ist sehr gut (Tab. 1).

#### Erläuterungen:

##### **Umsatz:**

Aufbrechen der Doppelbindung (Voraussetzung für die Polymerisation/Vernetzung der Aggregate)

##### **Ausbeute:**

Polymerausbeute mit einem Molgewicht > 1000 g/mol

Prozessgas	Behandlungs- dauer [h]	Pulsfrequenz [Hz]	Umsatz [%]	Ausbeute [%]
Ar	3	900	79	12
Ar	3	600	77	12
He	3	900	99	31
He	3	600	99	21

**Tab.1:** Ergebnisse für die Behandlung von Natriumundecenylcarboxylat unter verschiedenen Prozessatmosphären

### Vorhaben 2004

- Bestimmung der absoluten  $n_{H_2O}$  in der Modellentladung mittels TALIF
- Untersuchung der Modellentladung mittels OES
- Spektral selektiertes Imaging mittels ICCD-Technik

[1] J. Bittner, K. Kohse-Höinghaus, U. Meier, Th. Just, Chemical Physics Letters, Volume 143/6 (1988) 574



## GW: Niederdruckstrahlungsquellen

### Problem

Bei der Optimierung effizienter UV/VUV-Niederdruckstrahlungsquellen stehen im wesentlichen Strahlungsleistung, Wirkungsgrad, Lebensdauer und Stabilität im Mittelpunkt. Ein wichtiger Parameter solcher Optimierungen ist die Gastemperatur, deren räumliche Verteilung in technologisch relevanten Entladungen, wie quecksilberfreien VUV-Quellen oder deuteriumhaltigen UV-Quellen, oft nur unzureichend bekannt ist.

### Lösungsansatz

Die Analyse der Dopplerverbreiterung spektral hochaufgelöster Emissions- und Absorptionsprofile atomarer sowie molekularer Übergänge unter der Berücksichtigung der atomaren Quantenstruktur (FS, HFS) sowie dem Einfluss weiterer Verbreiterungsmechanismen (Druck, Stark und Instrument). Für die experimentelle Erfassung der Linienprofile ist ein geeigneter Messplatz einzurichten.



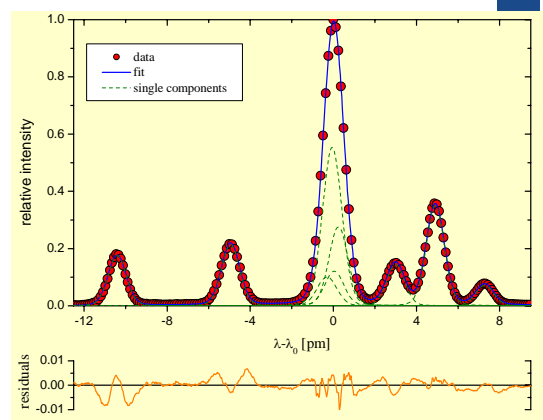
### Technologischer Nutzen

Mit diesem Beitrag wird das physikalische und technologische Grundlagenverständnis zu *Neuartigen Plasmalichtquellen* erweitert. Dies gilt im VUV-Spektralbereich für Xenon-Niederdruckgasentladungen hinsichtlich der Anwendung in der Lichtwerbung sowie im UV-Spektralbereich für Deuteriumlampen im Bereich der chemischen Analytik und UV-Spektroskopie.

### Ergebnisse 2003

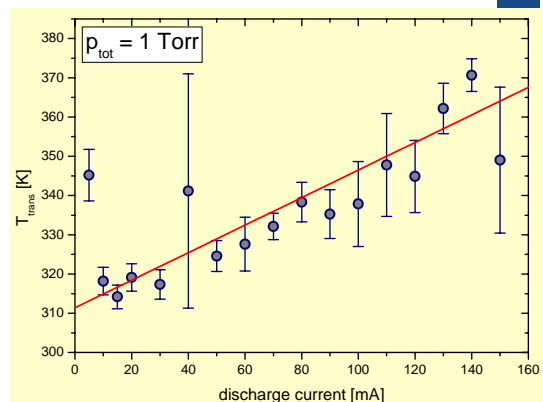
Die Untersuchungen zur Gastemperatur wurden im Berichtszeitraum an einer xenonhaltigen Niederdruck-Glimmentladung durchgeführt. Die Beiträge der einzelnen Isotope und deren Hyperfeinaufspaltung zur Verbreiterung des Absorptionsprofils bei 820,63 nm konnten erfolgreich beschrieben werden. Aus der Anpassung an das Linienprofil ergab sich daraus die Gastemperatur.

Die Ergebnisse der Doppleranalyse bei Variation des Entladungsstromes unterstreichen die Empfindlichkeit der Methode. Die Temperaturerhöhung bei 1 Torr Gesamtdruck beträgt bei Änderung des Stromes von mehr als 2 Größenordnungen nur 50 K. Die Extrapolation zu verschwindendem Entladungsstrom ergab die zu erwartende Raumtemperatur.



### Vorhaben 2004

Die Ausdehnung der Arbeiten zu räumlichen Temperaturverteilungen in Deuterium-UV-Strahlungsquellen sind im Rahmen eines von der Europäischen Union zu fördernden Projektes vorgesehen.





## GW: Abgasreinigung und plasmachemische Reaktionen

### Problem

Hauptziel ist die Entwicklung einer kontinuierlichen Regenerationsmethode für Rußfilter bei Dieselabgasen. Im Bereich niedriger Abgastemperaturen unterhalb von 200 °C gibt es derzeit kein wirksames Regenerationsverfahren. Ein weiteres Ziel ist die Aufklärung von Abbaumechanismen für Ruß. Dies ist wichtig für den praktischen Einsatz mit stark wechselnden Motorlasten und Temperaturbereichen von 150 bis 600 °C. Das hat unmittelbar Auswirkungen auf die Betriebsweise und das Filterdesign (Reaktorgestaltung).

### Lösungsansatz

Benutzt wird ein am INP entwickeltes Plasmaverfahren mit einer als Filter ausgebildeten Elektrode einer dielektrisch behinderten Entladung. Dabei werden verschiedene Filtermaterialien als auch Formen sowie Modellreaktoren untersucht.

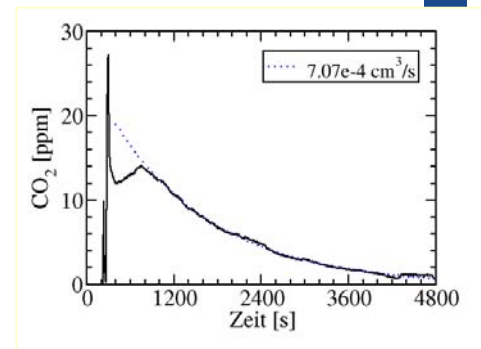
### Technologischer Nutzen

Der Gesamtnutzen des Projektes liegt in einer kontinuierlichen Regenerationsmethode für Rußfilter bei niedriger Abgastemperatur und zielt auf eine Lösung des Abgasproblems bei Dieselfahrzeugen für zukünftig erwartete Abgasnormen jenseits der Gesetzgebung für 2005. Die praktische Umsetzung des Projektes wäre ein wesentlicher Beitrag zur Entlastung der Umwelt. Ferner geht es um die Erschließung zusätzlicher Anwendungsfelder.

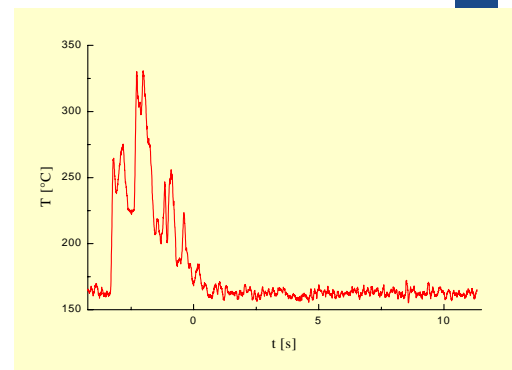
### Ergebnisse 2003

In Fortführung vorangegangener Arbeiten wurden für Sintermetall-Filterelektroden (Oberflächen- und Tiefenfilter) Ozonreaktionen mit Ruß als ein wesentlicher Mechanismus des Rußabbaus bei niedrigen Temperaturen unterhalb von 200 °C identifiziert. Im Plasma läuft der Abbauprozess schneller als mit extern erzeugtem Ozon ab. Dafür in Frage kommen Temperatureffekte, höhere Ozonkonzentrationen oder zusätzliche Prozesse (etwa über O). Ferner werden in der ersten Phase der Rußzersetzung Kohlenwasserstoffe sehr schnell abgebaut.

Auf Isolatoranordnungen zeigt sich ein beschleunigter Rußabbau unter Temperaturerhöhung. Es wurde ferner ein neues Reaktorprinzip entwickelt. Dies ermöglicht, neben dem Einsatz im Bereich der Diesel-Abgasbehandlung, weitere Anwendungen.



*Rußzersetzung in der Sauerstoffentladung bei 110 °C*



*Abreinigung auf berußter Isolatorfläche;  
Prozessgas Luft, Leistung 0,9 W  
(Pyrometer Typ 270C, Anstiegszeit 15 µs)*

### Vorhaben 2004

- ▶ Untersuchungen zu einer neuartigen Reaktorkonfiguration mit strukturierten Elektroden einer dielektrisch behinderten Entladung
- ▶ Untersuchungen zum Filterverhalten und zu den Reaktionsprodukten
- ▶ Untersuchung verschiedener Ansteuerparameter auf die Plasmaausbildung
- ▶ Betriebsverhalten bei im Fahrzeugbetrieb auftretenden relevanten Temperaturen
- ▶ Prüfung der obigen Systeme für andere Einsatzgebiete, z. B. Abluftreinigung, Rußabbaumechanismen
- ▶ Erweiterung der Messungen von Abklingkonstanten beim Rußabbau auf höhere Temperaturen und NO-Verbindungen
- ▶ Pyrometrische Messungen zur Bestimmung der Oberflächentemperatur an Ruß für verschiedene Entladungsanordnungen

## GW: Strahlungsquellen mit makroskopischen Materialien im Entladungsraum

### Problem

Hauptziel ist die effektive Erzeugung von Excimer-Strahlung bei dielektrisch behinderten Entladungen im Mittel- bis Normaldruckbereich für Anwendungen in der Lichterzeugung, für Anzeigeeinrichtungen und im Bereich der UV-Technologien. Ferner geht es um die technologisch einfache Erzeugung von Strahlung im sichtbaren Spektralbereich.

### Lösungsansatz

Aufklärung des Einflusses von strukturierten Elektroden bei dielektrisch behinderten Entladungen bzw. makroskopischen Materialien im Entladungsraum auf das Entladungs- und Strahlungsverhalten mit Hilfe von lichttechnischen Mitteln, der Spektroskopie sowie Kurzzeitdiagnostik.

Dabei:

- (a) Bau und Einsatz mit Leuchtstoff beschichteter Strukturen im Entladungsraum unter Nutzung von Oberflächengleitentladungen.
- (b) Verwendung strukturierter Elektroden und von Gasgemischen für die direkte Erzeugung von Strahlung im sichtbaren Spektralbereich.

### Technologischer Nutzen

Grundsätzliche Beurteilung der Entladungssysteme hinsichtlich des technologischen Potenzials für einen späteren praktischen Einsatz bei obigen Anwendungen.

### Ergebnisse 2003

Es wurden verschiedene Testsysteme aufgebaut. Kugelstrukturen zeigen ein beträchtliches Potenzial hinsichtlich einer effektiven Strahlungserzeugung. So liegt die spezifische Lichtausstrahlung mit einer Füllung aus Xe + 10 % Ne gegenüber einem konventionell aufgebauten Vergleichssystem um den Faktor 2 bis 3 höher bei gleicher eingespeister Leistung.



DBE-Struktur nach (a)  
(Explosionsdarstellung:  
Transparente Elektrode –  
Dielektrikum – Kugelstruktur –  
Gegenelektrode)



Kugelstruktur  
mit Leuchtstoff

### Vorhaben 2004

- ▶ Ermittlung des Einflusses von verschiedenen geometrischen Bedingungen auf die Transformation UV/VUV-Strahlung in den sichtbaren Spektralbereich über Leuchtstoffe
- ▶ Untersuchungen zum Einfluss von Beimischungen (z.B. Ne) und Anregungsformen mittels Spektroskopie (VUV-Spektroskopie und über IR-Linien)
- ▶ Untersuchungen des Entladungsaufbaus im Hinblick auf Oberflächengleitentladungen mit Hilfe der Kurzzeitdiagnostik
- ▶ Untersuchungen zur Anregung von Leuchtstoffen im VUV-Bereich (Kooperation)

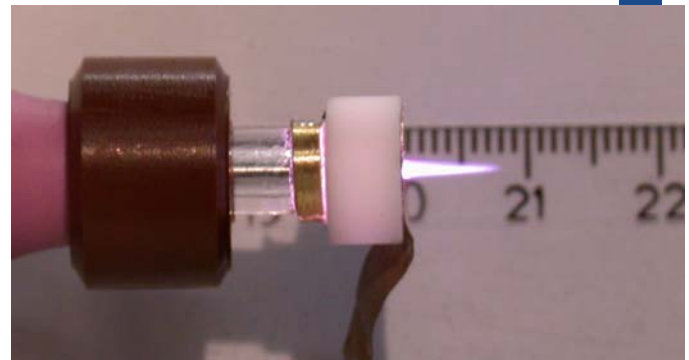
## GW: Untersuchungen an hochfrequenzbetriebenen Kapillarentladungen

### Problem

Neue Erkenntnisse zur Erzeugung und Wirkungsweise spezieller Plasmen unter Atmosphärendruckbedingungen lassen deren Anwendbarkeit für Verfahren der Plasma-Sterilisation und Oberflächenbehandlung neuer Qualität, insbesondere für medizintechnische Produkte, erwarten. Es sind daher entsprechende innovative Plasma- und Strahlungsquellen speziell hinsichtlich dieser Anwendungsaspekte zu untersuchen.

### Lösungsansatz

Es werden innovative, modulare Normal-, Mittel- bzw. Niederdruck-Plasma- und Strahlungsquellen auf Basis offener bzw. geschlossener HF-Kapillarentladungen entwickelt, auf der Grundlage plasmaphysikalischer Diagnostikmethoden (insbesondere optische Emissionsspektroskopie und Massenspektrometrie) optimiert und auf ihre Anwendbarkeit für die Plasmasterilisation und Oberflächenbehandlung getestet.



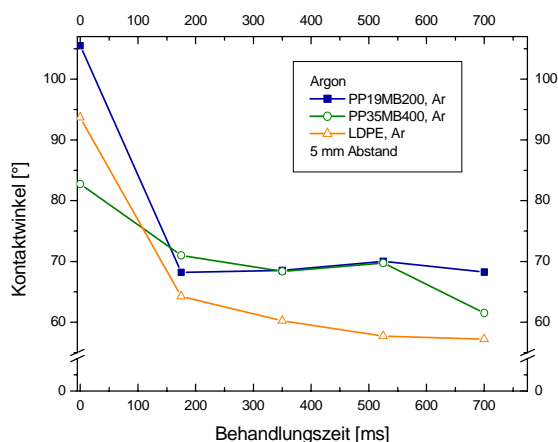
Offene HF-Kapillarentladung:  
Einzelelement

### Technologischer Nutzen

Gasentladungen in sehr kleinen Entladungsvolumina finden immer stärkeres Interesse in technologisch relevanten Anwendungsgebieten. Dabei bieten geschlossene, HF-angeregte Hg-Kapillarentladungen die Möglichkeit, beliebig geformte Flächenstrahler mit hoher UV-Strahlungsleistung für vielfältige Sterilisationsanwendungen zu konstruieren. In gasdurchströmten Entladungssystemen (offene Kapillarentladungen) kann das räumliche Afterglow-Plasma für mikrobiologische und medizintechnische Spezialanwendungen zur Oberflächenbeschichtung, Funktionalisierung (Hydrophobierung, Hydrophilierung) oder zur Sterilisation eingesetzt werden.

### Ergebnisse 2003

Es wurden verschiedene neue, modulare Plasmaquellen aufgebaut und Aussagen zu deren prinzipiellen Wirkmechanismen sowie Ergebnisse der Testung für unterschiedliche Anwendungen gewonnen.



Änderung des Kontaktwinkels verschiedener Materialien bei Behandlung mit dem Ar-Afterglow-Plasma einer Normaldruck-HF-Kapillarentladung





## DW: Deuterium Lamp Standard (EU)

### Problem

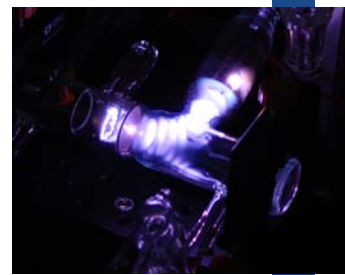
Das Rauschen kommerziell erhältlicher Deuteriumlampen limitiert häufig die Nachweisgrenze in chemischen Analyseverfahren. Typischerweise besitzen diese auch in der UV-Spektroskopie weit verbreiteten Strahlungsquellen lediglich eine Lebensdauer von etwa 2000 Stunden. Phänomene, wie das Wandern des Bogenansatzes oder die Ablation von Kathoden- und Wandmaterial, führen zu Instabilitäten und sind zu minimieren.

Ein in CD-Spektrometern (**Chiraler Dichroismus**) weit verbreiteter UV-Hintergrundstrahler ist die Xenon-Bogenlampe. Wünschenswert ist hier eine strahlungsintensive Alternative mit höherer Emissivität im kurzwelligen UV-Spektralbereich kleiner 250 nm.

