



# Jahresbericht 2005



Institut für Niedertemperatur-Plasmaphysik e.V.  
Mitglied der



**Leibniz**  
Gemeinschaft

Vorwort	S. 2
Kurzdarstellung	S. 3
Highlights 2005	S. 4
Berichte aus den Forschungsschwerpunkten	S. 6
Plasmaquellen	S. 7
Nano- und mikrodisperse Materialien	S. 13
Umweltrelevante Plasmaprozesse	S. 18
Funktionelle Oberflächen	S. 23
Neue Arbeitsgebiete	S. 27
Einzelprojekte	S. 32
Organisatorische Einheiten	S. 34
Plasmastrahlungstechnik	S. 35
Plasmaprozesstechnik	S. 37
Plasmaoberflächentechnik	S. 39
Plasmadiagnostik	S. 41
Plasmamodellierung	S. 43
Verwaltung//Infrastruktur	S. 46
Anhang	S. 47
Kooperationen//Kontakte	S. 48
Publikationen	S. 49
Tagungsbeiträge	S. 57
Patente	S. 69
Weitere Aktivitäten	S. 70
So finden Sie uns	S. 72

**Hinweis:**

*Direkte Industrieprojekte sowie Kooperationspartner aus der Industrie sind in diesem Jahresbericht aus Geheimhaltungsgründen i.a. nicht aufgeführt. Vorgestellt werden die grundfinanzierten Projekte sowie abgeschlossene Drittmittelprojekte.*

**Abkürzungen:**

*GP Grundfinanziertes Projekt  
DP Drittmittelefinanziertes Projekt  
MP Mischfinanziertes Projekt*

Das INP Greifswald (Institut für Niedertemperatur-Plasmaphysik e.V.) hat als Leibniz-Institut seine Stellung als Kompetenzzentrum für die anwendungsorientierte Grundlagenforschung an Plasmen weiter national und international ausbauen können. Dies bestätigte auch eine Studie des BMBF (Evaluation Plasmatechnik 2004), die das INP zu den drei erfolgreichsten außeruniversitären Einrichtungen mit mehr als 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zählt. Demnach sind das IST Braunschweig und das FEP Dresden im Bereich der reinen Anwendungsforschung führend, das INP in der durch eigene Grundlagenforschung abgesicherten Anwendungsforschung. Plasmen werden technisch genutzt als Licht- und Strahlungsquellen, Quellen zum Reinigen, Dekontaminieren, Ätzen, Beschichten, Funktionalisieren, Schweißen, Schneiden, Schalten, als Antrieb, als Partikelquellen und für vieles andere mehr. Die einzigartigen Eigenschaften des Arbeitsmittels Plasma, verbunden mit der Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten, sichern der Plasmatechnologie anhaltendes Wachstum. Die aktuelle Entwicklungsdynamik von Hochtechnologiefeldern, wie Nanotechnologie, Biomedizintechnik und Mikrostrukturtechnik, ist eng mit Fortschritten der Plasmatechnologie verknüpft.

Das INP konnte im Berichtszeitraum durch eine weitere erfolgreiche Umsetzung der 2003 erarbeiteten Strategie überdurchschnittliche Resultate erzielen. Erstmals stiegen die Drittmitteleinnahmen über die Zwei-Millionengrenze auf 2,195 Mio. Euro (Vorjahr 1,675 Mio.), wobei fast die Hälfte aus bilateralen Verträgen mit der Industrie stammt. Der Rückgang der öffentlichen Förderung konnte damit mehr als kompensiert werden. Gleichzeitig konnte die Anzahl der Veröffentlichungen zu ausgewählten Fragestellungen, insbesondere der Grundlagenforschung, gegenüber dem Vorjahr merklich erhöht werden. Die strategische Ausrichtung des INP wird besonders durch die zunehmenden Fragestellungen aus der Industrie unterstützt. In vier von fünf Forschungsschwerpunkten ist es gelungen, strategische Partner für eine mittel- bis langfristige Forschungstätigkeit bilateral zu gewinnen. Die im Vorjahr durchgeführte Fokussierung der Schwerpunkte wurde konsequent fortgesetzt. Ebenfalls wurden zu Jahresende die aus der neuen Strategie folgenden strukturellen Veränderungen abgeschlossen.

Besonderer Wert wurde auf eine zielorientierte, professionelle Bearbeitung und Abwicklung von sowohl industrierelevanten als auch grundlagenorientierten Forschungsaufgaben gelegt. Das Verhältnis zwischen kurz-, mittel- und langfristigen Fragestellungen ist ausgeglichen. Der Vorstand unterstützte in diesem Jahr verstärkt durch Reviews, Schulung und individuelle Beratung die Einwerbung, Qualitätssicherung und -steigerung sowie die Ergebnisumsetzung.

Das INP hat mit einer Ausgründung (neoplas GmbH – Transferzentrum des INP Greifswald) weitere Potenziale für eine marktorientierte und effektive Ergebnisumsetzung in die Praxis erschlossen.

Die übergreifende Schwerpunktfforschung zu atmosphärischen Plasmen wurde intensiviert und führte auf mehreren Gebieten bis zu Prototypen, Pilotanlagen bzw. -prozessen. Diagnostik und Modellierung haben zunehmend Themen aus der anwendungsorientierten Forschung erfolgreich bearbeiten können und tragen übergreifend zu einem umfassenderen Verständnis der Prozesse und Probleme bei.

Das INP erschließt mit seiner auf fünf Forschungsschwerpunkte konzentrierten Arbeit erfolgreich Innovationspotenziale in den Zukunfts- und Querschnittstechnologien. Der Anteil interdisziplinärer Forschungsarbeit (besonders Medizin, Pharmazie, Biologie) hat im Berichtszeitraum merklich zugenommen und widerspiegelt das wachsende Marktpotenzial derartiger Untersuchungen.

Gezielt wurde das Potenzial interdisziplinärer Forschung in den Schwerpunkten *Plasmaquellen, Funktionelle Oberflächen und Neue Arbeitsgebiete/Service* untersucht, was zu neuen Projekten unter Industriebeteiligung führte. Der Schwerpunkt *Mikro- und Nanodisperse Materialien* konnte sich stabilisieren und zunehmend Publikationen sowie Erfolge im Drittmittelbereich verzeichnen. Auf dem Gebiet der *Umweltrelevanten Plasmaprozesse* wurde in Kooperation mit einem Industriepartner ein Forschungsergebnis erfolgreich in die Praxis transferiert, was zu einem neuen Produkt führte. Im Schwerpunkt *Neue Arbeitsgebiete/Service* wurden die Arbeiten zu Teilspekten der Lichtbogensimulation intensiviert und weitere Arbeitsthemen untersucht, die ebenfalls mehrheitlich zu Projekten führten. Die Gruppe Plasmamodellierung hat neben der erfolgreichen Fortsetzung langjähriger Grundlagenforschung ihre interne Zusammenarbeit im INP erweitert. Die Gruppe Plasmadiagnostik überführte weitere Ergebnisse aus der Grundlagenforschung in ein Labormuster (Messgerät) zur Spurengasanalyse und präsentierte es erfolgreich auf Messen. Eine Ausgründung als Spin-off des INP ist für das Folgejahr geplant, wenn die Marktanalysen dies bestätigen.

Das Institut hat, seinem satzungsgemäßen Auftrag folgend, die Profilierung als bedeutendstes außeruniversitäres Kompetenzzentrum für die Förderung der Anwendung von technologischen Plasmen fortgesetzt.



Prof. Dr. K.-D. Weltmann,  
Direktor des INP Greifswald



### Unser Wissen ist Ihr Erfolg.

Wir bringen die Plasmatechnologie auf den neuesten Stand. Unsere Forschung erschließt unseren Kunden neue Marktpotenziale und macht sie fit für die Zukunft. Einzigartig sind unser internes Kompetenznetzwerk aus erfahrenen Mitarbeitern und die moderne technische Ausrüstung des Instituts. So bieten wir Ihnen ein komplettes Service-Paket von der Problemdefinition bis zum Prototyp.

Wir haben Experten für die zukunftsweisenden Plasmatechnologien: Neue Materialien, Funktionelle Oberflächen, Biomedizintechnik, Umwelttechnologie, Plasma- und Lichtquellen.

Unsere Beziehungen zu Kunden und Kooperationspartnern sind stets auf beiderseitig nachhaltigen Nutzen ausgerichtet. Wir sind erst zufrieden, wenn Ihr Problem gelöst ist oder Ihre Idee Wirklichkeit wird.

### Gremien // Organisation

#### Mitgliederversammlung

Vorsitzender: Prof. Dr. R. Winkler

#### Wissenschaftlicher Beirat

Dr. U. Kogelschatz

#### Kuratorium

Vorsitzender: Reg.-Dir. Dr. J. Stümpfig

#### Vorstand

#### Direktor

Prof. Dr. K.-D. Weltmann

Stv.: Dr. A. Ohl

PD Dr. H. Kersten

#### Verwaltung/Infrastruktur

Dipl.-Ing. D. Schlot

#### Plasmastrahlungstechnik

Dr. E. Kindel

#### Plasmaprozessstechnik

PD Dr. H. Kersten

#### Plasmaoberflächentechnik

Dr. A. Ohl

#### Plasmadiagnostik

Prof. Dr. J. Röpcke

#### Plasmamodellierung

PD Dr. D. Loffhagen

### Rekordergebnis: Industriemittel im Jahr 2005 mehr als verdoppelt, internationale und regionale Kontakte ausgebaut

Der Jahresabschluss 2005 zeigt, dass die neue Strategie des INP erfolgreich ist. Die Senkung der öffentlichen Förderung konnte durch eine Erhöhung der Drittmittel mehr als ausgeglichen werden. Vor allem die Verdoppelung der bilateralen Forschungsaufträge aus der Industrie steigerte in 2005 die Drittmittelquote. 2,2 Mio. Euro wurden eingeworben. Damit wurden fast 20 neue Stellen geschaffen und die Infrastruktur auf den neuesten Stand gebracht. Dass das INP seine Kompetenzen so erfolgreich auf den Markt gebracht hat, ist kein Zufall. Grundlage des Erfolgs ist vielmehr gezielte Akquisition, eine gut durchdachte Strategie und das hervorragende Engagement der Mitarbeiter.

Auch die bereits im Vorjahr begonnene Verstärkung der INP-Netzwerkaktivitäten macht sich bezahlt. Das 2004 in Zusammenarbeit mit dem Technologiezentrum Vorpommern gegründete BalticNet-PlasmaTec hat zu gemeinsamen Forschungsprojekten im Ostseeraum geführt. Noch mehr der Region Mecklenburg-Vorpommern verbunden ist das Innovationsforum „PlasmaPlusBio“ (s.u.). Auch wenn die Kooperation mit Plasmatechnikfirmen in der Region ausgebaut werden konnte: Für das INP und überhaupt für die Forschungs- und Entwicklungstätigkeit in dieser Region wäre es sehr vorteilhaft, wenn sich mehr kleine und mittlere Unternehmen in der Umgebung ansiedelten. Denn schon lange ist die Plasmafysik ein angesehener Forschungsschwerpunkt in Greifswald und bietet damit sehr gute Voraussetzungen für innovative Unternehmen.



### Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) bewilligte Anschubfinanzierung für überregionales Innovationsforum PlasmaPlusBio

Die Entwicklung neuer Produkte und damit die Erschließung neuer Märkte ist das Ziel von PlasmaPlusBio. Initiatoren sind das INP Greifswald, das Technologiezentrum Vorpommern (TZV) und das Biotechnikum Greifswald (BTG). Das Innovationsforum bringt Unternehmen und F&E-Einrichtungen der Bio- und Plasmatechnologie in Mecklenburg-Vorpommern zusammen. Ziel ist es, neue Synergien zu schaffen und die regionale Wirtschaft zu fördern. In den Bereichen Plasmatechnologie und Biotechnologie gibt es in M-V erfolgreiche Forschungsinstitute, etablierte Netzwerke und eine wachsende Zahl kleiner und mittlerer Unternehmen. Was bisher fehlt, ist eine frühzeitige Koordination von physikalischer, naturwissenschaftlicher, klinischer und industrieller Forschung und Anwendung, um Entwicklungszyklen zu verkürzen und Entwicklungskosten zu senken. Diese Lücke will PlasmaPlusBio schließen.

Mit der Förderung des BMBF wurden 2005 Workshops in Schwerin, Rostock und Greifswald veranstaltet, um zusammen mit Unternehmen und F&E-Einrichtungen marktfähige Projektideen zu entwickeln. Im Februar 2006 werden die Ergebnisse der Workshops in Greifswald vorgestellt und Pläne für die weitere Zusammenarbeit der Partner entwickelt.



### Deutschlandjahr in Japan: Präsentation der angewandten und industriellen deutschen Plasmatechnik in Nagoya

Im September 2005 hatte das INP Greifswald in Zusammenarbeit mit der VDI Technologiezentrum GmbH, Düsseldorf, dem Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik aus Braunschweig und dem Forschungszentrum für Mikrostrukturtechnik aus Wuppertal in einem von der Leibniz-Gemeinschaft und dem Internationalen Büro des BMBF geförderten Projekt die Möglichkeit, im Rahmen des Deutschlandjahrs in Japan 2005/2006 ein umfassendes Bild der angewandten und industriellen deutschen Plasmatechnik in Japan zu präsentieren.

Im Mittelpunkt stand die Posterausstellung „Plasma technology in Germany“ in Nagoya mit über 20 Unternehmen, Organisationen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen als Aussteller. Dank der tatkräftigen Unterstützung der Aussteller ist es gelungen, innerhalb von nur sieben Wochen Vorbereitungszeit eine hochkarätige professionelle Ausstellung zu organisieren, zu gestalten und zu präsentieren.

Obwohl die Besucherzahlen leicht hinter den Erwartungen zurückblieben, konnten in Japan dennoch interessante Kontakte geknüpft werden, die auf eine viel-versprechende Folgeveranstaltung im nächsten Jahr in Deutschland hoffen lassen. Die Vorbereitungen zur „Plasma Tour 2006“, mit der ganz gezielt hochrangige japanische Industrievertreter angesprochen werden sollen, laufen.



### INP Greifswald gründet Transferzentrum „neoplas“

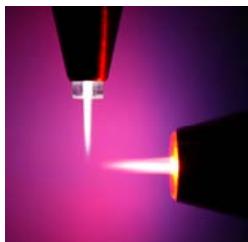
Im Dezember 2005 bekam das INP eine Tochter: die neoplas GmbH. Während sich das INP die Entwicklung neuer Technologien und Verfahren „von der Idee bis zum Prototyp“ auf die Fahnen geschrieben hat, kümmert sich die neoplas GmbH um die nächsten Schritte in der Wertschöpfungskette: „vom Prototyp zum Produkt“. Dabei wird sie in drei Geschäftsfeldern aktiv:

- Im Rahmen des Technologietransfers bietet die neoplas GmbH die Weiterentwicklung von Prototypen zu marktreifen Produkten an.
- Im Geschäftsfeld Technologiemanagement ist sie als Dienstleister für Forschungsinstitute, kleine und mittlere Unternehmen und vor allem Ausgründungen in den wichtigsten Bereichen der Vermarktung von Plasmatechnologie tätig.
- Auf dem Gebiet der Technologiekooperation arbeitet sie als Vermittler zwischen Wirtschaft und Wissenschaft an der gemeinsamen Erschließung des Marktes für Plasmatechnologie.

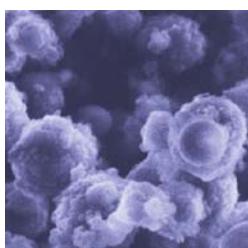


Mit der Gründung der neoplas GmbH ist das INP in der Lage das große Potenzial der Plasmatechnologie in einer integrierten Wertschöpfungskette zu nutzen, in der die Forschungsergebnisse des INP die Grundlage für die Entwicklungen von Produkten durch die neoplas bilden, die dann im Rahmen von Ausgründungen auf dem Markt gebracht werden. Geschäftsführer der neoplas GmbH sind Dipl.-Ing. Dieter Schlott und Dipl.-Kfm. Hendrik Pridöhl. Sie ist im INP Greifswald angesiedelt.

D. Schlott und H. Pridöhl,  
die Geschäftsführer der neoplas GmbH



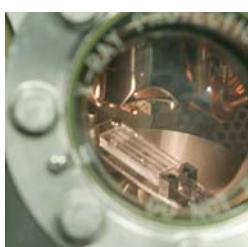
Plasmaquellen



Nano- und mikrodisperse Materialien



Umweltrelevante Plasmaprozesse



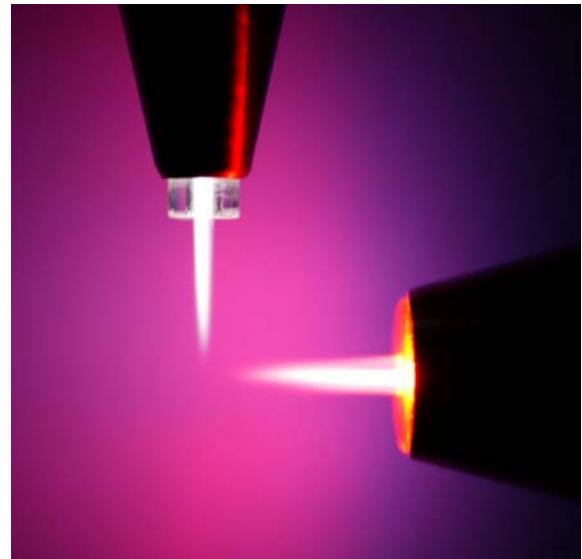
Funktionelle Oberflächen



Neue Arbeitsgebiete

## Projekte // Übersicht

- **HID Lampen (GP)**
- Kaltstartuntersuchungen an Leuchtstofflampen mittels laserinduzierter Fluoreszenz (MP)
- **Grundlegende Charakterisierung und Modellierung der VUV- Ausbeute von Xenon-Entladungen (DP im BMBF-Verbund „Energieeffiziente quecksilberfreie Niederdrucklampen“)**
- Verbundprojekt „Neue elektronische Betriebsweisen von HID-Lampen“ (DP)
- Verbundprojekt „Energieeffiziente Hg-freie Hochdrucklampen“ (DP)
- Einsatz quecksilberfreier Hochspannungsleuchtröhren (DP)
- **Quellenentwicklung (GP)**





## Vorbemerkungen

In diesem Schwerpunkt werden *Plasmaquellen* für die Erzeugung von Plasmastrahlung (Beleuchtung und Spezialanwendungen) und für die Bearbeitung von Oberflächen entwickelt und optimiert. Es wird an Plasmaquellen in allen Druckbereichen geforscht.

Plasmalampen werden vor allem hinsichtlich ihrer Gebrauchseigenschaften und ihrer Umweltfreundlichkeit betrachtet. So soll das umweltschädigende Quecksilber ersetzt werden, worunter andere Eigenschaften der Lampe, wie die Lebensdauer oder die Effizienz, nicht leiden dürfen. Hier spielen Vorgänge an den Elektroden eine entscheidende Rolle, weshalb das Augenmerk der Untersuchungen verstärkt auf das Verständnis der Elektrodenprozesse gerichtet wurde. Mehrere Projekte widmeten sich im letzten Jahr dieser Frage unter verschiedenen Perspektiven, z. B. für die Optimierung quecksilberfreier HID-Lampen. Hervorzuheben ist die enge Zusammenarbeit zwischen Experiment und Modellierung. Mit den Experimenten gut übereinstimmende Simulationen ermöglichen schnellere und kostengünstige technologische Fortschritte.

Anisotherme Plasmen bei Normaldruck werden in vielen Gebieten angewendet, z. B. in der Medizin, Pharmazie, Mikrobiologie und Oberflächentechnologie. Aufgrund des hohen Gasdruckes sind solche Entladungen stark räumlich kontrahiert und somit nur in kleinen Entladungsvolumina stabil. Gegenstand der Untersuchungen war in diesem Bereich die Optimierung der plasmaphysikalischen Bedingungen in engen Entladungskanälen, wie Kapillaren.

## Anwendungspotenzial

### Hochdrucklampen

- für die Allgemeinbeleuchtung
- für Fahrzeugscheinwerfer
- für bildgebende Verfahren

### Niederdrucklampen

- für die Allgemeinbeleuchtung
- als UV/VUV-Strahlungsquellen
- für die Lichtwerbung

### Spezial-Plasmaquellen

- für Desinfektion, Sterilisation, auch für hitzeempfindliche Materialien
- für die Oberflächenmodifizierung

## HID-Lampen (GP)

### Problem

Durch zunehmenden Einsatz komplexer Füllungen in HID-Lampen werden gezielt die Gebrauchseigenschaften und das Abstrahlungsverhalten dieser Lampen verändert. Für eine Verbesserung der Performance müssen sie in ihren wesentlichen Eigenschaften verstanden werden.

### Lösungsansatz

Mit Hilfe optischer Emissionsspektroskopie wird die Abstrahlung aus HID-Lampen untersucht und eine Bestimmung des Plasmazustandes vorgenommen. Die Anwendbarkeit emissionsspektroskopischer Verfahren zur Temperatur- und Dichtebestimmung in komplexen Mischplasmen wird analysiert.

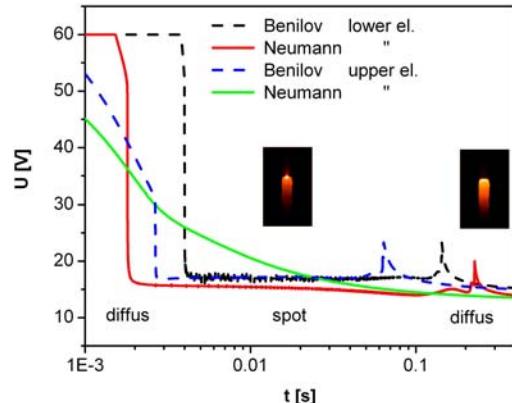
Außerdem wird das Verhalten der Elektroden in Hochdruckentladungen untersucht. Die experimentellen Ergebnisse werden mit Modellrechnungen verglichen.

### Technologischer Nutzen

Durch eine Optimierung der Füllsubstanzen und der Betriebsweise von Hochdruck-Entladungslampen kann eine effizientere Abstrahlung aus HID-Lampen erreicht und das Einsatzspektrum erweitert werden.

### Ergebnisse 2005

Die Untersuchungen zum Elektrodenverhalten in Hg-Entladungen erbrachten den Nachweis eines dynamischen Modenwechsels im Bogenansatz sowohl im Experiment als auch in dazu durchgeführten Simulationsrechnungen. In der Kathodenphase findet ein Übergang vom Spot in den diffusen Ansatz statt, der mit Spannungsspitzen verbunden ist. Zusätzlich treten in diesen Fällen beim Übergang von der Anoden- in die Kathodenphase starke Spannungsspitzen infolge forcierter Kathodenheizung auf, was eine starke Auswirkung auf das Brennverhalten und die Lebensdauer hat. Es wurden verschiedene Modelle getestet.