### Lösungsansatz

Im Rahmen eines von der Europäischen Union geförderten Projektes sollen eine bezüglich Stabilität und Lebensdauer verbesserte Deuteriumlampe (30 Watt), eine Deuterium-Hochleistungslampe (250 Watt) sowie ein neuartiges CD-Spektrometer entwickelt werden.

Der Beitrag des INP besteht in der emissionsspektroskopischen Untersuchung von Deuteriumplasmen mit Rekombinationsstrukturen mit dem Ziel, das grundlegende Verständnis der degradationsverantwortlichen Prozesse zu erweitern. Des Weiteren sollen Materialuntersuchungen zu Ablationsprozessen durchgeführt werden. Dazu sind ein geeigneter Messplatz sowie eine Modellentladung zu konzipieren.



Materialuntersuchung  
in einem  
Deuteriumplasma.

### Technologischer Nutzen

Die verbesserte Deuteriumlampe (30 W) stellt einen neuen Standard dar, besonders für analytisch-chemische Anwendungen im Bereich der Biowissenschaften und Gesundheit.

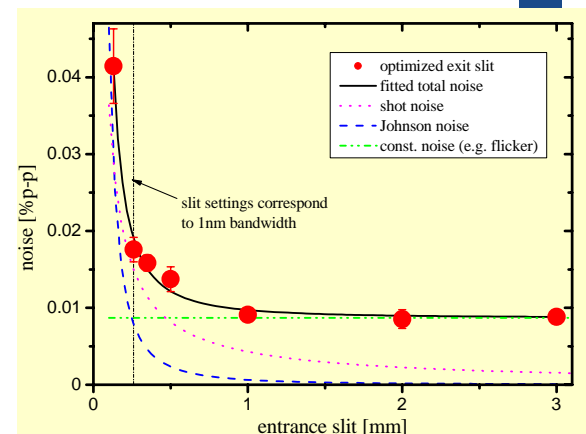
Die Kombination eines Hochleistungs-UV-Strahlers (250 W) mit einem neuartigen CD-Spektrometer zielt auf die erforderlichen Spezifikationen in Forschung und Entwicklung der Chiralität von arzneiwirksamen Molekülen sowie der biophysikalischen Charakterisierung von biotechnologischen Produkten.

### Ergebnisse 2003

Die Stabilitätsuntersuchungen mündeten in einer wirksame Methode, das Rauschen der Deuteriumlampe von anderen überlagerten Rauschbeiträgen zu unterscheiden. Die Methode basiert auf der Anpassung eines das Gesamttrauschen beschreibenden Modells an experimentelle Daten. Damit gelang der Nachweis, dass das Lampenrauschen geringer ist, als nach dem internationalen Standard ASTM bestimmt.

Durch die Analyse der räumlichen UV-Strahlungsverteilung konnte der Einfluss der Apertur im Zentrum des Bogens auf die Strahlungscharakteristik und Lebensdauer der Lampe aufgeklärt werden, woraus sich Möglichkeiten der Kontrolle ergaben.

Im Rahmen der Materialuntersuchungen wurden wichtige Aussagen für die Wahl geeigneter Aperturmaterialien in der Hochleistungslampe (250 W) getroffen.



Abhängigkeit der einzelnen  
Rauschbeiträge von der  
Spaltbreite des Spektrographen.



Abteilung Plasmainduzierte Oberflächenprozesse



## GW: Oberflächenfunktionalisierung polymerer Biomaterialien

### Problem

Für hochwertige neue und weiterentwickelte Biomaterialien aus Kunststoffen sind Oberflächenfunktionalisierungen notwendig. Plasmainduzierte Prozesse sind gut geeignet, da sie den besonderen applikativen Prozessanforderungen entsprechen. Allerdings sind in diesem interdisziplinären Forschungs- und Entwicklungsfeld noch eine Reihe grundlegender Fragen zur Regulierung der Interaktion zwischen Biomaterialoberfläche und biologischem System zu beantworten. Von der Plasmaforschung erfordert das die Bereitstellung chemisch und lokal selektiver Plasmatechniken für die Funktionalisierung und nachfolgende Kopplung neuartiger bioaktiver Signalmoleküle.

### Lösungsansatz

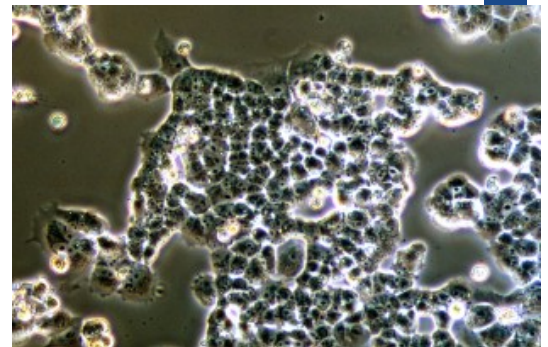
Es wurden mittels Plasmapropfungen bzw. durch Behandlungen mit Ammoniakplasmen Substrate mit erhöhten Dichten von Aminogruppen ( $3\%-\text{NH}_2/\text{C}$ ) und chemischen Selektivitäten von bis zu  $100\% -\text{NH}_2/\text{N}$  erzeugt, an denen dann chemisch selektiv Kopplungen biologischer Signalmoleküle vorgenommen wurden. Zur Erlangung zuverlässiger Aussagen zur Funktionalität der Beschichtungen wurden die Verfahren an reale zellbiologische Testsysteme angepasst. Dazu gehörten neben planaren Substraten für die Implantate auch die Innenflächen dreidimensionaler Bauteile wie z.B. von Mikrotiterplatten für die Hämatologie. Kooperierende Arbeitsgruppen aus der Biomedizintechnik bezogen die behandelten Testsysteme in ihre aktuellen Untersuchungen ein.

### Technologischer Nutzen

Für diese plasmachemisch funktionalisierten Kunststoffoberflächen wurden in interdisziplinärer Zusammenarbeit deutliche Verbesserungen des Zellmaterial-Kontakts nachgewiesen. Sie stehen für die anwendungsspezifische Optimierung von Implantaten, Zellkultursystemen und Hochdurchsatzsystemen in der biomedizinischen und chemischen Analytik zur Verfügung.

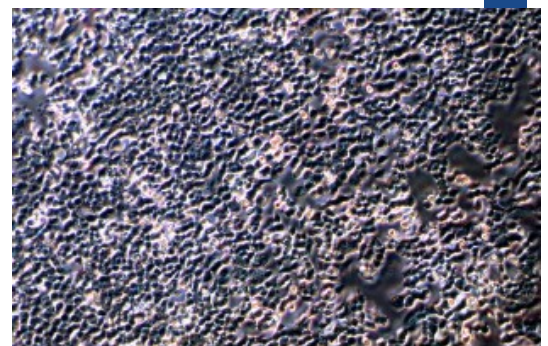
### Ergebnisse 2003

Es wurde demonstriert, dass ausgewählte Plasmaverfahren geeignet sind, im industriellen Einsatz die Adhäsionseigenschaften großer Stückzahlen von Bauteilen aus Kunststoffen rationell und exakt einzustellen. Die plasmagestützte Funktionalisierung und Ankopplung von Collagen als biochemisches Signalmolekül gestatteten den Aufbau eines auf einer homogenen Osteoblastenkultur basierenden, speziellen Pharmakoscreeningsystems. Untersuchungen zur Funktionalisierung dreidimensional strukturierter Testsubstrate für die Hämatologie zeigten drastische Einsparpotenziale notwendiger Signalmoleküle bei anwendungsspezifisch optimierter Funktionalisierung.



### Vorhaben 2004

Es ist eine weitere Vervollständigung der empirischen Wissensbasis geplant, die in vielfältigen Kooperationen verwendet werden soll. Im Einzelnen ist der systematische Vergleich von adhärennten Zellkulturunterlagen mit variablen Dichten von plasmagenerierten funktionellen Gruppen geplant. Außerdem ist vorgesehen, weitere Anwendungsfelder von plasmagestützt erzeugten Oberflächen, die keine Zelladhäsion zulassen, zu erforschen.



*Homogene Zellkultur (oben) nach Immobilisierung von Biomolekülen an plasmafunktionalisierte Kunststoffoberflächen im Vergleich zu inhomogenem Zellwachstum in unbehandelten Mikrotiterplatten (unten).*



## GW: Elementarprozesse plasmagestützter Aminofunktionalisierung

### Problem

Wechselwirkungsprozesse zwischen den Plasmakomponenten und der Festkörperoberfläche sind bisher wenig verstanden. Am Beispiel der plasmagestützten Aminofunktionalisierung wurde dieses Zusammenspiel näher untersucht. Besonders interessierte die Frage, warum im Gegensatz zur Plasmapolymerisation bei der Plasmafunktionalisierung aus der Gasphase nur Aminogruppendichten in der Größenordnung von etwa 2 % erreicht werden.

### Lösungsansatz

Für die Charakterisierung der durch das Plasma auf der makromolekularen Festkörperoberfläche initiierten chemischen Prozesse steht eine spektral hochauflösende (orts- und tiefenaufgelöst) Röntgenphotoelektronenspektroskopie zur Verfügung. Im Zusammenhang hiermit gewährleisten verschiedene chemische Derivatisierungstechniken den selektiven Nachweis funktioneller Gruppen und Radikale.

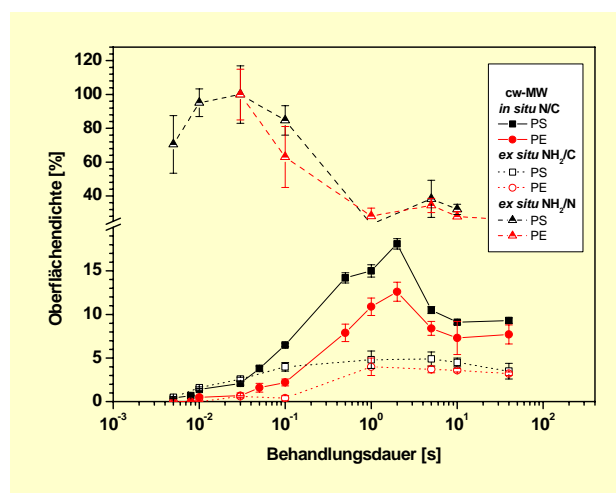
Optische Emissionsmessungen und gezielte Messungen zur Dichte von Gasphasen-Radikalen mittels Laserinduzierter Fluoreszenz (LIF) sollen Zusammenhänge mit der Gasphase herstellen.

### Technologischer Nutzen

Es besteht ein enger Zusammenhang dieses Arbeitsthemas zu applikativen Arbeiten im Hause und an anderen Stellen.

### Ergebnisse 2003

Untersuchungen des Einflusses systematischer Variationen plasmaseitiger Prozessparameter auf die Aminofunktionalisierung unter Einhaltung äußerst definierter Prozessbedingungen führten zu einem Anstieg der Amino-Funktionalisierungsdichte. Bei optimaler Behandlungsdauer von 1–5 s wird eine Aminogruppendichte von 5 % erreicht. In diesem Zeitbereich gehört damit nur etwa jedes dritte Stickstoffatom zu einer Aminogruppe. Eine Monofunktionalisierung der Oberfläche durch Aminogruppen erfolgt bei sehr kurzen Einzelpulsen von etwa 0,03 s. Die Aminogruppendichte beträgt dann nur etwa 2,5%. Monofunktionalität und maximale Aminogruppendichte werden auf verschiedenen Zeitskalen erreicht.



### Vorhaben 2004

Herstellung der Zusammenhänge zu Gasphasenparametern durch Analyse der optischen Emission von Plasmen mit hoher Funktionalisierungsdichte sowie Aufbau und Inbetriebnahme eines LIF-Experimentes zum Nachweis von NH<sub>x</sub>-Radikalen in der Plasmagasphase.



## GW: Reaktionskinetik chemisch aktiver, molekularer Nichtgleichgewichtsplasmen

### Problem

Transiente Spezies, insbesondere Radikale, beeinflussen die Eigenschaften von nahezu allen molekularen Plasmen, sowohl im Labor als auch in der freien Natur. Sie sind von großer Bedeutung für die Plasmachemie und Reaktionskinetik. Die Untersuchung des Verhaltens von Radikalen, insbesondere die verlässliche Messung ihrer Konzentrationen im Zusammenhang mit stabilen Reaktionspartnern, ermöglicht erst ein tiefergehendes Verständnis der ablaufenden Prozesse. Die Eigenschaften von kohlenwasserstoff- und wasserstoffhaltigen Plasmen werden wesentlich durch das *Methyl-* ( $\text{CH}_3$ ) und das *Wasserstoffradikal* ( $\text{H}$ ) bestimmt. Die zuverlässige Konzentrationsbestimmung von  $\text{CH}_3$  und  $\text{H}$  war ein Schwerpunkt der Untersuchungen.

### Lösungsansatz

Die Messung der Konzentration des Methylradikals ist mittels absorptionsspektroskopischer Methoden (a) im ultravioletten (UV) und (b) infraroten (IR) Spektralbereich möglich. Zur Beurteilung der Genauigkeit wurden erstmalig beide Verfahren direkt verglichen.

Zur Ermittlung der Dichte von Wasserstoffatomen wurde ein neues emissionsspektroskopisches Verfahren entwickelt, dass die Feinstruktur von atomaren Wasserstoffemissionslinien der Balmer-Serie berücksichtigt.

### Technologischer Nutzen

Kohlenwasserstoff- und wasserstoffhaltigen Plasmen werden in einer Vielzahl plasmatechnologischer Anwendungen genutzt. Zuverlässige diagnostische Methoden erlauben nicht nur ein besseres Verständnis sondern auch ggf. ein Monitoring und eine Steuerung von Plasmaprozessen.

### Ergebnisse 2003

Zwischen UV- und IR-Absorptionsmessungen der  $\text{CH}_3$ -Dichte, unter Verwendung von Literaturwerten zu Absorptionsquerschnitten und Linienstärken konnte eine weitgehende Übereinstimmung in unterschiedlichen Plasma-reaktoren und in einem weiten Druckbereich gefunden werden. In Abb. 1 ist ein Beispiel für einen Mikrowellenreaktor dargestellt.

Die neue Methode der Dissoziationsgradbestimmung des Wasserstoffs ist in einem ausgedehnten Parameterbereich anwendbar. Abb. 2 zeigt ein Beispiel in einem Mikrowellenplasma.

### Vorhaben 2004

Die Methoden sollen weiter verifiziert werden. Publikationen und Promotionen werden den Abschluss der Vorhaben bilden.

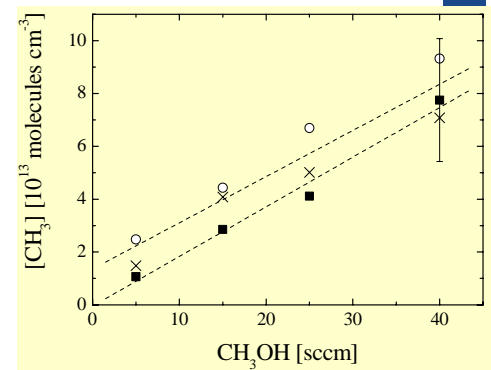


Abb. 1:  $\text{CH}_3$ -Dichte als Funktion der  $\text{CH}_3\text{OH}$ -Zumischung in einem Mikrowellenreaktor, ■ -IR-, ×, ○- UV-Absorptionsspektroskopie

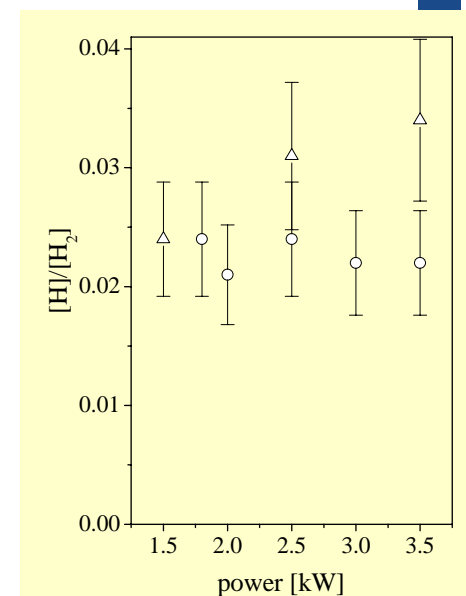


Abb. 2: Leistungsabhängigkeit des Konzentrationsverhältnisses von atomarem zu molekularem Wasserstoff an 2 Positionen in einem Mikrowellenreaktor, (○) 40 mm und (△) 20 mm unterhalb des Ortes der Energieeinkopplung.





## DW: Plasmachemische Funktionalisierung von Teststrukturen zur Verbesserung des Fließverhaltens

### Problem

Plasmabehandlungen werden zunehmend für Oberflächenbehandlungen von komplexen Polymerstrukturen, die in der biomedizinischen Diagnostik, der Biomedizintechnik und der Zellkulturtechnik Verwendung finden, eingesetzt. Dabei besteht ein starker Trend zur Miniaturisierung der Bauteile. Hier tritt das plasmatechnologische Problem auf, dass Plasmabehandlungen auf die inneren Oberflächen mehrdimensionaler, komplexer Mikro Hohlräume in polymeren Strukturen auszudehnen sind. Dabei kann es auch für die an und für sich spaltgängigen Plasmen zu erheblichen lokalen Inhomogenitäten infolge behinderten bzw. eingeschränkten Gasphasentransports in die Hohlräume kommen.

### Lösungsansatz

Mit einer speziellen, mittels Spritzguss hergestellten Mikrostruktur aus Polystyrol steht ein definiertes Testsubstrat zur Verfügung, das die systematische Untersuchung des Eindringens von Plasmawirkungen in Mikrostrukturen gestattet. Das Testsubstrat weist als wesentliches Merkmal stark variierende Aspektverhältnisse von Grabenstrukturen und einen nebeneffektfreien Zugang für oberflächenanalytische Messverfahren auf.

Mit Hilfe dieses Testsubstrats wurden systematische Vergleiche plasmatechnischer Verfahren vorgenommen. Diese stützen sich auf die Verwendung energetisch hochauflösender Röntgen-photoelektronenspektroskopie (XPS). Als ein spezieller Vergleichsansatz wurden die Plasmapolymerisation und die plasmainduzierte Pfropfungen ein- und derselben, mittel XPS gut charakterisierbarer chemischer Substanz miteinander verglichen.

### Technologischer Nutzen

In Rahmen dieses als Verbundvorhaben durchgeführten Projektes wurden alternative Niedertemperatur-Plasmaverfahren für die Modifizierung von mikrostrukturierten Bauteilen erarbeitet. Die dabei gewonnenen Erfahrungen fanden unmittelbaren Eingang in Arbeiten an einem konkreten Anwendersystem. Das Testsubstrat kann zur Prozesskontrolle und Qualitätssicherung Verwendung finden.

Naturgemäß können diese Plasmaprozesse auch auf die Oberflächen von anderen strukturierten Kunststoffprodukten übertragen werden. Es erschließen sich somit eine ganze Reihe weiterer Anwendungen.

### Ergebnisse 2003

Die Untersuchungen konnten sichern, dass die Gasphasenpfropfung prinzipiell eine bessere Methode gegenüber der Plasmapolymerisation ist, um eine gleichmäßige Beschichtung auch in engen Spalten der Mikrostrukturen zu erreichen (Abb.1). Wegen der geringen Dicke solcher Schichten besteht damit vor allem Aussicht, dass Kunststoff-Oberflächenfunktionalisierungen mit hoher Gleichmäßigkeit in Mikrosysteme mit sehr geringen Abmessungen und hohen Aspektverhältnissen (Kanal tiefe/-breite) eingebracht werden können.

### Vorhaben 2004

Ausgehend von den besonderen Leistungsmerkmalen des Testsubstrats sollen weiterführende Untersuchungen zu plasmagestützten Oberflächenbehandlungen in Mikrostrukturen erfolgen. Geplant ist unter anderem die Einbeziehung weiterer Oberflächenanalytikverfahren.

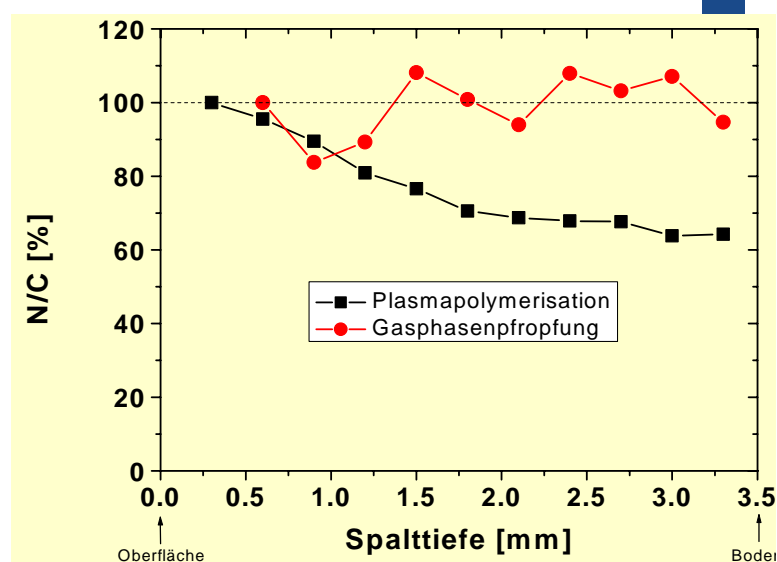
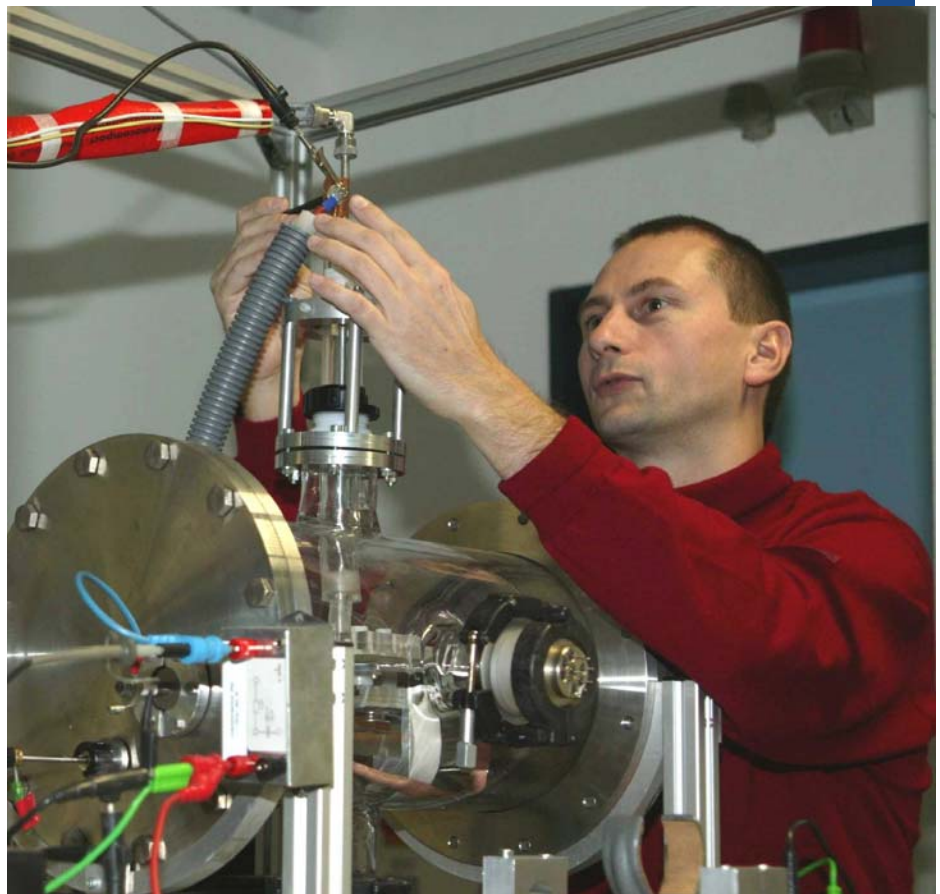
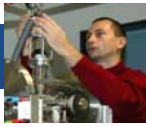


Abb. 1: Relative Variation der Elementzusammensetzung N/C für die Plasmapolymerisation und die Gasphasenpfropfung von Allylamin in Spalten von Mikrostrukturen, bestimmt durch XPS-Messungen im jeweils gleichen Abstand von der Oberfläche (100%)





**Abteilung Plasmaprozesstechnik**



## GW: Plasmabehandlung mikrodisperser Materialien

### Problem

Die Plasmamodifizierung von mikrodispersen Materialien wird gegenwärtig mit HF- oder Mikrowellenanregung im Vakuum durchgeführt. Vakuumverfahren sind sehr kostenintensiv und erschweren eine kontinuierliche Prozessführung. Wünschenswert ist daher die Anwendung von Plasmabehandlungsmethoden bei Atmosphärendruck.

### Lösungsansatz

Für die Plasmabehandlung bei Atmosphärendruck sollen die dielektrische Barrierenentladung (DBE) und die Koronaentladung eingesetzt werden. Der Transport des Materials durch den Entladungsraum soll sowohl durch Gasströmung als auch durch mechanische Schwingungen ermöglicht werden.

### Technologischer Nutzen

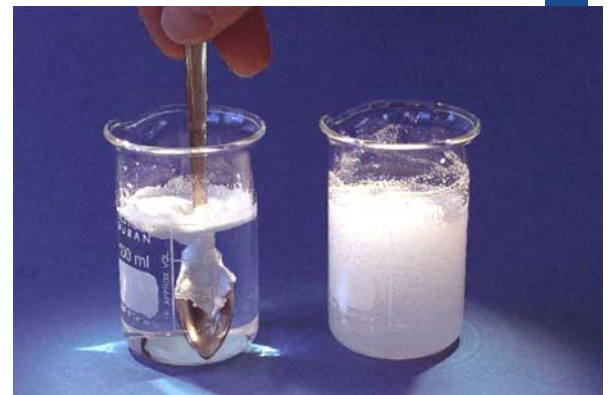
Durch die Anwendung von Atmosphärendruckverfahren für die Plasmabehandlung nano- und mikrodisperser Materialien und die damit verbundene Kostensenkung können nicht nur Plasmaverfahren im Vakuum sondern künftig auch andere Methoden wie z.B. nasschemische Behandlungen ersetzt werden. Prinzipiell sind kontinuierliche Prozessabläufe bei Atmosphärendruck technologisch weniger problematisch als unter Vakuumbedingungen.

### Ergebnisse 2003

Der Transport des Pulvers durch die Plasmazone konnte sowohl durch mechanische Schwingungen als auch durch Gasströmung ermöglicht werden. Die anfänglichen Probleme der Haftung der Pulverteilchen an den Reaktorwänden durch elektrostatische Aufladung im Plasma konnte durch Einsatz spezieller Werkstoffe für die Elektroden weitgehend verhindert werden.

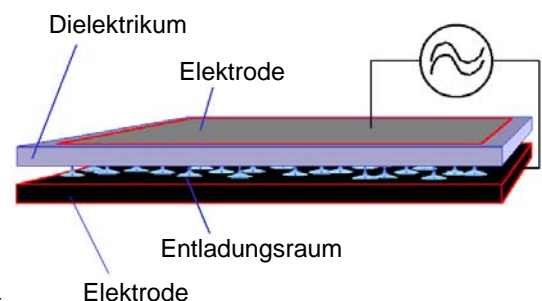
Als Testmaterial wurden sowohl Kohlenstoff-Nanofasern als auch Polyethylenpulver eingesetzt. Es sollte versucht werden, an beiden Materialien den Wasserkontaktwinkel zu verringern. Durch Behandlungen im DBE-Reaktor wurden Wasserkontaktwinkel von  $54^\circ$  bei den Kohlefasern und  $76^\circ$  beim PE-Pulver erhalten.

Mit Hilfe der Koronaentladung konnte bisher kein Erfolg erreicht werden.

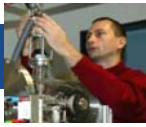


*Benetzungstest mit plasmabehandeltem PE-Pulver*

*Links unbehandeltes PE-Pulver  
Rechts behandeltes PE-Pulver*



*DBE-Reaktor zur Pulverbehandlung*



## GW: Abstrahlung aus Hg-freien Hochdruckplasmen

### Problem

Eine effizientere Abstrahlung aus Kurzbogenlampen kann durch eine Optimierung der Füllsubstanzen und der Betriebsweise von Hochdruck-Entladungslampen erreicht werden. Dazu ist das Verständnis des für die Abstrahlung verantwortlichen Plasmas erforderlich.

### Lösungsansatz

Mit Hilfe von optischer Emissionsspektroskopie wird die Abstrahlung aus Hg-freien Kurzbogenlampen untersucht und eine Bestimmung von Partialdrücken und der Plasmatemperatur vorgenommen. Für diese experimentellen Parameter werden Linienprofile der Na-D-Linien berechnet und mit dem Experiment verglichen.

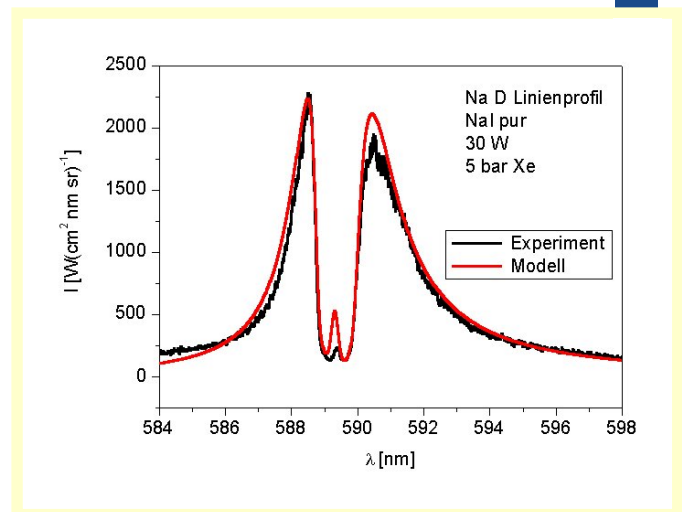
### Technologischer Nutzen

- ▶ Bau von umweltfreundlichen Lampen durch Ersatz von Hg als Füllsubstanz
- ▶ Optimierung der Abstrahlung aus Hochdruck-Plasmalampen

### Ergebnisse 2003

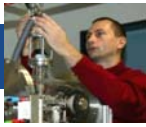
Es sind Kurzbogen-Lampen mit einer NaI-Füllung und Zusätzen von Selten-Erd-Jodiden bei verschiedenen Xe-Kaltfülldrücken (5, 10 und 20 bar) untersucht worden. Durch die stärkere Wandkühlung an Luft ist die Cold-Spot-Temperatur kleiner, was zu geringeren Dampfdrücken der Leuchtzusätze führt und sich im Spektrum durch eine geringere Abstrahlung im sichtbaren Spektralbereich äußert. Die Spektren werden von den Na-D-Linien und den Na-Linien bei 819 nm dominiert.

Die Plasmatemperatur wurde aus der gemessenen Flächenstrahlendichte der Umkehrkuppen einer selbstabsorbierten Spektrallinie bestimmt (Bartels-Methode). Für die Temperaturberechnung in reinen NaI-Füllungen wurden die optisch dicken Na-Linien bei 819 nm und für Zumischungen von Selten-Erd-Jodiden die Ti 535 nm verwendet. Die Temperaturen im Bogenkern liegen zwischen 4000 und 4500 K für die NaI-Füllungen und 5100 K und 5900 K für die Selten-Erd-Jodid-Füllungen.



Vergleich von berechnetem und gemessenem Linienprofil der Na-Resonanzlinien bei 589 nm in einer Kurzbogen-Entladung mit NaI-Füllung und 5 bar Xe.

Die Abstrahlung wird von einer Vielzahl verbreiteter Linien und Kontinuumsstrahlung dominiert. Daher ist es notwendig, Strahlungstransportrechnungen durchzuführen. Es gilt, durch die Rechnungen zu klären, welche Verbreiterungsmechanismen wesentlich sind. Für die experimentellen Parameter sind Linienprofile der Na D Linien berechnet und mit dem Experiment verglichen worden. Das Profil der Spektrallinien wird durch die einzelnen Spezies im Plasma und deren Partialdrücke ( $\sim T_{cs}$ ) beeinflusst. Die berechneten Linienprofile zeigen insgesamt eine akzeptable Übereinstimmung für beide Füllungen. Sowohl Linienflügel, Umkehrkuppen als auch Selbstabsorptionsminima können für kleine Xe-Drücke gut wiedergegeben werden. Abweichungen im blauen Linienflügel für höhere Drücke lassen sich auf Strahlung des Na-Moleküls zurückführen, die in der Simulation nicht berücksichtigt wird. Stark-Verbreiterung ist zu vernachlässigen. Die Na-D-Verbreiterung wird durch den Na-Partialdruck und den Xe-Druck dominiert.



## GW: Atomare Daten und Plasmamparameter

### Problem

In technischen Plasmen sind die direkte und die dissoziative Elektronenstoßionisierung der Arbeitsgase der einleitende und häufig der dominierende ladungsträgererzeugende Prozess und kann ein entscheidender Initiator für plasmachemische Reaktionen sein. Es stellt sich die Aufgabe, die Ionisierungsquerschnitte von plasmatechnisch relevanten Molekülen experimentell zu bestimmen. Gegenstand der Bearbeitung sind die Moleküle Chlor und Siliziumtetrachlorid als weit verbreitete Plasmaprozessgase.

### Lösungsansatz

In der Ionenquelle eines Massenspektrometers wird unter den Bedingungen des Einzelstoßes ein Elektronenstrahl wohl definierter kinetischer Energie durch ein Gastarget bestehend aus einem Gemisch aus Referenzgas und Analysegas geschossen. Die erzeugten Ionen werden massensepariert und ihre Anzahl in Abhängigkeit von der Energie der stoßenden Elektronen unter Vermeidung von Ionenverlusten bei der Extraktion, der Transmission und dem Nachweis am Detektor gemessen. Anschließend werden die relativen Ionisierungskurven mit dem Referenzquerschnitt kalibriert.

### Technologischer Nutzen

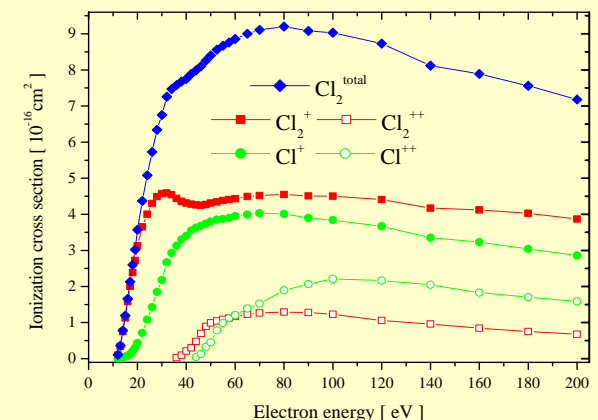
Die Bereitstellung plasmarelevanter Elementardaten von Prozessgasen leistet einen Beitrag für die quantitative Diagnostik, ist grundsätzliche Voraussetzung für die Modellierung und kann Möglichkeiten der Optimierung von Plasmaprozessen eröffnen.