Test verschiedener Modelle für  
Kathodenfallspannungen  
beim dynamischen Modenwechsel in Hg

Weiterhin konnte die Diagnostik von HID-Lampen ausgebaut werden. Anhand von Modellrechnungen und Experimenten konnten die Möglichkeiten und Grenzen der Methode von Cowan und Dieke zur Bestimmung von Plasmatemperaturen aus optisch dicken Spektrallinien anhand von Hg- und Ti-Spektrallinien gezeigt werden.

### Vorhaben 2006

- Erweiterung der theoretischen Grundlagen der Methoden zur Temperatur-Bestimmung aus selbstumgekehrten Linien und Überprüfung im Experiment
- Untersuchung der Molekülstrahlungsanteile für ausgewählte Füllungen in HID-Lampen

## Strahlung aus Molekülplasmen bei unterschiedlichen Betriebsweisen

DP im Verbund „Energieeffiziente Hg-freie Hochdrucklampen“

### Problem

Kommerzielle Hochdrucklampen enthalten geringe Mengen von Quecksilber. Um die Belastung der Umwelt durch Quecksilber weiter zu reduzieren, sollen Lösungen gesucht werden, die einen quecksilberfreien Betrieb von Hochdrucklampen für die Allgemeinbeleuchtung ermöglichen.



Hochdruck-entladungslampe

### Lösungsansatz

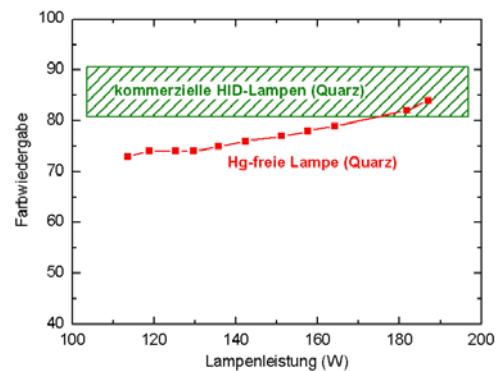
Es werden verschiedene Substanzkombinationen und elektrische Betriebsweisen auf ihre Tauglichkeit geprüft, quecksilberfreie Lampen zu realisieren. Dazu werden geeignete Lampen emissionsspektroskopisch untersucht und lichttechnisch charakterisiert. Die Arbeiten werden durch Rechnungen zur Energiebilanz und zum Strahlungstransport unterstützt.

### Technologischer Nutzen

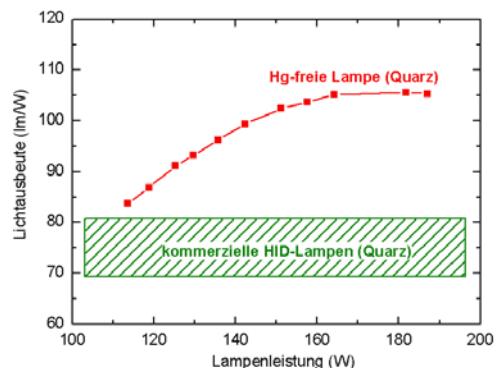
Mit dem Projekt werden Voraussetzungen für die Entwicklung quecksilberfreier Lampen geschaffen.

### Ergebnisse

Das BMBF-Projekt (FKZ 13N8262, Laufzeit: 01.03.2002 - 30.06.2005) wurde erfolgreich abgeschlossen. Als Ergebnis liegt das Labormuster einer hocheffizienten, quecksilberfreien Lampe mit Lichtausbeuten über 100 lm/W bei gleichzeitig guter Farbwiedergabe (Farbwiedergabeindex > 75) vor. Damit wird die Lichtausbeute typischer kommerzieller HID-Lampen in Quarztechnik deutlich übertroffen. Für die Simulation der Abstrahlung der Entladung wurde ein leistungsfähiges Modell entwickelt, das auch Molekülstrahlung berücksichtigt. Das Projekt wurde in enger Kooperation mit OSRAM durchgeführt.



Lichtausbeute und Farbwiedergabe einer quecksilberfreien Lampe im Vergleich zu kommerziellen HID-Lampen in Quarztechnik.



## Grundlegende Charakterisierung und Modellierung der VUV-Ausbeute von Xenon-Entladungen

DP im BMBF-Verbund „Energieeffiziente quecksilberfreie Niederdrucklampen“

### Problem

Glimmentladungen in Xenon-Edelgasgemischen sind eine Alternative zu quecksilberhaltigen (V)UV-Strahlungsquellen bzw. Leuchtstofflampen in der Werbebranche. Ihr Vorteil liegt in der verbesserten Umweltverträglichkeit, der 100%igen Lichtstromverfügbarkeit nach dem Anschalten und dessen Temperaturunabhängigkeit. Sowohl für den stabilen Betrieb als auch zur Wahl der geeigneten Gasmischung bezogen auf die Ausbeute und Leistung der Resonanzstrahlung bestanden eine Reihe offener Fragen.

### Lösungsansatz

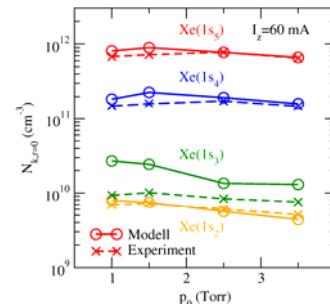
Die Lösung besteht in der Erarbeitung eines tieferen Verständnisses der Prozesse im Säulenplasma durch experimentelle und theoretische Untersuchungen, um die relevanten Plasmaparameter zu optimieren. Die Experimente beinhalteten Messungen der axialen Feldstärke mittels Sonden und der Dichte der vier untersten angeregten Niveaus des Xenon mittels Laser-Atom-Absorptions-Spektroskopie. Die Modellierung umfasste die Entwicklung und Anwendung selbstkonsistenter Beschreibungen des Säulenplasmas im Gleichstrombetrieb sowie bei gepulster und sinusförmiger Anregung.

### Technologischer Nutzen

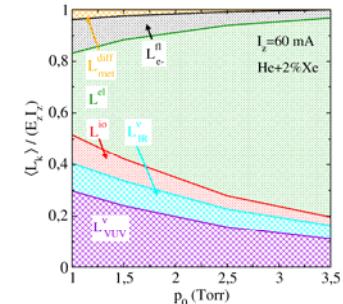
Die erarbeiteten Ergebnisse zur VUV-Strahlungsbilanz auf verschiedenen Parameterfeldern besitzen eine hohe industrielle Relevanz. Durch die Zusammenarbeit des INP Greifswald mit industriellen Partnern und der Physikalischen Chemie der Universität Greifswald, d.h. durch die Kombination von Grundlagen- und angewandter Forschung mit industrieller Anwendung, konnte ein hohes Maß an wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Anschlussfähigkeit erreicht werden.

### Ergebnisse

Der Vergleich zwischen berechneten und gemessenen Werten der Feldstärke und Dichten angeregter Xenonatome zeigte allgemein gute Übereinstimmung. Das validierte Modell wurde für die Optimierung der Entladungsbedin-



Gemessene und berechnete Werte für die Achsendichten  $N_k$  der untersten angeregten Zustände des Xenons im Säulenplasma



Dominante Terme der globalen Leistungsbilanz des Säulenplasmas in Abhängigkeit vom Gesamtdruck  $p_0$

gungen durch eine Variation im Entladungsstrom, Gasdruck, Mischungsverhältnis und Rohrradius bezogen auf die Strahlungsleistung und Effizienz der 147 nm Resonanzlinie des Xenon benutzt. Ebenfalls erfolgte die Analyse der gesamten Leistungsbilanz des Säulenplasmas. Weiterhin wurde über experimentelle und theoretische Untersuchungen zum Zeitverhalten gepulster und sinusbetriebener Entladungen in He+2% Xe berichtet. Im Rahmen des zeitabhängigen, radial gemittelten Modells erfolgte die gekoppelte Lösung der Gleichungen für die externe Beschaltung, für die näherungsweise Beschreibung der Elektrodengebiete, die Raten-Gleichungen für 13 Xenon und 3 Helium Zustände und die zeitabhängige Boltzmann-Gleichung der Elektronen. Wesentliche Aspekte der Modelle und der elektrischen und spektroskopischen Messungen wurden dargelegt und Ergebnisse für Parameterbereiche von Spannung, Gasdruck und Frequenz wurden präsentiert. Abschließend wurde der Einfluss der verschiedenen Betriebsregime auf die VUV-Strahlungscharakteristik analysiert und bewertet.

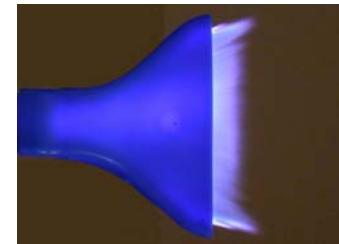
Das BMBF-Projekt wurde am 31.3.2005 erfolgreich abgeschlossen. In Zusammenarbeit mit Neon Products GmbH wurde ein Nachfolgeprojekt mit dem Ziel einer praktischen Umsetzung von He/Xe-Niederdruckentladungen in Lampen der Werbebranche erarbeitet.

## Quellenentwicklung (GP)

### Problem

Die Lebensdauer und Stabilität von UV/VUV-Strahlungsquellen auf der Basis von Niederdruckglimmentladungen in Edelgasgemischen wird entscheidend durch Gaseinlagerungen in die begrenzenden Wände bestimmt.

Die optimale Generierung von Atmosphärendruckplasmen in kleinen Entladungsvolumina zur Oberflächenmodifizierung ist ein weiteres Problem der aktuellen Arbeiten.



Breitstrahl-Plasmadüse

### Lösungsansatz

Experimentelle Untersuchungen zur Problematik des Gaseinbaus in Kathoden sowie die Testung und Optimierung verschiedener HF-angeregter Plasmaquellen für unterschiedliche Anwendungszwecke standen im Mittelpunkt der Arbeiten zur Quellenentwicklung.

### Technologischer Nutzen

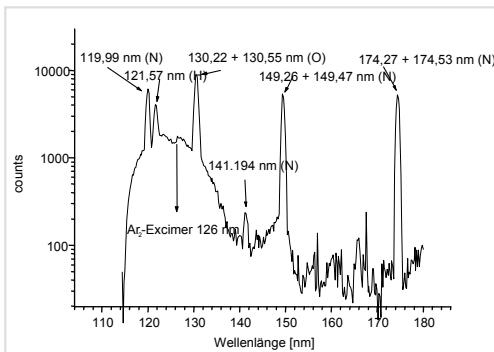
Es wird ein Beitrag zur Schaffung der physikalischen und technologischen Grundlagen von neuartigen Elektroden für Niederdruckentladungslampen erwartet. Diese neuen Elektroden ermöglichen eine erhebliche Steigerung der Lebensdauer und Stabilität der quecksilberfreien Xe-Niederdrucklampen und stellen somit einen Schritt in Richtung zukünftiger Umweltauflagen dar.

Anisotherme Atmosphärendruck-Plasmaquellen können sehr effizient in der Medizin, Pharmazie, Mikrobiologie und Oberflächentechnologie eingesetzt werden.

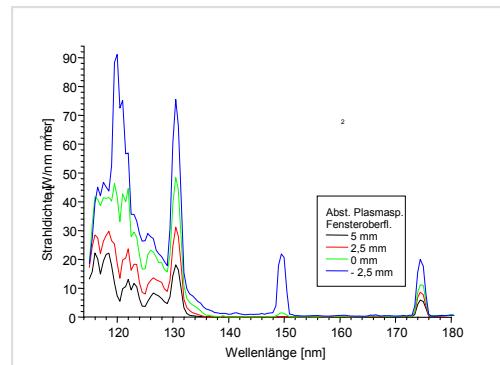
### Ergebnisse 2005

Mittels emissionsspektroskopischer Untersuchungen konnten die Transportprozesse von Edelgasionen in kommerziellen Becher-elektroden quantifiziert werden. Des Weiteren wurde ein Modell zur Beschreibung der „Spot“-Bildung unter Berücksichtigung der Leistungsbilanz der Kathode entwickelt und erfolgreich getestet.

HF-betriebene Plasmaquellen zur Erzeugung von räumlichen Afterglow-Plasmen bei Atmosphärendruck wurden entwickelt und erprobt. An Plasma-Jets wurden orts- und spektral-aufgelöste Intensitätsverteilungen im UV- und VUV-Bereich aufgenommen.



Absolute VUV – Strahldichten am Ar-Plasma-Jet



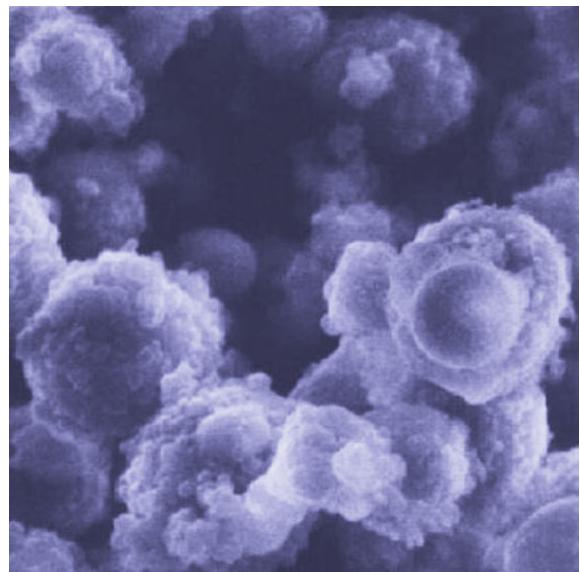
### Vorhaben 2006

Die Arbeiten zur Gaseinlagerung in thermionisch emittierenden Kathoden werden in 2006 als öffentlich gefördertes Drittmittelprojekt weitergeführt.

Bei den Atmosphärendruckplasmen steht insbesondere die Diagnostik der freien Radikale im räumlichen Afterglow-Plasma im Mittelpunkt der Untersuchungen.

## Projekte // Übersicht

- **Pulvermodifizierung, Aktivierung und Beschichtung (GP)**
- Plasmagestützte Katalysatorfixierung für Brennstoffzellen mit flüssigen Reaktanten (DP)
- NEMO Modifizierung von Oberflächen durch Plasmen (DP)
- $\text{TiO}_x$ -Partikel-Bildung auf Substraten (DP)
- Leuchtstoffmodifizierung (DP)
- Hohlkatodenentladung zur Pulvermodifizierung (DP)
- **Plasma-Teilchen-Wechselwirkung (GP)**
- Simulation komplexer Plasmen (DP)
- **Plasmadiagnostik zur Untersuchung des Anlageneinflusses beim DC-Sputtern (DP Zinkoxid-Schichten für Dünnschichtsolarzellen)**
- Teilchen als Plasmasonden (DP)
- Optische Mikropartikel (DP)
- Plasmadiagnostik an steuerbaren Ionenstrahlsystemen (DP)





## Vorbemerkungen

Die plasmagestützte Oberflächenbehandlung von kleinskaligen Substraten (Nano-Fasern, Granulat, Pulver, Stäube) ist nach wie vor ein wenig erschlossenes Arbeitsgebiet mit der Perspektive innovativer Lösungen für die Entwicklung funktionaler Materialien und Kompositwerkstoffe. Die Wechselwirkung zwischen Plasma und Teilchen lässt sich neben der Oberflächenmodifikation für technologische Zwecke auch hinsichtlich der Untersuchung des Plasmas selbst ausnutzen. Hierbei spielt vor allem das Verhalten von Teilchen in der Plasmarandschicht eine wichtige Rolle.

Pulver, die durch Plasmaprozesse erzeugt bzw. modifiziert werden, haben eine Reihe interessanter und vorteilhafter Eigenschaften. Größe, Struktur und Zusammensetzung können für spezielle Anwendungen „maßgeschneidert“ werden. Nicht nur die Partikel an sich, sondern auch mit ihnen dotierte Kompositsschichten sind von großem technologischen Interesse.

Die INP-Forschung erreichte Fortschritte bei der Anpassung der mechanischen Verfahrenstechnik an die physikalischen Eigenschaften der Substrate im Sub-Mikrometerbereich. Technologische Prozesse zur Synthese und Modifizierung von mikro- und nano-dispersen Materialien und zur umweltverträglichen Ruß- und Aerosolbehandlung wurden entwickelt. Die Expertise zu Atmosphärendruckplasmen wurde weiter ausgebaut. Durch den Einsatz von Magnetron-sputterverfahren wurde eine homogene Metallisierung von Pulveroberflächen erreicht.

Um die Verbindung von Plasma und Teilchen zu vertiefen, wurden anwendungsorientierte Grundlagenforschungen zur Plasma-Partikel-Wechselwirkung und deren Diagnostik – auch mit nichtkonventionellen Methoden, wie Thermosondenmessungen und Photometrie – durchgeführt.

## Anwendungspotenzial

### Maßgeschneiderte Eigenschaften für Nano- und Mikroteilchen

- Additive für Farben / Toner
- Additive für Kosmetikprodukte
- für eine bessere Haftung in Kompositmaterialien
- für die Steuerung der Wirkstoffabgabe in Arzneimitteln

### Innovative Katalysatoren

- für Brennstoffzellen
- für die heterogene chemische Katalyse
- für die Abwasserreinigung

### Oberflächenveredelungen

- Korrosionsschutz (Leuchtstoffe)
- Funktionelle Schichten
- Steuerung der Benetzbarkeit

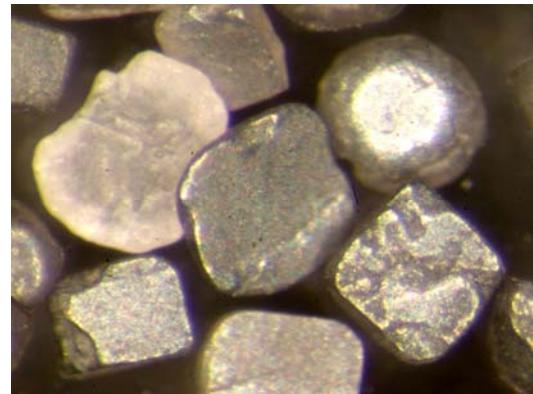
### Partikel als Diagnostiktools

- Manipulation
- Mikrosonden im Plasma (elektrisch, thermisch, chemisch)
- Optimierung von Plasmaquellen

## Pulvermodifizierung, Aktivierung und Beschichtung (GP)

### Problem

Die chemischen und physikalischen Oberflächeneigenschaften nano- und mikrodisperser Materialien spielen in vielen unterschiedlichen Anwendungsgebieten eine große Rolle, z.B.: Entwicklung neuartiger Verbundwerkstoffe – Haftung zwischen Füllstoff und Matrix; chemische oder elektrochemische Katalyse – Haftung und Aktivierung von Katalysatoren auf Substraten; Leuchtstofftechnik – Schutz vor korrosiven Angriff auf Leuchtstoffteilchen. Dabei ist die homogene und vollständige Modifizierung der gesamten Oberfläche dieser dispersen Materialien eine besondere Herausforderung. Dies trifft vor allem für Nanoteilchen zu, da diese in der Regel agglomiert und aggregiert vorliegen.



Molybdän auf NaCl-Kristallen

### Lösungsansatz

Die homogene Behandlung von dispersen Materialien kann durch die Kombination einer Anlage zur Plasmaerzeugung und zur Fluidisierung (Dreh trommel, Vibrations- oder Schwingfördereinrichtung) erreicht werden. Die Agglomeration und Aggregation der Teilchen kann je nach Aufgabenstellung durch chemische oder mechanische Vorbehandlung eingeschränkt werden.

Als Methoden zur Modifizierung wurden Plasmaktivierungen, PECVD und PVD eingesetzt. Für die ersten beiden Verfahren wurden sowohl Niederdruck- als auch Atmosphärendruck-Prozesse, wie die dielektrische Barrirentladung, eingesetzt.

### Technologischer Nutzen

Verbundwerkstoffe haben ein breites Anwendungsfeld z.B. als leichtgewichtige Materialien oder Kühlkörper im Schiff- und meeres-technischen Anlagenbau, Kleinflugzeug- und Maschinenbau, Medizintechnik oder als Kühlkörper in der Elektrotechnik.

Die Erhöhung der Wirksamkeit von Katalysatoren ist von volkswirtschaftlichem Interesse.

### Ergebnisse

Die plasmagestützte Fixierung und Aktivierung von organischen und metallorganischen Katalysatoren führte zu einer Leistungssteigerung von bis zu 100 %.

Bei der Abscheidung  $SiO_x$ -haltiger Schichten in einem Atmosphärendruckprozess wurden Zusammenhänge von eingekoppelter Leistung, Gasphase und Schichtzusammensetzung aufgeklärt.

Es wurde eine homogene Metallisierung von Kohlenstoff-Nano-Fasern, Diamant- und Kupferpulver erreicht.

### Vorhaben 2006

- Untersuchung der Mechanismen der plasmagestützten Katalysatorfixierung und Aktivierung auf Substraten
- Entwicklung eines Magnetron-Sputter-Verfahrens zur Abscheidung von Schichten aus metallorganischen Verbindungen
- Entwicklung von technologischen Prozessen zur Aktivierung von endlosen Kohlenstoff-Fasern
- Metallisierung von Pulvern und Fasern

## Plasma-Teilchen-Wechselwirkung (GP)

### Problem

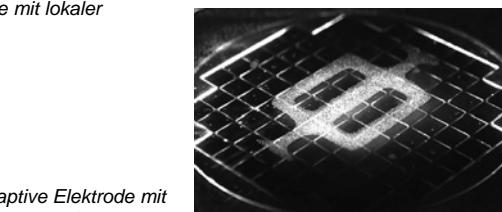
Für die gezielte Behandlung und Manipulation mikrodisperser Partikel in Plasmen zur Oberflächenmodifikation bzw. zum Schichteinbau an vorbestimmten Positionen fehlen gesicherte Kenntnisse über Aufladungs- und Einfangverhalten. Der Zugang zu einer einfachen Prozessdiagnostik der Randschicht von verschiedenen Plasmaquellen ist bisher unbefriedigend.



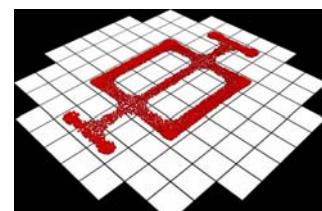
Adaptive Elektrode mit lokaler RF-Einspeisung

### Lösungsansatz

In der Apparatur PULVA-INP wird mittels umfangreicher Plasma- und Teilchendiagnostik, ergänzt durch problemangepasste Modellierung, eine möglichst vollständige Beschreibung des Verhaltens mikrodisperser Partikel im Plasma bei lokaler Beeinflussung des Randschichtfeldes durch eine adaptive Elektrode angestrebt. Die Auswertung der lasergestützten Partikelvisualisierung zur exakten Positionsbestimmung erfolgt mit einer monochromen CCD-Kamera. Neben Langmuirsondenmesstechnik und energieaufgelöster Massenspektrometrie werden auch nichtkonventionelle Messmethoden zur Bestimmung der Energieröme (Thermosonde) und zur Randschichtvermessung (Randschichtemissionsphotometrie) eingesetzt.