### Ergebnisse 2003

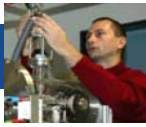
Es wurden erstmalig die absoluten partiellen Ionisierungsquerschnitte der durch Elektronenstoß erzeugbaren positiven Ionen des  $\text{Cl}_2$ :  $\text{Cl}_2^+$ ,  $\text{Cl}^+$ ,  $\text{Cl}_2^{++}$ ,

$\text{Cl}^{++}$  experimentell bestimmt. Die Resultate sind in der Abbildung zusammen mit dem daraus berechneten totalen Ionisierungsquerschnitt für das Molekül dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass die direkte Ionisierung von  $\text{Cl}_2$  zu  $\text{Cl}_2^+$  den für Niedertemperaturplasmen besonders interessanten unteren Energiebereich bis 30 eV dominiert. Mit ansteigender Energie nimmt der dissoziative Prozess zur Erzeugung von  $\text{Cl}^+$  vergleichbare Werte an. Der hier ermittelte totale Querschnitt übertrifft die bisher bekannten Werte deutlich und zeigt eine andere Energieabhängigkeit.

Für  $\text{SiCl}_4$  wurde die dissoziative Ionisierung als entscheidender Prozess zur Erzeugung von positiven Ionen ermittelt. Es werden 6 einfach geladene Ionen ( $\text{SiCl}_x^+$  mit  $x=0-4$  und  $\text{Cl}^+$ ) und 5 doppelt geladene ( $\text{SiCl}_x^{++}$  mit  $x=0-4$ ) generiert. Durch die erstmalig vorgenommenen quantitativen Untersuchungen zur Ionisierung des  $\text{SiCl}_4$  wurden der totale und ein kompletter Satz partieller Ionisierungsquerschnitte von der Auftretensenergie bis zu 200 eV bestimmt. Die Bildung des  $\text{SiCl}_3^+$ -Fragmentions ist der dominierende Ionisierungskanal mit einem maximalen Ionisierungsquerschnitt von  $6.5 \times 10^{-16} \text{ cm}^2$  bei 100 eV. Dem folgen in der Effizienz der Erzeugung die Fragmentionen  $\text{Cl}^+$ ,  $\text{SiCl}^+$  und das Molekülion  $\text{SiCl}_4^+$  mit maximalen Querschnitten zwischen  $4.2 \times 10^{-16}$  und  $3.6 \times 10^{-16} \text{ cm}^2$ . Der totale Ionisierungsquerschnitt nimmt bei 70 eV einen Maximalwert von rund  $20 \times 10^{-16} \text{ cm}^2$  an.



Ionisierungsquerschnitte für  $\text{Cl}_2$



## GW: Sondenmessungen in einem großvolumigen Afterglowplasma

### Problem

Das Leibniz-Institut für Atmosphärenphysik in Kühlungsborn (IAP) betreibt eine Plasmakammer zur Eichung raketengestützter Messmittel, die der Untersuchung der Ionosphäre dienen. Ein in Helium in einer Primärentladung erzeugtes Plasma strömt durch eine Öffnung in die Kammer und erzeugt dort ein Afterglowplasma, dessen Parameter in Zusammenarbeit zwischen dem IAP und dem INP mittels einer Langmuirsonde ermittelt wurden. In der Vergangenheit waren die Temperatur und die Konzentration der Elektronen für einen Teil der Eichanwendungen des IAP zu hoch.

### Lösungsansatz

Verringerung der Temperatur und der Konzentration der Elektronen durch eine Verkleinerung der Öffnung zwischen Plasmaquelle und Afterglowkammer sowie eine Änderung des Ortes der Messung bzw. der Positionierung der zu eichenden Messmittel.

### Technologischer Nutzen

Das IAP hat nun die Möglichkeit, seine Messmittel unter den gewünschten Plasmabedingungen zu eichen.

### Ergebnisse 2003

Die Abbildungen zeigen die Abhängigkeit des Voltäquivalents der Elektronentemperatur  $V_e = kT_e/e_0$  und der Elektronendichte  $n_e$  in der Afterglowkammer in Abhängigkeit vom Entladungsstrom der Primärentladung für einen typischen Kammerdruck. Im Vergleich zu den früher erzeugten und gemessenen Werten waren die kleinsten Werte jetzt etwa um einen Faktor 10 kleiner und lagen bei  $V_{e,min} = 0,04V$  bzw. bei  $n_{e,min} = 500 cm^{-3}$ . Die kleinsten gemessenen Sondenströme lagen im unteren pA-Bereich.

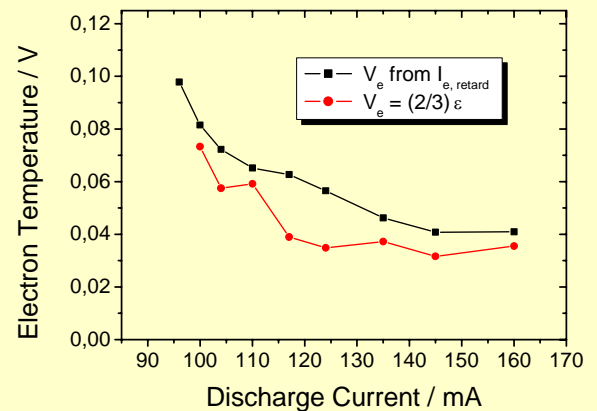


Abb. 1: Elektronentemperatur als Funktion des Entladungsstromes.  $p = 0,145 \text{ mbar}$

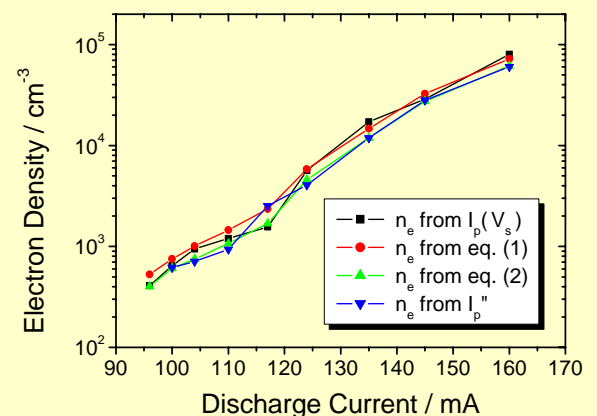


Abb. 2: Elektronendichte als Funktion des Entladungsstromes.  $p = 0,145 \text{ mbar}$





## GW: Sondendiagnostik einer kombinierten HF- und DC-Magnetron-Entladung

### Problem

In der Randschicht einer Argon-HF-Entladung (5 bis 21 Pa, 5 W) wurden  $\text{SiO}_2$ -Teilchen aufgeladen und eingefangen. Eine zusätzliche Magnetronentladung diente der Abscheidung dünner Metallschichten auf den Teilchen. Es bestand die Aufgabe einer umfangreichen Charakterisierung dieser Entladung.

### Lösungsansatz

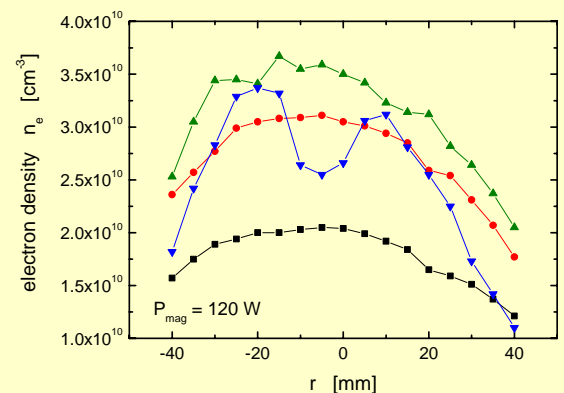
Mittels einer im Abstand von 2,5 cm zur gespeisten HF-Elektrode radial beweglichen HF-kompensierten Langmuirsonde (Scientific Systems), wurden die Parameter der Elektronenkomponente in räumlicher Auflösung bei verschiedenen Entladungsbedingungen ohne und mit Teilchen in der Entladung ermittelt.

### Technologischer Nutzen

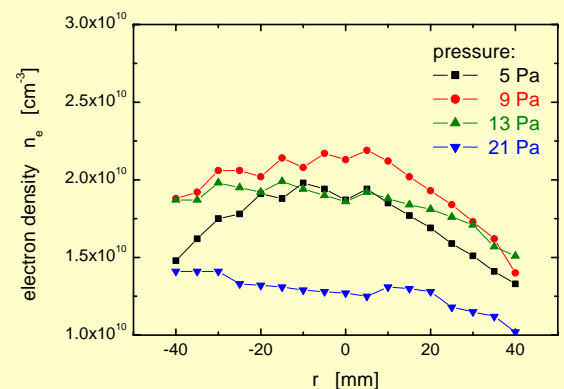
Es wird ein Beitrag zur Untersuchung der technologisch wichtigen Modifizierung mikrodispersiver Stäube in Plasmen geleistet.

### Ergebnisse 2003

Die Parameter der Elektronenkomponente wurden durch die Zugabe von  $\text{SiO}_2$ -Teilchen kaum geändert. Die Abbildungen zeigen das Elektronendichteprofil bei einer Magnetronleistung von 0 bzw. 120 W ohne Zugabe von Teilchen. Bei angeschaltetem Magnetron ergeben sich bis zum Faktor 2 höhere Dichten. Beim normierten Isotropteil der Elektronenenergieverteilungsfunktion (EEVF) konnten nahe des Zentrums bei unterschiedlichen Magnetronleistungen (0 bzw. 70 W) deutliche Unterschiede beobachtet werden. Bei abgeschaltetem Magnetron tritt eine starke Druckabhängigkeit der EEVF auf, die bei Anschalten des Magnetrons weitgehend verschwindet.



Elektronendichteprofil bei  $P_{\text{mag}} = 120$  W



Elektronendichteprofil bei  $P_{\text{mag}} = 0$  W





## GW: Plasma-Pulver-Wechselwirkung

### Problem

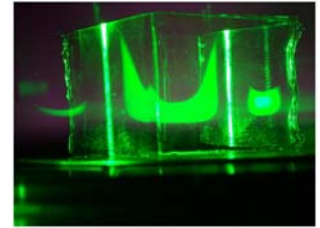
Ungenügendes Verständnis der Plasma-Partikel-Wechselwirkung

### Lösungsansatz

Die umfangreiche Plasma- und Teilchendiagnostik gestattet eine möglichst vollständige Beschreibung des Verhaltens von Mikroteilchen im Plasma. Die theoretische Analyse (Modellierung, Simulation) gibt Auskunft über die auf die Teilchen wirkenden Kräfte im Plasma und führt zu einer Optimierung der Prozesse zur Pulverbehandlung.

Für eine Optimierung der Plasmaprozesse ist eine ausgebaute Plasma- und Randschichtdiagnostik von großem Interesse. Deshalb werden neben der Sondenmesstechnik auch nicht-konventionelle Methoden ausgebaut, wie die Thermosondendiagnostik zur Bestimmung der Energieströme, die CCD-Randschichtphotometrie und die Methode der Teilchensonden zur Beobachtung und Vermessung der Randschichten.

Es wurde das Reaktorsystem "PULVA-INP" für die Behandlung von mikrodispersen Pulvern in einem Hochfrequenz-Niederdruckplasma konzipiert. Diese Anlage soll sowohl zur Klärung grundlegender Probleme der Plasma-Pulver-Wechselwirkung durch Untersuchung des Aufladungs- und Einfangverhaltens eingesetzt werden, als auch zur Bearbeitung von technologischen Fragestellungen (Beschichtung und Sortierung von Pulverteilchen).



Im Plasma  
eingefangene  
Mikroteilchen

### Technologischer Nutzen

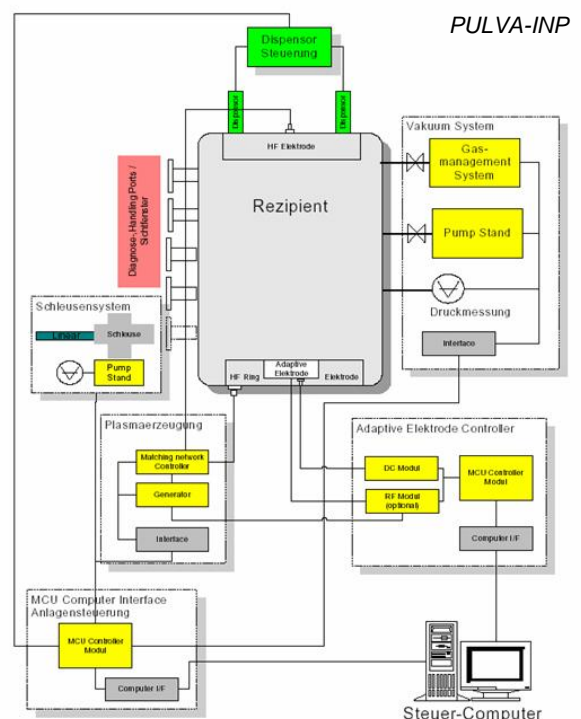
Es wird die Voraussetzung für eine gezielte Ionen- und Randschichtdiagnostik der Plasma-Pulver-Wechselwirkung geschaffen. Durch Simulation und Modellierung der Mechanismen kann eine gezielte Beeinflussung der Mikropartikel im Plasma erfolgen.

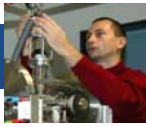
Die Erfahrungen in der Diagnostik und Modellierung werden auch für andere Aufgabenstellungen, wie die Charakterisierung von Magnetron- und Ionenstrahlprozessen sowie die dielektrisch behinderte Entladung eingesetzt.

### Ergebnisse 2003

Es wurde das Reaktorsystem "PULVA-INP" für die Behandlung von mikrodispersen Pulvern in einem Hochfrequenz-Niederdruckplasma konzipiert. Diese Anlage soll sowohl zur Klärung grundlegender Probleme der Plasma-Pulver-Wechselwirkung durch Untersuchung des Aufladungs- und Einfangverhaltens eingesetzt werden als auch zur Bearbeitung von technologischen Fragestellungen (Beschichtung und Sortierung von Pulverteilchen). Das Konzept für die Grundausstattung des Reaktorsystems PULVA-INP und für den Einsatz einer neuartigen adaptiven Elektrode wurde erstellt.

Parallel dazu wurden Untersuchungen zur IEVF in einem „staubigen“ HF-Plasma begonnen und Modellrechnungen zum Aufladungsmechanismus mikrodisperser Teilchen im Plasma ausgeführt.





## GW: Plasmakatalyse

### Problem

Durch den Umbruch im Energiemarkt besteht zur Zeit ein großes Interesse, neue Energieträger zu erschließen. So stellt z.B. im Zusammenhang mit dem Einsatz von Brennstoffzellen zur lokalen oder mobilen Stromversorgung die Gewinnung von Wasserstoff aus unterschiedlichen Ausgangsstoffen eine wichtige Herausforderung dar. Von besonderem Interesse sind flüssige Kohlenwasserstoffe, Biogas oder auch Erdgas aus abgelegenen Fundstellen. Im Fall von Erdgas ist auch die Gewinnung von Synthesegas interessant, aus dem saubere Treibstoffe hergestellt werden können. Als konventionelles Verfahren ist die thermische Reformierung mit Sauerstoff (partielle Oxidation) oder mit Wasserdampf bekannt.

### Lösungsansatz

Um eine höhere Flexibilität bezüglich Produktzusammensetzung, Ausgangsstoffe, Anlagengröße und Wechsellastfähigkeit zu erreichen, wird zusätzlich zu einer katalytisch-thermischen Aktivierung ein anisothermes Plasma eingesetzt. Dazu wurde als Reaktor eine katalytische Schütttschicht im Spalt einer dielektrisch behinderten Entladung (DBE) eingesetzt.

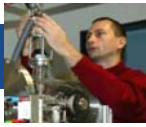
### Technologischer Nutzen

Durch die Aktivierung in einer DBE kann die Reformierung schon bei wesentlich niedrigeren Temperaturen initialisiert werden als bei einem rein thermisch-katalytischen Verfahren. Insbesondere für ein verbessertes dynamisches Verhalten (start-up) ergeben sich durch die Plasmaanregung möglicherweise Vorteile. Darüber hinaus ist die kalte Verbrennung von Kohlenstoffablagerungen, die den Katalysator deaktivieren und den Prozess behindern, möglich.

### Ergebnisse 2003

Es wurden umfangreiche Untersuchungen zur plasmagestützten partiellen Oxidation über einem Nickel-Katalysator durchgeführt. Ohne Zugabe von Wasserdampf in das Reaktionsgemisch stellt sich heraus, dass das Plasma schon bei niedrigen Temperaturen die Reformierung initiiert; dass aber die Wirkung des Katalysators unabhängig von Plasmaprozessen, also ohne Synergieeffekt bleibt. Bei Zugabe von Wasserdampf zum Reaktionsgemisch wurde hingegen eine deutlich erhöhte Aktivität der Kombination aus Plasma und Katalysator bei niedrigen Temperaturen festgestellt.





## DW: Untersuchung der Übergangsbereiche zwischen Plasma und Elektroden in HID-Lampen

### Problem

Charakterisierung der Übergangsbereiche zwischen Plasma und Elektroden in HID-Lampen

### Lösungsansatz

Mit Hilfe elektrischer und optischer Methoden ist der Zustand der Elektroden und des Plasmas in Elektrodennähe von Hochdruck-Entladungen untersucht worden.