Adaptive Elektrode mit Teilchenformierung  
Oben: Experiment  
Unten: Simulation



Größe ermittelt. Die Möglichkeiten der lokalen Manipulation des Feldes der Plasmarandschicht mittels adaptiver Elektrode und die zielgerichtete Beeinflussung von Position und Ladung der Testteilchen wurden demonstriert. Die Modellierung betraf die Simulation der elektrostatischen Wechselwirkung der Testteilchen untereinander und das Aufstellen eines zweidimensionalen Fluid-Modells der gesamten Entladung.

### Technologischer Nutzen

Es werden die Grundlagen einer sicheren, zielorientierten Handhabung von mikrodispersen Partikeln im elektrischen Feld der Randschicht von technologisch relevanten Plasmen erarbeitet, die für die Oberflächenmodifizierung von Teilchen, deren Sortierung und Ablagerung im Reaktor von entscheidender Bedeutung sind.

### Vorhaben 2006

- Diagnostik des elektrischen Feldes der Randschicht über der adaptiven Elektrode mit Testteilchen verschiedener Größe
- unabhängige Variation der Randschicht durch Kombination der primären RF-Entladung mit zusätzlicher Hohlkatodenquelle
- gezielte Manipulation der Ladung von Testteilchen durch direkte UV-Bestrahlung
- Übergang zur dreidimensionalen Modellierung bei potentialstrukturierter Elektrode

### Ergebnisse

Am Reaktorsystem PULVA-INP wurden die Plasmaparameter nahe der Randschicht über der adaptiven Elektrode über einen weiten Bereich der Betriebsbedingungen bestimmt und deren Grenzen für den Einfang und die Handhabung von Testpartikeln verschiedener

## Plasmadiagnostik zur Untersuchung des Anlageneinflusses bei DC-Sputtern

DP Zinkoxidschichten für Dünnschichtsolarzellen

### Problem

Bei der Abscheidung von ZnO-Schichten für Solarzellen spielen die Prozessparameter eine entscheidende Rolle. Die Zusammenhänge zwischen den Parametern des Plasma-Prozesses und dem Wachstum der Schicht sind jedoch weitgehend unverstanden. Daher ist die Reproduzierbarkeit von ZnO-Schichten ungenügend. Besonders bei den statischen Abdrücken zeigte sich, dass das Profil der Schichtparameter über die Substratfläche sehr unregelmäßig ist.

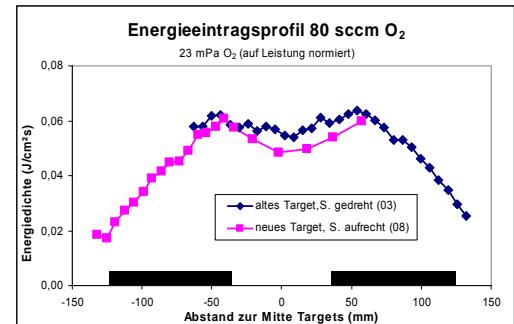
### Lösungsansatz

Die Plasmaparameter wurden bei den verschiedenen Prozessvarianten analysiert und ein Zusammenhang mit den Schicht-eigen-schaften hergestellt. Dazu wurden drei Wege beschritten:

- In Substrat-ebe-ne wurde eine Thermosonde angebracht und damit der integrale Energie-einstrom in Abhängigkeit von den Prozess-parametern gemessen. Durch Verschieben der Sonde konnte das Profil quer zur Target-achse und durch Variation der Sonden-spannung der Einfluss der Ladungsträger ermittelt werden.
- Eine in das Plasma hineinragende Langmuir-Sonde lieferte Informationen über Elektronen-temperatur, Elektronen-dichte und Plasmapotenzial.
- Mit Hilfe einer CCD-Kamera, eines durch-stimmbaren Filters und eines geeigneten Spiegelsystems wurden photometrische Messungen am Plasma in Target-nähe vorgenommen, um das Verhalten der Randschicht-dicke sowie die räumliche Verteilung einzelner Spezies im Plasma zu beobachten.

### Technologischer Nutzen

Eine optimierte Prozesskontrolle verbessert die Reproduzierbarkeit des Beschichtungs-verfahrens. Zudem erhöhen hochwertige Schichten den Wirkungsgrad der Solarzellen und senken Kosten in der Herstellung.



Radiales Profil des Energieeintrags beim DC-Magnetron-sputtern von ZnO-Schichten

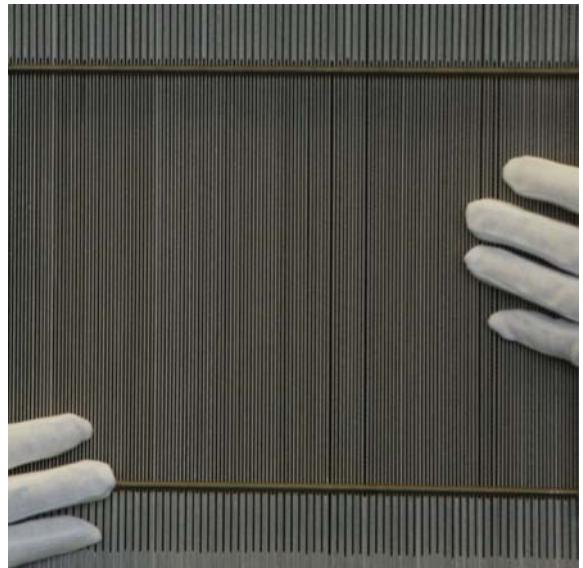


Sondenplatte zur Bestimmung der Plasmaparameter im Substratraum unterhalb der Magnetrons

### Ergebnisse

An der Sputter-anlage eines Projektpartners wurden die Plasmaparameter analysiert. Dazu wurde eine Sondenplatte ent-wickelt, auf der Thermosonde, Langmuir-sonde sowie entsprechende Blenden ange-bracht waren.

Es zeigte sich, dass beim reaktiven Sputter-prozess zwischen den Targets ein Maximum der Elektronen-dichte, der Elektronen-temperatur sowie des Energie-eintrages zu finden ist. Negative Substratspannungen bewirken einen Anstieg des Energie-eintrages, der einem Sättigungswert zustrebt. Diese Sättigung wird möglicherweise durch negative Sauerstoff-ioni-onen verursacht, die außerdem für Dis-kontinuitäten in der Leitfähigkeit der Schicht verantwortlich gemacht werden können. Durch Vergleich mit dem Schichtdickenprofil konnte die Verteilung der Energie pro kondensiertes Teilchen quer zum Target ermittelt werden. Werte von etwa 5 eV waren hier typisch.



## Projekte // Übersicht

- Abluftbehandlung (GP)
- Molekülkinetik (GP)
- Steuerung von plasmagestützten Prozessen durch Einsatz von Infrarotlasern (DP)
- Kinetik transienter Moleküle in Plasmen (DP)
- QCL-Semi (DP)



## Vorbemerkungen

Der Schwerpunkt *Umweltrelevante Plasmaprozesse* befindet sich auf der Grundlage der im Jahre 2004 entwickelten Strategie weiter im Aufbau. Neben Projekten, die sich schon seit einem längeren Zeitraum der Weiterentwicklung und technischen Anwendung von Umwelttechnologien widmen, wurden neue aussichtsreiche Aspekte mit Grundlagencharakter in Projektform bearbeitet. Dabei wird der zielgerichtete Aufbau spezifischer wissenschaftlicher und technischer Kompetenz mit der Akquirierung von Drittmitteln verbunden.

Die Arbeiten im Forschungsschwerpunkt, die z.T. in bewährter internationaler Kooperation vor allem mit französischen und britischen Kollegen stattfanden, wurden Fortschritte bei der Aufklärung synergetischer Effekte von photostimulierten Katalysatoren und Nieder-temperaturplasmen zum Abbau flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) erreicht. Methodisch-technische Entwicklungen wurden auf der Basis des Einsatzes von Quanten-Kaskaden-Lasern (QCL) durchgeführt. Hier liegt der Schwerpunkt beim Erreichen hoher Empfindlichkeiten und Zeitauflösungen, die einen neuen Zugang zu molekularkinetischen Phänomenen gestatten.

Im anwendungsnahen Bereich konnten Prototypen zur Abluftbehandlung, die DBE-Anordnungen verwenden, erfolgreich aufgebaut und als Lizenz an die Industrie überführt werden. Im Rahmen eines Drittmittelprojektes wurde ein kompaktes QCL-Steuergerät entwickelt und dessen Funktionsfähigkeit unter Industriebedingungen nachgewiesen.

## Anwendungspotenzial

### **Umwelttechnologie**

- Dieselpartikelfilter
- Behandlung von Aerosolen und Gerüchen
- Abbau von flüchtigen organischen Substanzen (VOC)

### **Plasmachemische Prozesse**

- Hoch empfindlicher Nachweis flüchtiger molekularer Spezies
- Kinetische Studien zu molekularen Reaktionen

### **Diagnostikanwendungen**

- Überwachung und Steuerung von Plasmaprozessen
- Erhöhung der Prozesseffektivität, Prozesssicherheit und Reproduzierbarkeit
- Optimierung von Oberflächenbehandlungen

## Abluftbehandlung (GP)

### Problem

Die Reinigung von aerosolhaltiger Abluft (z. B. aus Friteusen, Brat- und Grillstrecken) mit herkömmlichen Filtertechniken stößt an Grenzen, wenn gleichzeitig eine Belästigung durch Gerüche vorliegt. Zusätzliche Plasmabehandlungen könnten hier nützlich sein. Dafür müssen die verwendeten Entladungssysteme zur Filtertechnik kompatibel sein. Das ist eine bisher nicht vollständig gelöste Problemstellung, zu deren Bearbeitung auch Kenntnisse über Abbaumechanismen fehlen.

### Lösungsansatz

Auf der Basis von DBE-Konfigurationen werden Module/Prototypen zur Plasmabehandlung von Abluft entwickelt, wobei Modell-aerosole eingesetzt werden. Außerdem wurden die Zersetzungsprodukte untersucht.

### Technologischer Nutzen

Ziel ist die Erschließung weiterer Anwendungsfelder im Bereich aerosolhaltiger und geruchsbeladener Abluft. Die praktische Umsetzung des Projektes ist ein Beitrag zur Minderung von Gesundheitsrisiken und zur Entlastung der Umwelt.

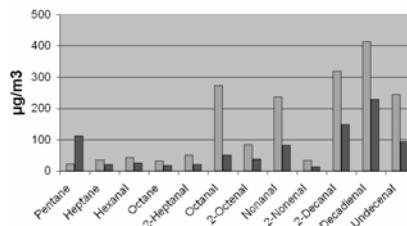
### Ergebnisse 2005

Gerüche aus aerosolhaltiger Küchenabluft (Zusammenarbeit mit der Firma airtac consult GmbH) konnten erfolgreich abgebaut werden. Das Rohgas und die Zersetzungsprodukte aus der Plasmabehandlung wurden als Aldehyde quantifiziert. In diesem Rahmen wurden Module/Prototypen nach verschiedenen Grundprinzipien von DBE-Anordnungen entwickelt. Die Prüfung auf elektromagnetische Verträglichkeit für das Modul „Geruchsbehandlung“ war erfolgreich. Dazu konnte der Prototyp in die Industrie überführt werden (Know-how-Vertrag /Lizenz).

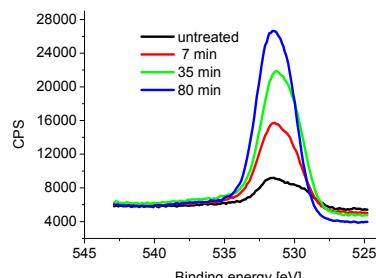
Ferner erfolgte die Entwicklung neuer Ansteuerungen (für große kapazitive und sich ändernde Lasten als auch für kleine Entladungssysteme – u.a. in Zusammenarbeit mit der TU Stettin).



Prototyp (oben) und daneben eine Industrieversion (airtec consult GmbH) des Plasmafilters mit INP-Technologie



Rohgas (hell dargestellt) und Zersetzungsprodukte nach der Plasmabehandlung (gemessen mit TD-GC/MS)



Anstieg der Sauerstoffkonzentration im Aerosol mit zunehmender Zeit (XPS-Messung)

XPS-Untersuchungen an HC-haltigen Aerosolen (Modellaerosol Ruß) stützen die bisherige Hypothese eines 3-stufigen Abbauprozesses. Schließlich erfolgte eine Bestimmung des Ionenstromes und der Ionenkonzentration von eingesetzten Reaktoren.

### Vorhaben 2006

- Untersuchungen zum Extraktionsmechanismus für positive und negative Ionen und zur Aufladung von Partikeln unterschiedlicher Größe sowie deren Drift im elektrischen Feld
- Erschließung weiterer Einsatzfelder sowie Produktbegleitung zum Abluftbehandlungsverfahren (Skalierung, Beratung)
- Quellenentwicklung

## Molekülkinetik (GP)

### Problem

Plasmen zum Abbau von flüchtigen organischen Substanzen (VOC) zu verwenden, verspricht in bestimmten Anwendungsfällen interessante prozesstechnische Vorteile in der Umwelttechnik. Leider ist bisher die Effektivität des Abbaus häufig noch zu niedrig. Eine Lösung dieses Problems wird in der Kombination von plasma- und katalysator-gestützten Prozessen gesehen.

### Lösungsansatz

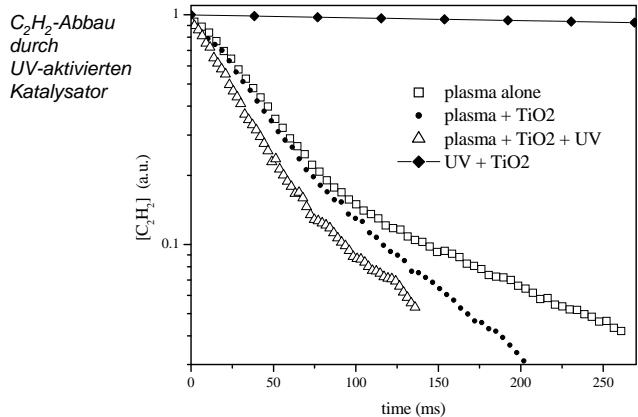
Erste vielversprechende Ergebnisse zeigen, dass es für die Problemlösung unbedingt erforderlich ist, zwischen der Wirkung von UV-Strahlung und direkter Plasmaeinwirkung differenzieren zu können.

Daher wurden vergleichende Untersuchungen zur Wirksamkeit eines für den photokatalytischen VOC-Abbau vorgesehenen  $\text{TiO}_2$ -Katalysators bei Aktivierung durch direkte Einwirkung einer gepulsten DC-Niederdruckentladung bzw. durch eine externe UV-Quelle untersucht. An einem Prozessbeispiel, dem Abbau von Azetylen in Luft, wurde der Zeitverlauf der Konzentration mittels Infrarot-Absorptionsspektroskopie über mehrere Größenordnungen verfolgt. Zum Erreichen einer höheren Empfindlichkeit und Zeitauflösung der Infrarot-Absorptionsspektroskopie wurden erstmals Quanten-Kaskaden-Laser (QCL) an einem Cavity-Ring-Down-Aufbau eingesetzt.

### Technologischer Nutzen

Der Einsatz von Plasmaverfahren für den VOC-Abbau im Rahmen der Umweltvorsorge kann durch innovative Ansätze, wie durch den Einsatz von nichtstationären Plasmen in Kombination mit Katalysatoren und komplexeren Gasgemischen, neue Impulse erhalten.

Durch die durch QCL bereitgestellte hohen Strahlungsleistungen und extrem kurzen Pulslängen ist ein *völlig neues* Potenzial zur Entwicklung einer schnellen und hochempfindlichen Klasse industrietauglicher Mess- und Regelungstechnik vorhanden. Die Technik der Quanten-Kaskaden-Laser-Cavity-Ring-Down-Spektroskopie (QCL-CRDS) kombiniert die hohe Empfindlichkeit der CRDS auf Grund von realisierbaren Absorptionswegen bis in den km-Bereich mit den starken Absorbtionen von Molekülen im mittleren Infrarot.



*Messaufbau zur Cavity-Ring-Down-Spektroskopie mit Q-MAC-System*



### Ergebnisse 2005

Mit Hilfe zeitaufgelöster Infrarot-Absorptionsspektroskopie konnte nachgewiesen werden, dass die Kombination eines nichtthermischen Plasmas mit einem Photokatalysator zu einem starken Anstieg (bis Faktor 25) der photokatalytischen Aktivität führt.

Erstmals wurde die prinzipielle Möglichkeit einer CRDS im Spektralbereich des mittleren Infrarot mittels gepulster QCL nachgewiesen. Dabei wurden Absorptionslängen von mehreren hundert Metern erzielt.

### Vorhaben 2006

- Aufbau von weiteren Entladungsanordnungen in Kombination mit Katalysatoren
- Verifizierung der Cavity-Ring-Down-Spektroskopie mittels Quanten-Kaskadenlasern als hochempfindliche Diagnostikmethode zum Nachweis transienter Spezies
- Analyse und Optimierung plasmachemischer Reaktionspfade zum VOC-Abbau
- Ausrichtung auf zukünftiges industrielles Anwendungspotenzial

## Steuerung von plasmagestützten Prozessen durch Einsatz von Infrarotlasern (DP)

DFG-Transferprojekt, Industriepartner: DaimlerChrysler AG, Ulm, Eltro GmbH, Baesweiler

### Problem

Eine aktive, auf einer *In-situ*-Analyse der Plasmageigenschaften in industriellen Reaktoren beruhende Prozesssteuerung kann zu deutlichen Verbesserungen der Produktionsergebnisse führen. Hierfür ist die Bereitstellung eines kompakten und wartungsarmen Mess- und Steuermoduls erforderlich.

### Lösungsansatz

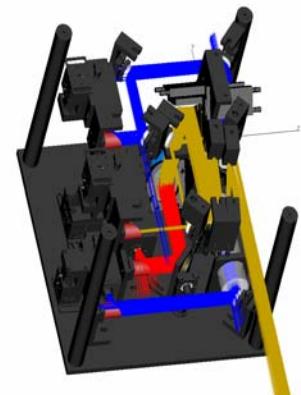
Unter Verwendung von Infrarotlasern soll, gegründet auf absorptionsspektroskopischen Methoden, demonstriert werden, dass eine effektive Steuerung von Plasmaprozessen unter industriellen Bedingungen möglich ist. Im Rahmen des Projektes sollte erstmalig eine neue Klasse von leistungsstarken Infrarotlasern, die Quantenkaskadenlaser (QCL), eingesetzt werden, die ohne aufwendige Kühlung betrieben werden können. Als Steuergröße sollen die Dichten molekularer Plasmabestandteile dienen, die *on-line* bestimmt werden.

### Technologischer Nutzen

Der technologische Nutzen des Projektes betrifft die nachhaltige Verbesserung produktionsrelevanter Parameter an Plasmaanlagen der beteiligten Industriepartner, wie z.B. eine erhöhte Reproduzierbarkeit von Schritten der Oberflächenbearbeitung verbunden mit einer Prozessoptimierung. Die Prozesszeiten können verkürzt werden, die Ausbeute und Qualität abgeschiedener Schichten wird verbessert. Zudem sind geringere Streubreiten der Produkteigenschaften infolge wesentlich besser eingrenzbarer Parameter-eigenschaften zu erwarten. Das Projekt wurde 2005 abgeschlossen.



Q-MACS-Prozess



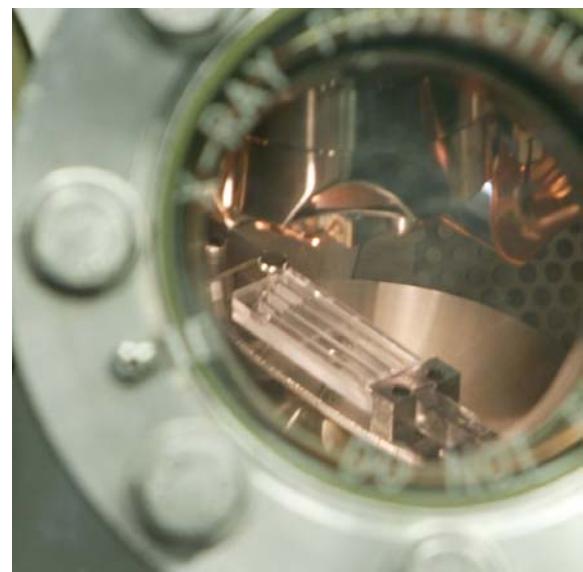
Strahlengang im Q-MACS-Prozess



Plasmareaktor der Eltro GmbH, Baesweiler

### Ergebnisse

- Aufbau eines kompakten QCL-Steuergerätes, des Q-MACS-Prozess
- Absicherung einer hohen Langzeitstabilität durch interne optoelektronische Eigenstabilisierung
- Bereitstellung eines bedienerfreundlichen Softwarepaketes
- Nachweis der Funktionsfähigkeit des Gerätekonzeptes unter Industriebedingungen



## Projekte // Übersicht

- **Plasmagestützte Oberflächenfunktionalisierung für die Biomedizintechnik (GP)**
- Grundlegende Untersuchungen von plasmatechnischen Prozessen für Diagnostikplattformen (DP)
- Bioaktive Titanoberflächen über morphologie-konforme chemische Funktionalisierung (DP)
- Neuartige plasmachemische Oberflächenfunktionalisierungen von Kunststoffträgern für die Zell-basierte Analytik (DP)
- **Barriereschichten (GP)**
- Innovationsforum PlasmaPlusBio (DP)



## Vorbemerkungen

### Anwendungspotenzial

#### Kontrollierte Oberflächenaktivierung durch plasmachemische Prozesse

- für unterschiedliche Materialien:  
Polymere, Metalle, Dielektrika  
(auch hitzeempfindliche Stoffe)
- Behandlung dreidimensional strukturierter Substrate, Folien oder Gewebe
- für hydrophile/hydrophobe Oberflächen
- Verbesserung der Haftfestigkeit in Komposit-Materialien
- Bedruckbarkeit chemisch inerter Materialien (Kunststoffe)

#### Funktionelle Beschichtungen mit Plasma-CVD für

- Dampfsperren
- Kratzfestigkeit
- Steuerung der Gasdurchlässigkeit
- Korrosionsschutz
- Verschleißschutz

#### Plasmagestützte Steigerung der Biokompatibilität

- für Zellkultursysteme, Biosensoren und Einwegartikel
- für Implantate

#### Plasma-Cleaning

- ultrareine Oberflächen
- verbesserte Fügetechnologien (kleben, leimen, löten)
- kombinierbar mit Oberflächenaktivierung

Plasmaprozesse zur Steuerung von Grenzflächeneigenschaften und zur Abscheidung funktioneller Schichten auf flächigen und komplexen dreidimensionalen Bauteilen und Substraten sind ein vielfältiges und gefragtes Anwendungsgebiet. Dies hängt mit den prozesstechnischen Vorteilen von Plasmaverfahren zusammen, wie eine niedrige thermische Belastung der Bauteile, Umweltfreundlichkeit, gute Spaltgängigkeit sowie äußerst geringe Beeinflussung der Grundmaterialeigenschaften bei gleichzeitig guter Eignung zur Bearbeitung auch chemisch inerter Materialien. Gleichwohl steigen die Anforderungen an Plasmaverfahren hinsichtlich der Qualität der Ergebnisse und der Möglichkeit zur Einbindung in Prozessabläufe.

Aktuell sind plasmagestützte Prozesse in innovativen Entwicklungen der Biomedizin- und Kunststofftechnik von Interesse. Im Forschungsschwerpunkt wurde dazu an Fragen der Erzeugung hochwertiger plasmachemischer Oberflächenfunktionalisierungen, der Einbindung von Plasmaprozessen in Prozessabläufe bei der Herstellung bioaktiver Beschichtungen auf Biomaterialien sowie der Herstellung von speziellen Sperrsichten gearbeitet.

Fortschritte wurden in der Funktionalisierung von Kunststoffoberflächen mit Niederdruck- und Normaldruckplasmen in mehreren chemisch reaktiven Gasen gemacht. Die Funktionalisierung von kleinen und tiefen Kavitäten gelang für komplex geformte Bauteile mit Detailstrukturgrößen im Millimeter- bis Mikrometerbereich. An einer homogenen Funktionalisierung von Mikrostrukturen wurde gearbeitet.

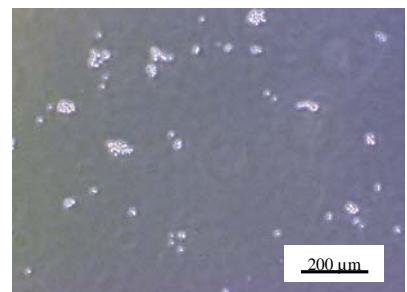
Die im INP verfügbare Auswahl von Plasmaprozessen zur Oberflächenmodifikation wurde erweitert. Das betraf Verfahren zur Steuerung der Adhäsion von Zellen oder Biomolekülen auf Biomaterialien, zur Steuerung der Adhäsion beim Fügen von Kompositmaterialien und zur Erzeugung von Sperrsichten zur selektiven Steuerung der Permeation unterschiedlicher chemischer Substanzen.

## Plasmagestützte Oberflächenfunktionalisierung für die Biomedizintechnik (GP)

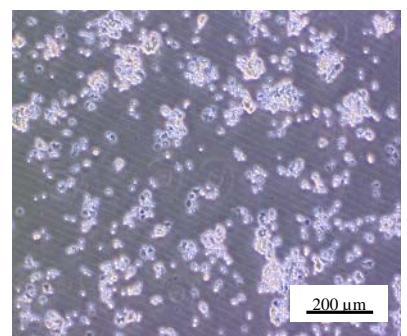
### Problem

Für hochwertige neue und weiterentwickelte Biomaterialien aus Kunststoffen werden Oberflächenfunktionalisierungen benötigt. Plasmagestützte Prozesse können hier sehr nützlich sein, da sie technologischen Prozessanforderungen gut entsprechen. Problematisch ist aber, dass eine Reihe grundlegender Fragen zur Abstimmung der Interaktion zwischen Biomaterialoberfläche und biologischem System noch offen sind, so dass zum Beispiel bisher zu wenige Ansätze existieren, Oberflächeneigenschaften auf die spezifischen Anforderungen bestimmter Zellarten abzustimmen.

*Auf unmodifiziertem Polystyrol adhären nur wenige Zellen*



*Die Funktionalisierung von Polystyrol im Ammoniakplasma erzeugt Aminogruppen, die eine sehr gute Zelladhäsion ermöglichen.*



### Lösungsansatz

Zelllinien mit besonderer Empfindlichkeit in Bezug auf Substrat-Oberflächeneigenschaften werden identifiziert. Diese anspruchsvollen Zellen werden auf plasmabehandelten Unterlagen kultiviert. Dazu wird ein systematisches Screening unterschiedlicher Plasmaverfahren hinsichtlich des Einflusses gegensätzlich geladener chemisch-funktioneller Gruppen auf das Wachstum dieser Zellen durchgeführt.

funktionalisierungen durchgeführt werden, die den besonderen Anforderungen dieser Zellen genügen.

Bei der Weiterentwicklung von Funktionalisierungsprozessen konnte mittels XPS gezeigt werden, dass Schwebeldioxid-Plasmen so geführt werden können, dass sie nur hochoxidierte Schwefelfunktionalitäten wie Sulfonsäuregruppen auf Polystyroloberflächen erzeugen, während die Bildung von Thiolen unterdrückt werden kann. Sulfonsäurehaltige Dextrane, wie zum Beispiel Heparin und Amine, stellen Signalmoleküle in tierischen und menschlichen Organismen dar.

Auch Ammoniakplasmen und Allylaminpolymerisation sind weiter auf die Erzeugung spezieller Gruppen, vorzugsweise primärer Amine, ausgerichtet worden.

Die Aktivitäten führten zur Einwerbung von mehreren Forschungsprojekten mit Industriebeteiligung.

### Technologischer Nutzen

Gut definierte, plasmachemisch funktionalierte Polymeroberflächen sollen als stabile und preiswerte Alternative zu aufwändigen biochemischen Beschichtungen entwickelt werden. Erkenntnisse zur Korrelation von physikalisch-chemischen Oberflächeneigenschaften und Zellverhalten können zur Erweiterung des Einsatzspektrums von funktionelle Gruppen gezielt erzeugenden Plasmaprozessen genutzt werden.

### Vorhaben 2006

- Stabilisierung der Verfahren zur Oberflächenfunktionalisierung
- Modifikationen für Anwendungsuntersuchungen in laufenden und geplanten Drittmittelprojekten

### Ergebnisse 2005

Zur Testung der plasmabehandelten Substrate wurden Kulturen von adhären wachsenden Zellen (PC12) etabliert, die bezüglich der Interaktion mit der Substratoberfläche so empfindlich sind, dass sie üblicherweise nur in Collagen-beschichteten Kunststoff-Schalen und -Flaschen kultiviert werden können. Es konnten plasmagestützte Oberflächen-

## Barrièreschichten (GP)

### Problem

Plasmen lassen sich zur Abscheidung von Schichten mit variablen Eigenschaften einsetzen. Da die thermische Belastung gering gehalten werden kann, beinhaltet das Anwendungsspektrum insbesondere auch temperaturempfindliche Substrate.

Durch Abstimmung der Prozessbedingungen erhält man sehr dichte, geschlossene Schichten mit variabler chemischer Struktur. Solche Schichten finden Anwendung bei der Erzeugung von Barrierefunktionen gegenüber der Permeation unterschiedlichster Substanzen. Allerdings führt die Plasmabehandlung von Substraten mit komplexen Strukturdetails oftmals zu unzureichenden Ergebnissen hinsichtlich der Abscheidung konformer Schichten innerhalb dieser Strukturen sowie an deren Kanten.

### Lösungsansatz

Die große Vielfalt bekannter Entladungsformen legt es nahe, nach problemangepassten Entladungsgeometrien zu suchen. Unter anderem werden bei höheren Drücken arbeitende, kontrahierende Entladungen als aussichtsreich angesehen.

### Technologischer Nutzen

Barrièreschichten, auch Sperrsichten genannt, stellen eine große Klasse technischer Oberflächenbeschichtungen dar. Dabei geht es um unterschiedliche Anwendernutzen, zum Beispiel um Korrosionsschutz, Oxidationschutz für Lebensmittel, selektive Wirkstofffreigabe, Stofftrennung, Ausschluss von Kontaminationen durch Verpackungsmaterialien usw. Entsprechend groß ist die geometrische Vielfalt der Bauteile und der erwartete Nutzen von technischen Lösungen zur Beschichtung komplexerer Geometrien.

Abb.1:  
 Elementzusammensetzung nach XPS-Analyse innerhalb von Grabenstrukturen bei variiertem Aspektverhältnis

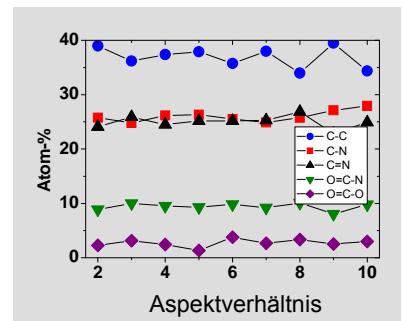
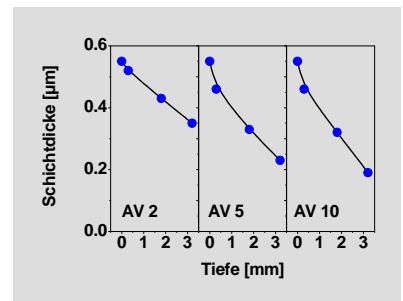


Abb.2: Schichtdicke innerhalb von Grabenstrukturen mit unterschiedlichem Aspektverhältnis (AV)



### Ergebnisse 2005

Mittels Plasmapolymerisation von Allylamin ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ ) in Downstream-Mikrowellenplasmen konnten Schichten erzeugt werden, welche Grabenstrukturen in einem weit variiertem Aspektverhältnis konform ausfüllen. Dabei ergibt die XPS-Analyse eine von Tiefe und Aspektverhältnis unabhängige chemische Schichtzusammensetzung (Abb. 1). Die elektronenmikroskopisch bestimmte Schichtdicke nimmt nach unten bei unterschiedlichen Parametern nur um moderate Werte 30-60% ab (Abb. 2) was die zufriedenstellende Spaltgängigkeit des Verfahrens demonstriert.

### Vorhaben 2006

- Untersuchungen zu deponierenden Mikrowellenplasmen
- Lokale Deposition von Plasmapolymeren innerhalb von Strukturen



## Projekte // Übersicht

- **Studien // Voruntersuchungen (GP)**
- Service // Consulting (DP)
- **Simulation von Schaltlichtbögen (GP)**
- Simulation von Lichtbögen (DP)
- **Diagnostik am Schweißlichtbogen (GP)**



## Vorbemerkungen

Der Forschungsschwerpunkt *Neue Arbeitsgebiete* dient der Auffindung neuer Themen, Arbeitsgebiete und Marktpotenziale für das INP. Weiterhin werden erfolgreiche Themen weiterentwickelt, um in andere Forschungsschwerpunkte einzufließen oder zukünftig einen eigenen Forschungsschwerpunkt zu bilden. Aufbauend auf vorhandene Kompetenz wird nach neuen Anwendungsfeldern gesucht, zugleich aber auch Know-how für die erfolgreiche Bearbeitung neuer Gebiete gewonnen. Zu neuen Themen werden Vorstudien angefertigt. Bei positiver Beurteilung münden diese in eigene Projekte. Kriterien sind neben der Marktfähigkeit der zu erwartenden Ergebnisse vor allem die Erfolgsaussichten bei der Einwerbung von Drittmitteln und die Identifizierung neuer Themen für die Vorlaufforschung. Auch die Konkurrenzsituation und die Bearbeitungskapazitäten im INP werden evaluiert.

### Anwendungspotenzial

#### Energie - und Elektrotechnik

- LV-, MV-, HV-Schalter
- Generatorschalter
- Elektrische Isolation

#### Schweißtechnik

- Prozessoptimierung
- Neue Materialien (Zusatzstoffe)

#### Biomedizintechnik

- Entkeimung
- Beschichtung
- Bestrahlung

#### Pharmazie

- Entkeimung
- Oberflächenmodifikation
- Radikalenerzeugung

#### Varia

- Oberflächenanalytik
- Volumenanalytik
- Beratung
- Marketing

Im Jahr 2005 erfolgten weitere Vor- und Machbarkeitsstudien u. a. zur Anwendung elektrotechnischer Verfahren in Verbindung mit Atmosphärendruck-Plasmenquellen zur Sterilisation und Beeinflussung von Zellen im Bereich Biomedizintechnik, zur Diagnostik am Schweißlichtbogen und zur Simulation von Schaltlichtbögen. Infolge einer positiven Beurteilung des letztgenannten Themas wurde mit einem Projekt zur Schaltlichtbogensimulation begonnen. Die Arbeiten zum Schweißlichtbogen wurden erfolgreich abgeschlossen. Ein Folgeprojekt wurde eingeworben.

Neben der Erschließung neuer Themen, Arbeitsgebiete und Marktpotenziale für das INP zielt dieser Forschungsschwerpunkt auf den Ausbau des Serviceangebotes für Industriekunden. Das Angebot umfasst derzeit Serviceleistungen aus den Bereichen Diagnostik, Modellierung und Oberflächenanalytik, zudem Beratung und Marketing.



## Studien // Voruntersuchungen (GP)

### Problem

Forschungsergebnisse müssen auf Ihre Verwertbarkeit geprüft werden, Industriekunden sind gezielt zu akquirieren, die Vermarktung von Ergebnissen muss zielgerichtet erfolgen, neue Trends in Forschung und Entwicklung sind auf Bearbeitbarkeit durch das INP und wissenschaftliche sowie markttechnische Relevanz zu prüfen. Interdisziplinäre Fragestellungen müssen unter INP Gesichtspunkten bewertet werden.

### Lösungsansatz

Kurze, gezielte Studien zur Machbarkeit ausgewählter Fragestellungen insbesondere zu Kundenproblemen werden durchgeführt. Ergebnisse aus der Grundlagenforschung werden auf mögliche Anwendbarkeit getestet und gegebenenfalls zu einem neuen Projekt in die anderen Forschungsschwerpunkte überführt.

Spezialisierte Literatur und Patentrecherchen ermöglichen die frühzeitige Beurteilung von zukunftsträchtigen Fragestellungen sowohl aus wissenschaftlicher wie auch markttechnischer Sicht. Neue, insbesondere industrierelevante Themen können so identifiziert werden, ohne die laufenden Arbeiten in den weiteren Forschungsschwerpunkten massiv zu beeinflussen.

### Technologischer Nutzen

Ein rechtzeitiger Beginn von relevanten Arbeiten mit zu erwartendem hohen Kundennutzen kann besser sichergestellt werden. Die Machbarkeitsstudien gewährleisten eine Themenauswahl, die sowohl den Stand der Technik, die Marktsituation, die Konkurrenz, die Patentlage und das wissenschaftliche Potenzial berücksichtigen.

Kostenreduktion und Vorbereitung der Einführung neuer Technologien im Bereich Elektrotechnik, Oberflächenmodifikation und Bestrahlung standen im Berichtszeitraum im Fokus.

*Zielstrebig zu neuen  
Horizonten*



### Ergebnisse 2005

Im Ergebnis von Studien zu Anwendungen in der Biomedizintechnik sowie zur Modellierung von Schaltvorgängen im Vakuum konnten bilaterale Industrieprojekte erweitert und neue begonnen werden.

Weiterhin lag die Bildung von strategischen Partnerschaften mit der Industrie verstärkt im Fokus der Aktivitäten. Messeauftritte sowie die Aktivitäten im baltischen Raum (BalticNet-PlasmaTec) bildeten einen Schwerpunkt im Berichtszeitraum. Erfolgreich wurde die Ausgründung des INP durch Studien zur Machbarkeit und zur Entwicklung des Businessplanes begleitet.

Die Suche nach verwertbaren Forschungsergebnissen, die in den Folgejahren zum Prototypenstatus entwickelt werden können, bezog sich auf die Anwendungen von Mikroplasmen und einen atmosphärischen Plasmajet. Diese Projekte werden in 2006 fortgesetzt.

### Vorhaben 2006

- Ausgewählte Studien auf dem Gebiet der Biomedizintechnik
- Studie zur Anwendung von Plasmafiltern im Bio- und Sicherheitsbereich
- Intensivierung der Thematik der Mikroplasmen
- Potenzialuntersuchung existierender Themenstellungen bzgl. Intensivierung oder Abbruch der Aktivitäten (permanent)
- Marketingstrategie BalticNet-PlasmaTec

## Simulation von Schaltlichtbögen (GP)

### Problem

Simulationen des Bogenplasmabereiches bzw. der thermischen und dielektrischen Wiederfestigung in Schaltern können eine Reihe relevanter Effekte gegenwärtig nur unzureichend erfassen oder zeigen Abweichungen zu experimentellen Resultaten. Um wesentliche Beiträge zum Verständnis und zur erfolgreichen Simulation des Plasmabereiches in Schaltstrecken zu leisten, ist zu ermitteln, welche Kompetenzen am INP kundenorientiert ausgebaut und gebündelt werden sollten und welche Synergieeffekte nutzbar sind.

### Lösungsansatz

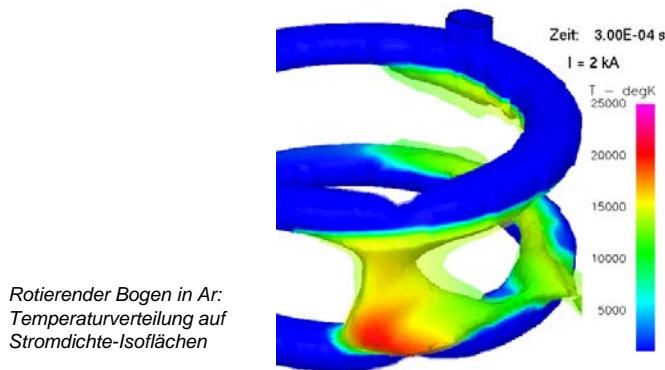
Ökonomisch und wissenschaftlich attraktive Teilprobleme werden in enger Zusammenarbeit mit der Industrie identifiziert. Know-How, Analysemethoden und Simulationsverfahren am INP werden gezielt ausgebaut, um solche Teilaufgaben in enger Kooperation mit Industriepartnern zeitnah und ergebnisorientiert bearbeiten zu können. Dies schließt Recherchen, Aufbau und Entwicklung eigener Modelle sowie die Adaption kommerzieller Verfahren ein. Ein langfristiger Ausbau der Kooperationen wird angestrebt.

### Technologischer Nutzen

Zur Zeit werden im Rahmen der industriellen Entwicklung von Schaltanlagen eine Vielzahl aufwändiger Experimente genutzt. Qualifizierte Modelle und Simulationen können den Aufwand für Design und Entwicklung entscheidend senken. Zum Aufbau realitätsnaher Simulationen ist jedoch der gegenwärtige Stand des physikalischen Verständnisses und der Modellierung von thermischen Plasmen in Hoch- und Mittelspannungsschaltern in vielen Punkten nicht ausreichend. Dies gilt z.B. für Probleme der Bogenansätze, der Plasma-chemie, der Strahlungsprozesse und der Transportprozesse an Elektroden und Schirmen in der Hochstromphase sowie nach Verlöschen des Bogens.

### Ergebnisse 2005

Unter Nutzung kommerzieller CFD-Software wurden 3D-MHD-Simulationen entwickelt, welche die Analyse bewegter Lichtbögen er-



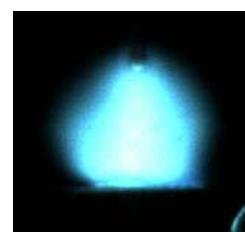
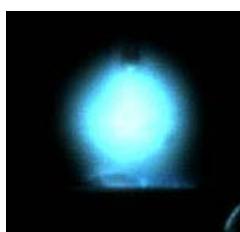
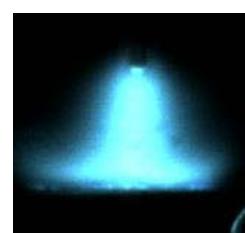
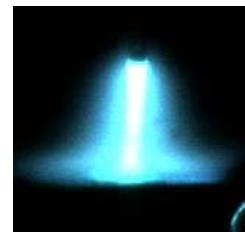
möglichen. Erste Ergebnisse für Bögen in Argon unter Atmosphärendruck wurden erzielt. Studien und Analysen zum elektrischen Durchbruch und zur Entladungszündung unter Niederdruckbedingungen wurden erfolgreich abgeschlossen. Literaturrecherchen erfolgten zum Einfluss thermionischer Elektronenemission auf das Durchbruchsverhalten. Diese Untersuchungen dienten dem Kompetenzausbau sowohl im Bereich der Wiederfestigung von Vakuumschaltstrecken als auch auf dem Gebiet der Zündung von Niederdrucklampenplasmen (Überlapp mit Themen im Bereich Plasmaquellen). Durch Ausbau und Adaption von vorhandenen Verfahren und Modellen, etwa zur kinetischen Teilchensimulation, zur Spektrenberechnung und zu Elektrodenschichtmodellen, wurden Voraussetzungen für die Bearbeitung zukünftiger Aufgabenstellungen geschaffen. Laufende Projekte wurden durch Studien und Beratungen unterstützt. Die Aktivitäten führten zur erfolgreichen Einwerbung von neuen Projekten bzw. Fortschreibungen laufender Projekte in 2006.

### Vorhaben 2006

- Erweiterung von 3D-MHD-Simulation bewegter Bögen auf höhere Stromdichten
- Verallgemeinerung von Methoden der kinetischen Teilchensimulation auf relativistische Geschwindigkeiten
- Analyse von Möglichkeiten der Bogen-simulationen unter Nichtgleichgewichtsbedingungen
- Ausbau der Kontakte zu Partnern in Industrie und Hochschule

### Diagnostik am Schweißlichtbogen (GP)

Die Arbeiten zu Schweißlichtbögen wurden 2005 auf niedrigem Niveau fortgesetzt. Die Thematik wurde von der Leitung als "on hold" eingestuft und somit ergaben sich nur Aktivitäten bezüglich weiterer Akquisition von Aufträgen/Drittmittelprojekten. Hierzu erfolgte ein Messebesuch auf der Schweißtechnischen Messe in Essen sowie die Erledigung eines kleineren Industrie-Auftrages. Durch die weiterführende Präsenz und Kontakthaltung werden die Aktivitäten 2006 wieder steigen, da eine Projektbewilligung positiv beschieden ist und die Bereitstellung von finanziellen Mitteln erfolgen wird.