### Technologischer Nutzen

Optimierung des Elektrodendesigns durch Kenntnis der physikalischen Prozesse in der Wechselwirkung mit dem Lampenplasma

### Ergebnisse 2003

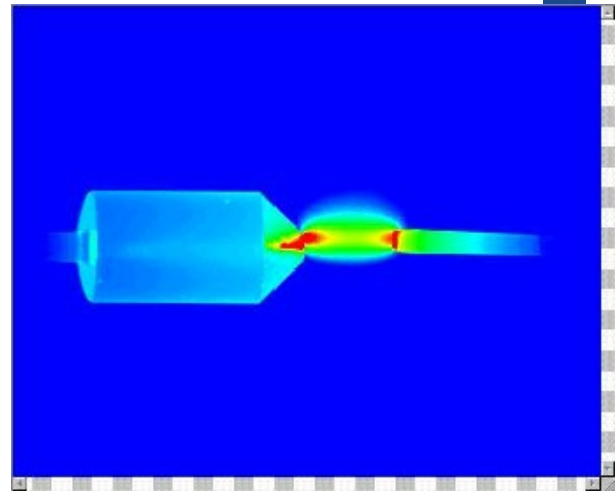
Es sind Plasmatemperaturverteilungen in Kurzbogenlampen mittels Bartels-Methode sowohl axial als auch radial gemessen worden. Vergleiche mit Rechnungen an der Uni Karlsruhe ergaben gute Übereinstimmung.

An Kurzbogenlampen ist mit der Hakenmethode für den Grundzustand von Na eine Dichten von  $3 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  bestimmt worden. Die Methode liefert die mittlere Dichte auf dem Sehstrahl woraus mit mittlerer Temperatur ein Partialdruck der Größenordnung 10 mbar folgt.

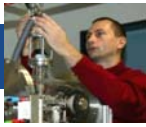
Es wurden charakteristische Unterschiede im Verhalten von Feldstärke und ESV zwischen Hg auf der einen Seite und Ar und Xe auf der anderen Seite festgestellt. Obwohl sich in der ESV qualitativ ein ganz unterschiedliches Bild ergab, waren die absoluten Beträge sehr viel eher vergleichbar als die der Feldstärke, die ansonsten einen durchaus ähnlichen Verlauf hatten (in Zusammenarbeit mit RU Bochum).

Die Modellierung der Energieflüsse des Wechselstrom-Hochdruckbogens auf der Basis von Schichtmodellen lieferte zahlreiche Hinweise auf dynamische Vorgänge, die experimentell erfasst werden können. Dazu zählen in erster Linie die Modenwechsel des Stromansatzes zwischen diffusem Ansatz und Spot und die Kathodenfallspannung. Durch die enge Kopplung der Rechnungen (R. Böttcher, Unterauftragnehmer Uni Hannover) an die Geometrie realer Hg-Lampen sowie die im numerischen Modell verwendeten Stromformen wurden gute Vergleichsmöglichkeiten für Theorie und Experiment geschaffen. Darüber hinaus wurde das Auftreten des Modenwechsel bei verschiedenen Stromformen überprüft.

Experimentell wurde die Auswirkung externer Laserheizung von Lampenelektroden auf die Entladungsspannung und die Elektrodentemperatur untersucht. Zusammenhänge zwischen Kathodenaufheizung und Brennspannungserniedrigung (Kathodenfall!) sind ermittelt und im Modell nachempfunden worden.



Infrarotbild der Elektroden einer Hg DC-Entladung (mit Resten des Entladungsplasmas)



## DW: Plasmachemische Behandlung von Grafitfasern für innovative Einsatzpotenziale

### TP: Plasmachemische Oberflächenbehandlung von Grafitfasern in einer Niederdruck-Wirbelschicht

#### Problem

Ziel der Untersuchungen ist die Funktionalisierung von neuartigen Vapour-grown carbon fibres (VGCF) durch Plasmabehandlung für die Herstellung von Polymerverbundwerkstoffen unter Verwendung dieser Fasern. Für die Einbettung von Kohlenstoff-Fasern in eine Polymermatrix soll eine haftfeste Verbindung zwischen beiden Komponenten erreicht werden.

Ein Schwerpunkt dabei war die Untersuchung von Verfahren zur homogenen Plasmabehandlung von größeren Mengen VGCF (> 50 g).

#### Lösungsansatz

Durch die Plasmabehandlung wird eine Erhöhung der Oberflächenenergie und damit eine bessere Anbindung der Fasern an die Polymermatrix erreicht.

Für die Plasmabehandlung der Kohlefasern wurden verschiedene Reaktoren getestet und verglichen. Dabei handelt es sich sowohl um Vakuumprozesse als auch um ein Atmosphärendruckverfahren. Als Prozessgase kamen  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $HCOOH$  und  $NH_3$  zum Einsatz. Die Herstellung der Verbundwerkstoffe als auch deren Untersuchung fand bei den Projektpartnern statt.

#### Technologischer Nutzen

Die Plasmabehandlung ist eine umweltverträgliche und kostengünstige Methode für die Oberflächenmodifizierung der Kohlenstoff-Nano-Fasern, da nur geringe Mengen gasförmiger Zusatzstoffe zum Einsatz kommen. Durch diese Untersuchungen wurden Technologien entwickelt, die generell zur Oberflächenbehandlung feindisperser Materialien im Plasma angewendet werden und damit nasschemische Schritte ersetzen können.



*Plasmabehandlung von Kohlenstofffasern in einer Wirbelschicht*

#### Ergebnisse 2003

Die drei unter Vakuum arbeitenden Reaktoren (Wirbelschichtreaktor, Rüttelreaktor und Drehtrommelreaktor) sind hinsichtlich der durch Plasmabehandlung erzielten Benetzbarkeit der Faseroberfläche vergleichbar. In der oben aufgezählten Reihenfolge der Reaktoren verlängern sich jedoch die benötigten Behandlungszeiten.

Der Wasserkontaktwinkel der behandelten Kohlenstoff-Fasern nimmt im allgemeinen in folgender Reihenfolge der verwendeten sauerstoffhaltigen Gase zu:  $O_2=CO_2<H_2O<HCOOH$ . Die höchste Oberflächenkonzentration an sauerstoffhaltigen Gruppen durch eine  $O_2$ -Behandlung betrug 17 At-% und an stickstoffhaltigen Gruppen durch eine  $NH_3$ -Behandlung 4 At-%.

Die Verwendung plasmabehandelter Kohlenstofffasern führte gegenüber der Verwendung unbehandelter Fasern zu keiner Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit der Verbundwerkstoffe. Jedoch zeigten sowohl REM-Aufnahmen von Tieftemperaturbrüchen von Kompositen als auch Messungen der Viskosität, der Zugfestigkeit und des Elastizitätsmoduls eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften.



Abteilung Plasmatheorie



## GW: Grundlagenuntersuchungen zur Strukturbildung

### Problem

Bei der theoretischen Beschreibung anisothermer Plasmen kommt der adäquaten kinetischen Behandlung der Elektronenkomponente besondere Bedeutung zu. Ein ungelöstes Problem stellt das Verhalten der Elektronen in Plasmaregionen dar, in denen sich das elektrische Feld umkehrt und somit Elektronen in Potenzialmulden gefangen werden. Derartige Mulden können z.B. im Kathodenbereich von Glimmentladungen auftreten oder durch ins Plasma eingebrachte Gitter hervorgerufen werden.

### Lösungsansatz

Durch Entwicklung der Geschwindigkeitsverteilungsfunktion (GVF) der Elektronen nach Legendreschen Polynomen wird die Boltzmanngleichung der Elektronen in eine partielle Differenzialgleichung zur Bestimmung der Isotropkomponente überführt, die in einem vom Potenzialverlauf bestimmten Gebiet zu lösen ist. Eine spezielle Berücksichtigung der Mulde im numerischen Verfahren sowie die Einbeziehung eines Verlustterms für die gefangenen Elektronen führte zur Lösung des Problems.

### Technologischer Nutzen

Die Einbeziehung von Potenzialmulden in die kinetische Behandlung ermöglicht die Analyse von z.B. Beschichtungsplasmen, in denen durch ausgeprägte Raumladungen Feldumkehr vorkommen kann.

### Ergebnisse 2003

Beispielhaft wurde das Verhalten der Elektronen beim Übergang von einem aktiven Neonplasma in einen feldfreien Remote-Bereich untersucht, bei dem eine durch ein Gitter verursachte Mulde zu überwinden ist. Abb. 1 zeigt den behandelten Feldverlauf, der Feldumkehr zwischen  $z_0$  und  $z_1$  erkennen lässt. Der schraffierte Bereich markiert die Zone, in der, modelliert durch einen Verlustterm, Elektronen extrahiert werden. Abb. 2 stellt den erhaltenen Verlauf von Dichte und mittlerer Energie der Elektronen dar. Die in der Potenzialmulde gefangenen niederenergetischen Elektronen führen zu einer ausgeprägten Überhöhung der Dichte und zu einer starken Absenkung der mittleren Energie in diesem Bereich. Der Vergleich von mittels Lösung der Boltzmanngleichung gewonnenen Ergebnisse (Kurven) mit zugeordneten MC-Simulationen (Symbole) verdeutlicht eine sehr gute Übereinstimmung bei wesentlich höherer Leistungsfähigkeit der Untersuchung mittels der kinetischen Gleichung.

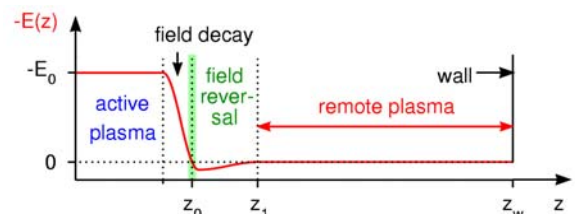


Abb. 1: Feldverlauf beim Übergang vom aktiven zum Remote-Plasma

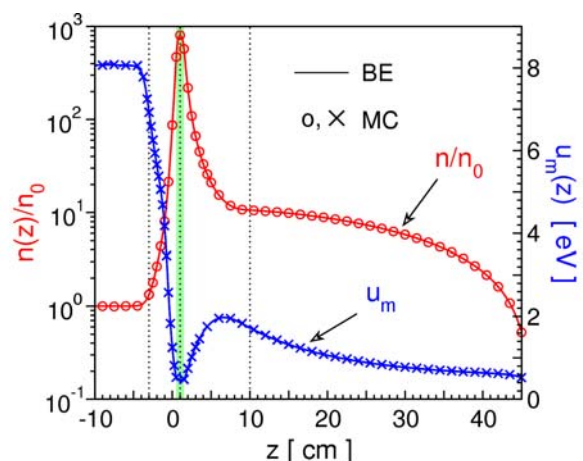


Abb. 2: Räumliche Entwicklung von Dichte und mittlerer Energie der Elektronen

### Vorhaben 2004

Auf Grund der ausgeprägten Struktur der GVF der Elektronen ist ein merklicher Einfluss der Elektron-Elektron-Wechselwirkung zu erwarten. Dieser ist durch Einbeziehung entsprechender Terme in die kinetische Gleichung und Lösung der resultierenden partiellen Integro-Differenzialgleichung zu bestimmen.





## GW: Analyse von Niedertemperaturplasmen

### Problem

Quecksilberfreie VUV-Quellen auf Basis der Xenon-Resonanzstrahlung von Niederdruck-Glimmentladungen besitzen eine ungenügende Effizienz und Ausbeute. Der Einfluss von wesentlichen Entladungsparametern ist kaum untersucht und verstanden. Existierende Modelle können die Eigenschaften und Struktur dieser Entladungen mit nur unzureichender Genauigkeit erfassen.

### Lösungsansatz

Geeignete selbstkonsistente stationäre und nichtstationäre Plasmamodelle wurden entwickelt und zur quantitativen Beschreibung verschiedener Edelgas-Mischplasmen eingesetzt. Der Einfluss der Gaszusammensetzung, der Gefäßabmessung, des Entladungsdrucks und -stroms sowie der elektrischen Betriebsweise wurde analysiert.

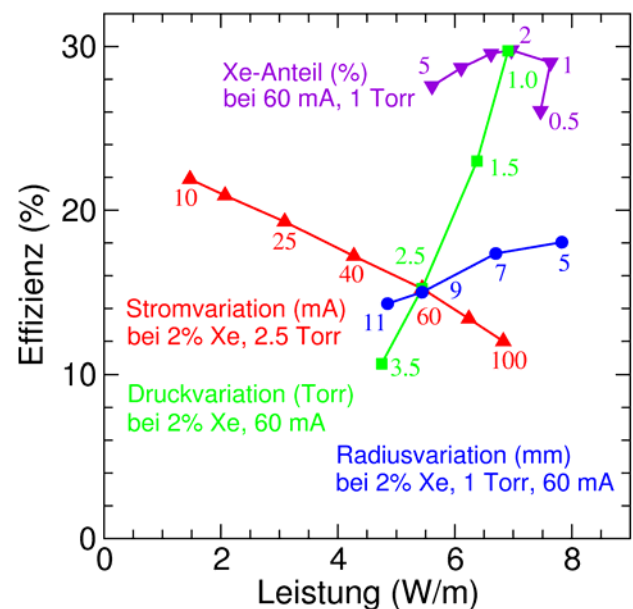
### Technologischer Nutzen

Auf Grund ihres guten Zünd- und Temperaturverhaltens werden quecksilberfreie Niederdruck-VUV-Quellen für den Einsatz in Lichtquellen für Werbezwecke interessant, wenn es gelingt, die Lichtausbeute zu erhöhen und die Betriebsweise zu optimieren.

### Ergebnisse 2003

Die Analyse ergab einen tieferen Einblick in die räumliche Struktur, den Leistungsumsatz und die Strahlungserzeugung der Plasmen.

Eine optimale Leistung bei hinreichend hoher Effizienz der VUV-Strahlung lässt sich mit Mischplasmen von Helium und einem geringen Anteil von Xenon erreichen, wenn Entladungen bei möglichst geringem Druck und hinreichend hohem Strom betrieben werden. Beimischungen anderer Edelgase führen nicht zu Verbesserungen hinsichtlich Effizienz und Strahlungsleistung. Dies konnte mit Hilfe detaillierter Beschreibungen von DC-Säulenplasmen nachgewiesen werden.



VUV-Strahlung des Säulenplasmas von DC-Glimmentladungen im He/Xe-Gemisch

### Vorhaben 2004

Eine weitere Steigerung der Effizienz ist durch Anwendung gepulster Betriebsweisen zu erwarten. Dies ist durch Anwendung nichtstationärer Modelle von Edelgasglimmentladungsplasmen zu analysieren. Untersuchungen der Elektrodenbereiche sollen der Optimierung des Betriebsverhaltens der VUV-Quellen dienen.

**Anhang**  
**Kooperationen, Publikationen, Vorträge, Poster,**  
**Vorträge auf externen Kolloquien, weitere Aktivitäten**

- ▶ STEAG MicroParts, Dortmund
- ▶ IVSS In Vitro Systems and Services GmbH, Göttingen
- ▶ DOT GmbH, Rostock
- ▶ Webasto GmbH, Neubrandenburg
- ▶ Zirox, Greifswald
- ▶ Interaxia AG, Cham, Schweiz
- ▶ HJS, Menden
- ▶ Siemens, Erlangen
- ▶ Airtec, Frankfurt/Main
- ▶ Haver und Boecker, Oelde
- ▶ Eberspächer, Esslingen
- ▶ OSRAM, München, Berlin, Augsburg
- ▶ KNN Systemtechnik GmbH, Neubrandenburg
- ▶ Neon Products GmbH, Aachen
- ▶ CPAT, Toulouse
- ▶ ABB Schweiz
- ▶ ZSW, Stuttgart
- ▶ CIPS, Garching
- ▶ IHED, Moskau, Russia
- ▶ SAS, Bratislava, Slovakia
- ▶ Universität Rostock, Klinik für Innere Medizin
- ▶ Universität Greifswald, Inst. für Transfusionsmedizin
- ▶ Universität Greifswald, Institut für Pharmazie
- ▶ Universität Rostock, Institut für elektrische Schaltungssysteme
- ▶ Stevens Institute of Technology, Hoboken, NJ, USA
- ▶ Fachhochschule Gelsenkirchen
- ▶ Kurchatov-Institut, Moskau, Russia
- ▶ TU Eindhoven, Niederlande
- ▶ IOM, Leipzig
- ▶ TU Berlin
- ▶ Hahn-Meitner-Institut, Berlin
- ▶ Physikalische Fakultät der Staatliche Universität St. Petersburg
- ▶ Universität Greifswald, Institut für Chemie und Biochemie
- ▶ Cathodeon LTD
- ▶ Department of Chemistry, University of Cambridge, U.K.
- ▶ University of Paris-North, LIMHP, Villetaneuse, Frankreich
- ▶ Laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas (LPGP), Universität Paris-Süd, Frankreich
- ▶ Laboratoire de Physique et Technologie des Plasmas (LPTP), Ecole Polytechnique, Palaiseau, Frankreich
- ▶ Universität St. Petersburg, Russland
- ▶ Instituto de Estructura de la Materia (CSIC), Madrid, Spain
- ▶ Institut für Organische Katalyse, Rostock
- ▶ Research Institute for Solid State Physics and Optics, Budapest
- ▶ Institut für Atomphysik und Spektroskopie der Universität Lettlands, Riga
- ▶ Institute of Physics of the St. Petersburg State University
- ▶ Department of Mechanical Engineering, University of Minnesota
- ▶ Institute for High Temperature, Moskau



Kersten, H., Deutsch, H., Stoffels, E., Stoffels, W.W., Kroesen, G.M.W.  
Review paper **Plasma powder interaction: trends in applications and diagnostics**  
Int. J. Mass Spectrom. 223-224(2003), 313

Morfill, G., Kersten, H.  
Editorial **Focus on complex (dusty) plasmas**  
New J. Phys. 5(March 2003), 2003. (03/03)

Kersten, H., Winter, J.,  
Editorial **SYPO special issue**  
Vacuum 71(2003)3, 347

Kersten, H., Thieme, G., Fröhlich, H. M., Kopitov, A., Bojic, D., Scholze, F., Neumann, H.,  
Quaas, M., Wulf, H., Hippler, R.  
**Examples for application and diagnostics in plasma-powder interaction**  
New J. Phys. 5(2003), 93.1.