### Einzelprojekte (außerhalb der Forschungsschwerpunkte)

- Plasmose (DP)
- **Kinetische Modellierung (GP)**
- Elektronenkühlung (DP)
- Kinetik und Simulation von Ladungsträgern und Neutralgaskomponenten in reaktiven Plasmen (DP)

## Kinetische Modellierung (GP)

### Problem

Die Entwicklung und Optimierung von Plasmaquellen kann durch ein fundiertes physikalisches Verständnis der komplexen zeitlichen Dynamik, der räumlichen Strukturbildung und der Wechselwirkung zwischen Plasma und Oberflächen maßgeblich unterstützt werden. Wegen der in Plasmaquellen bevorzugten zylindrischen Geometrie ist die Analyse des raumzeitlichen Verhaltens radial variiertender Plasmen von praktischer Bedeutung.

### Lösungsansatz

Ein zeitabhängiges, räumlich eindimensionales Hybridverfahren (siehe Abb. 1) zur selbst-konsistenten Beschreibung und Analyse zylindrischer, axial homogener Plasmen in z.B. Niederdrucklampen wurde entwickelt. Das neue Verfahren umfasst die Beschreibung des heizenden axialen elektrischen Feldes, des radialen Raumladungsfeldes, der Reaktionskinetik der Atome und Ionen und der Nichtgleichgewichtskinetik der Elektronen durch die gekoppelte Lösung der Bilanzgleichung für den Entladungsstrom, der Poisson-Gleichung, der zeit- und raumabhängigen Bilanzgleichungen der Neutralgaskomponenten und Ladungsträger und der zeitabhängigen, radial inhomogenen kinetischen Gleichung der Elektronen. Die Verifizierung der gewonnenen Ergebnisse erfolgt durch Vergleiche mit experimentellen Resultaten.

### Technologischer Nutzen

Leistungsfähige mehrdimensionale Verfahren bilden eine wesentliche Grundlage für die detaillierte Analyse von Prozessplasmen. Ihr Einsatz ermöglicht es, die Ausbildung von Strukturierungen, z.B. in Lichtquellen und Bebeschichtungsplasmen, detaillierter zu verstehen und unterstützt durch prädiktive Ergebnisse die Entwicklung technologischer Plasmaquellen hinsichtlich Design und optimaler Betriebsparameter.

### Ergebnisse 2005

Die entwickelte raum- und zeitabhängige Hybridmethode verfügt über gute Konvergenzeigenschaften und Langzeitstabilität. Als erste Anwendung wurde die raumzeitliche Entwicklung einer Entladung in einem He-Xe-Plasma mit 2% Xenon bei 330 Pa von einer

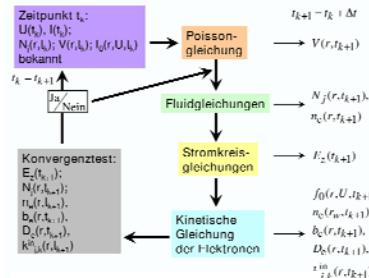


Abb. 1: Hybridverfahren

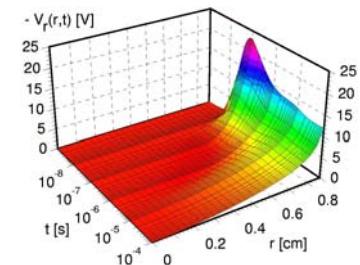


Abb. 2: Axiales elektrisches Feld und radiales Raumladungspotenzial (Rohrradius: 8.8 mm):

feldfreien, räumlich homogenen Situation zum stationären Zustand für vorgegebenen Entladungsstrom untersucht.

Während der ersten 20 ns steigt das axiale elektrische Feld (siehe Abb. 2, oben) rapide an, bis die Stromdichte etwa 5 mA/cm<sup>2</sup> übersteigt und das durch den schnellen Feldabfall charakterisierte Zünden der Entladung erfolgt. Im weiteren Verlauf nähert das heizende Feld sich einem konstanten Wert von etwa 5.5 V/cm an, der mit experimentellen Resultaten gut übereinstimmt.

Der anfangs im Vergleich zu den Ionen schnellere Elektronendichteverlust durch Absorption an der Rohrwand bedingt eine radiales Raumladungsfeld, das die Ionen beschleunigt und die Elektronenbewegung abremst. Das Zusammenwirken von schnellerer Elektronenbewegung und wachsender Ionisation während der Zündens resultiert im starken Anstieg des radialen Raumladungspotenzials (siehe Abb. 2, unten) nahe der Rohrwand bis etwa  $t=0.1\mu\text{s}$ . Anschließend verbreitert es sich, sein Wandwert nimmt ab und ein nahezu zeitunabhängiger Zustand stellt sich nach 50  $\mu\text{s}$  ein.

### Vorhaben 2006

- Analyse des raumzeitlichen Verhaltens gepulster Gasentladungen in Edelgasplasmen.

Plasmastrahlungstechnik



Plasmaprozesstechnik



Plasmaoberflächentechnik



Plasmadiagnostik



Plasmamodellierung



Verwaltung // Infrastruktur



Abteilung  
Plasmastrahlungstechnik



## Schwerpunkte

- Plasmalichtquellen
- Quellenentwicklung für die Oberflächenmodifikation

## Arbeitsgegenstand

- Hochdrucklichtquellen
- UV/VUV-Strahlungsquellen
- Speziallichtquellen
- Schweißlichtbogen

## Arbeitsmittel

- Hg-freie Niederdruckplasmen
- Quecksilberfreie Hochdruck-Mischplasmen
- Kapillarentladungen für Spezialanwendungen

## Mittelfristiger Schwerpunkt

Die Entwicklung neuartiger Plasmalichtquellen und Normaldruck-Plasmaquellen bilden mittelfristig die Schwerpunktthemen.

## Technologischer Nutzen

Im Bereich der Arbeiten zu Hochdruckentladungen mit komplexen Plasmamischungen wird das physikalische Verständnis weiter vervollständigt. Das betrifft insbesondere die Performance von Elektroden in HID-Lampen, die quantitative, semiempirische Beschreibung der Strahlungsbeiträge eines Viellinienstrahlers sowie die Klärung der Rolle, die die einzelnen Plasmakomponenten bei variierender Energieeinspeisung spielen.

Auf dem Gebiet der UV/VUV-Strahlungsquellen liefern die Untersuchungen zu den Elektroden wichtige Daten zur Lebensdauerverlängerung und erbringen einen Beitrag zur Schaffung der physikalischen und technologischen Grundlagen von neuartigen Elektroden in Niederdruckentladungslampen.

## Beitrag der Plasmastrahlungstechnik zur Technologieentwicklung

Die Untersuchungen zu Hochdrucklampen und zu UV/VUV-Strahlungsquellen liefern wichtige Beiträge zur Entwicklung von neuen, energiesparenden und damit umweltfreundlichen, quecksilberfreien Entladungssystemen. Die Elektrodenuntersuchungen in Hoch- und Niederdrucklampen bilden die Voraussetzung zur Erhöhung der Lebensdauer und Stabilität.

Untersuchungen in sehr engen Entladungsvolumina liefern einen Beitrag zur Entwicklung von modularen Plasmastrahlungs- und Plasmaquellen für Oberflächenmodifikationen.



Abteilung  
Plasmaprozesstechnik



## Schwerpunkte

Erzeugung, Modifizierung und Schichteinbau von mikro- und nanodispersen Materialien, Plasmabehandlung von Ruß und Aerosolen, Plasma- und Randschichtdiagnostik

## Arbeitsgegenstand

- Mikro- und nanodisperse Materialien (Pulver, Granulate, Nanofasern, Stäube, Ruß, Aerosole)
- Großflächige Substrate mit dünnen Schichten (Metalle, Metalloxide)

## Arbeitsmittel

- Modulare Prozessplasmen, insbesondere Atmosphärendruck-Plasmen sowie PECVD-Quellen, Magnetrons und Ionenstrahlquellen
- Plasmadiagnostik, insbesondere nicht-konventionelle Randschichtdiagnostik

## Mittelfristiger Schwerpunkt

Mittelfristiges Ziel ist die Bereitstellung und Optimierung von Plasmaverfahren zur Herstellung und Behandlung von neuartigen mikro- und nanodispersen Materialien (Synthese, Modifizierung, Schichteinbau).

Das INP soll kompetenter Projekt- und Ansprechpartner in Fragen der Plasma-Pulver-Wechselwirkung (Prozessoptimierung durch Diagnostik und Modellierung) sein. Zudem wird die Expertise zu Fragen der Diagnostik von Plasmaprozessquellen für die Oberflächenbearbeitung und für Raumtriebe (Quellenoptimierung durch Diagnostik und Modellierung, Etablierung von spezifischen Mikroteilchen als Werkzeug zur Plasmadiagnostik) weiter ausgebaut.

## Beitrag der Plasmaprozesstechnik zur Technologieentwicklung

Die Mitarbeiter der Abteilung Plasmaprozesstechnik entwickeln technologische Prozesse zur Synthese und Modifizierung von Mikro- und Nanodispersen Materialien, zur Dünnschicht-Deposition und zur umweltverträglichen Ruß- und Aerosolbehandlung.

Dazu arbeiten Sie an modularen Plasmaquellen und benutzen eine Reihe teilweise neuartiger Diagnostikmethoden. Dies eröffnet neue Anwendungspotenziale und Kundenkreise, wie z. B. Magnetronhersteller und Raumfahrtinstitutionen.

Von besonders technologischem Interesse ist die Expertise der Mitarbeiter zum Einsatz von Atmosphärendruckplasmen. Mit der Optimierung solcher Plasmen zur Pulver- und Oberflächenmodifizierung vertieft das INP weiter die Verbindung von Plasma- und Nanotechnologie für neuartigen funktionale Materialien und Werkstoffe.



**Abteilung  
Plasmaoberflächentechnik**

## Schwerpunkte

- Funktionelle Oberflächen
- Neue Materialien

## Arbeitsgegenstand

- Plasmagestützte Prozesse zur Steuerung von Grenzflächeneigenschaften
- Plasmagestützte Prozesse zum Aufbau funktioneller Schichten auf komplexen dreidimensionalen und flächigen Substraten aus Kunststoffen, Biomaterialien und Kompositen mit charakteristischen Abmessungen zwischen einigen Mikrometern und einem Meter.
- Untersuchung der Prozesse im Zusammenhang mit der jeweiligen Gesamttechnologie

## Arbeitsmittel

- Mehrere komplett Plasmaprozessanlagen
- Mehrere anwendungstypische Plasmaprozesssysteme zur industrienahen Erprobung von Plasmaprozessen mit größeren Stückzahlen; zusätzliche, auf konkrete Prozesse abgestimmte Sonderausrüstungen
- Ein Multireaktorsystem, gekoppelt mit einem zertifizierten Reinraum, für Untersuchungen unter definierten, reinsten Umgebungsbedingungen bei gleichzeitig exzellentem Zugang für Plasma- und Prozessdiagnostikverfahren
- Ausgewählte prozessanalytische Messsysteme, z.B. zum Prozessmonitoring und zur Materialprüfung
- Oberflächenanalytische Messtechnik, unter anderem hochauflösende Scanning-XPS, In-situ-XPS, Infrarot-ATR-Mikroskopie, digitale optische Mikroskopie und Rasterelektronenmikroskopie.

## Mittelfristiger Schwerpunkt

Im Mittelpunkt der Arbeiten stehen plasmachemische Oberflächenfunktionalisierungen sowie funktionelle Beschichtungen und Barriereschichten im Rahmen der jeweiligen Gesamt-Technologien. Die Ergebnisse werden in industrierelevanten Projekten umgesetzt.

## Beitrag der Plasmaoberflächentechnik zur Technologieentwicklung

Arbeiten zum grundlegenden Verständnis plasmaprozessspezifischer Oberflächenprozesse sollen die Entwicklung neuartiger Plasmatechniken vorantreiben. Die kostengünstige plasmagestützte Oberflächenaktivierung und aufwändigere Beschichtungen finden zwar heute bereits vielfältige Anwendung. Ihr technologisches Potenzial kann aber bei weitem nicht ausgeschöpft werden, weil sie chemisch immer noch sehr unspezifisch sind. Eine den Anforderungen der Anwender genügende chemisch selektive und dichte-steuerbare Erzeugung von kovalenten Bindungen auf beliebigen, von Natur aus nicht oder nicht in der gewünschten Weise bindungsfähigen Materialoberflächen mit Hilfe dieser Technik wäre ein Durchbruch zu einer neuen Qualität von plasmagestützten Oberflächenmodifizierungsverfahren, insbesondere für thermo-labile Materialien und Substrate und bei Interface-Optimierungen, z.B. bei Klebungen, Farbgebungen, Drucken, in der Biomedizintechnik und generell bei Haftungsproblemen in Schichtsystemen.



**Gruppe  
Plasmadiagnostik**

## Schwerpunkte

- Bereitstellung, Optimierung und Weiterentwicklung von Methoden der Plasmadiagnostik sowohl in Grundlagenuntersuchungen als auch im industriellen Einsatz
- Ausrichtung auf umweltrelevante Fragestellungen
- Vernetzung der INP-Kompetenz

## Arbeitsgegenstand

- Plasmachemische Stoffwandlung in der Gasphase
- Kinetik transienter molekularer Plasma-bestandteile und Wirkung auf Oberflächen
- Steuerung plasmachemischer industrieller Prozesse
- Plasmakatalyse zum VOC-Abbau
- Eigenschaften von Ladungsträgern in Plasmen
- Beiträge zur Alterung von Elektroden in Plasmalichtquellen
- Plasmaentkeimung
- Mikrowellensimulation

## Arbeitsmittel

- Absorptionsspektroskopische Systeme für MIR (3-20 µm) mit Bleisalz- und Quantenkaskadenlasern sowie FTIR
- ND-YAG gepumpte Farbstofflaser von 205 nm - 3 µm, z.B. für LIF, TALIF...
- Systeme für Emissionsspektroskopie von UV bis MIR
- Sondendiagnoskop für cw und gepulste Plasmen
- Massenspektrometer
- DC-, RF- und MW-Plasmen im cw- oder Pulsbetrieb
- industriennahe Reaktorkonfigurationen, z.T. aktiv steuerbar
- Plasmastrahlungsquellen
- Mikrobiologisches Labor
- Simulationssoftware wie Microwave Studio, TracePro und AutoDesl Inventor

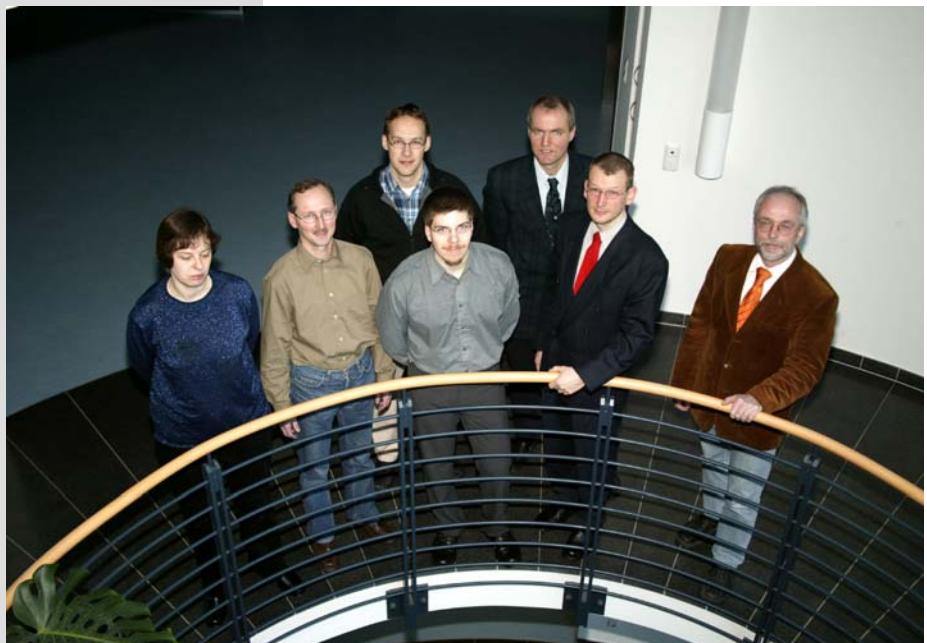
## Mittelfristiger Schwerpunkt

- Verknüpfung der Plasmatechnologie mit der Umwelttechnologie
- Steuerung industrieller Plasmareaktoren durch Nutzung spektroskopischer Methoden
- Entwicklung innovativer Diagnostiken für Kinetik transienter Moleküle in Plasmen und in Wechselwirkung mit Oberflächen

## Beitrag der Plasmadiagnostik zur Technologieentwicklung

Der gezielte Einsatz von Methoden der Plasmadiagnostik ist der Schlüssel zum Verständnis komplexer Plasmen. Gerade molekulare Plasmen, die eine Vielzahl unterschiedlicher Spezies aufweisen, besitzen eine Reihe von interessanten und nützlichen Eigenschaften. Ihre vielfältigen technologischen Einsatzgebiete reichen von der ressourcenschonenden Oberflächenbearbeitung über Abgasbeseitigung, Gasreinigung, Entkeimung und Partikelabbau bis hin zu Wasser- und Luftaufbereitung sowie Sondermüllbehandlung.

Die Mitarbeiter der Gruppe Plasmadiagnostik entwickeln unter anderem Methoden zur aktiven Steuerung industrieller Plasmareaktoren, untersuchen Elektrodenalterungsprozesse von Plasmalichtquellen und tragen zur Klärung plasmachemischer Prozesse in der Oberflächenbehandlung bei.



**Gruppe  
Plasmamodellierung**



## Schwerpunkte

- Selbstkonsistente Modellierung von Niedertemperaturplasmen
- Kinetische Beschreibung der Ladungsträger in anisothermen Plasmen
- Modellierung von Bogenplasmen
- Plasmachemie und Strahlungstransport
- Wechselwirkung von Plasmen mit Wänden und Elektroden
- Mehrflüssigkeitsbeschreibung und Strömungssimulation

## Arbeitsgegenstand

Die Gruppe Plasmamodellierung beschäftigt sich mit der theoretischen Beschreibung und Analyse von technologisch und wissenschaftlich relevanten Niedertemperaturplasmen. Dabei werden sowohl anisotherme Plasmen als auch Gleichgewichtsplasmen untersucht. Die Modellierung dieser Plasmen in ihrer Gesamtheit erfordert jeweils

- die Entwicklung eines adäquaten Plasmamodells,
- die Formulierung von auf hydrodynamischer bzw. kinetischer Grundlage basierenden Gleichungen für die wesentlichen Komponenten des Plasmas,
- entsprechende Gleichungen für das elektrische und magnetische Feld,
- das Recherchieren und die kritische Bewertung der relevanten atomaren Daten,
- die problemspezifische Erarbeitung von geeigneten Verfahren bzw. die Nutzung kommerzieller Codes zur Lösung des resultierenden komplexen Systems von gewöhnlichen und partiellen Differenzialgleichungen,
- die systematische Gewinnung von Lösungen für ausgewählte Parameterbereiche,
- die Visualisierung und inhaltliche Interpretation der gewonnenen Resultate.

Auf Grund der Komplexität der Gesamtbeschreibung werden Teilprobleme, wie die kinetische Beschreibung einzelner Plasma-Komponenten und die Strahlungstransport- und Spektrenanalyse, eigenständig bearbeitet.

## Arbeitsmittel

Die Analyse und Beschreibung schwach ionisierter Plasmen erfolgt im Allgemeinen mittels am INP entwickelter numerischer Verfahren. Diese problemspezifisch adaptierten Methoden zeichnen sich durch hohe Effizienz, Stabilität und Genauigkeit aus. Für ausgewählte Problemstellungen werden zudem verstärkt kommerzielle Programm-Pakete eingesetzt. Die Modellierungen erfolgen auf modernen Servern und Workstations, deren Verfügbarkeit die theoretische Beschreibung der komplexen, mehrdimensionalen Probleme erst ermöglicht. Die quantitativen Untersuchungen werden zumeist in enger Kopplung an experimentelle Arbeiten und geförderte Projekte am INP sowie in Kooperation mit nationalen und internationalen Partnern aus Forschungseinrichtungen und Industrie durchgeführt.



## Mittelfristiger Schwerpunkt

Die realitätsnahe Analyse und Beschreibung der Eigenschaften und des Verhaltens von wissenschaftlich und technologisch relevanten Niedertemperaturplasmen, wie Plasmen in Lichtquellen, Prozessplasmen und Plasmen in Schaltstrecken, stellen mittelfristig den Forschungsschwerpunkt der Gruppe dar.

Derartige Untersuchungen dienen insbesondere dem physikalischen Verständnis und der quantitativen Erfassung

- der zeitlichen und räumlichen Änderung der Dichten einzelner Plasmakomponenten,
- der Teilchen- und Energietransportprozesse im Plasma,
- der durch Stoß- und Strahlungsprozesse bedingten Energiedissipation,
- der sich im Plasma einstellenden elektrischen und magnetischen Felder,
- der komplexen Mechanismen des zeitlichen und räumlichen Übergangsverhaltens sowie
- der Wechselwirkung einzelner Spezies mit Wänden und Elektroden.

## Technologischer Nutzen

Die Erforschung der Mechanismen und Prozesse liefert wesentliche Beiträge für das physikalische Verständnis des komplexen Verhaltens von Niedertemperaturplasmen in experimentellen Anordnungen und technologischen Anwendungen. Die Plasmamodellierung ermöglicht auf der Grundlage umfangreicher Parameterstudien eine gezielte Optimierung technologischer Plasmen beispielsweise hinsichtlich der elektrischen Leistungseinkopplung, der Strahlungsleistung und der Effizienz von Plasmalichtquellen. Prädiktive Modelle zur Simulation von Schaltstrecken können den Aufwand für Design und Entwicklung von Schaltanlagen entscheidend senken.

## Beitrag der Plasmamodellierung zur Technologieentwicklung

Die Entwicklung energieeffizienter, quecksilberfreier Niederdrucklampen wird maßgeblich durch die erfolgreiche Modellierung von Xenon-Edelgas-Glimmentladungen unterstützt. Die Gesamtbeschreibung von stationären und nichtstationären Entladungen ermöglicht u.a. die Optimierung von Xenon-VUV-Lichtquellen hinsichtlich der elektrischen Betriebsweise. Untersuchungen zur Wechselwirkung von Plasmen mit Elektroden zielen beispielsweise auf eine Verbesserung des Startverhaltens und der Lebensdauer von Lampen. Die Analyse quecksilberfreier Hochdruckentladungslampen mit Seltenen-Erd-Elementen lässt eine Optimierung der Farbwiedergabe und der Lichtausbeute erwarten. Durch die Entwicklung und Anwendung neuartiger MHD-Simulationsverfahren für Schaltlichtbögen in Kooperation mit Partnern soll der Aufwand für die Konstruktion von Schaltanlagen deutlich verringert werden.



## Verwaltung // Infrastruktur

Als Ergänzung und zur organisatorischen Unterstützung der Fachabteilungen und -gruppen hat das INP die Abteilung *Verwaltung // Infrastruktur*. Diese organisiert im Wesentlichen den reibungslosen wissenschaftlich-technischen Betriebsablauf des Instituts. Beide Gebiete – Verwaltung und Infrastruktur – sind schlank angelegt.

Die Verwaltung des Instituts umfasst die Bereiche Personal, Beschaffung, Finanzen, Controlling/KLR, Anlagenverwaltung und Projektabwicklung. Die Infrastruktur besteht aus der mechanischen Werkstatt, einer Glasbläserei, einer Elektronikwerkstatt, einem Technologielabor und dem IT/EDV-Bereich. In den Werkstätten werden Komponenten, Baugruppen und Prototypen für die Fachabteilungen hergestellt oder komplettiert.

Für die Datenverarbeitung unterhält das INP ein Datennetz, baut es weiter aus und pflegt die Anbindung des INP-Netzes an externe Netze. Die Abteilung *Verwaltung // Infrastruktur* betreut außerdem die Gebäudetechnik des Instituts sowie alle Baumaßnahmen.

Kooperationen // Kontakte  
Publikationen  
Vorträge und Poster  
Patente  
Gutachtertätigkeit  
Weitere Aktivitäten

## Kooperationen // Kontakte (ohne Industriekontakte)

- Center for Advanced Plasma Surface Technology, SungKyunKwan University Korea
- Center for Life Science Automation Rostock
- Centre national de la recherche scientifique, Paris, Frankreich
- Center of Excellence for Information Nano-Devices Based on Advanced Plasma Science - Nagoya University, Japan
- Centre de Physique des Plasmas et de leurs Applications de Toulouse, Frankreich
- Dublin City University, Irland
- Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
- Fachhochschule Neubrandenburg
- Fachhochschule Stralsund
- Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Dummerstorf
- Forschungszentrum Jülich GmbH
- Forschungszentrum Sensorik Greifswald e.V.
- Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung, Institutsteil Rostock
- Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB), Stuttgart
- Hahn-Meitner-Institut Berlin
- Hanseatische Fachhochschule für Oekonomie & Management, Studienzentrum Vorpommern i. G.
- Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
- Hochschule Wismar
- Institut für angewandte Materialforschung Bremen
- Institut für Marine Biotechnologie e. V., Greifswald
- Korea Institute of Industrial Technology, Seoul
- Leibniz-Institut für Katalyse e. V., Rostock
- Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung e.V., Leipzig
- Materials Research Institute, University Nantes, Frankreich
- Princeton Plasma Physics Laboratory, Princeton University, USA
- Research Institute for Solid State Physics and Optics Budapest, Ungarn
- Ruhr-Universität Bochum
- Science and Technology Park Koszalin, Polen
- Science and Technology Park Szczecin, Polen
- Stevens Institute of Technology, Hoboken, NJ, USA
- Technische Universität Eindhoven, Niederlande
- Technische Universität Koszalin, Polen
- Technische Universität Szczecin, Polen
- Technologiepark Zürich
- Tsinghua University, Beijing, China
- Universität Lettland, Riga
- Universität Paris-Nord, Frankreich
- Universität Paris-Süd, Frankreich
- Universität Rostock
- Universität St. Petersburg, Russland
- University of Cambridge, Großbritannien
- University of Minnesota, USA



## Publikationen in Zeitschriften

Arndt, S.; Sigeneger, F.; Testrich, H.; Brandt, C.:

**Self-consistent analysis of the spatial relaxation of a disturbed neon glow discharge**

*Plasma Chem. Plasma Process.* 25 (2005) 567

Basner, R.; Fehske, H.; Kersten, H.; Kosse, S.; Schubert, G.:

**Gezielte Manipulation von Mikropartikeln in einem Plasma**

*Vakuum in Forschung und Praxis* 17 (2005) 259

Basner, R.; Gutkin, M.; Mahoney, J.; Tarnovsky, V.; Deutsch, H.; Becker, K.:

**Electron impact ionization of siliconetrachloride ( $\text{SiCl}_4$ )**

*J. Chem. Phys.* 123 (2005) 0543313

Besch, W.; Schröder, K.; Ohl, A.:

**Plasmagestützte Oberflächenfunktionalisierung komplex strukturierter, miniaturisierter Kunststoff-Formteile**

*Vakuum in Forschung und Praxis* 17 (2005) 126

Besch, W.; Schröder, K.; Ohl, A.:

**Access of plasma polymerization and plasma induced vapor phase grafting processes to high aspect ratio trenches in polymeric microstructures analyzed by XPS**

*Plasma Process. Polym.* 2 (2005) 97

Brandenburg, R.; Maiorov, V.A.; Golubovskii, Yu.B.; Wagner, H.-E.; Behnke, J.; Behnke, J.F.:

**Diffuse barrier discharges in nitrogen with small admixtures of oxygen: discharge mechanism and transition to the filamentary regime**

*J. Phys. D: Appl. Phys.* 38 (2005) 2187

Brandenburg, R.; Wagner, H.-E.; Kozlov, K.V.; Morozov, A.M.:

**Cross-correlation emission spectroscopy: application to non-equilibrium plasma diagnostics**

*Proc. 27th ICPIG* (2005) CD-ROM

Brandenburg, R.; Wagner, H.-E.; Morozov, A.M.; Kozlov, K.V.:

**Axial and radial development of the microdischarges of barrier discharge in  $\text{N}_2/\text{O}_2$  mixtures at atmospheric pressure**

*J. Phys. D: Appl. Phys.* 38 (2005) 1649

Briem, D.; Schröder, K.; Ohl, A.; Strametz, S.; Meenen, N. M.; Lehmann, W.; Linhart, W.:

Rueger, J. M.:

**Response of primary fibroblasts and osteoblasts to plasma treated polyetheretherketone (PEEK) surfaces**

*J. Mater. Sci. Mater. Med.* 16 (2005) 671

Brüser, V.; Hähnel, M.; Kersten, H.:

**Thin film deposition on powder particles using atmospheric pressure discharges**

*Proc. EPS on Plasma Physics* (2005) CD-Rom

Brüser, V.; Hänel, M.; Kersten, H.:

**Thin film deposition on powder surfaces using atmospheric pressure discharge**

*Proc. 2nd CAPPSA (2005) 261*

Brüser, V.; Hänel, M.; Kersten, H.:

**Thin film deposition on powder surfaces using atmospheric pressure discharge**

*Proc. 17th ISPC (2005) CD-ROM*

Bussiahn, R.; Gorchakov, S.; Lange, H.; Loffhagen, D.:

**Study of sine-wave-driven low-pressure He-Xe lamp discharges by experiment and modelling**

*Proc. 27th ICPIG (2005) CD-ROM*

Bychkov, Yu.I.; Gorchakov, S.; Yampolskaya, S.A.; Yastremsky, A.G.:

**Analysis of a short pulse operation of a discharge-pumped XeCl\* laser**

*Proc. 27th ICPIG (2005) CD-ROM*

Bötticher, R.; Kettlitz, M.:

**Gathering evidence of mode changes of cathodic arc attachment in mercury discharges**

*Proc. 27th ICPIG (2005) CD-ROM*

Do, T. H.; Thieme, G.; Fröhlich, M.; Kersten, H.; Hippler, R.:

**Ion molecule and dust particle formation in Ar/CH<sub>4</sub>, Ar/C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> and Ar/C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> radio-frequency plasmas**

*Contrib. Plasma Phys. 45 (2005) 378*

Foest, R.; Kindel, E.; Ohl, A.; Stieber, M.; Weltmann, K. D.:

**Non-thermal atmospheric pressure discharges for surface modification**

*Plasma Phys. Control. Fusion 47 (2005) B525*

Gatilova, L.; Ionikh, Y.; Welzel, S.; Röpcke, J.; Rousseau, A.:

**NO<sub>x</sub> production in a pulsed low pressure discharge in air : interaction with a porous semiconductor surface**

*Proc. 27th ICPIG (2005) CD-ROM*

Gavare, Z.; Gött, D.; Pipa, A.V.; Röpcke, J.; Skudra, A.:

**Determination of the number densities of argon metastables by absorption methods**

*Proc. 27th ICPIG (2005) CD-ROM*

Glitsch, S.; Hempel, F.; Lang, N.; Macherius, U.; Röpcke, J.; Saß, S.; Weltmann, K.-D.:

Zimmermann, H.:

**Q-MACS – a new diagnostic tool for on-line process monitoring in plasma chemical applications**

*Proc. 17th ISPC (2005) CD-ROM*

Golubovskii, Y.B.; Tatanova, M.; Thieme, G.; Basner, R.; Hannemann, M.; Kersten, H.:

**EDF formation in an rf-plasma used for micro-particle treatment**

*Proc. 27th ICPIG (2005) CD-ROM*

Golubovskii, Yu. B.; Porokhova, I. A.; Lange, H.; Uhrlandt, D.:

**Metastable and Resonance Atom Densities in a Positive Column. I. Distinctions in Diffusion and Radiation Transport**

*Plasma Sources Sci. Technol.* 14 (2005) 36

Golubovskii, Yu. B.; Porokhova, I. A.; Lange, H.; Gorchakov, S.; Uhrlandt, D.:

**Metastable and Resonance Atom Densities in a Positive Column. II. Application to Light Source Modelling**

*Plasma Sources Sci. Technol.* 14 (2005) 45

Gorchakov, S.; Uhrlandt, D.:

**Non-local kinetics of the electrons in a low-pressure afterglow plasma**

*Proc. 27th ICPIG* (2005) CD-ROM

Gorchakov, S.; Uhrlandt, D.:

**Radiation properties of low-pressure discharges in rare-gas mixtures containing xenon**

*Plasma Sources Sci. Technol.* 14 (2005) 177

Grubert, G.K.; Bornath, Th.; Schlanges, M.; Gericke, D.O.:

**Relaxation of dense, reacting two-temperature-plasmas**

*GSI Annual Report* (2005) 48

Grubert, G.K.; Loffhagen, D.; Uhrlandt, D.:

**Two-fluid modelling of an abnormal low-pressure glow discharge**

*Proc. Femlab Konferenz* (2005) 50

Grundmann, J.; Müller, S.; Zahn, R.-J.:

**Treatment of soot by dielectric barrier discharges and ozone**

*Plasma Chem. Plasma Process.* 25 (2005) 455

Guaitella, O.; Gatilova, L.; Stancu, G.; Guillard, C.; Thevenet, F.; Röpcke, J.; Rousseau, A.:

**IR time resolved measurements: Plasma/TiO<sub>2</sub> synergy for VOC removal**

*Proc. FLTPD VI 2005* (2005) 85

Guaitella, O.; Gatilova, L.; Stancu, G.; Röpcke, J.; Thevenet, F.; Guillard, C.; Rousseau, A.:

**Evidence for plasma and TiO<sub>2</sub> synergy**

*Proc. 17th ISPC* (2005) 685

Guaitella, O.; Gatilova, L.; Stancu, G.D.; Guillard, C.; Thevenet, F.; Röpcke, J.; Rousseau, A.:

**Dynamic of interaction between a pulsed plasma and a porous semiconductor surface**

*Proc. 27th ICPIG* (2005) CD-ROM

Hadrath, S.; Ehlbeck, J.; Lieder, G.; Brandenburg, R.:

**Spatially and Temporally Resolved Determination of Absolute Tungsten Densities in Fluorescent Lamps during Instant Start by Laser-induced Fluorescence**

*Proc. 27th ICPIG* (2005) CD-ROM

Hadrath, S.; Ehlbeck, J.; Lieder, G.; Sigener, F.:

**Determination of absolute population densities of eroded tungsten in hollow cathode lamps and fluorescent lamps by laser-induced fluorescence**

*J. Phys. D: Appl. Phys.* 38 (2005) 3285

Hempel, F.; Röpcke, J.; Glitsch, S.; Saß, S.; Schulz, K.-D.; Weltmann, K.-D.; Zimmermann, H.:

**Quantum Cascade Laser Absorption Spectroscopy: A Modern Technique for Online Plasma Process Monitoring and Trace Gas Diagnostics**

*Proc. 27th ICPIG* (2005) CD-ROM

Herrmann, I.; Brüser, V.; Fiechter, S.; Kersten, H.; Bogdanoff, P.:

**Electrocatalysts for oxygen reduction prepared by plasma treatment of carbon-supported Cobalt-Tetramethoxyphenylporphyrin**

*J. Electrochem. Soc.* 152 (2005) A2179

Hippler, R.; Wrehde, S.; Stranak, V.; Zhigalov, O.; Steffen, H.; Tichy, M.; Quaas, M.; Wulff, H.:

**Characterization of a Magnetron Plasma for Deposition of Titanium Oxide and Titanium**

**Nitride Films**

*Contrib. Plasma Phys.* 45 (2005) 5

Hirmke, J.; Hempel, F.; Stancu, G.D.; Schwarz, S.; Röpcke, J.; Rosiwal, S.:

**Diamond volume crystal growth in HF-CVD and monitoring gas phase with laser absorption spectroscopy**

*Proc. 4th Nanodiamond Relat. Materials /Proc. 6th Diamond Relat. Films* (2005)

Ihrke, R.; Großjohann, B.; Freier, J.; Lubenow, L. E.; Greinacher, A.; Santoso, S.:

Schröder, K.; Ohl, A.:

**Improved platelet adhesion on gas discharge plasma modified polystyrene for a microtitre plate assay**

*Proc. 17th ISPC 2005* (2005) CD-ROM

Kersten, H.; Brüser, V.; Hänel, M.:

**Thin film deposition on powder particles using atmospheric pressure discharges**

*AIP Conf. Proc.* 799 (2005) 343

Kersten, H.; Brüser, V.; Hänel, M.:

**Thin film deposition on powder particles using atmospheric pressure discharges**

*Proc. ICPDP II* (2005) 5

Kersten, H.; Brüser, V.; Thieme, G.; Hänel, M.:

**Plasmamodifizierung von mikro- und nanodispersen Teilchen**

*13. NDVAK 2005* (2005) 27

Kersten, H.; Brüser, V.; Thieme, G.; Quaas, M.; Wulff, H.:

**Plasma Surface Modification of Particles**

*Proc. ICMCTF* (2005) 31

Kersten, H.; Rohde, D.; Steffen, H.; Deutsch, H.; Hippler, R.:

**Die Bestimmung von Energieflüssen bei Plasma-Oberflächen-Prozessen**

*Galvanotechnik* 96 (2005) 2996

Kersten, H.; Thieme, G.; Fröhlich, M.; Bojic, D.; Tung, D.H.; Quaas, M.; Wulff, H.; Hippler, R.:

**Complex (dusty) plasmas: examples for applications and observation of magnetron-induced phenomena**

*Pure Appl. Chem.* 77 (2005) 415

Kersten, H.; Thieme, G.; Hippler, R.; Weltmann, K. D.:

**Coating of powder particles in a magnetron plasma**

*Proc. 48th SVC Meeting, Techn. Conf.* (2005)

Kersten, H.; Wiese, R.; Hannemann, M.; Kapitov, A.; Scholze, F.; Neumann, H.; Hippler, R.:

**Plasma and ion beam characterization by non-conventional methods**

*Surf. Coat. Technol.* 200 (2005) 809

Kersten, H.; Wiese, R.; Thieme, G.; Deutsch, H.; Hannemann, M.; Basner, R.; Hähnel, M.:

**Nicht-konventionelle Plasmadiagnostik**

*Proc. FVS-Workshop TCO III* 1 (2005) 103

Kettlitz, M.; Krylova, O.; Wendt, M.; Scheindenbach, H.; Günther, K.:

**Plasma diagnostics in Hg free short arc lamps for automotive lighting**

*Proc. 40th IAS Annual Meeting* (2005) CD-ROM

Kettlitz, M.; Sieg, M.; Schneidenbach, H.; Krylova, O.:

**Lowering of the cathode fall voltage by laser exposure of the cathode in a high-pressure mercury discharge**

*J. Phys. D: Appl. Phys.* 38 (2005) 3175

Kozlov, K.V.; Brandenburg, R.; Wagner, H.-E.; Morozov, A.M.; Michel, P.:

**Investigation of the filamentary and diffuse mode of barrier discharges in N<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> mixtures at atmospheric pressure by cross-correlation spectroscopy**

*J. Phys. D: Appl. Phys.* 38 (2005) 518

Kozlov, K.V.; Wagner, H.-E.; Brandenburg, R.; Morozov, A.M.:

**Axial and radial development of the microdischarges of barrier discharges in N<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> mixtures**

*Proc. 4th Int. Symp. Theor. Appl. Plasma Chemistry* 2 (2005) 508

Kuzmichev, A.; Bevza, O.; Steffen, H.; Hippler, R.:

**Impact excitation of MF magnetron discharge for PVD processes**

*Vacuum* 78 (2005) 611

Löffhagen, D.:

**Impact of electron-electron collisions on the spatial electron relaxation in non-isothermal plasmas**

*Plasma Chem. Plasma Process.* 25 (2005) 519

Loffhagen, D.; Arndt, S.; Sigeneger, F.; Uhrlandt, D.; Winkler, R.:  
**Electron kinetics and self-consistent description of inhomogeneous and nonstationary plasmas**  
*Contrib. Plasma Phys.* 45 (2005) 309

Loffhagen, D.; Gorchakov, S.:  
**Self-consistent modelling of the column plasma of low-pressure glow discharges**  
*Proc. 27th ICPIG* (2005) CD-ROM

Lombardi, G.; Hassouni, K.; Stancu, G.D.; Mechold, L.; Röpcke, J.; Gicquel, A.:  
**Modeling of microwave discharges of H<sub>2</sub> admixed with CH<sub>4</sub> for diamond deposition**  
*J. Appl. Phys.* 98 (2005) 053303

Lombardi, G.; Hassouni, K.; Stancu, G.D.; Mechold, L.; Röpcke, J.; Gicquel, A.:  
**Study of an H<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> moderate pressure microwaveplasma used for diamond deposition: modeling and IR tuneable diode laser diagnostic**  
*Plasma Sources Sci. Technol.* 14 (2005) 440

Ludwig, P.; Kosse, S.; Bonitz, M.:  
**Structure of spherical three-dimensional Coulomb crystals**  
*Phys. Rev. E* 71 (2005) 046403

Matthes, A.; Gläsel, H. J.; Hartmann, E.; Böttcher, R.; Erdem, E.; Brüser, V.; Kersten, H.:  
**Synthesis of Ferroelectric Polymeric Nanocomposites**  
*VDI-Berichte* 1920 (2005) 225

Matyash, K.; Schneider, R.; Bonin, X.; Coster, D.; Rohde, V.; Kersten, H.:  
**Modelling of parasitic plasma under the divertor roof baffle**  
*J. Nucl. Matter* 337 (2005) 237

Reinecke, H.; Lippold, O.; Ohl, A.; Besch, W.; Schröder, K.:  
**Funktionalisierung der Oberfläche von Mikrostrukturen-Technologie und Anwendungen**  
*Vakuum in Forschung und Praxis* 17 (2005) 135

Rousseau, A.; Dantier, A.; Gatilova, L.V.; Ionikh, Y.; Röpcke, J.; Tolmachev, Y.A.:  
**On NO<sub>x</sub> production and volatile organic compound removal in a pulsed microwave discharge in air**  
*Plasma Sources Sci. Technol.* 14 (2005) 70

Rousseau, A.; Gatilova, L.V.; Röpcke, J.; Meshchanov, A. V.; Ionikh, Y.Z.:  
**NO and NO<sub>2</sub> production in pulsed low pressure dc discharge**  
*Appl. Phys. Lett.* 86 (2005) 211501

Rousseau, A.; Gatilova, L.V.; Guaitella, O.; Guillard, C.; Thevenet, F.; Röpcke, J.; Stancu, G.:  
**Photocatalyst activation in a pulsed low pressure discharge**  
*Appl. Phys. Lett.* 87 (2005) 221501

Schröder, K.; Ohl, A.:

**Plasmagestützte Kunststoff-Oberflächenmodifikationen für Zell-basierte Analytik**  
*EFDS-Tagungsbd.* (2005)

Schröder, K.; Ohl, A.:

**Plasmamodifikationen und Proteinkopplungen für biomedizinische Anwendungen**  
*13. NDVAK 2005* (2005) 42

Sigeneger, F.; Arndt, S.; Gorchakov, S.:

**Response of a neon discharge to a short laser pulse**  
*Proc. 27th ICPIG* (2005) CD-ROM

Sigeneger, F.; Winkler, R.:

**Self-consistent analysis of a helium plasma in a cylindrical hollow cathode**  
*Plasma Chem. Plasma Process.* 25 (2005) 147

Stancu, G. D.; Pipa, A. V.; Lombardi, G.; Davies, P. B.; Gicquel, A.; Lavrov, B. P.; Röpcke, J.:

**On the Reaction Kinetics of Chemically Active Molecular Microwave Plasmas**

*Contrib. Plasma Phys.* 45 (2005) 358

Stancu, G.D.; Davies, P.B.; Röpcke, J.:

**Line strengths of the methyl radical  $v_2$  band for plasma chemistry and astrophysical applications**

*Proc. 17th ISPC* (2005) CD-ROM

Stancu, G.D.; Davies, P.B.; Röpcke, J.:

**Band strengths and transition dipole moments of the  $v_2$  and  $v_3$  fundamental bands of the methyl radical**

*Proc. FLTPD VI 2005* (2005) 58

Stancu, G.D.; Röpcke, J.; Davies, P.B.:

**Line strengths and transition dipole moment of the  $v_2$  fundamental band of the methyl radical**

*J. Chem. Phys.* 122 (2005) 014306

Starostin, S.A.; Kindel, E.; Gorchakov, S.:

**Radial profiles of the Hg excited state densities in highly loaded inductively excited Hg-Ar discharge**

*Proc. 27th ICPIG* (2005) CD-ROM

Starostin, S.A.; Kindel, E.; Petrov, G.M.; Giuliani, J.L.; Gorchakov, S.:

**Hg  $6^3P_{0,1,2}$  state density profiles in the capillary Hg-Ar discharge**

*Proc. 27th ICPIG* (2005) CD-ROM

Steffen, H.; Schröder, K.; Ohl, A.:

**Oberflächenmodifikation von COC mit stickstofffunktionellen Gruppen**

*13. NDVAK 2005* (2005) 202

Stoffels, E.; Sladek, R.E.J.; Kieft, I.E.; Kersten, H.; Wiese, R.:

**Power outflux from the plasma: an important parameter in surface processing**

*Plasma Phys. Control. Fusion* 46 (2004) 167

Stranak, V.; Blazek, J.; Tichy, M.; Spatenka, P.; Steffen, H.; Wrehde, S.; Hippler, R.:

**Determination of negative ion density in slightly electronegative plasma**

*Proc. 27th ICPIG* (2005) CD-ROM

Thieme, G.; Tatanova, M.; Bojic, D.; Basner, R.; Kersten, H.:

**On an rf discharge with an adaptive electrode for powder treatment**

*AIP Conf. Proc.* 799 (2005) 411

Uhrlandt, D.; Bussiahn, R.; Gorchakov, S.; Lange, H.; Loffhagen, D.; Nötzold, D.:

**Low-Pressure Mercury-Free Plasma Light Sources: Theoretical and Experimental**

**Perspectives**

*J. Phys. D: Appl. Phys.* 38 (2005) 3318

van Helden, J.H.; Lombardi, G.; Zijlmans, R.; Stancu, G.; Röpcke, J.; Schram, D.C.; Engeln, R.:

**Study of the formation of molecules in N and O containing plasmas**

*Proc. 17th ISPC* (2005) 44

Vartolomei, V.; Matyash, K.; Schneider, R.; Hannemann, M.; Kersten, H.; Wilke, C.; Hippler, R.:

**Study of ECWR plasma parameters in expansion region**

*Proc. 27th ICPIG* (2005) CD-ROM

Wagenaars, E.; Brandenburg, R.; Brok, W.J.M.; Bowden, M.D.; Wagner, H.-E.:

**Low-pressure dielectric barrier discharges in argon: experimental and modelling**

**investigations**

*Proc. 27th ICPIG* (2005) CD-ROM

Wagner, H.-E.; Brandenburg, R.; Kozlov, K.V.; Morozov, A.M.; Michel, P.:

**Cross-correlation spectroscopy applied to the investigation of barrier discharges in N<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>**

**mixtures at atmospheric pressure**

*Contrib. Plasma Phys.* 45 (2005) 338

Wagner, H.-E.; Yurgelenas, Yu.V.; Brandenburg, R.:

**The development of microdischarges of barrier discharges in N<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> mixtures -experimental investigations and modeling**

*Plasma Phys. Control. Fusion* 47 (2005) B 641

Weltmann, K. D.; Ehlbeck, J.; Foest, R.; Stieber, M.:

**Non-thermal atmospheric pressure jet for surface modification**

*Proc. 48th SVC Meeting, Techn. Conf.* (2005) 208

Wiese, R.; Kersten, H.; Hannemann, M.; Hähnel, M.; Menner, R.:

**Plasmaanalyse an Sputteranlagen zur ZnO-Deposition**

*Proc. FVS-Workshop TCO III 1* (2005) 116

Wolter, M.; Do, H. T.; Steffen, H.; Hippler, R.:

**Aluminium atom density and temperature in a dc magnetron discharge determined by means of blue diode laser absorption spectroscopy**

*J. Phys. D: Appl. Phys.* 38 (2005) 2390

Zijlmans, R.A.B.; Gabriel, O.; Welzel, S.; Stancu, G.D.; Hempel, F.; Röpcke, J.; Engeln, R.; Schram, D.C.:

**A different view on molecule formation in a  $\text{CH}_4$  containing microwave plasma**

*Proc. 27th ICPIG* (2005) CD-ROM

Zijlmans, R.A.B.; Lombardi, G.; Stancu, G.D.; Röpcke, J.; Sampaio, J.; Engeln, R.; Schram, D.C.:

**Tunable diode laser absorption and mass spectrometry on the effect of  $\text{H}_2$  on the formation of NO in a  $\text{N}_2/\text{O}_2$  expanding thermal plasma**

*Proc. FLTPD VI* 2005 (2005) 76

Zijlmans, R.A.B.; Lombardi, G.; Stancu, G.D.; Röpcke, J.; Sampaio, J.; Engeln, R.; Schram, D.C.:

**$\text{NH}_3$  destruction and NO formation in a recombining  $\text{N}_2/\text{H}_2$  plasma as a result of adding  $\text{O}_2$**

*Proc. 17th ISPC* (2005) 859

## Publikationen in Monografien

Hempel, F.; Glitsch, S.; Röpcke, J.; Saß, S.; Zimmermann, H.:

**On the measurement of absolute plasma species densities using quantum cascade laser-absorption spectroscopy**

*Plasma Polymers and Related Materials*, M. Mutlu (ed.), Ankara: Hacettepe University Press 2005

Kindel, E.:

**Plasma-Strahlung**

*Effekte der Physik und ihre Anwendungen*, M. v. Ardenne (ed.), Frankfurt/M: Harri Deutsch Verl. 2005

Schröder, K.; Finke, B.; Ohl, A.:

**Improved low-pressure microwave plasma assisted amino functionalization of polymers**

*Plasma processes and polymers*, R. d'Agostino (ed.), Weinheim: Wiley-VCH 2005

## Tagungsbeiträge

Brandenburg, R.; Wagner, H.-E.; Kozlov, K. V.; Morozov, A. M.:

**Cross-correlation emission spectroscopy: application to non-equilibrium plasma diagnostics**

eingeladener Vortrag, 27th ICPIG, Eindhoven/Niederlande 2005

Brandenburg, R.; Wagner, H.-E.; Michel, P.; Trunec, D.; Navratil, Z.; Stahel, P.:

**Investigation of diffuse barrier discharges in gas mixtures of nitrogen with noble gases**

Poster, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Berlin 2005



Brüser, V.:

**Plasmabehandelte Kohlenstoff-Nanofasern für die Herstellung von  
Polymerverbundwerkstoffen**

eingeladener Vortrag, Workshop Abschlussveranstaltung für das Innovationsforum, Rostock 2005

Brüser, V.:

**Plasmatechnologie für die Brennstoffzellenfertigung**

eingeladener Vortrag, IHK Nord, Lübeck/Deutschland 2005

Brüser, V.; Hähnel, M.; Kersten, H.:

**Thin film deposition on powder surfaces using atmospheric pressure discharge**

Poster, 2nd Int. Workshop on Cold Atm. Pressure Plasmas, Bruges/Belgien 2005

Brüser, V.; Hähnel, M.; Kersten, H.:

**Thin film deposition on powder surfaces using atmospheric pressure discharge**

Poster, ISPC, Toronto/Kanada 2005

Brüser, V.; Hähnel, M.; Khan, M. M.; Kersten, H.:

**Thin film deposition on powder particles using atmospheric pressure discharges**

Poster, EPS on Plasma Physics, Tarragona/Spanien 2005

Brüser, V.; Hähnel, M.; Khan, M.M.; Kersten, H.:

**Modifizierung von Pulveroberflächen mit Hilfe dielektrischer Barrienenentladung**

Poster, 12. BFPT, Braunschweig 2005

Brüser, V.; Kersten, H.:

**Einsatz von Niedertemperaturplasma am Beispiel der Manipulation von  
Kohlenstoffnanoröhrchen**

eingeladener Vortrag, Herbsttagung Arbeitskreis Kohlenstoff, Hardheim/Deutschland 2005

Brüser, V.; Schmuhl, A.; Junge, H.:

**Plasmamodifizierung von Katalysatoren für die kathodische Reduktion von  
Wasserstoffperoxid in Brennstoffzellen**

eingeladener Vortrag, 93. Bunsenkolloquium, Schwerin/Deutschland 2005

Bussiahn, R.; Gorchakov, S.; Lange, H.; Loffhagen, D.:

**Study of sine-wave-driven low-pressure He-Xe lamp discharges by experiment and modelling**

Poster, 27th ICPIG, Eindhoven/Niederlande 2005

Bussiahn, R.; Gorchakov, S.; Lange, H.; Loffhagen, D.; Uhrlandt, D.:

**Analysis of sine-wave-driven low-pressure He-Xe lamp discharges**

Poster, 32nd ICOPS, Monterey/USA 2005

Bussiahn, R.; Gorchakov, S.; Lange, H.; Loffhagen, D.; Uhrlandt, D.:

**Grundlegende Charakterisierung und Modellierung der VUV-Ausbeute von Xenon-  
Entladungen**

Seminarvortrag, 7. BMBF-Verbundtreffen, Kamp-Lintfort 2005



Bychkov, Yu.I.; Gorchakov, S.; Yampolskaya, S.A.; Yastremsky, A.G.:  
**Analysis of a short pulse operation of a discharge-pumped XeCl\* laser**  
Poster, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Berlin 2005

Foest, R.; Besch, W.; Ohl, A.; Schröder, K.:  
**Changes in surface functionality through plasma treatment**  
Seminarvortrag, Bioelectronics Seminar, Old Dominion/USA 2005

Foest, R.; Kindel, E.; Ohl, A.; Stieber, M.; Weltmann, K. D.:  
**Non-thermal atmospheric pressure discharges for surface modification**  
eingeladener Vortrag, 32nd EPS, Tarragona/Spanien 2005

Foest, R.; Kindel, E.; Ohl, A.; Stieber, M.; Weltmann, K.-D.:  
**Modularer HF-Kapillarjet – ein Werkzeug zur Plasmabehandlung von Materialien unter Atmosphärendruck**  
eingeladener Vortrag, IKS Seminar Oberflächentechnik, Aachen 2005

Foest, R.; Kindel, E.; Ohl, A.; Stieber, M.; Weltmann, K.-D.:  
**Atmospheric Pressure Non-Thermal Plasma Jets for Surface Modification and A New Tool for In-Situ IR-Spectroscopy (QMACS)**  
eingeladener Vortrag, COST 527 Meeting, Sant Feliu de Guixols 2005

Franke, St.; Lange, H.; Schneidenbach, H.; Schöpp, H.:  
**Study of the Hg line at 185 nm during the warm-up of a high-pressure discharge lamp**  
Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Berlin 2005

Gabriel, O.; Welzel, S.; Zijlmans, R.A.B.; Lombardi, G.; Stancu, G.D.; Engel, R.; Schram, D.C.; Röpcke, J.:  
**Studies of kinetic processes in H<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> plasmas by IR-TDLAS**  
Poster, 5th Int. Conf. Tunable Diode Laser Spectrosc., Florence/Italy 2005

Gatilova, L.; Guaitella, O.; Rousseau, A.; Ionikh, Y.; Welzel, S.; Röpcke, J.:  
**NO kinetics in pulsed DC low-pressure discharge: influence of TiO<sub>2</sub> surface**  
Poster, 58th Annual GEC, San Jose/USA 2005

Gatilova, L.; Ionikh, Y.; Welzel, S.; Röpcke, J.; Rousseau, A.:  
**NO kinetics in pulsed DC low-pressure discharge: influence of TiO<sub>2</sub> surface**  
Poster, 15th Int. Colloqu. Plasma Process., Grenoble /France 2005

Gavare, Z.; Gött, D.; Pipa, A.V.; Röpcke, J.; Skudra, A.:  
**Determination of the number densities of argon metastables by absorption methods**  
Poster, 27th ICPIG, Eindhoven/Niederlande 2005

Glitsch, S.; Hempel, F.; Lang, N.; Macherius, U.; Röpcke, J.; Saß, S.; Weltmann, K.-D.; Zimmermann, H.:  
**Q-MACS – a new diagnostic tool for on-line process monitoring in plasma chemical applications**  
Vortrag, 17th ISPC, Toronto /Kanada 2005



Golubovskii, Y. B.; Tatanova, M.; Thieme, G.; Basner, R.; Hannemann, M.; Kersten, H.:  
**EDF formation in an rf-plasma used for micro-particle treatment**  
Poster, 27th ICPIG, Eindhoven/Niederlande 2005

Gorchakov, S.; Sigeneger, F.; Uhrlandt, D.:  
**Study of non-local electron kinetics in a low-pressure afterglow argon plasma**  
Poster, 58th Annual GEC, San Jose/USA 2005

Gorchakov, S.; Uhrlandt, D.:  
**Non-local kinetics of the electrons in a low-pressure afterglow plasma**  
Poster, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Berlin 2005

Grubert, G.K.; Loffhagen, D.; Uhrlandt, D.:  
**Two-fluid modelling of an abnormal low-pressure glow discharge**  
Vortrag, Femlab Konferenz, Frankfurt/M 2005

Grundmann, J.; Müller, S.; Zahn, R.-J.:  
**Decomposition of soot by DBD and ozone**  
Poster, 12. BFPT, Braunschweig 2005

Guaitella, O.; Gatilova, L.; Stancu, G.; Guillard, C.; Thevenet, F.; Röpcke, J.; Rousseau, A.:  
**IR time resolved measurements: Plasma/TiO<sub>2</sub> synergy for VOC removal**  
Poster, Frontiers in Low Temperature Plasma Diagnostics VI, Les Houches / France 2005

Guaitella, O.; Gatilova, L.; Stancu, G.D.; Guillard, C.; Thevenet, F.; Röpcke, J.; Rousseau, A.:  
**Dynamic of interaction between a pulsed plasma and a porous semiconductor surface**  
Poster, 27th ICPIG, Eindhoven/Niederlande 2005

Guaitella, O.; Gatilova, L.; Stancu, G.; Röpcke, J.; Thevenet, F.; Guillard, C.; Rousseau, A.:  
**Plasma-photocatalysis synergy in a pulsed low pressure discharge**  
Poster, 15th Int. Colloqu. Plasma Process., Grenoble /France 2005

Guaitella, O.; Thevenet, F.; Guillard, C.; Stancu, G.; Röpcke, J.; Rousseau, A.:  
**Infrared laser diagnostics of the plasma-photocatalyst interaction in a pulsed low pressure discharge**  
Poster, 58th Annual GEC, San Jose/USA 2005

Gutkin, M.; Mahoney, J.; Tarnovsky, V.; Basner, R.; Deutsch, H.; Becker, K.:  
**Cross sections for electron-impact-ionization of SiCl<sub>4</sub>**  
Poster, 27th ICPIG, Eindhoven/Niederlande 2005

Gutkin, M.; Tarnovsky, V.; Mahoney, J.; Lopes, J.; Basner, R.; Deutsch, H.; Becker, K.:  
**Absolute partial and total cross sections for electron-impact-ionization of silicon tetrachloride**  
Poster, ICPEAC, Rosario/Argentina 2005



Hadrath, S.; Ehlbeck, J.; Lieder, G.:

**Untersuchungen zum Kaltstartverhalten von Leuchtstofflampen mittels laserinduzierter Fluoreszenz**

Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Berlin 2005

Hadrath, S.; Ehlbeck, J.; Lieder, G.; Brandenburg, R.:

**Spatially and Temporally Resolved Determination of Absolute Tungsten Densities in Fluorescent Lamps during Instant Start by Laser-induced Fluorescence**

Poster, 27th ICPIG, Eindhoven/Niederlande 2005

Hempel, F.:

**Infrarot-Absorptionsspektroskopie: eine experimentelle Methode zur Echtzeit-Prozess-Diagnostik von molekularen Plasmen**

Seminarvortrag, Fraunhofer-IGB, Stuttgart 2005

Hempel, F.; Glitsch, S.; Röpcke, J.; Sass, S.:

**On the application of the quantum cascade laser-absorption spectroscopy for plasma process monitoring**

Poster, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Berlin 2005

Hempel, F.; Röpcke, J.; Glitsch, S.; Saß, S.; Schulz, K.-D.; Weltmann, K.-D.; Zimmermann, H.:

**Quantum Cascade Laser Absorption Spectroscopy: A Modern Technique for Online Plasma Process Monitoring and Trace Gas Diagnostics**

Poster, 27th ICPIG, Eindhoven/Niederlande 2005

Herrmann, I.; Brüser, V.; Fiechter, S.; Kersten, H.; Bogdanoff, P.:

**Nano-structured electrocatalysts based on plasma treated CoTMPP for the oxygen reduction**

Poster, DECHEMA-Workshop, Frankfurt/M 2005

Herrmann, I.; Brüser, V.; Fiechter, S.; Kersten, H.; Bogdanoff, P.:

**Nano-structured electrocatalysts based on plasma treated CoTMPP for the oxygen reduction**

Poster, 93. Bunsenkolloquium, Schwerin/Deutschland 2005

Hähnel, M.; Brüser, V.; Kersten, H.:

**Abscheidung von  $\text{SiO}_x$ -Schichten auf Mikropartikel unter Atmosphärendruck**

Vortrag, 12. BFPT, Braunschweig 2005

Hähnel, M.; Brüser, V.; Kersten, H.:

**Abscheidung von siliziumhaltigen Schichten auf Mikropartikel in dielektrisch behinderten**

**Plasmen unter Atmosphärendruck**

Poster, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Berlin 2005

Hähnel, M.; Brüser, V.; Kersten, H.:

**Abscheidung von  $\text{SiO}_x$ -Schichten auf Mikropartikel unter Atmosphärendruck**

Vortrag, 12. Workshop Oberflächentechnologie mit Plasmaprozessen, Mühlleithen 2005



Kersten, H.:

**Magic Plasma Show**

eingeladener Vortrag, Deutschland-Jahr in Japan, Nagoya/Japan 2005

Kersten, H.:

**The Universe - a World of Plasma**

eingeladener Vortrag, Int. WE-Heraeus Summer School, Bad Honnef 2005

Kersten, H.:

**Möglichkeiten des INP Greifswald auf dem Gebiet der Plasmatechnologie und -analytik**

Seminarvortrag, Seminar bei von Ardenne-Anlagentechnik, Dresden 2005

Kersten, H.:

**Bestimmung der thermischen Substratbelastung bei plasmagestützter Schichtabscheidung**

Seminarvortrag, Seminar bei von Ardenne-Anlagentechnik, Dresden 2005

Kersten, H.:

**Mikrodisperse Teilchen im Plasma - Möglichkeiten für neue Anwendungen und Diagnostiken**

eingeladener Vortrag, Kolloquium am Physikzentrum d. CAU, Kiel 2005

Kersten, H.:

**Dusty Plasmas**

eingeladener Vortrag, Int. WE-Heraeus Summer School, Bad Honnef 2005

Kersten, H.; Brüser, V.:

**Non-thermal Plasmas for Modification and Treatment of Nanotubes and Nanoparticles**

eingeladener Vortrag, Workshop ISL on Nanomaterials, St.Louis/Frankreich 2005

Kersten, H.; Brüser, V.; Hähnel, M.; Khan, M. M.:

**Thin film deposition on powder particles using atmospheric pressure discharges**

Poster, ICPDP-4, Orleans/Frankreich 2005

Kersten, H.; Brüser, V.; Thieme, G.; Hähnel, M.:

**Plasmamodifizierung von mikro- und nanodispersen Teilchen**

eingeladener Vortrag, 13. Neues Dresdner Vakuumtechn. Kolloquium (NDVAK), Dresden 2005

Kersten, H.; Brüser, V.; Thieme, G.; Quaas, M.; Wulff, H.:

**Plasma Surface Modification of Particles**

eingeladener Vortrag, ICMCTF, San Diego/USA 2005

Kersten, H.; Kroesen, G. M. W.:

**Exotic gas discharges**

eingeladener Vortrag, 27th ICPIG, Eindhoven/Niederlande 2005

Kersten, H.; Thieme, G.; Hippler, R.; Weltmann, K.-D.:

**Coating of Powder Particles in a Magnetron Plasma**

Vortrag, SVC, Denver/USA 2005

Kersten, H.; Weltmann, K.-D.:

**Plasma technology at INP (I) - Surface technology**

eingeladener Vortrag, 1st Advanced Plasma Res. Collaborating Workshop, Gangwon-Do/ Korea  
2005

Kersten, H.; Wiese, R.; Basner, R.; Hähnel, M.:

**Nicht-konventionelle Plasmadiagnostik bei der Dünnschichtdeposition**

eingeladener Vortrag, 13. Neues Dresdner Vakuumtechn. Kolloquium (NDVAK), Dresden 2005

Kersten, H.; Wiese, R.; Hannemann, M.; Hähnel, M.:

**Nicht-konventionelle Plasmadiagnostik bei der Abscheidung von ZnO-Schichten**

eingeladener Vortrag, Workshop TCO III des FVS, Freyburg 2005

Kersten, H.; Wiese, R.; Neumann, H.:

**Plasma ion beam characterization by non-conventional methods**

Vortrag, ICMCTF, San Diego/USA 2005

Kettlitz, M.; Krylova, O.; Wendt, M.; Schneidenbach, H.:

**Plasma diagnostics in Hg free short arc lamps for automotive lighting**

Vortrag, 40th IAS Annual Meeting, Kowloon/Hong Kong 2005

Lang, N.; Glitsch, S.; Hempel, F.; Macherius, U.; Röpcke, J.; Saß, S.; Stancu, G.D.; Weltmann, K.-D.; Zimmermann, H.:

**Q-MACS – a new diagnostic tool for on-line process monitoring in plasma technology**

Vortrag, 12. BFPT, Braunschweig 2005

Lang, N.; Lavrov, B.P.; Pipa, A.V.; Röpcke, J.:

**On applicability of spectroscopic determination of hydrogen dissociation degree in non-equilibrium plasma**

Poster, Frontiers in Low Temperature Plasma Diagnostics VI, Les Houches / France 2005

Loffhagen, D.:

**Modelling of low-pressure lamps**

eingeladener Vortrag, Workshop of COST 529 : Model Inventory, Funchal/Portugal 2005

Loffhagen, D.; Bussiahn, R.; Gorchakov, S.; Lange, H.:

**Electrical characteristics of low-pressure sine wave driven He-Xe lamps**

Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Berlin 2005

Loffhagen, D.; Gorchakov, S.:

**Self-consistent modelling of the column plasma of low-pressure glow discharges**

Poster, 27th ICPIG, Eindhoven/Niederlande 2005

Loffhagen, D.; Sigeneger, F.:

**Analysis of the spatiotemporal behaviour of a He-Xe column plasma by self-consistent modelling**

Vortrag, 58th Annual GEC, San Jose/USA 2005

Lüthen, F.; Rychly, J.; Nebe, B.; Schröder, K.; Steffen, H.; Ohl, A.:

**High initial adhesion and spreading of osteoblasts on amino-functionalized polishedtitanium**

Poster, DGBM, Würzburg 2005

Matthes, A.; Gläsel, H. J.; Hartmann, E.; Böttcher, R.; Erdem, E.; Brüser, V.; Kersten, H.:

**Synthesis of Ferroelectric Polymeric Nanocomposites**

Poster, Nanofair, Dresden/Deutschland 2005

Matthes, A.; Gläsel, H. J.; Hartmann, E.; Böttcher, R.; Erdem, E.; Brüser, V.; Kersten, H.:

**Synthese ferroelektrischer polymerer Nanokomposite**

Poster, 13. Neues Dresdner Vakuumtechn. Kolloquium (NDVAK), Dresden 2005

Metzke, Eckhard:

**Prozessoptimierende Regelung für das ChopArc-Schweißen im Ultraleichtbau**

eingeladener Vortrag, Große Schweißtechnische Tagung, Essen 2005

Meusemann, H.; Winter, M.; Loeb, H. W.; Schartner, K. H.; Auweter-Kurtz, M.; Killinger, R.; Kornfeld, G.; Adirim, H.; Tartz, M.; Kersten, H.; Schwab, U.; Boss, M.; Henkel, H.:

**Electric Propulsion in Germany: Current Program and Prospectives**

Poster, 29th Int. Electric Propulsion Conf., Princeton/USA 2005

Mraz, B.; Abel, P.U.; Jülich, W.-D.; Lindequist, U.; von Woedtke, Th.:

**Biosensor-controlled perfusion cell culture: an innovative biomonitoring system potentially useful to supplement or partially substitute animal studies**

Poster, 5th World Congress Alternatives & Animal Use Life Sci., Berlin 2005

Ohl, A.:

**Plasma Processing for Biomedical Technology**

Seminarvortrag, BalticNet-Plasma Tec network, Szczecin/Polen 2005

Ohl, A.:

**Plasmatechnische Aspekte bei Oberflächenmodifizierungen in der Biomedizintechnik**

eingeladener Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Berlin 2005

Röpcke, J.:

**On Recent progress in diagnostics of molecular plasmas using infrared absorption spectroscopy**

eingeladener Vortrag, Frontiers in Low Temperature Plasma Diagnostics VI, Les Houches/France 2005

Röpcke, J.:

**Q-MACS – ein innovatives Plasma- und Spurengasmesssystem aus dem INP Greifswald**

Vortrag, Hannover Messe, Hannover 2005

Röpcke, J.:

**On recent progress in diagnostics of molecular plasmas using mid infrared diode lasers**

eingeladener Vortrag, Workshop French Low-Temperature Plasma Network, Col de Porte/France 2005

Röpcke, J.; Glitsch, S.; Hempel, F.; Saß, S.; Schulz, K.-D.; Weltmann, K.-D.; Zimmermann, H.:

**Q-MACS – a compact quantum cascade laser absorption spectroscopy system for process monitoring**

Poster, 5th Int. Conf. Tunable Diode Laser Spectrosc., Florence/Italy 2005

Scheffler, P.:

**Plasma research at the INP Greifswald**

eingeladener Vortrag, 1st Advanced Plasma Res. Collaborating Workshop, Gangwon-Do/ Korea  
2005

Schneidenbach, H.; Franke, St.; Schöpp, H.; Methling, R.:

**Limitation of Bartels' method for temperature determination in metal-halide arc lamps with self-reversed spectral lines**

Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Berlin 2005

Schröder, K.; Ohl, A.:

**Plasmamodifikationen und Proteinkopplungen für biomedizinische Anwendungen**

eingeladener Vortrag, 13. Neues Dresdner Vakuumtechn. Kolloquium (NDVAK), Dresden 2005

Schröder, K; Ohl, A.:

**Plasmagestützte Kunststoff-Oberflächenmodifikationen für zell-basierte AnalytikVortrag, EFDS Erfurt, 11.10.2005**

eingeladener Vortrag, EFDS, Erfurt 2005

Schöpp, Heinz:

**Plasmaphysik und Schweißlichtbogen**

Poster, Messe: Schneiden und Schweißen, Essen 2005

Sigeneger, F.; Arndt, S.:

**Selbstkonsistente kinetische Analyse der raum-zeitlichen Reaktion einer Neon-Glimmentladung auf eine kurzzeitige lokale Störung**

Poster, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Berlin 2005

Sigeneger, F.; Arndt, S.; Gorchakov, S.:

**Response of a neon discharge to a short laser pulse**

Poster, 27th ICPIG, Eindhoven/Niederlande 2005

Sigeneger, F.; Arndt, S.; Uhrlandt, D.:

**Spatiotemporal relaxation of a neon discharge initiated by a short local disturbance**

Poster, 32nd ICOPS, Monterey/USA 2005

Sigeneger, F.; Loffhagen, D.:

**Self-consistent kinetic study of abnormal glow discharge plasmas**

Poster, 58th Annual GEC, San Jose/USA 2005

Stancu, G.D.; Davies, P.B.; Röpcke, J.:

**Line strengths of the methyl radical  $v_2$  band for plasma chemistry and astrophysical applications**

Vortrag, 17th ISPC, Toronto 2005

Stancu, G.D.; Davies, P.B.; Röpcke, J.:

**Band strengths and transition dipole moments of the  $v_2$  and  $v_3$  fundamental bands of the methyl radical**

Poster, Frontiers in Low Temperature Plasma Diagnostics VI, Les Houches / France 2005

Starostin, S.A.; Kindel, E.; Gorchakov, S.:

**Radial profile of the Hg excited state densities in highly loaded inductively excited Hg-Ar discharge**

Poster, 27th ICPIG, Eindhoven/Niederlande 2005

Starostin, S.A.; Kindel, E.; Petrov, G.M.; Giuliani, J.L.; Gorchakov, S.:  
**Hg 6  $^3P_{0,1,2}$  state density profiles in the capillary Hg-Ar discharge**  
Poster, 27th ICPIG, Eindhoven/Niederlande 2005

Steffen, H.; Schröder, K.; Ohl, A.:  
**Oberflächenmodifikation von COC mit stickstofffunktionellen Gruppen**  
Poster, 13. Neues Dresdner Vakuumtechn. Kolloquium (NDVAK), Dresden 2005

Steffen; H.; Schröder K.; Ohl, A.:  
**Oberflächenmodifikation von COC mit stickstofffunktionellen Gruppen**  
Poster, 13. Neues Dresdner Vakuumtechn. Kolloquium (NDVAK), Dresden 2005

Stranak, V.; Blazek, J.; Steffen, H.; Wrehde, S.; Tichy, M.; Hippler, R.:  
**Investigation of DC magnetron generated plasma by means of Langmuir probe**  
Poster, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Berlin 2005

Thieme, G.; Tatanova, M.; Bojic, D.; Basner, R.; Hippler, R.; Kersten, H.:  
**Über eine HF-Entladung mit adaptiver Elektrode zur Pulverbehandlung**  
Poster, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Berlin 2005

Thieme, G.; Tatanova, M.; Bojic, D.; Basner, R.; Kersten, H.:  
**On an RF discharge with an adaptive electrode for powder treatment**  
Poster, ICPDP-4, Orleans/Frankreich 2005

Vartolomei, V.; Matyash, K.; Schneider, R.; Hannemann, M.; Kersten, H.; Wilke, C.; Hippler, R.:  
**Study of ECWR plasma parameters in expansion region**  
eingeladener Vortrag, 27th ICPIG, Eindhoven/Niederlande 2005

von Woedtke, Th.:  
**Biosensoren - moderne Messsysteme in der Medizin**  
eingeladener Vortrag, Tagung der Evangel. Forschungsakademie, Drübeck 2005

von Woedtke, Th.; Abel, P.U.; Fechner, Ch.; Peckermann, T.; Mraz, B.; Jülich, W.-D.; Lindequist, U.:  
**Biosensorüberwachte Perfusionszellkultur zur Naturstofftestung unter in-vivo-ähnlichen Bedingungen**  
Vortrag, DPG Jahrestagung, Mainz 2005

Weltmann, K. D.; Ehlbeck, J.; Foest, R.; Stieber, M.:  
**Non-thermal atmospheric pressure jet for surface modification**  
Vortrag, 48th SVC Meeting, Techn. Conf. Proc., Denver/USA 2005

Weltmann, K.-D.:  
**The Leibniz association - goals of problem oriented research**  
eingeladener Vortrag, 1st Advanced Plasma Res. Collaborating Workshop, Gangwon-Do/ Korea 2005

Weltmann, K.-D.:  
**Biomedical applications, plasma technology at INP**  
eingeladener Vortrag, 1st Advanced Plasma Res. Collaborating Workshop, Gangwon-Do/ Korea 2005



Weltmann, K.-D.:

**Präsentation des INP**

Seminarvortrag, BalticNet-Plasma Tec network, Szczecin/Polen 2005

Weltmann, K.-D.:

**Forschungsthemen im Überblick**

eingeladener Vortrag, Leibniz-Inst, Rostock 2005

Weltmann, K.-D.:

**Overview of areas of INP research**

eingeladener Vortrag, 1st Advanced Plasma Res. Collaborating Workshop, Gangwon-Do/ Korea 2005

Weltmann, K.-D.:

**Light sources, plasma technology at INP**

eingeladener Vortrag, 1st Advanced Plasma Res. Collaborating Workshop, Gangwon-Do/ Korea 2005

Weltmann, K.-D.:

**Plasmatechnologie im INP**

eingeladener Vortrag, Hannover Messe, Hannover 2005

Welzel, S.; Gabriel, O.; Zijlmans, R.A.B.; Hempel, F.; Engeln, R.; Schram, D.C.; Röpcke, J.:

**On measurements of the OH radical in planar microwave discharges by tunable diode laser absorption spectroscopy in the mid infrared**

Vortrag, 7th Colloqu. Atmospheric Spectroscopy Applications, Reims/France 2005

Welzel, S.; Hempel, F.; Glitsch, S.; Engeln, R.; Schram, D.C.; Davies, P.B.; Röpcke, J.:

**New Developments in IR Absorption Spectroscopy of Plasma Processes**

Vortrag, Workshop Technological Plasmas, Edinburgh/Großbritanien 2005

Welzel, S.; Hempel, F.; Glitsch, S.; Engeln, R.; Schram, D.C.; Davies, P.B.; Röpcke, J.:

**New Developments in IR Absorption Spectroscopy of Plasma Processes**

Vortrag, Workshop Technological Plasmas, Edinburgh/Großbritanien 2005

Welzel, S.; Lombardi, G.; Engeln, R.; Glitsch, S.; Schram, D.C.; Davies, P.B.; Röpcke, J.:

**Cavity ring-down spectroscopy in the mid infrared using pulsed quantum cascade lasers**

Vortrag, 5th CRD user meeting, Oxford/Engl. 2005

Wendt, M.:

**Calculation of transport parameters with the Chapman-Enskog method**

Vortrag, Workshop of COST 529 : Model Inventory, Funchal/Portugal 2005

Wendt, M.; Kettlitz, M.; Schneidenbach, H.:

**Higher order Chapman-Enskog electrical conductivities of Hg, Na and rare-gas plasmas**

Poster, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Berlin 2005

Wiese, R.; Hannemann, M.; Hähnel, M.; Menner, R.; Herrmann, D.; Kersten, H.:

**Untersuchung eines Ar/O<sub>2</sub>-DC-Magnetron-Plasmas zum ZnO-Sputtern bei der Solarzellenherstellung**

Poster, 12. BFPT, Braunschweig 2005



Wiese, R.; Kersten, H.; Hannemann, M.; Hähnel, M.; Menner, R.:  
**Untersuchung eines Ar/O<sub>2</sub>-DC-Magnetron-Plasmas zum ZnO-Sputtern bei der  
Solarzellenherstellung**

Vortrag, Workshop TCO III des FVS, Freyburg 2005

Wiese, R.; Kersten, H.; Hannemann, M.; Hähnel, M.; Menner, R.:  
**Plasmaanalyse an Sputteranlagen zur ZnO-Deposition**  
Vortrag, 12. Workshop Oberflächentechnologie mit Plasmaprozessen, Mühlleithen 2005

Wrehde, S.; Quaas, M.; Steffen, H.; Wulff, H.; Hippler, R.:  
**Deposition von TiO<sub>x</sub>-Schichten durch reaktives Sputtern in einer DC-Magnetronentladung**  
Poster, DPG-Frühjahrstagung Dünne Schichten, Berlin 2005

Zijlmans, R.A.B.; Lombardi, G.; Röpcke, J.; Engeln, R.; Schram, D.C.:  
**Effect of adding O<sub>2</sub> or CO<sub>2</sub> on the formation of NH<sub>3</sub> and NO in a N<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>Plasma**  
Poster, 17th NNV/CPS, Lunteren/NL 2005

Zijlmans, R.A.B.; Lombardi, G.; Stancu, G.D.; Röpcke, J.; Sampaio, J.; Engeln, R.; Schram, D.C.:  
**Tunable diode laser absorption and mass spectrometry on the effect of H<sub>2</sub> on the formation  
of NO in a N<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> expanding thermal plasma**  
Poster, Frontiers in Low Temperature Plasma Diagnostics VI, Les Houches / France 2005

## Patente

### *eingereicht*

Foge, D.; Schmuhl, A.; Beller, M.; Junge, H.; Tse, M. K.; Anklam, K.; Brüser, V.; Schröder, K.:  
**Verwendung von Übergangsmetallkomplexen als Katalysatoren für die kathodische  
Reduktion von Sauerstoff in Brennstoffzellen sowie Verfahren zur plasmagestützten  
Trägerung, Aktivierung und Stabilisierung von Katalysatoren**

Foge, D.; Schmuhl, A.; Beller, M.; Junge, H.; Tse, M. K.; Anklam, K.; Brüser, V.; Schröder, K.:  
**Verwendung von Übergangsmetallkomplexen als Katalysatoren für die kathodische  
Reduktion von Wasserstoffperoxid und/oder Salpetersäure in Brennstoffzellen sowie  
Verfahren zur plasmagestützten Trägerung, Aktivierung und Stabilisierung von Katalysatoren**

Glitsch, S.; Hempel, F.; Röpcke, J.; Saß, S.:  
**Verfahren, Anordnung und Optikkopf zur Ein- und Auskoppelung von IR-Strahlung in Gefäße**

Krohmann, U.; Neumann, T.; Ehlbeck, J.:  
**Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen eines sich ausdehnenden, diffusen  
Mikrowellenplasmas**

Krohmann, U.; Neumann, T.; Ehlbeck, J.; Brandenburg, R.:  
**Verfahren und Vorrichtung zur Plasmabehandlung von Oberflächen und Stoffen mittels  
einem sich ausdehnenden, diffusen Mikrowellenplasma unter Atmosphärendruck**

Müller, S.; Reich, W.; Zahn, R.-J.:  
**Vorrichtung zur Behandlung von Aerosolen, Schad- und Geruchsstoffen im Ionenwind**

Müller, S.; Reich, W.; Zahn, R.-J.:  
**Vorrichtung und Verfahren zur Behandlung von Aerosolen, Schad- und Geruchsstoffen im  
Ionenwind**

### *erteilt*

Ehlbeck, J.; Maaß, M.; Oehme, G.; Fuhrmann, H.; Dwars, T.; Teller, J.; Frank, M.:  
**Verfahren und Vorrichtung zur Behandlung von Flüssigkeitsfilmen mittels Plasmen**  
Patent Nr.: 10 352 459

### Gutachtertätigkeit // Mitarbeit in Scientific Committees

- Ehlbeck, J.: Gutachten für *Surface and Coatings Technology*
- Foest, R.: Gutachten für *Plasma Physics and Controlled Fusion, Plasma Chemical and Plasma Process*
- Foest, R.; Ohl, A.; Weltmann, K.-D.: Organisation eines Workshops „Plasma Puls Bio“
- Kersten, H.: Gutachten für *Plasma Physics and Controlled Fusion, Plasma Sources Science and Technology* und *Journal of Physics D: Applied Physics*;  
Gutachten für DFG und AUT (Österreichischer Wissenschaftsfond); Gutachten für Diplomarbeit (Uni Greifswald) und Dissertation (Uni Leipzig);  
Associate member of "Centre for Interdisciplinary Plasma Studies" (CIPS), Garching; Mitarbeit im Scientific Committee „32nd EPS Plasma Physics Conference 2005“, Tarragona/Spanien
- Löffhagen, D.: Gutachten für *Plasma Chemistry and Plasma Processing, Journal of Physics D: Applied Physics, Contributions to Plasma Physics, Plasma Sources Science and Technology*;  
Mitarbeit im Editorial Board von *Plasma Chemistry and Plasma Processing*
- Ohl, A.: Mitarbeit im Scientific Committee „Innovationsforum Plasma plus Bio“
- Schröder, K.: Gutachten für *Plasma Processes and Polymers*
- Schöpp, H.: Gutachten für *Journal of Physics D: Applied Physics*
- Sigeneger, F.: Gutachten für *Plasma Chemistry and Plasma Processing*
- Uhrlandt, D.: Gutachten für *Physics of Plasmas* und *European Physical Journal - Applied Physics*
- Von Woedtke, T.: Organisation eines Workshops: Innovative Arzneimittel oder Scheininnovationen
- Weltmann, K.-D.: Gutachten für Electron-Driven Processes in High-Pressure Plasmas
- Wendt, M.: Gutachten für *Contributions to Plasma Physics*

### Praktika // Ausbildung // Promotionen

#### Betreuung von Schülerpraktika

Im Berichtszeitraum absolvierten zwölf Schüler von folgenden Schulen ein Praktikum im INP Greifswald:

- Arndt-Schule Greifswald
- Friedrich-Ludwig-Jahn-Gymnasium Greifswald
- Gymnasium Heringsdorf
- Herder-Gymnasium Greifswald
- Humboldt-Gymnasium Greifswald
- Runge-Gymnasium Wolgast
- Schloßgymnasium Gützkow

#### Praktika und Vorträge für Studierende

Brüser, V.; Kersten, H.: *Pulverbeschichtung*, Universität der Bundeswehr Hamburg 11.07.-19.08.2005

Brüser, V.; Kersten, H.: *Modifizierung und Beschichtung von Mikroteilchen in Atmosphärendruckplasmen*, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald September 2005

Ehlbeck, J.; Röpcke, J.: *Plasma, der vierte Aggregatzustand*, Einführungsveranstaltung zur Physikvorlesung, FH Stralsund 2005

Ehlbeck, J.; Röpcke, J.: *Plasmatechnik*, FH Stralsund 2005

Kersten, H.: *Plasmatechnologie: Plasma-Wand-Wechselwirkung*, FH Stralsund Oktober 2005

Kersten, H.: *Planet Gryphia - Astronomie in Greifswald*, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald November 2005

Kersten, H.: *Plasma Physics: Application of Complex (Dusty) Plasmas*, Kyushu University Japan 09/2005

Kersten, H.: *Plasma Processing for New Materials*, Vortrag, IMPRS, Greifswald

Kersten, H.: *Einführung in die Astronomie und Astrophysik*, EMAU, IfP WS 2005/06

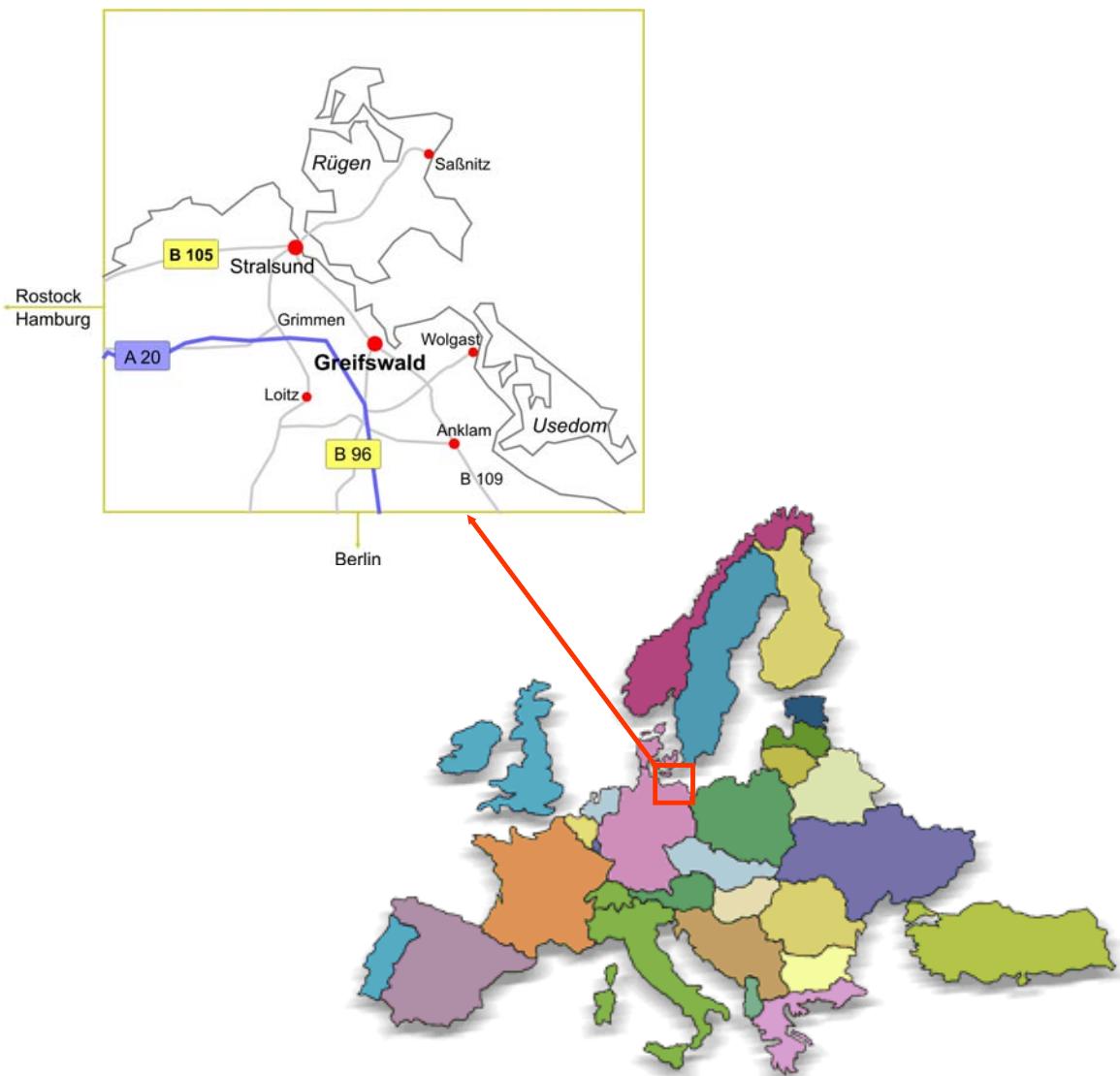
Kindel, E.: *Plasma Light Sources*, Vortrag, IMPRS, Greifswald 2005

Loffhagen, D.: *Modelling of Process Plasmas*, Vortrag, IMPRS, Greifswald 2005

Röpcke, J.: *Plasma Diagnostics for Technical Applications*, Vortrag, IMPRS, Greifswald 2005

Von Woedtke, T.: *Grundlagen der Arzneiformellehre (AFL I)*, Universität Greifswald

Weltmann, K.-D.: *Industrial Plasma Applications*, Vortrag, IMPRS, Greifswald 2005



Institut für Niedertemperatur-Plasmaphysik e.V.  
– Ein Institut der Leibniz-Gemeinschaft –

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

Telefon +49 - 3834 - 554 300  
Fax +49 - 3834 - 554 301

Email [welcome@inp-greifswald.de](mailto:welcome@inp-greifswald.de)  
www [www.inp-greifswald.de](http://www.inp-greifswald.de)

Direktor Prof. Dr. Klaus-Dieter Weltmann  
Verwaltungsleiter Dipl.-Ing. Dieter Schlott  
PR//Marketing Uta Haeder