Kersten, H., Wiese, R., Gorbov, D., Kapitov, A., Scholze, F., Neumann, H.  
**Characterization of a broad ion beam source by determination of the energy flux**  
Surface and Coatings Technology 174-175(2003), 918.

Kersten, H., Thieme, G., Fröhlich, M., Kopitov, A., Wiese, R., Quaas, M., Wulff, H.  
**Complex (dusty) plasmas: examples for application and diagnostics**  
eingereicht zur Veröffentlichung in Pure Appl. Chem.

Kersten, H., Deutsch, H., Kroesen, G.M.W.  
**Charging of micro-particles in plasma-dust interaction**  
eingereicht zur Veröffentlichung in Int. J. Mass Spectrom.

Heintze, M., Pietruszka, B.  
**Plasmacatalytic conversion of methane into syngas: the combined effect of discharge activation and catalysis**  
Catalysis Today eingereicht

Pietruszka, B., Anklam, K., Heintze, M.  
**Plasma-assisted partial oxidation of methane to synthesis gas in a dielectric barrier discharge**  
eingereicht Applied Catalysis A

Brüser, V., Heintze, M., Brandl, W., Marginean, G., Bubert, H.  
**Surface modification of carbon nanofibres in low temperature plasmas**  
eingereicht Diamond and Related Materials

Hempel, F., Röpcke, J., Pipa, A., Davies, P.B.  
**Infrared laser spectroscopy of the CN free radical in a methane-nitrogen-hydrogen plasma**  
Molecul. Phys. 101 (2003) 589-594

Hempel, F., Davies, P.B., Loffhagen, D., Mechold, L., Röpcke, J.  
**Diagnostic studies of H<sub>2</sub>-Ar-N<sub>2</sub> microwave plasmas containing methane or methanol using tunable infrared diode laser absorption spectroscopy**  
Plasma Sources Sci. Technol. 12 (2003) S98-S110

*Lombardi, G., Stancu, G.D., Hempel, F., Gicquel, A., Röpcke, J.*

**On quantitative detection of methyl radicals in non-equilibrium plasmas**

Plasma Sources Sci. Technol., (2003) submitted.

*Lavrov, B.P., Osiac, M., Pipa, A.V., Röpcke, J.*

**On spectroscopic detection of neutral species in low-pressure plasma containing boron and hydrogen**

Plasma Sources Sci. Technol., (2003) at press.

*Stancu, G. D., Röpcke, J., Davies, P. B.*

**Diode Laser Spectroscopy of  $^{10}\text{B}^{16}\text{O}$  and  $^{11}\text{B}^{16}\text{O}$  Boron Monoxide ( $X^2\Sigma^+$ )**

J. Mol. Spectrosc. (2003) submitted

*Meyer-Plath, A. A., Schröder, K., Finke, B., Ohl, A.*

**Current trends in biomaterial surface functionalization - nitrogen-containing plasma assisted processes with enhanced selectivity**

Vacuum 71 (2003), 3, 391-406

*Besch, W., Lippold, O., Reinecke, H., Schröder, K., Ohl, A.*

**A test specimen for the investigation of plasma modification of interior surfaces in polymeric three-dimensional microstructures**

Surface and Coatings Technology 174-175 (2003) 112-117

*Meyer-Plath, A., Finke, B. Schröder, K., Ohl, A.*

**Pulsed and cw microwave plasma excitation for surface functionalization in nitrogen-containing gases**

Surface and Coatings Technology 174-175 (2003) 877-881

*Briem, D., Strametz, S., Schröder, K., Meenen, N.M., Lehmann, W. Linhart, W., Ohl, A., Rueger, J.M.*

**The Influence of Plasma Treatment of Polyetheretherketone (PEEK) Surfaces on Primary Fibroblasts and Osteoblasts**

J. Mater. Sci. Mater. Med., submitted

*Schröder, K., Babucke, G., Ohl, A.*

**Visualization of plasma-generated chemical micropattern on polystyrene by XPS**

Surf. Interf. Anal., in press.

*Wagner, A., Schröder, K., Ohl, A.*

**Plasmaphysik meets Biotechnologie**

LaborPraxis 2003, Sonderheft „Labfuture“, S.52-54

*Gortchakov, S., Lange, H., Uhrlandt, D.*

**Model of a He-Xe Low-Pressure dc Positive Column Plasma**

J. Appl. Phys. 93 (2003) 9508

*Meichsner, J., Loffhagen, D., Wagner, H.-E.*

Proceedings of the XXVIth ICPIG, Greifswald (2003), Vol. 1 – 4

*Loffhagen, D., Winkler, R.*

**Impact of the Electron-Electron Interaction on the Spatiotemporal Relaxation of Plasma Electrons**

Proceedings of the XXVIth ICPIG, Greifswald, 3 (2003) 19

*Sigeneger, F., Winkler, R.*

**On the Kinetics of Electron Trapping in the Franck-Hertz Experiment**

Proceedings of the XXVIth ICPIG, Greifswald, 3 (2003) 21





*Gortchakov, S., Uhrlandt, D.*

**Radiation Properties of Low-Pressure Discharges in Mixtures of Xenon with Rare Gases**

Proceedings of the XXVIth ICPIG, Greifswald, 2 (2003) 65

*Bussiahn, R., Gortchakov, S., Lange, H., Uhrlandt, D.*

**Experimental Study and Self-Consistent Description of a Low-Pressure He-Xe Discharge for Lighting Purpose**

Proceedings of the XXVIth ICPIG, Greifswald, 2 (2003) 79

*Hempel, F., Davies, P. B., Loffhagen, D., Röpcke, J.*

**On the Plasma Chemistry of  $H_2$ -Ar- $N_2$ - $CH_4$ -Microwave Discharge**

Plasmas Proceedings of the XXVIth ICPIG, Greifswald, 1 (2003) 173

*Sigeneger, F., Winkler, R.*

**Self-Consistent Kinetic Analysis of the Helium Plasma in a Cylindrical Hollow Cathode**

Proceedings of the XXVIth ICPIG, Greifswald, 1 (2003) 33

*Winkler, R.*

**Progress of the Electron Kinetics in Spatial and Spatiotemporal Plasma Structures**

Proceedings of the XXVIth ICPIG, Greifswald, 3 (2003) 1

*Loffhagen, D., Sigeneger, F., Winkler, R.*

**The Effect of a Field Reversal on the Spatial Transition of the Electrons from an Active Plasma to a Field-Free Remote Plasma**

Eur. Phys. J. Appl. Phys. 25 (2004) 45

*Winkler, R., Arndt, S., Loffhagen, D., Sigeneger, F., Uhrlandt, D.*

**Progress of the Electron Kinetics in Spatial and Spatiotemporal Plasma Structures**

Contrib. Plasma Phys. (2003) in print

*Bagayev, S.N., Egorov, V.S., Mekhov, I.B., Moroshkin, P.V., Chekhonin, I.A., Davliatchine, E.M., Kindel, E.*

**Nonstationary parametric amplification of polychromatic radiation propagating in an extended absorbing resonant medium**

Opt. Spectrosc. 94 (2003) 126

*F. Adler, E. Kindel*

**Absolute determination of electron densities in a micro hollow cathode discharge by dual wavelength interferometry**

Proceedings of the XXVI th ICPIG, Greifswald/Germany, 1 (2003) 157

*S.N. Bagayev, V.V. Vasilyev, V.S. Egorov, V.N. Lebedev, I.B. Mekhov, P.V. Moroshkin, A.N. Fedorov, I.A. Chekhonin, E.M. Davliatchine, E. Kindel*

**Optical collective phenomena with participation of metastable atoms in decaying plasma of pulsed discharge**

Proceedings of the XXVI th ICPIG, Greifswald/Germany, 4 (2003) 217

*Y.B. Golubovskii, H. Lange, V.A. Maiorov, I.A. Porokhova, V.P. Sushkov*

**On the decay of metastable and resonance Xe atoms in the afterglow of a constricted discharge**

J. Phys. D: Appl. Phys. 36 (2003) 1

*Duan Xu-Ru, H. Lange, Qian Shang-Jie, N. Lang*

**Density Distributions of H and  $H_2$  in Pulsed Microwave hydrogen Plasmas**

Chinese Physics Letters, Vol.20(4), 2003, 48

*X.R. Duan, H. Lange, A. Meyer-Plath*

**Absolute Density Distribution of H atoms in large-sized Microwave Plasma Reactors Plasma Sources**

Science and Technology, Vol.12(4),2003, 554-560

*Yu. B. Golubovskii, H. Lange, V. A. Maiorov, I.A. Porokhova and V. P. Sushkov*

**Metastable and resonance atoms in a constricted discharge in Xe**

Proceedings of the XXVIth ICPIG, Greifswald/Germany 1 (2003) 25



*R. Bussiahn, N. Lang and H. Lange*

**Temperature determination in the positive column of xenon low pressure glow discharges via hyperfine structure resolving absorption measurements**

Proceedings of the Vth FLTPD, Villagio Cardigliano/Italy, 2003 pp.80

*R. Foest, V.A. Maiorov, J.F. Behnke, M. Schmidt, Yu.B. Golubovskii,*

**Study of a helium atmospheric pressure dielectric barrier discharge at 100 kHz**

Proceedings of the XXVIth ICPIG, Greifswald/ Germany, 4 (2003) 55

*R. Foest, F. Adler, F. Sigeneger, M. Schmidt*

**Study of an atmospheric pressure glow discharge (APG) for thin film deposition**

Surf. Coat. Technol. 163-164C (2003) 305

*J. Grundmann, S. Müller*

**Oxidation of diesel engine soot on a porous DBD electrode**

Proceedings of the XXVIth ICPIG, Greifswald/Germany 3(2003) 213

*St. Franke, H. Schneidenbach, M. Käning, H. Schöpp, H. Hess*

**Temperature profiles of a metal-halide high-pressure discharge lamp with rare-earth iodides**

Proceedings of the XXVIth ICPIG, Greifswald/Germany, 2(2003) 95

*A. A. Likalter, M. Käning, H. Schneidenbach, H. Hess,*

**Quasi-Continuum Radiation of Metal Halides in High-Pressure Discharges**

Proceedings of the XXVIth ICPIG, Greifswald/Germany, 2(2003) 91

*M. Sieg, B. Nehmzow, M. Kettlitz, H. Schneidenbach, H. Hess*

**Laser Exposure of High-Pressure Arc Electrodes**

Proceedings of the XXVIth ICPIG, Greifswald/Germany, 4(2003) 103

*M. Sieg, B. Nehmzow, M. Kettlitz, H. Hess, L. Dabringhausen, S. Lichtenberg, M. Redwitz, O. Langenscheidt and J. Mentel*

**On the electrode sheath voltage in high-pressure argon, xenon and mercury discharges**

Proceedings of the XXVIth ICPIG, Greifswald/Germany, 4(2003) 105

*J. Ehlbeck, A. Ohl, M. Maaß, U. Krohmann and T. Neumann*

**Moving atmospheric microwave plasma for surface and volume treatment**

Surf. Coat. Techn. 174-175C (2003) 493

*T. Dwars, H. Fuhrmann, J. Ehlbeck, M. Maaß and G. Oehme*

**A new low-temperature plasma discharge reactor for polymerisation of unsaturated compounds**

Surf. Coat. Techn. 174-175C (2003) 597

*J. Ehlbeck, A. Ohl, M. Maaß, U. Krohmann and T. Neumann*

**Moving atmospheric microwave plasma for surface and volume treatment**

Proceedings of the 5th International Workshop on Microwave Discharges: Fundamentals and Application, submitted

*B. Pietruszka and M. Heintze*

**Methane conversion at low temperature: the combined application of catalysis and non-equilibrium plasma.**

Catalysis Today eingereicht 09/03

*Alexander A. Khassin, Barbara L. Pietruszka, Moritz Heintze, Valentin N. Parmon.*

**The impact of a dielectric barrier discharge on the catalytic oxidation of methane over Ni-containing catalyst.**

React. Kinet. Catal. Lett., eingereicht

*Alexander A. Khassin, Barbara L. Pietruszka, Moritz Heintze, Valentin N. Parmon*

**Methane oxidation in a dielectric barrier discharge. The impact of discharge power and discharge gap filling**

React. Kinet. Catal. Lett., eingereicht

*R.E. Robson, Z.Lj. Petrovic, Z.M. Raspopovic, D. Loffhagen*

**Negative absolute electron mobility, Joule cooling, and the second law**

J. Chem. Phys. 119 (2003) 11249-11252

*Hannemann, M., Koborow, N., Rapp, M.*

**Probe Measurements in a Low Density Large Volume Afterglow Plasma**

ICPIG XXVI, Greifswald, Juli 2003, 1/131

*Vartolomei, V., Hannemann, M., Steffen, H., Hippler, R.*

**The plasma diffusion from an ECWR source and the effect of a grounded grid on this process**

ICPIG XXVI, Greifswald, Juli 2003, 1/113.

*R. Bussiahn, S. Gortchakov, H. Lange, and D. Uhrlandt* **Experimental and theoretical investigations of a low-pressure He-Xe discharge for lighting purpose**

eingereicht bei J. Appl. Phys.

*R. Basner, M. Schmidt, K. Becker*

**Absolute total and partial cross sections for the electron impact ionization of diborane (B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)**

J. Chem. Phys. 118 (5) (2003) 2153-2158

*R. Basner*

**Electron induced ionization of molecules with plasma-technological relevance**

AIP Conference Proceedings 680(2003)73

*R. Basner, M. Schmidt, K. Becker*

**Measurements of Absolute Total and Partial Cross Sections for the Electron Impact Ionization of Tungsten Hexafluoride (WF<sub>6</sub>)**

Int. J. Mass.Spectrom., eingereicht

*F Sigeneger, R Winkler, R E Robson*

**What really happens with the electron gas in the famous Franck-Hertz experiment?**

Contrib. Plasma Phys. 43 (2003) 178-197

*S. Arndt and F. Sigeneger and R. Winkler*

**Study of the Anode Region of a DC Glow Discharge by a Spatially One-Dimensional Hybrid Method**

Plasma Chem. Plasma Process. 23 (2003) 439-461

*D. Loffhagen, F. Sigeneger, R. Winkler*

**Spatial Transition of the Electron Gas from the Active to the Remote Plasma State**

Plasma Chem. Plasma Process. 23 (2003) 415-437

*F. Sigeneger, N.A.Dyatko, R. Winkler*

**Spatial Electron Relaxation: Comparison of Monte Carlo and Boltzmann Equation Results**

Plasma Chem. Plasma Process. 23 (2003) 103-116

*Rousseau, A., Dantier, A., Meshchanov, A. V., Gatilova, L., Röpcke, J., Golubovskii, Yu. B., Ionikh, Y., Kozakov, R. V., Maiorov, V. A., and Porokhova, I. A.*

**High pressure pulsed microwave discharge designed for VOC removal**

in Microwave Discharges Fundamentals and Applications, V<sup>th</sup> International Workshop, Greifswald, (2003)



*Hübner, M., Castillo, M., Davies, P. B., and Röpcke, J.,*

**Infrared Laser Spectroscopy of the CN Free Radical in an Argon-Methane-Nitrogen Microwave Plasma**

in Microwave Discharges: Fundamentals and Applications, V<sup>th</sup> International Workshop, Greifswald, (2003)

*R. Foest, D. Baumann, A. Ohl*

**Microwave-excited plasma-jet for high rate, local, plasma assisted chemical etching in Microwave Discharges**

Fundamentals and Applications, Vth International Workshop, Greifswald, (2003)

*M. Heintze and M. Magureanu*

**Pulsed microwave discharge at atmospheric pressure for methane conversion into aromatics**

in Microwave Discharges: Fundamentals and Applications, Vth International Workshop, Greifswald, (2003)

*M. Heintze, V. Brüser, W. Brandl, G. Marginean, S. Haiber, H. Bubert*

**Surface functionalisation of carbon nano-fibres in fluides bed plasma**

Surface and Coatings Technology 174(2003) 831-834

*S. Haiber, X.T.Ai, H. Bubert, M. Heintze, V. Brüser, W. Brandl, G. Marginean*

**Analysis of functional groups on the surface of plasma-treated carbon nanofibers**

Analytical and Bioanalytical Chemistry 375(7) (2003) 875-883

*K.-D.Weltmann,J.Kostovic,D.F.Sologuren-Sanchez*

**LCC,LCA and Value Based Comparison of High-Voltage Switchgear / Substations**

CIGRE SC A3, proc. (2003), Sarajevo, Bosnien Herzegovina

*S. Haiber, H. Bubert, W. Brandl, G. Marginean, M. Heintze, V. Brüser*

**Characterization of the uppermost layer of plasma-treated carbon nanotubes**

Diamond and Related Materials 12 (3-7)(2003) 811-815

*K. Becker, M. Schmidt, A. Viggiano, R. Dressler, S. Williams*

**Atmospheric - Pressure Air Plasma Physics**

Editors: K. Becker, R. Barker, K. Schoenbach to be published in 2004 by IOP Publishing

*M. Schmidt, J.F. Behnke*

Institut für Physik EMAU "Surface Treatment";

Beitrag zum Buch **Atmospheric-Pressure Air Plasma Physics**

Editors: K. Becker, R. Barker, K. Schoenbach to be published in 2004 by IOP Publishing

*Kersten, H.*

**Complex (dusty) plasmas: trends in applications and diagnostics**

SAPP-14, Bobrovnik, Januar 2003, 59. (01/03)

*Kersten, H.*

**Particle-containing plasmas: diagnostics and application**

DPG-Tagung „Plasmaphysik“ 2003, Aachen, März 2003, 26.

*Kersten, H., Wiese, R., Thieme, G., Deutsch, H., Stoffels, E., Stoffels, W.W., Kroesen, G.M.W.*

**Complex (dusty) plasmas: trends in applications and diagnostics**

*Kersten, H.* “The application of dusty plasmas”, PLASMA-2003, Warschau, September 2003

*Röpcke, J.*

**Recent progress in diagnostics of molecular plasmas using infrared diode lasers**

Eingeladener Vortrag: 4th International Conference on Tunable Diode Laser Spectroscopy, Zermatt, Switzerland, 2003, Conf. Proc. p. 19

*A. Ohl, K. Schröder, A.A. Meyer-Plath*

**Plasma assisted chemical micropatterning for biomedical purposes**

APP Spring Meeting, Bad Honnef, 23.02.-26.02.2003, book of abstracts p.19-22.

*K. Schröder, R. Ihrke, A. Ohl*

**Plasmaprozesse für lagerungsstabile hydrophile Grenzschichten zur Anwendung in der Biomedizintechnik**

Eingeladener Vortrag, EFDS Workshop “Funktionalisierung von Oberflächen für die Biotechnologie“, Dresden, 11.03.2003, Tagungsband.

*A. Ohl*

**Plasmaquellen mit selektiver Wirkung Fachgespräch „Neuartige modulare und selektive Plasmaquellen“**

VDI Technologiezentrum Düsseldorf, 08.04.2003

*R. Winkler*

**Progress of the Electron Kinetics in Spatial and Spatiotemporal Plasma Structures**

Eingeladener Vortrag: XXVIth ICPIG, Greifswald, 2003

*D. Uhrlandt*

**Low-pressure xenon positive column plasmas for lighting purpose: A model investigation**

Eingeladener Vortrag: 56th GEC, San Francisco, USA, 2003, Bulletin of the American Physical Society, Series II, Vol. 48, No. 6 (2003) 84

*M. Kettlitz*

**Investigations of the Plasma Sheath near the Electrodes of High-Pressure Lamps**

IEEE-IAS 38th Ann. Meeting, Salt Lake City, Utah USA, 12.-16.10.2003

*H. Schöpp*

**Sapphire tubes for optical diagnostics, a possibility for validation of frequently used methods in ceramic lamps**

COST 529 Toulouse, 4.12.2003

*J. Ehlbeck, A. Ohl, M. Maaß, U. Krohmann and T. Neumann*

**Moving atmospheric microwave plasma for surface and volume treatment**

5th International Workshop on Microwave Discharges: Fundamentals and Application, Greifswald/Germany, 7/2003



Wiese, R., Kersten, H., Hippler, R., Neumann, H., Scholze, F., Gorbov, D.  
**Messung von ionenstrahlgenerierten Energieeintragsprofilen mit Hilfe von Thermosonden**  
11. Bundesdeutsche Fachtagung „Plasmatechnologie“, Ilmenau, März 2003, 46

Kersten, H.,  
**Das Universum – eine Welt des Plasmas**  
10. Erfahrungsaustausch „Oberflächentechnologie mit Plasmaprozessen“, Mühlleithen, März 2003

Kersten, H., Wiese, R., Bojic, D., Thieme, G., Kopitov, A., Scholze, F., Neumann, H.  
**Characterization of a broad ion beam source by non-conventional methods**  
ICMCTF-2003, San Diego, April 2003, 55

B. Pietruszka and M. Heintze  
**Methane conversion at low temperature: the combined application of catalysis and non-equilibrium plasma**  
EuropaCat-VI, Innsbruck 31.8 – 04.9.2003

V. Brüser, M. Heintze, W. Brandl, G. Marginean, H. Bubert and S. Haiber  
**Oberflächenfunktionalisierung von Kohlenstoff-Nano-Fasern durch Plasmabehandlung**  
11. Bundesdeutsche Fachtagung Plasmatechnologie, Ilmenau 9.-12.03.2003

V. Brüser, M. Heintze, W. Brandl, G. Marginean, H. Bubert, S. Haiber  
**Oberflächenflächenmodifizierung von Kohlenstoff-Nano-Fasern durch Plasmabehandlung**  
10. Erfahrungsaustausch "Oberflächentechnologie mit Plasma- und Ionenstrahlprozessen", Mühlleithen 18.-20.03.2003

Pipa, A.V., Lavrov, B.P., and Röpcke, J.  
**On spectroscopic determination of the dissociation degree of hydrogen in arc discharge**  
Frühjahrstagung Plasmaphysik der DPG, Aachen 2003, Verhandlungen der DPG, 4/2003, 52.

Röpcke, J., Davies, P.B., Hempel, F., Pipa, A.V., and Stancu, G.D.,  
**On recent progress in monitoring transient molecular species in microwave plasmas**  
Vth International Workshop on Microwave Discharges: Fundamentals and Application, Greifswald 2003, Conf. Proc. p. 95

Rousseau, A., Gatilova, L., Röpcke, J., Golubovski, Y. and Prokhova, I.  
**High pressure pulsed microwave discharge designed for VOC removal**  
Vth International Workshop on Microwave Discharges: Fundamentals and Application, Greifswald 2003, Conf. Proc. p. 69.

Hempel, F., Loffhagen, D., Mechold, L., Röpcke, J., and Davies, P. B.  
**On plasma chemistry in H<sub>2</sub>-Ar-N<sub>2</sub>-microwave mischarges with admixtures of methane or methanol**  
56th Annual GEC, San Francisco, USA, 2003, Bulletin of the American Physical Society, Series II, Vol. 48, No. 6 (2003) 20

Röpcke, J., Stancu, G. D., Hempel, F., Lombardi, G. and Gicquel, A.,  
**On quantitative detection of methyl radicals in non-equilibrium plasmas by absorption spectroscopic techniques**  
56th Annual GEC, San Francisco, USA, 2003

Stancu, G.D., Davies, P.B., and Röpcke, J.,  
**Determination of the methyl radical line strength using a pulsed microwave plasma**  
Frontiers in Low Temperature Plasma Diagnostics V, Specchia 2003, Conf. Proc. pp. 267-270

*Lavrov, B.P., Pipa, A.V., and Röpcke, J.*

**On spectroscopic determination of hydrogen dissociation degree in non-equilibrium plasmas of dc, rf and microwave discharges**

Frontiers in Low Temperature Plasma Diagnostics V, Specchia 2003, Conf. Proc. pp. 196-199

*Lavrov, B.P., Osiac, M., Pipa, A.V., and Röpcke, J.*

**On spectroscopic detection of main neutral species in low-pressure plasmas containing boron and hydrogen**

Frontiers in Low Temperature Plasma Diagnostics V, Specchia 2003, Conf. Proc. pp. 152-155

*Lombardi, G., Stancu, G.D., Hempel, F., Gicquel, A., Röpcke, J.,*

**On spectroscopic methods of methyl radical detection in non-equilibrium plasmas**

Frontiers in Low Temperature Plasma Diagnostics V, Specchia 2003, Conf. Proc. pp. 148-151

*Lavrov, B.P., Pipa, A.V., and Röpcke, J.,*

**On spectroscopic determination of the dissociation degree of hydrogen in a rf discharges**

XXVI. ICPIG, Greifswald 2003, Conf. Proc. 1 pp. 161-162.

*Rousseau, A., Gatilova, L., Mechtchanov, A., Ionikh, Y., and Röpcke, J.,*

**Evidence of plasma-catalysis synergy for VOC removal**

XXVI. ICPIG, Greifswald 2003, Conf. Proc. 3 pp. 221-222

*Hassouni, K., Lombardi, G., Röpcke, J. and Gicquel, A.*

**Carbon-containing species concentrations in a moderate pressure H<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> microwave plasma – modelling versus infrared diagnostics**

16th ISPC, Taormina 2003, Conf. Proc. pp. 144-145

*A. Ohl, R. Ihrke, A. Diener, B. Nebe, J. Rychly, K. Schröder,*

**Defined biologization of artificial polymer surfaces using covalent coupling strategies**

Interfacial Biology of Implants, Warnemünde, 14.-16.05.2003, Biomaterialien 4(2003), 136

*K. Schröder, R. Ihrke, A.A. Meyer-Plath, B. Finke, A. Diener, B. Nebe, A. Ohl,*

**Surface functionalization in ammonia microwave plasmas for biomedical applications**

International Symposium on Plasma Chemistry, (ISPC-16), Taormina (Italy), 22.-27.06.2003, book of abstracts, p.446

*Schröder, K., Babucke, G., Ohl, A.*

**Visualization of plasma-generated chemical micropattern on polystyrene by XPS**

10th European Conference on applications of surface and interface analysis (ECASIA 03), Berlin, 05.10.2003, book of abstracts

*Ohl, A.*

**Hochwertige Oberflächenveredelung mit Plasmen**

Landestechnologiekonferenz Mecklenburg-Vorpommern "Wachstumsimpulse durch neue Materialien", Technologiepark Warnemünde, 23-24.04.2003

*Loffhagen, D. Sigeneger, F. and Winkler, R.*

**Spatial Transition of Electrons from Active to Field-Free Plasma Regions Through a Field Reversal Range**

Frühjahrstagung der DPG, Aachen, 2003

*Loffhagen, D. Sigeneger, F. and Winkler, R.*

**Comparative Kinetic Analysis of the Electron Behaviour in the Anode Region of Glow Discharge Plasmas**

Frühjahrstagung der DPG, Aachen, 2003

*Gortchakov, S., Uhrlandt, D., Bussiahn, R. and Lange, H.*

**Theoretical Investigations of a Low-Pressure DC He-Xe Discharge for Lighting Purpose**

Frühjahrstagung der DPG, Aachen, 2003

*Heintze, M., Brüser, V., Brandl, W., Marginean, G. Chirila, V., Bubert, H.*

**Surface activation of carbon nanofibres by plasma treatment**

12th Conference on Plasma Physics and Applications, Iasi, 1-3 September 2003

*M. Heintze, and B. Pietruszka,*

**Plasmacatalytic conversion of methane into syngas: the combined effect of discharge activation and catalysis**

Plasma Technology and Catalysis symposium, 225th ACS National Meeting, New Orleans, 23.-27.3.2003

*M. Heintze and M. Magureanu*

**Pulsed microwave discharge at atmospheric pressure for methane conversion into aromatics**

5th International Workshop on Microwave Discharges: Fundamentals and Applications, Greifswald, July 8-12, 2003

*S. Arndt, F. Sigeneger, R. Kozakov, H. Testrich, C. Wilke*

**Investigation of the disturbing impact of a floating probe on a neon discharge plasma**

56th GEC, San Francisco, USA, 2003, Bulletin of the American Physical Society, Series II, Vol. 48, No. 6 (2003) 62

*M. Hebert, U. Kortshagen, D. Uhrlandt*

**Measurement of cold electrons in a pulsed inductively coupled plasma**

56th GEC, San Francisco, USA, 2003, Bulletin of the American Physical Society, Series II, Vol. 48, No. 6 (2003) 18

*R. Foest, D. Baumann, A. Ohl*

**Microwave-excited plasma-jet for high rate, local, plasma assisted chemical etching in Microwave Discharges**

Fundamentals and Applications, Vth International Workshop, Greifswald 2003

*K.-D. Weltmann*

**Anwendungen in der Plasmatechnik**

International Heraeus Summer School, Greifswald 10/2003

Wiese, R., Kersten, H., Hippler, R., Neumann, H., Scholze, F., Gorbov, D.

**Messung von ionenstrahlgenerierten Energieeintragsprofilen mit Hilfe von Thermosonden**

11. Bundesdeutsche Fachtagung „Plasmatechnologie“, Ilmenau, März 2003, 46

Thieme, G., Fröhlich, M., Bojic, D., Kopytov, A., Kersten, H., Hippler, R.

**Beschichtung von Pulverteilchen in einer Magnetron-Entladung**

11. Bundesdeutsche Fachtagung „Plasmatechnologie“, Ilmenau, März 2003, 61

Thieme, G., Fröhlich, M., Bojic, D., Kopytov, A., Kersten, H., Hippler, R.

**On the coating of powder particles in a magnetron discharge**

DPG-Tagung „Plasmaphysik“ 2003, Aachen, März 2003, 58

Kersten, H., Deutsch, H.,

**Charging of Micro-Particles in Plasma-Dust Interaction**

ICPIG XXVI, Greifswald, Juli 2003, 2/45

M. Kettlitz, O. Krylova, M. Spiller

**Temperaturdiagnostik an Keramiklampen mit Mischfüllungen**

11. Bundesdeutsche Fachtagung „Plasmatechnologie“, Ilmenau, März 2003, 84

M. Sieg, B. Nehmzow, M. Kettlitz, H. Schneidenbach, and H. Hess

**Laser exposure of high-pressure arc electrodes**

ICPIG XXVI, Greifswald, Juli 2003, 4/103

M. Sieg, B. Nehmzow, M. Kettlitz, H. Hess, L. Dabringhausen, S. Lichtenberg, M. Redwitz,  
O. Langenscheidt and J. Mentel,

**On the electrode sheath voltage in high-pressure argon, xenon and mercury discharges**

ICPIG XXVI, Greifswald, Juli 2003, 4/105

B. Pietruszka, K. Anklam and M. Heintze

**Plasma-promoted partial oxidation of methane to syngas over Ni/ $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalyst in a dielectric barrier discharge reactor**

XXXVI Jahrestreffen Deutscher Katalytiker, Weimar 19.-21.3.2003

B. Pietruszka, K. Anklam und M. Heintze,

**$\alpha$ -Alumina supported nickel catalyst for the plasma-catalysed partial oxidation of methane to CO and H<sub>2</sub>**

XXXV OKK (Polish Catalytic Colloquium) Krakau, 2. – 4.4.2003

B. Pietruszka, K. Anklam, M. Heintze,

**Application of a DBD reactor for the partial oxidation of methane to synthesis gas in the presence of a nickel catalyst**

ISPC 16, Taormina 22.-27.6.2003

Brüser, V., Heintze, M., Brandl, W., Marginean, G., Bubert, H. Haiber, S.

**Plasma surface treatment of carbon nano-fibres for improved binding in polymer composites**

ISPC 16, Taormina 22.-27.6.2003

Brüser, V., Heintze, M., Brandl, W., Marginean, G. and Bubert, H.

**Surface modification of carbon nanofibres in low temperature plasmas**

Diamond 2003, Salzburg 7.-12.09.2003

Hannemann, M., Koborow, N., Rapp, M.

**Probe Measurements in a Low Density Large Volume Afterglow Plasma**

ICPIG XXVI, Greifswald, Juli 2003, 1/131.(07/03)

*Vartolomei, V., Hannemann, M., Steffen, H., Hippler, R.*

**The plasma diffusion from an ECWR source and the effect of a grounded grid on this process**

ICPIG XXVI, Greifswald, Juli 2003, 1/113. (07/03)

*Stancu, G.D., Davies, P.B., and Röpcke, J.*

**New determination of the line strength of the methyl radical using a pulsed discharge**

Frühjahrstagung Plasmaphysik der DPG, Aachen 2003, Verhandlungen der DPG, 4/2003, 35

*Loffhagen, D., Hempel, F., Röpcke, J., and Davies, P.B.*

**On the chemical reaction kinetics of molecular plasmas containing CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>**

Frühjahrstagung Plasmaphysik der DPG, Aachen 2003, Verhandlungen der DPG, 4/2003, 30.

*Stancu, G.D., Lombardi, G., Hempel, F., Gicquel, A., and Röpcke, J.,*

**A comparative study of CH<sub>3</sub> detection in microwave plasmas by uv and ir absorption techniques**

Vth International Workshop on Microwave Discharges: Fundamentals and Application, Greifswald 2003, Conf. Proc. p. 97

*Lombardi, G., Stancu, G.D., Hempel, F., Gicquel, A., and Röpcke, J.,*

**On quantitative detection of methyl radicals in non-equilibrium plasmas**

4th International Conference on Tunable Diode Laser Spectroscopy, Zermatt, Switzerland, 2003, Conf. Proc. p. 81

*Stancu, G.D., Davies, P.B., and Röpcke, J.,*

**Determination of the methyl radical line strength using time-resolved infrared absorption spectroscopy in a pulsed plasma**

4th International Conference on Tunable Diode Laser Spectroscopy, Zermatt, Switzerland, 2003, Conf. Proc. p. 100

*Stancu, G.D., Röpcke, J., and Davies, P.B.,*

**New Determination of the Methyl Radical Line Strength using a Pulsed Microwave Discharge**

56th Annual GEC, San Francisco, USA, 2003

*K. Schröder, A.A. Meyer-Plath, B. Finke, A. Ohl*

**Ammonia plasmas for polystyrene surface functionalization and cell culture application**

APP Spring Meeting, Bad Honnef, 23.02.-26.02.2003, book of abstracts p.121-123

*B. Finke, K. Schröder, Ohl,*

**Untersuchung plasmagenerierter Radikale auf Polymeroberflächen**

11. Bundesdeutsche Fachtagung für Plasmatechnologie, Ilmenau, 09.03.-12.03.2003, Tagungsband, S.89

*A. Diener, R. Ihrke, K. Schröder, B. Nebe, J. Rychly, U. Bulnheim, S. Krause, A. Ohl,*

**Cell adhesion and spreading on ammonia-plasma modified PEEK surfaces**

Interfacial Biology of Implants, Warnemünde, 14.-16.05.2003, Biomaterialien 4(2003), 99.



*K. Schröder, R. Ihrke, A. Diener, B. Nebe, J. Rychly, A. Ohl,*

**Defined biologization of artificial polymer surfaces using covalent coupling strategies**

Interfacial Biology of Implants, Warnemünde, 14.-16.05.2003, Biomaterialien 4(2003), 136

*B. Finke, A. Meyer-Plath, K. Schröder, A. Ohl*

**Analysis of plasma-generated radicals on polymer surfaces**

Poster, International Symposium on Plasma Chemistry, (ISPC-16), Taormina (Italy), 22.-27.06.2003, book of abstracts, p.28

*F. Sigeneger and R. Winkler*

**Kinetics of Trapped and Non-Trapped Electrons in the Franck-Hertz Experiment**

Frühjahrstagung der DPG, Aachen, 2003

*S. Gortchakov, H. Lange, D. Loffhagen, and D. Uhrlandt*

**Self-Consistent Modelling of a Low-Pressure He-Xe Discharge**

Frühjahrstagung der DPG, Aachen, 2003

*S. Arndt, F. Sigeneger, and R. Winkler*

**Self-Consistent Description of the Anode Region of DC Glow Discharges**

Frühjahrstagung der DPG, Aachen, 2003

*D. Loffhagen and R. Winkler*

**Impact of the Electron-Electron Interaction on the Spatiotemporal Relaxation of Plasma Electrons**

XXVIth ICPIG, Greifswald, 2003

*F. Sigeneger and R. Winkler*

**On the Kinetics of Electron Trapping in the Franck-Hertz Experiment**

XXVIth ICPIG, Greifswald, 2003

*S. Gortchakov and D. Uhrlandt*

**Radiation Properties of Low-Pressure Discharges in Mixtures of Xenon with Rare Gases**

XXVIth ICPIG, Greifswald, 2003

*F. Hempel, P. B. Davies, D. Loffhagen, and J. Röpcke*

**On the Plasma Chemistry of  $\text{H}_2\text{-Ar-N}_2\text{-CH}_4$ -Microwave Discharge Plasmas**

XXVIth ICPIG, Greifswald, 2003

*F. Sigeneger and R. Winkler*

**Self-Consistent Kinetic Analysis of the Helium Plasma in a Cylindrical Hollow Cathode**

XXVIth ICPIG, Greifswald, 2003

*F. Hempel, D. Loffhagen, L. Mechold, J. Röpcke, and P. B. Davies*

**On the Plasma Chemistry in  $\text{H}_2\text{-Ar-N}_2\text{-CH}_4$ -Microwave Discharge with Admixtures of Hydrocarbons**

16th ISPC, Taormina/Italy, 2003

*F. Adler and E. Kindel*

**Absolute determination of electron densities in a micro hollow cathode discharge by dual wavelength interferometry**

XXVI th ICPIG, Greifswald/Germany, 7/2003

*S.N. Bagayev, V.V. Vasilyev, V.S. Egorov, V.N. Lebedev, I.B. Mekhov, P.V. Moroshkin, A.N. Fedorov, I.A. Chekhonin, E.M.*

**Davliatchine and E. Kindel Optical collective phenomena with participation of metastable atoms in decaying plasma of pulsed discharge**  
XXVI th ICPIG, Greifswald/Germany, 7/2003

*Yu. B. Golubovskii, H. Lange, V. A. Maiorov, I.A. Porokhova and V. P. Sushkov*  
**Metastable and resonance atoms in a constricted discharge in Xe** XXVIth ICPIG, Greifswald/Germany, 7/2003

*R. Bussiahn, S. Gortchakov, H. Lange and D. Uhrlandt*  
**Experimental study and Self-Consistent Description of a Low-Pressure He-Xe-Discharge for Lighting Purposes**  
XXVIth ICPIG, Greifswald/Germany, 7/2003

*R. Bussiahn, N. Lang and H. Lange*  
**Temperature determination in the positive column of xenon low pressure glow discharges via hyperfine structure resolving absorption measurements**  
Proceedings of the Vth FLTPD, Villagio Cardigliano/Italy, 4/2003

*J. Grundmann and S. Müller*  
**Oxidation of diesel engine soot on a porous DBD electrode**  
XXVIth ICPIG, Greifswald/Germany, 7/ 2003

*St. Franke, H. Schneidenbach and H. Schöpp,*  
**Investigation of metal-halide high-pressure discharge lamps containing thallium iodide**  
56th Gaseous Electronics Conference, San Francisco, Oktober 2003

*M. Kettlitz, O. Krylova, M. Wendt and H. Schneidenbach*  
**Broadening of the Na D lines in dependence on the Xe pressure in HID lamps**  
56th Gaseous Electronics Conference, San Francisco, Oktober 2003

*M. Kettlitz, M. Sieg, M. Wendt and H. Schneidenbach*  
**On the electrode sheath voltage in high-pressure argon, xenon and mercury discharges**  
56th Gaseous Electronics Conference, San Francisco, Oktober 2003

*M. Wendt, H. Schneidenbach, M. Kettlitz and M. Sieg*  
**Study of high-pressure xenon discharges with metal-halide additives**  
56th Gaseous Electronics Conference, San Francisco, Oktober 2003

*M. Wendt and H. Schneidenbach*  
**Theoretical study of pulsed high-pressure xenon discharges**  
DPG-Tagung "Plasmaphysik" Aachen, März 2003

*E. Metzke, H. Schöpp, S.-F. Goecke,*  
**Strahldichte- und Temperaturverteilung eines Impuls-Schweißlichtbogens,**  
11. Bundesdeutsche Fachtagung „Plasmatechnologie“, Ilmenau, März 2003

*St. Franke, H. Schneidenbach, M. Käning, H. Schöpp, H. Hess*  
**Temperature profiles of a metal-halide high-pressure discharge lamp with rare-earth iodides**  
XXVIth ICPIG, Greifswald/Germany 7/2003

*R. Bussiahn, S. Gortchakov, H. Lange and D. Uhrlandt*

**Diagnostic study and self-consistent modelling of low-pressure He-Xe discharge for lighting purpose**

56th GEC, San Francisco, USA, 2003, Bulletin of the American Physical Society, Series II, Vol. 48, No. 6 (2003) 29

*D. Loffhagen, R. Winkler*

**On the modification of the spatiotemporal electron relaxation process by electron-electron collisions**

56th GEC, San Francisco, USA, 2003, Bulletin of the American Physical Society, Series II, Vol. 48, No. 6 (2003) 30

*N. Pinhao, Z. Donko, D. Loffhagen, E.A. Richley, M. Pinheiro*

**Comparison of kinetic calculation techniques for a pulsed Townsend discharge**

56th GEC, San Francisco, USA, 2003, Bulletin of the American Physical Society, Series II, Vol. 48, No. 6 (2003) 75

*R. Foest, M. Schmidt, V.A. Maiorov, Yu.B. Golubovskii, J.F. Behnke*

**Experimental and theoretical study of a helium atmospheric pressure barrier discharge at 100 kHz**

*R. Basner, K. Becker*

**Electron-Impact Ionization of WF<sub>6</sub> and Cl<sub>2</sub>,**

Bulletin of the American Physical Society Vol. 48, No.6(2003), 49, 56nd GEC San Francisco, Oktober 2003

*V. Tarnovsky, R. Basner, M. Schmidt, H. Deutsch, K. Becker*

**Electron-impact ionization cross sections for boron-and silicon-containing molecules and radicals**

XXIII ICPEAC, Stockholm, Juli 2003, Th077

*R. Foest, V.A. Maiorov, J.F. Behnke, M. Schmidt, Yu.B. Golubovskii,*

**Study of a helium atmospheric pressure dielectric barrier discharge at 100 kHz**

Proceedings of the XXVIth ICPIG, Greifswald/Germany, 4 (2003) 55

*R. Bussiahn and H. Lange*

**Investigation of Xe 1s<sub>3</sub> atoms in low pressure glow discharges by LAAS**

DPG Spring meeting, Aachen/Germany, 2003



*Kersten, H.*

**Bestimmung des Energieeinstroms bei Plasma-Wand-Wechselwirkungsprozessen**

HMI-Seminar „Solare Energetik“, Hahn-Meitner-Institut Berlin, Februar 2003

*Kersten, H.*

**The Universe – a World of Plasma**

JETC Colloquium, Hanoi University of Science, Februar 2003

*KERSTEN, H.,*

**Messung des Energieeinstroms beim Magnetronspütern**

ST-Seminar, FhG-IST Braunschweig, September 2003. (09/03)

*M. Heintze, V. Brüser,*

**Plasmachemische Oberflächenbehandlung von Grafitfasern in einer Niederdruck-Wirbelschicht**

Verbundprojekttreffen zum BMBF-Verbundprojekt: „Grundlegende Untersuchungen zur plasmachemischen Behandlung von Grafitfasern für innovative Einsatzpotentiale“, Berlin 14.07.2003

*Röpcke, J.*

**Recent spectroscopic studies of phenomena in molecular non-equilibrium plasmas**

Seminar-Institut für Plasmaphysik, Aussenstelle Greifswald, 25.02.2003.

*D. Uhrlandt*

**Power Balance and Space-Charge Confinement in Rare-Gas DC Column**

Plasmas Seminarvortrag 03/2003, Dept. of Mechanical Engineering, Univ. of Minnesota, Minneapolis/USA

*D. Uhrlandt*

**Modelling of Low-Pressure Glow Discharges**

Application for Light Sources COST 529-Meeting 07/2003, INP Greifswald

*E. Kindel*

**Diagnostics for plasma light sources**

EU-COST Meeting/ Greifswald, 07/03

*E. Kindel*

**Lichterzeugung mittels Plasmen**

4. Mecklenburg-Vorpommern Tag, Greifswald, 06/03

*R. Foest, M. Stieber, E. Kindel*

**MHJD-sources and diagnostics for fibre treatment**

Vortrag Statusseminar zum EU-Projekt “Ecotissue by gas phase surface modification of lignocellulosic fibres”, Greifswald 06/03

*N. Lang and H. Lange*

**Improved Chemical Analysis and UV Spectroscopy using Improved Deuterium Lamps**

Project-Nr. GRD1-2000-25471, Project meeting, Brüssel/Belgium 1/2003

*N. Lang and H. Lange*

EU-Projekt “Improved Chemical Analysis and UV Spectroscopy using Improved Deuterium Lamps” Project-Nr. GRD1-2000-25471, Final project meeting, Brüssel/Belgien, 12/2003

*S. Gortchakov*

**Selbstkonsistente Beschreibung und Analyse von DC Säulenplasmen in He-Xe-Gemischen**

Vortrag auf dem 3. BMBF-Verbundtreffen „Energieeffiziente quecksilberfreie Niederdrucklampen“ 05/2003, Karlsruhe

*D. Loffhagen*

**Zeit- und raumabhängige Kinetik der Elektronen in Niedertemperaturplasmen**

Seminarvortrag 04/2003, Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

*E. Metzke, H. Schöpp,*

**Spektroskopie am MIG-Schweißlichtbogen**

DVS-Seminar in der TU-Berlin, 6./7.3.03

*H. Kersten*

**Bestimmung des Energieeinstroms bei einer plasmagestützten Schichtabscheidung**

IST-Seminar, FhG-IST Braunschweig, September 2003

*S. Müller, R. Zahn,*

**DBE für Sichtanzeigen und Beleuchtung,**

11.12.03 PHILIPS Aachen

*S. Müller, R. Zahn,*

**DBE mit Materialien im Entladungsraum und strukturierten Elektroden**

18.12.03 Jahn GmbH

*E. Metzke, H. Schöpp,*

**Diagnostik der Säule eines MIG-Schweißlichtbogens,**

DVS-Lichtbogenkolloquium, 26.11.03 Düsseldorf

*H. Kersten*

**Elektrische und optische Plasmaanalyse von Niederdruckplasmen Vernetzungsprojekt "Zinkoxidschichten für Dünnschichtsolarzellen"**

HMI Berlin, September 2003

*H. Kersten*

**The Universe a world of plasma",**

LTPP International WE-Heraeus Summer School, Bad Honnef, September 2003

*H. Kersten*

**Mikrodisperse Teilchen im Plasma - Möglichkeiten für Anwendungen und zur Diagnostik**

Plasmakolloquium, IPF Stuttgart, Oktober 2003

*M. Heintze, V. Brüser,*

**Plasmachemische Oberflächenbehandlung von Grafitfasern in einer Niederdruck-Wirbelschicht**

Verbundprojekttreffen zum BMBF-Verbundprojekt: „Grundlegende Untersuchungen zur plasmachemischen Behandlung von Grafitfasern für innovative Einsatzpotentiale“, Düsseldorf 15.12.2003



*J. Röpcke und J. Ehlbeck*

**Plasma der 4. Aggregatzustand**

Einführungsvorlesung an der FH Stralsund 5/2003

*N. Lang and H. Lange*

**EU-Projekt "Improved Chemical Analysis and UV Spectroscopy using Improved Deuterium Lamps"**

Project-nr. GRD1-2000-25471, Project meeting, Metz/France, 9/2003

*H. Lange, D. Uhrlandt, S. Gortchakov, R. Bussiahn und D. Loffhagen* BMBF-  
Verbundprojekt **Energieeffiziente quecksilberfreie Niederdrucklampen-**  
**Teilvorhaben: Grundlegende Charakterisierung und Modellierung der**  
**VUV-Ausbeute von Xenon-Entladungen** FKZ 13 N8153, Projekttreffen,  
Karlsruhe/Germany, 4/2003

*H. Lange, D. Uhrlandt, S. Gortchakov, R. Bussiahn und D. Loffhagen*

BMBF-Verbundprojekt **Energieeffiziente quecksilberfreie**

**Niederdrucklampen-Teilvorhaben: Grundlegende Charakterisierung und**  
**Modellierung der VUV-Ausbeute von Xenon-Entladungen** FKZ 13 N8153

Meilensteintreffen, Aachen/Germany, 10/2003

### **Vorlesungen (Reihe)**

H. Kersten: Vorlesung „Einführung in die Astronomie und Astrophysik (I+II)“ am IfP / Univ. Greifswald

H. Kersten: Vorlesung „Basics in Plasma Physics and Plasma Technology“ am JETC Hanoi (Vietnam)

J. Röpcke und H. Kersten: Vorlesung „Plasmatechnologie“ an der FH Stralsund

### **Seminare (Reihe)**

Praktikum „Astronomisches Beobachtungspraktikum“ am IfP / Univ. Greifswald

Praktikum „Practice of Gas Discharges, Experimental Demonstration“ am JETC Hanoi (Vietnam)

Übungen zur Vorlesung „Thermodynamik und Statistik“, Theoretische Physik V an der Universität Greifswald

### **Betreuung Diplome/ Promotionen/Habilitationen**

Promotion: M. Osiac

Promotion: F. Hempel

Diplom: J. Grundmann

Diplom: M. Hübner

### **Betreuung studentische Praktika**

H. Zimmermann, FH Stralsund

H. Thieme, FH Stralsund

V. Sushkov, Uni St. Petersburg

S. Siewert, FH Stralsund

S. Nadolny, FH Stralsund

M. Tatanova, Uni St. Petersburg

Laborpraktikum M. Hähnel

### **Betreuung Schülerpraktika**

P. Pens, Wolgast; B. Orlov, Wolgast; J. Fries, Greifswald; M. Hoffmann, Wolgast; H. Höft, Wolgast; A. Reisch, Greifswald; R. Päplow, Greifswald; R. Keick, Gützkow; D. Krüger, Gützkow; A. Donner, Greifswald; C. Blau, Halle ; A. Schumacher, Anklam

### **Berufsausbildung**

K. Labentz

## Tagungsorganisation

Mitarbeit im LOC zur XXVIth ICPIG in Greifswald

## Work Shops

Vth Int. Workshop on Microwave Discharges, Greifswald

COST 529 in Greifswald

## Mitarbeit in Scientific Committees

*H. Kersten:* Mitherausgeber „Focus on Complex (Dusty) Plasmas“ in New Journal of Physics (01-08/03)

*A. Ohl:* Microwave Discharges: Fundamentals and Applications, Greifswald

*A. Ohl:* PSE

*H. Schöpp:* Conferences on Science and Technology of Light Sources (Vorbereitung LS10 26./27.6.03, Hanau)

## Gutachten

*H. Kersten:* Materials Science and Engineering; Acta Physica Slovaca; Thin Solid Films; Surface and Coatings Technology; Vacuum; Plasma Sources Science and Technology; Plasma Processes und Polymers; Contr. Plasma Phys. (ICPIG paper); Gutachten zum research proposal „Spatial self-organisation in plasmas; Micro-plasmas: are they really micro?“ von E. Stoffels-Adamowicz et.al. für FOM Niederlande (EB / AV-03PR2195)

*M. Heintze:* Journal of Catalysis; Journal Carbon

*M. Hannemann:* Plasma Sources Science and Technology

*A. Ohl:* Plasma Sources Sci. Technol; J. Phys. D: Appl. Phys.; Surface and Coatings; Surf. Coat. Eng.

*R. Winkler:* Journal of Physics D: Applied Physics; Contributions to Plasma Physics; Plasma Chemistry and Plasma Processing; Journal of Applied Physics

*D. Loffhagen:* Contributions to Plasma Physics; Plasma Chemistry and Plasma Processing

*D. Uhrlandt:* Journal of Applied Physics

*H. Lange:* J. Phys. D: Appl. Phys.

*H. Schneidenbach:* Plasma Chemistry and Plasma Processing

*J. Ehlbeck:* European Physical Journal of Applied Physics

*J. Röpcke:* Journal of Physics D: Applied Physics

*J. Röpcke:* Plasma Sources Science and Technology

*K. Schröder:* Surf. Coat. Technol.

## Mitarbeit in Beiräten und Gremien

*H. Kersten:* Fachschaft Astronomie

*H. Kersten:* Greifswalder Sternwarte e.V.

*A. Ohl:* DGPT Vorstand

*A. Ohl:* Lenkungskreis AK Plasma

*R. Winkler:* Editorial Board der Zeitschrift Plasma Chemistry Plasma Processing

*J. Röpcke:* Editorial Board der Zeitschrift Plasma Sources Science and Technology

So finden Sie uns:

