

Leibniz-Institut  
für Plasmaforschung  
und Technologie e.V.



2009  
Jahresbericht



# 2009

Jahresbericht

Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V.

Felix-Hausdorff-Str. 2 // 17489 Greifswald

Tel.: 03834 / 554 300 // Fax: 03834 / 554 301

[www.inp-greifswald.de](http://www.inp-greifswald.de)

Vorwort	4
Highlights	7
Forschungsbereiche (FB)	10
FB1 Oberflächen und Materialien	11
- Funktionelle Schichten (GP)	13
- Bioaktive Implantatoberflächen	15
- Pulvermodifizierung (GP)	17
- Plasma-Partikel-Wechselwirkung – TR-Projekt B4 (DFG)	18
- INTERFACE (EU-Projekt)	19
FB2 Umwelt und Energie	20
- Schadstoffabbau (GP)	22
- Conplas (Land)	23
- Plasmachemie (GP)	24
- TR-Projekt B3 (DFG)	25
- HID-Lampen (GP)	26
- PLACAR (BMBF)	27
- Lichtbögen (GP)	28
FB3 Biologie und Medizin	30
- Plasma und Zelle (GP)	33
- Entkeimung (GP)	34
Organisationseinheiten	
- Plasmastrahlungstechnik	36
- Plasmaprozesstechnik	38
- Plasmaoberflächentechnik	40
- Plasmadiagnostik	42
- Plasmamodellierung	44
- Plasmaquellen	46
- Stab & Marketing	48
- Verwaltung / Infrastruktur	51
Kooperationen	52
Publikationen	54
Monographien	56
Tagungsbeiträge	56
Eingeladene Vorträge	58
Vorträge	60
Patente / Promotionen	63

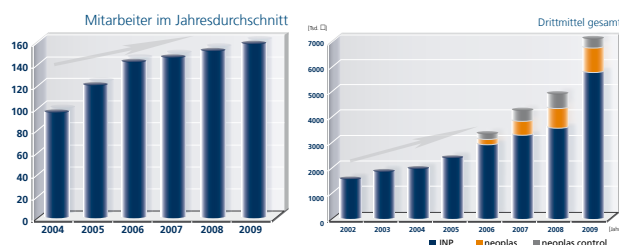


## Vorwort

Das INP ist eines der führenden europäischen Zentren zur Plasmatechnologie. Es hat den Auftrag, anwendungsorientierte Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Niedertemperaturplasmen durchzuführen und deren Anwendung zu fördern. Hierbei führt es sowohl frei gewählte, mit der Bundesrepublik Deutschland und dem Land Mecklenburg-Vorpommern abgestimmte Forschungsvorhaben als auch Drittmittel- und Auftragsforschung durch. Eine weitere Aufgabe des INP besteht in der Förderung der Aus- und Weiterbildung wissenschaftlicher und technischer Nachwuchskräfte auf dem Gebiet der Niedertemperatur-Plasmaphysik im Zusammenwirken mit Hochschulen, Universitäten und der Industrie. Bedingt durch das wirtschaftliche und politische Umfeld erweitert sich der Auftrag des INP auf den Technologietransfer, die Unterstützung interdisziplinärer Forschungsarbeiten sowie auf einen erfolgreichen Transfer von Nachwuchskräften in die Industrie.

Thematisch werden sowohl grundlegende physikalische und physikochemische als auch ingenieurtechnische Fragestellungen erforscht. Das breite Feld der Forschung reicht von der Plasmaerzeugung über die Entwicklung und Optimierung von Plasmaprozessen bis hin zu konkreten Anwendungen. Die Suche nach neuen Anwendungsfeldern und die Erarbeitung von Lösungsvorschlägen für aktuelle Problemstellungen werden von der Grundlagenforschung bis zu der Entwicklung eines Prototypen begleitet. Einen übergreifenden Schwerpunkt bilden die Modellierung und Diagnostik physikalischer Prozesse, welche neben der wissenschaftlichen Vorlauftforschung auch als Dienstleistungen unter Nutzung modernster Diagnostiksysteme und als plasmatechnisches Consulting angeboten werden. Das INP kann auf eine signifikante Zahl internationaler wissenschaftlicher Veröffentlichungen verweisen. Dies wird unterstützt durch die wachsende Anzahl an eingeladenen Vorträgen von Mitarbeitern im In- und Ausland. Durch Blockveranstaltungen zu Grundlagen und Anwendungen der Plasmatechnologie sowie begleitender Themen wie z. B. Projektmanagement und erstmalig eine Vorlesung zur Plasmamedizin (2 Semesterwochenstunden) konnten eine adäquate Aus- und Weiterbildung des wissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Nachwuchses und die Verbindung zu Universitäten und Fachhochschulen des Landes gesichert werden. Die seit 2003 verfolgte Forschungsstrategie des INP zeigt in der Bearbeitung von programmatisch ausgerichteten Forschungsbereichen Plasmen für „Oberflächen und Materialien“, für „Energie und Umwelt“ und „Biologie und Medi-

zin“ bei konsequent projektorientiertem Forschungsmanagement signifikante Erfolge, welche durch die verstärkte Ausrichtung auf Anwendungsnähe und direkte Kooperationen mit der Industrie unterstützt werden. Der Drittmittelanteil beläuft sich auf 5,5 Mio. €. Zusätzlich weisen die beiden ausgegründeten Firmen neoplas GmbH und neoplas control GmbH ein positives Betriebsergebnis auf. Ein weitere Ausgründung, die neoplas tools GmbH, wurde im August des Jahres 2009 gegründet. Die vollständige Wertschöpfungskette „Von der Idee bis zum Prototyp“, „Vom Prototyp zum Produkt“ und „Vom Produkt zum Markt“ wurde somit ein weiteres Mal an einer ausgewählten Thematik in Kooperation mit den ausgegründeten Firmen realisiert. Die weitere Profilierung des Institutes als wissenschaftliche Forschungseinrichtung mit überregionaler Ausstrahlung stellt einen Schwerpunkt zukünftiger Tätigkeit dar.



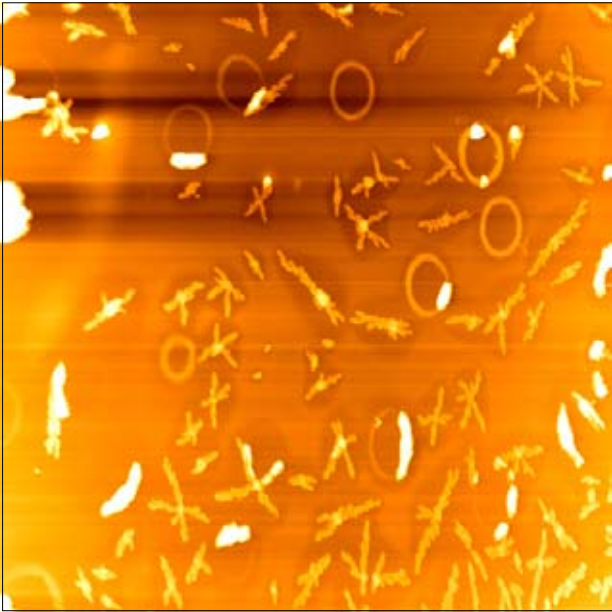
## Unser Wissen ist Ihr Erfolg.

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, Plasmamedizin, 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.



Prof. Dr.  
Klaus-Dieter Weltmann

## Oberflächen & Materialien



Im Forschungsbereich "Oberflächen und Materialien" werden die Kompetenzen des INP zur Plasmaoberflächenbehandlung zusammengefasst. Niedertemperaturplasmen können Oberflächen auf verschiedene Weise verändern: Reinigen, Ätzen, Vernetzen, Aktivieren und Beschichten. Hierfür werden im Forschungsbereich sowohl kommerziell erhältliche und industrietaugliche Plasmaquellen und -reaktoren eingesetzt als auch neuartige problemangepasste Plasmaquellen entwickelt. Es werden Plasmaverfahren erforscht, die zur Behandlung von Oberflächen aber auch insbesondere für komplexe 3D-Strukturen geeignet sind. Der Eintrag plasmabehandelter mikro- oder nanoskaliger Partikel in organische oder anorganische Werkstoffe führt zu Materialien (Verbundwerkstoffe) mit veränderten Volumeneigenschaften. Auf diese Weise werden durch Plasmaeinwirkung sowohl Oberflächen- als auch Materialeigenschaften verändert. Eine umfangreiche oberflächen- und plasmaanalytische Ausrüstung gewährleistet grundlegende Untersuchungen und Bewertungen der Verfahren und Behandlungsergebnisse

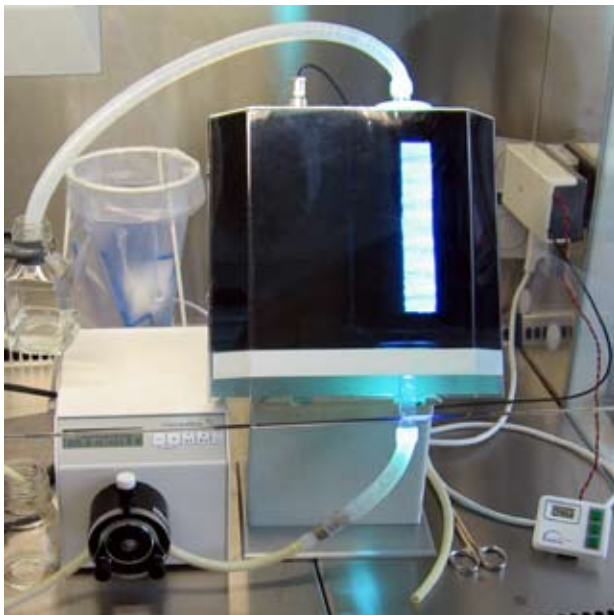
## Umwelt & Energie



Das Potenzial moderner Plasmatechnologie erstreckt sich von der Entwicklung energie- und ressourcenschonender Technik bis zum Einsatz für den Abbau schädlicher Emissionen und den Ersatz umweltschädigender Verfahren. Aus diesem Spektrum bearbeitet das INP aktuelle Forschungsthemen und Anwendungen auf den Gebieten der nichtthermischen Plasmachemie und der Bogenplasmen. Neben Arbeiten zur Abluftreinigung und zum Abbau flüchtiger organischer Substanzen, werden Diagnostiken mit hoher Nachweisempfindlichkeit erarbeitet, die sowohl der Analyse der Molekülkinetik in Niedertemperaturplasmen dienen als auch neue Möglichkeiten der Prozesssteuerung eröffnen. Für die detaillierte Erfassung der physikalischen Prozesse in Bogenplasmen und ihren Randbereichen werden moderne Simulationsverfahren und optische Diagnostik eingesetzt. Aus den Forschungen ergeben sich erhebliche Chancen für die Entwicklung neuartiger Plasmalichtquellen sowie präzise gesteuerte Prozesse etwa beim Schalten und Schweißen mit vermindertem Ressourcen- und Energieeinsatz und Reduktion oder Vermeidung umweltschädigender Emissionen.



## Biologie & Medizin



wissenschaftlichen Kompetenzen in den Bereichen Plasmaforschung und Lebenswissenschaften, um in interdisziplinären Kooperationen gemeinsam mit der Ernst-Moritz-Arndt-Universität zukunftsweisende und innovative Forschung und Entwicklung auf einem hochinnovativen Gebiet zu betreiben.

Die Nutzbarmachung mitunter zunächst artfremder- scheinender physikalischer Technologien hat in den letzten Jahrzehnten zu bedeutenden Fortschritten in den modernen Lebenswissenschaften, allen voran in der Medizin, geführt. Mikrosystemtechnik und Mikroelektronik, Laser und Optik, neue Werkstoffe und Biomaterialien sowie die Nanotechnologie haben sich zu Schlüsseltechnologien in der Medizin entwickelt. Eine entsprechende Entwicklung vollzieht sich gegenwärtig auch auf dem Gebiet der Plasma- physik. Aktuelle Studien prognostizieren ein starkes Wachstum für Plasmaanwendungen in den Bereichen Medizintechnik, Biotechnologie und Pharmazie. Dieser Entwicklung trägt das INP Greifswald mit der Etablierung eines eigenständigen Forschungsbereiches „Plasmen für Biologie und Medizin“ Rechnung. In den zwei Forschungsschwerpunkten „Dekontamination“ und „Experimentelle Plasmamedizin“ wird zum einen Grundlagenforschung zu Mechanismen von Wechselwirkungen physikalischer Plasmen mit lebenden Zellen und Geweben betrieben. Zum anderen werden Ergebnisse der Grundlagenforschung auf ihr praktisches Verwertungspotenzial hin untersucht und weiterentwickelt. Dies betrifft einerseits die plasmabasierte biologische Dekontamination/Sterilisation von empfindlichen Materialien und Produkten und andererseits die therapeutische Nutzung von Atmosphärendruckplasmen in der Medizin. Das INP Greifswald nutzt die am Wissenschaftsstandort Greifswald konzentrierten

## Highlights 2009 – Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V.

### Zentrum für Innovationskompetenz „plasmatis“

Das Programm „Zentren für Innovationskompetenz“ des BMBF baut herausragende Forschungsansätze an Hochschulen und Forschungseinrichtungen in den ost-deutschen Ländern zu international renommierten Zentren aus. Entscheidend für diese Zentren ist eine exzellente und international wettbewerbsfähige Forschung, aber auch „Innovationskompetenz“, also die Fähigkeit, Forschungsergebnisse in die Wirtschaft zu transferieren. Die Zentren sollen zudem eine Sogwirkung auf den wissenschaftlichen Nachwuchs ausüben. (zit.: BMBF) „plasmatis – die Initiative zum Aufbau eines Zentrums für Innovationskompetenz um die Greifswalder Professoren Weltmann, Kramer und Lindequist überzeugte die Juroren bei der Mittelvergabe im BMBF-Programm „Unternehmen Region“.“ Das neue Zentrum wird sich in erster Linie mit der Erforschung von Grundlagen der Wechselwirkungen physikalischer Plasmen mit lebenden Zellen und Geweben befassen. Zunächst werden für fünf Jahre zwei Nachwuchsforschergruppen finanziert, welche im Frühjahr 2009 mit den Arbeiten speziell zu dieser Thematik beginnen. Die meisten der bisher bekannten Untersuchungen zu biologischen und medizinischen Plasmaanwendungen sind vor allem unter Anwendungsgesichtspunkten bearbeitet worden und überwiegend durch Empirie gekennzeichnet. Im Unterschied hierzu wird mit plasmatis erstmals der umgekehrte Weg beschritten, das heißt am Anfang steht die wissenschaftlich begründete Hypothese. Eine Konzentration erfolgt zunächst auf Untersuchungen bzgl. der Möglichkeiten des Einsatzes von Plasmen zur Unterstützung der Geweberegeneration unter spezieller Berücksichtigung der Wundheilung. Allein in Deutschland leben rund 4,5 bis 5 Millionen Menschen mit chronischen – also dauerhaften – Wunden. Nicht nur die Lebensqualität der Betroffenen ist beeinträchtigt. Schätzungen zufolge verursachen chronische Wunden jährlich Kosten von rund fünf Milliarden €. Durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit des INP Greifswald (Prof. Dr. Weltmann) mit den Instituten der Pharma-

zie (Prof. Dr. Lindequist) sowie Hygiene und Umweltmedizin (Prof. Dr. Kramer) der Universität Greifswald hat plasmatis gute Chancen, weltweit eine federführende Rolle auf dem Gebiet der Anwendungen von Plasmen in der Wundheilung einzunehmen.

### Campus PlasmaMed

Im Rahmen des BMBF-Programms „Innovation in den neuen Ländern“ wurde als eines von sechs Leitprojekten der „Campus PlasmaMed“ im Juni 2008 gestartet. Plasmaforschung und Lebenswissenschaften werden im „Campus PlasmaMed“ interdisziplinär zusammenarbeiten. Der Campus bündelt eine europaweit einzigartige Konzentration von universitärer und außeruniversitärer Plasmaforschung. Das Bundesforschungsministerium (BMBF) unterstützt das Projekt bis Ende 2010 mit bis zu 7,5 Millionen €. Es geht dabei um anwendungsorientierte Forschung zum Einsatz von Niedertemperaturplasmen in der Medizin. Der Campus PlasmaMed verbindet das INP, die Universitäten Greifswald und Rostock sowie die Fachhochschule Stralsund und die Hochschule Neubrandenburg.

Vom Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V. (INP Greifswald) initiiert, bündelt der neue Campus PlasmaMed – ganz im Sinne der landespolitischen Strategie und der Konzepte der Hochschulen – weiträumig, organisationsübergreifend und themenorientiert die Kompetenzen am Standort. Der Campus PlasmaMed basiert auf acht Leitprojekten sowie einem Aus- und Weiterbildungsprojekt, die in den drei thematischen Schwerpunkten Plasmamedizin, Plasmadekontamination und Biofunktionale Oberflächen organisiert sind.





## Leibniz-Transfer Nordost

In Mecklenburg-Vorpommern werden ausreichend Forschungsergebnisse erarbeitet, allerdings schlagen sich diese nicht im gleichen Verhältnis in Ausgründungen und damit der Schaffung von Arbeitsplätzen nieder. Die Selbstständigenrate insgesamt ist niedrig, gleichzeitig droht die Abwanderung der besonders innovativen Protagonisten. Das Land Mecklenburg-Vorpommern will u. a. mit einem in 2008 gestarteten Modellvorhaben diese Situation verbessern. Geeignete Forschungsaktivitäten werden für die unternehmerische Verwertung identifiziert, so dass ökonomische Relevanz und Ausgründungspotenzial nicht verloren gehen oder unentdeckt bleiben. Start-ups, die aus einem außeruniversitären Forschungsinstitut ausgegründet werden, wachsen im Schnitt schneller und versprechen damit nachhaltigeren Erfolg als Ausgründungen aus Hochschulen. Das Vorhaben ist im Stab angesiedelt und läuft mit einem Budget von rund 0,5 Millionen € über fünf Jahre.

## Der Erweiterungsbau

In dem 1999 eingeweihten Gebäude des INP ist es mittlerweile eng geworden. Der für ursprünglich 110 Mitarbeiter ausgelegte Bau beherbergt mittlerweile ca. 160 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Um den stetig zunehmenden Aufgabenstellungen und der wachsenden Mitarbeiterzahl gerecht zu werden, investieren Bund und Land zusammen 2,5 Millionen € in den Erweiterungsbau des INP Greifswald. Das als Verbindung zum Biotechnikum gebaute Gebäude wird in erster Linie dem neuen Zentrum für Innovationskompetenz „plasmatis“ mit seinen beiden Nachwuchsforscherguppen und deren grundlegenden Erforschung der Wechselwirkungen von physikalischen Plasmen mit Zellen und Gewebe zur Verfügung stehen.



Die Grundsteinlegung erfolgte im Mai 2009 und Richtfest wurde Anfang Oktober letzten Jahres gefeiert. Neben 3.700 m<sup>2</sup> Hauptnutzfläche mit 37 Laboren, einem klassifizierten Reinraum sowie einem mikrobiologischen Labor für interdisziplinäre Forschung, werden dem INP und seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern dann weitere 600 m<sup>2</sup> mit acht zusätzlichen Laboren zur Verfügung stehen.

## Modellierung und Simulation von plasmatechnologischen Anwendungen im Grid

Seit Mitte Juni 2009 koordiniert das INP Greifswald das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt Plasma-Technologie-Grid (PT-Grid). Das mit 1,47 Mio. € geförderte Projekt (Gesamtvolumen 1,87 Mio. €) hat eine Laufzeit von drei Jahren und soll kleinen und mittleren Betrieben (KMU) den Zugang zu komplexen plasmatechnischen Berechnungen auf Basis der D-Grid-Computerinfrastruktur ermöglichen. In dem Verbundprojekt sind insgesamt 19 Partner (neun gefördert) aus Forschung und Industrie eingebunden. Projektkoordinator am INP ist PD Dr. Detlef Loffhagen.

In vier Teilprojekten (TP 1 – TP 4) wird das Online-Beratungswerkzeug prototypisch umgesetzt.

- Teilprojekt 1 – CFX Berlin Software GmbH – Simulation von Schweiß- und Schneidprozessen mit ANSYS CFX im D-Grid
- Teilprojekt 2 – INP Greifswald – Magnetohydrodynamische 3D-Simulation von Plasmabrenneranwendungen im Grid
- Teilprojekt 3 – Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik – PIC-MC-Simulation von Niederdruck-Plasmaentladungen in Beschichtungsanlagen
- Teilprojekt 4 – Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik der Ruhr-Universität Bochum – Selbstkonsistente kinetische Berechnung von Ionen- und Neutralteilchenverteilungsfunktionen hinter einer Plasmarandschicht



Als Pilotanwendungen sind Modelle aus den Bereichen Schweißtechnik, Plasmaabscheidung, Großflächen-Glasbeschichtung und Halbleiterherstellung vorgesehen. Das PT-Grid-Projekt reiht sich ein in die aktuelle Diskussion zum Cloud-Computing und Grid-Computing. Die Begriffe beziehen sich auf einen Paradigmenwechsel in der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT): Rechnerleistung, Speicherplatz, Programme sowie Messergebnisse sollen einfach wie Strom aus der Steckdose bezogen werden können. D-Grid stellt hierfür eine Infrastruktur aus Hochleistungsrechnern, Computerclustern, Datenspeichern und Netzwerken zur Verfügung. Diese bundesweit verteilten Ressourcen werden beim Grid-Computing zur koordinierten Problemlösung in institutionsübergreifenden Arbeitsgruppen genutzt.

Die Arbeiten über den Austausch von Diagnostikmethoden, Modellmodulen und Ergebnissen zur gegenseitigen Validierung sind somit stark miteinander vernetzt. Der Forschungscluster wurde im Wesentlichen durch den Deutschen Verband für Schweißtechnik (DVS) initiiert.

### Forschungscluster Lichtbogenschweißen – Physik und Werkzeug

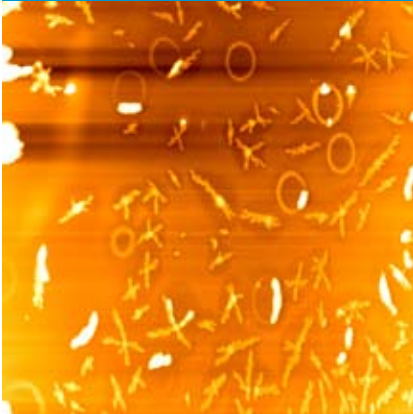
Der Forschungscluster „Lichtbogenschweißen“ beschäftigt sich mit der Beschreibung und Vorhersage von Prozessverhalten mittels Simulation. Das Projekt umfasst acht wissenschaftliche Vorhaben und wird von AiF (Teilprojekte A1 bis A4 – Umsetzung neuer Erkenntnisse in die Anwendung) sowie der DFG (Teilprojekte G1 bis G5 – Grundlegendes Verständnis des Schweißlichtbogens) gefördert. Es startete im Januar 2009 und läuft über drei Jahre. Projektkoordinator am INP ist Dr. Dirk Uhrlandt.

Die Teilprojekte werden durch sechs Forschungsinstitute getragen, die die meisten Einzelvorhaben in einer Zweierkooperation bearbeiten:

- Hochschule Lausitz
- INP Greifswald
- RWTH Aachen
- Technische Universität Berlin
- Universität der Bundeswehr München



## FB 1



### Oberflächen und Materialien

#### FS Oberflächen

- Funktionelle Schichten (GP)

- Regenerative Medizin (DP)
- BioPhil (DP)
- PluTo (DP)
- TR-Projekt B12 (DP)
- Plasmalmp (DP)

#### FS Materialien

- Pulvermodifizierung (GP)

- Interface (DP)
- ProbePlas (DP)
- BEM (DP)
- TR-Projekt B4 (DP)
- Flotation (DP)
- CALIPSO (DP)
- COINAPO (DP)

## FB 2



### Umwelt und Energie

#### FS Energie

- HID-Lampen (GP)

- PLACAR (DP)
- PlasmaOpt (DP)

- Lichtbögen (GP)

- OPTIPULS (DP)
- MSG-Lichtbogen (DP)

#### FS Umwelt

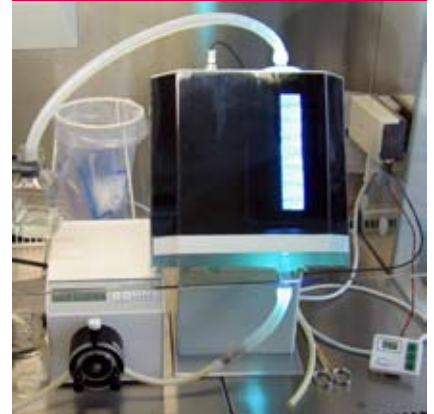
- Schadstoffabbau (GP)

- ConPlas (DP)

- Plasmachemie (GP)

- QCL-QUINGAP (DP)
- TR-Projekt B2 (DP)
- QCL-Multi (DP)
- TR-Projekt B3 (DP)

## FB 3



### Biologie und Medizin

#### FS Dekontamination

- Entkeimung (GP)

- Endoplas (DP)
- PlasmaPharm (DP)
- MIP (DP)

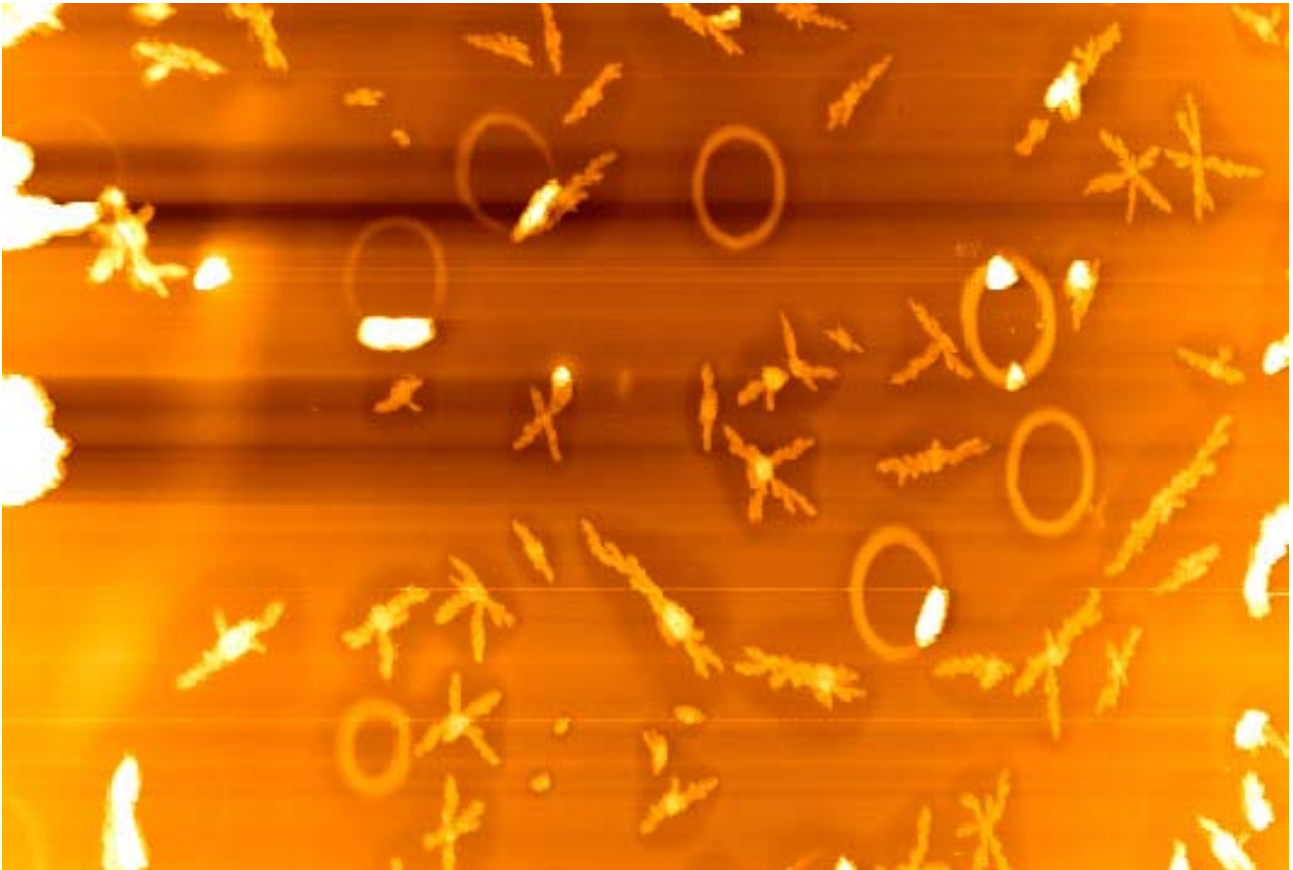
#### FS Experimentelle Plasmamedizin

- Plasma und Zelle (GP)

- POC4LIFE (DP)
- PlasmaSept (DP)

Bereichsübergreifende Projekte:  
Campus PlasmaMed, ZIK plasmatis, ForMaT etc.

FB = Forschungsbereich // FS = Forschungsschwerpunkt // GP = Grundfinanziertes Projekt // DP = Drittmittelfinanziertes Projekt



## FB 1 – Überblick

Im Forschungsbereich „Oberflächen und Materialien“ werden die Kompetenzen des INP zur Plasmaoberflächenbehandlung zusammengefasst. Niedertemperaturplasmen können Oberflächen auf verschiedene Weise verändern: Reinigen, Ätzen, Vernetzen, Aktivieren und Beschichten. Hierfür werden im Forschungsbereich sowohl kommerziell erhältliche und industrietaugliche Plasmaquellen und -reaktoren eingesetzt als auch neuartige problemangepasste Plasmaquellen entwickelt. Es werden Plasmaverfahren erforscht, die zur Behandlung von planen Oberflächen, insbesondere aber auch für komplexe 3D-Strukturen geeignet sind. Der Eintrag plasmabehandelter mikro- oder nanoskaliger Partikel in organische oder anorganische Werkstoffe führt zu Materialien (Verbundwerkstoffe) mit veränderten Volumeneigenschaften. Auf diese Weise werden durch Plasmaeinwirkung sowohl Oberflächen- als auch Materialeigenschaften verändert. Eine umfangreiche oberflächen- und plasmaanalytische Ausrüstung gewährleistet eingehende Untersuchungen und Bewertungen der Verfahren und Behandlungsergebnisse.

### FS Oberflächen

- Funktionelle Schichten (GP, Seite 12)
- Regenerative Medizin (BMBF)
- BioPhil (Land, Seite 13)
- PluTo (BMBF)
- TRR 24-B12 (DFG)
- Fotokat (Land, Seite 14)
- Plasmalmp (BMBF)

### FS Materialien

- Pulvermodifizierung (GP, Seite 15)
- Interface (EU)
- ProbePlas (BMW i)
- TR-Projekt B4 (DFG, Seite 16)
- BEM (BMBF)
- Flotation (DFG)
- CALIPSO (BMBF)
- COINAP0 (DP)



## Vorbemerkungen

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 einer niedrigen thermischen Belastung der Bauteile, Umweltfreundlichkeit, guter Spaltgängigkeit sowie äußerst geringer Beeinflussung der Grundmaterialeigenschaften bei gleichzeitig guter Eignung zur Bearbeitung auch chemisch inerte 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 sowie der Herstellung von funktionellen Schichten auf der Basis siliziumhaltiger Ausgangsmoleküle gearbeitet. Fortschritte wurden in der Funktionalisierung von Kunststoffoberflächen mit Niederdruck- und Normaldruckplasmen in mehreren chemisch reaktiven Gasgemischen erreicht. Im Niederdruckbereich wurden die Plasmaparameter eines induktiv gekoppelten Plasmas (ICP) experimentell bestimmt. Unter Normaldruckbedingungen wurden Entladungsregimes einer für die PE-CVD angepassten Jet-Geometrie (APPJ) erforscht. Dabei wurde die chemische Zusammensetzung der produzierten SiO<sub>x</sub>-Schichten studiert. Damit konnte die im INP verfügbare Auswahl von Plasmaprozessen zur Oberflächenmodifizierung und zur Erzeugung von dünnen Schichten durch PE-CVD Prozesse erweitert werden.

## 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 Kompositmaterialien
- Bedruckbarkeit chemisch inerte Materialien (Kunststoffe)

### Funktionelle Beschichtungen mit Plasma-CVD für

- Kratzfestigkeit
- Steuerung der Gasdurchlässigkeit
- Korrosionsschutz

### Plasmagestützte Steigerung der Biokompatibilität für

- Zellkultursysteme, Biosensoren und Einwegartikel
- Implantate

### Plasma-Cleaning

- ultrareine Oberflächen
- verbesserte Fügetechnologien (Kleben, Leimen, Löten)
- kombinierbar mit Oberflächenaktivierung

### Optische Schichten durch PVD und ionenstrahlgestützte Plasmaverfahren

- Oxidschichten
- Optische Filter
- Antireflexschichten
- Photokatalytische Schichten

## Funktionelle Schichten (GP)

### Problem

Mit Hilfe plasmagestützter Depositionsprozesse lassen sich Schichten mit einem breiten Funktionsspektrum abscheiden. Die Klasse der mittels PE-CVD Verfahren aus siliziumorganischen Ausgangsstoffen hergestellten Schichten zeichnet sich durch ihre steuerbare, variable chemische Struktur aus. Sie bieten damit eine elegante Möglichkeit, in einem einzigen Plasmaprozess Schichten mit vertikal variierenden Eigenschaften zu erzeugen. Solche so genannten Gradientenschichten sichern beispielsweise eine gute Haftung auch auf flexiblen Unterlagen, während ihre Oberfläche durch eine dichte, geschlossene Struktur ausgezeichnet ist, die Anwendungen als Barrierschicht auf Kunststoffen oder im Korrosionsschutz findet. Die Beschichtung innerhalb enger Strukturen ist allerdings bedingt durch die für PE-CVD typische Reaktivität in der Gasphase mit Problemen verbunden. Daher erfordert die Abscheidung konformer Schichten innerhalb dieser Strukturen sowie an deren Kanten neue physikalische und plasmachemische Lösungen für die Schichtabscheidungstechnik.

### Lösungsansatz

Im Niederdruckbereich werden die Eigenschaften eines induktiv gekoppelten Plasmas (ICP) durch die experimentelle Bestimmung der Plasmaparameter untersucht. Die Kenntnis der räumlich aufgelösten Verteilung der Kenngrößen führt zu einem besseren Verständnis der Prozesse, welche die Schichtabscheidung mittels plasmaaktivierten Multilayer-Pfropfungen (Plasma-ALD) bewirken. Die Abscheidung unter Normaldruck wird mit Jetgeometrien unter Verwendung siliziumorganischer Ausgangsmoleküle geführt. Um Schichten mit kontrollierter chemischer Zusammensetzung und Morphologie herstellen zu können, ist die Kenntnis des stationären Abscheidungsprofils im Zusammenhang mit den Eigenschaften der Plasmaquelle entscheidend.

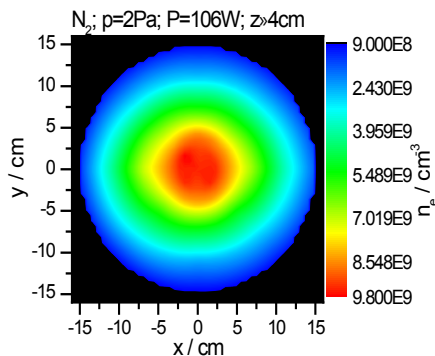
### Technologischer Nutzen

Der Bereich der Funktionsschichten kann aufgrund der Forschungsarbeiten auf bisher nicht beschichtbare Mikrostrukturen mit komplexen Geometrien sowie auf die lokal selektive Beschichtung von Bauteilen ausgedehnt werden. Beispiele sind hier Passivierungsschichtsysteme für komplexe (3D) Bauteile (z. B. Sensoren), Korrosionsschutzschichten und Permeationsbarrieren, selektive Wirkstofffreigabe und lokale Beschichtungen an schwer zugänglichen Geometrien (z. B. Kanten, Kavitäten) sowie die Oberflächenbehandlung von Bauteilen im Kontakt mit biologischen Zellen (z. B. Implantate oder Diagnostikplattformen).



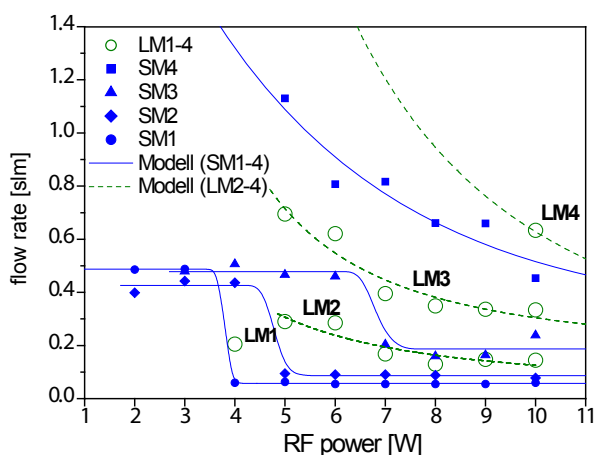
## Ergebnisse 2009

Für den Niederdruckbereich wurde mit Hilfe von Langmuirsondenmessungen die axiale und azimutale Abhängigkeit der Elektronenkonzentration und -energie an HF-Plasmen (13.56 MHz, ICP, Ar, N<sub>2</sub>) ermittelt. Es wurde demonstriert, dass durch die Antennenengeometrie verursachte Inhomogenitäten bis zu einem Abstand von 40 mm vom Einkoppelfenster nachweisbar sind (Abb. 1). Für Drücke von 2 Pa wurde eine maximale Elektronenkonzentration von  $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$  ermittelt.



Azimutale Abhängigkeit der Elektronenkonzentration (13.56 MHz, ICP, N<sub>2</sub>)

Im Normaldruckbereich wurde das Entladungsregime einer für die PE-CVD angepassten Jet-Geometrie erforscht. In Abhängigkeit von den Parametern Gasfluss und HF-Leistung bildet sich ein Entladungsmodus aus, der durch aquidistante Einzelfilamente gekennzeichnet ist, die mit konstanter Umlaufgeschwindigkeit im Elektrodenzwischenraum rotieren. Dieser Modus führt zu einer Schichtkomposition, die aufgrund der Ergeb-



Existenzbereiche Entladungsmodi für Normaldruck-Jetplasma

nisse der Schicht- und Oberflächenanalytik (FTIR, XPS, REM) Potenzial für die Herstellung von kompakten, vernetzten und kohlenstofffreien SiO<sub>x</sub>-Schichten besitzt.

## Vorhaben 2010

- Untersuchungen zu konformer Deposition von Plasmapolymere innerhalb von Strukturen mittels Plasma-ALD unter schnellem Gaswechsel
- Lokale Abscheidung von oxidischen und nitridischen Schichten unter Normaldruck mit alternativen Precursorverbindungen
- Dynamische Behandlung größerer Flächen unter Relativbewegung von Plasmaquelle und Substrat



## Bioaktive Implantatoberflächen

(BioImp) "Neue Ansätze für bioaktive Implantatoberflächen über morphologiekonforme chemische Funktionalisierung" im Verbund „Regeneration des Knochens durch permanente und transiente Implantate“

(Helmholtz Impuls- und Vernetzungsfonds)

### Problem

Für permanente und transiente Implantate werden Titan und seine Legierungen, Tantal und resorbierbare Polymere verwendet. Entscheidend für die Integration eines Implantates oder Knochenersatzmaterials in den Körper ist die schnelle Akzeptanz durch das umgebende Gewebe, die Grenzfläche zwischen Biomaterial und Knochen ist hierbei essenziell. Allerdings ist die Adhäsion von Osteoblasten (Knochenzellen) auf den eingangs aufgeführten Implantatmaterialien suboptimal. Eine zielgerichtete Optimierung der Adhäsion, des Spreadings, der Migration und der Proliferation von Osteoblasten auf den Grenzflächen sollte ein schnelleres Einwachsen, ein vermindertes Infektionsrisiko und eine Erhöhung der Standfestigkeit eines Implantates bedingen.

### Lösungsansatz

Die in den letzten Jahren zunehmenden Erkenntnisse über Adhäsionsmechanismen der Osteoblasten mittels Integrinen und Hyaluronsäure ermöglichten die Erarbeitung neuer Funktionalisierungsstrategien. Sie beinhalten die Ausnutzung chemisch funktioneller Gruppen zur gezielten Steuerung der Adhäsion oder kovalenten Immobilisierung von Biomolekülen wie Hyaluronsäure oder Collagen. Dazu wurde von einer Zweischnitt-Plasmafunktionalisierung ausgegangen:

1. Anorganische Funktionalisierung: Das plasmachemische Entfernen der nativen Titanoxidschicht und damit von Kontaminationen sowie Aufbau einer neuen Oxidschicht mit definierter Bindungsfähigkeit
2. Organische Funktionalisierung: Das plasmagestützte Aufbringen morphologiekonformer organisch-chemischer Schichten mit ausgewählten funktionellen Gruppen für die Steuerung chemischer Wechselwirkungen mit Biomolekülen mittels Plasmapolymerisation.

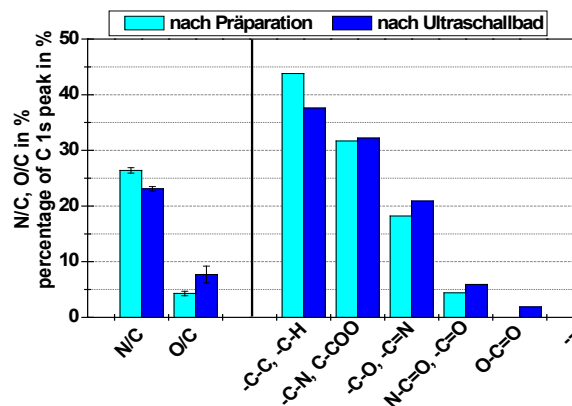
### Technologischer Nutzen

Nanoskalige, chemisch gut definierte Plasmapolymerbeschichtungen sind bezüglich Herstellungsaufwand und Handhabbarkeit (z. B. Sterilisation) eine gute Alternative zu biochemischen Beschichtungen. Seitens Plasmatechnologie wurden die Herausforderungen der Präparation

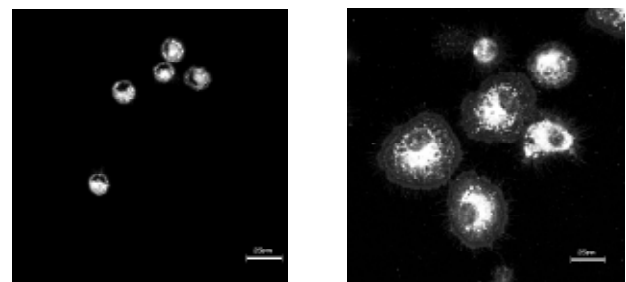
von in wässrigen Medien unlöslichen Schichten, die fest mit dem Substratmaterial verbunden sind, gelöst.

### Ergebnisse 2005-2009

Mit Hilfe eines gepulsten Mikrowellen-Niederdruckplasmas wurde plasmapolymerisiertes Allylamin (PPAAm) auf Titanoberflächen abgeschieden. Die Plasmapolymer-schichten haben folgende Eigenschaften gut adhätierend u. a. auch auf Metalloberflächen hoch vernetzt, loch- und additivfrei Hydrolyseresistent, keine Delaminierung, hohe Dichte an Aminogruppen. Die mechanische Haftfestigkeit der PPAAm Schicht wurde mittels Ritz- und Biegetest, Stirnabzugstest und Abriebtests geprüft. Weitere anwendungsrelevante Ergebnisse, wie z. B. das Zetapotenzial, die Proteinabsorption und das in vitro und in vivo Verhalten zeigen eindeutig die Vorteile einer aminofunktionalisierten Titanoberfläche im Vergleich zu unbehandeltem Titan.



Nachweis der Beständigkeit einer etwa 50 nm dicken PPAAm-Schicht in einem XPS-Spektrum nach einer 10-minütigen Behandlung im Ultraschallbad. Die Stabilität zeigt sich in der Abwesenheit von Titanpeaks vom Substrat, einer konstanten chemischen Zusammensetzung und nur wenig geänderten Bindungsverhältnissen infolge von Oxidationsprozessen.



Spreading (Ausbreitung) von Osteoblasten in serumfreiem Medium. links – auf poliertem Titan; rechts – auf PPAAm-beschichtetem Titan. Die PPAAm-Beschichtung induziert ein verbessertes Zell-Material-Interface über die Interaktion mit Hyaluronsäure als initialem Adhäsionsmechanismus der Osteoblasten.





## Vorbemerkungen

Die Oberflächenbehandlung von Pulvern, Fasern und Granulaten mit Hilfe von Niedertemperaturplasmen ist sowohl in wissenschaftlicher als auch technologischer Hinsicht eine besondere Herausforderung. Vor allem beim Übergang in den submikro- und nanoskaligen Bereich und den damit verbundenen großen spezifischen Oberflächen der Materialien, sind auf der einen Seite Plasmaquellen mit speziellen Leistungsdichten oder Sputterraten und auf der anderen Seite bestimmte Fluidisierungs- und Transporttechniken erforderlich, um eine gleichmäßige Behandlung aller Partikel in vertretbaren Zeiträumen zu gewährleisten. Durch Plasmaprozesse funktionalisierte und beschichtete nano- und mikrodisperse Pulver und Fasern werden häufig in Verbindung mit anderen Materialien zu Verbundwerkstoffen verarbeitet. Die modifizierten Oberflächen sorgen für eine optimale Anbindung der Teilchen an die jeweilige Matrix. So werden z. B. in Metall-Kohlenstoff-Kompositen erhöhte mechanische Festigkeiten bei reduziertem Gewicht oder bessere Wärmeleitfähigkeiten für Kühlkörper für die Leistungselektronik garantiert. Die Plasmatechnik besitzt auch ein großes Potenzial bei der Erzeugung von Katalysatoren, insbesondere für die Brennstoffzellentechnik. Der Ersatz von Edelmetallkatalysatoren, vor allem auf der Kathodenseite der Brennstoffzellen durch wesentlich preiswertere metallorganische Komplexverbindungen, eröffnet hier neue Einsatzbereiche. Durch kombinierte Plasmaprozesse können Metall-Polymer-Schichten erzeugt werden, die katalytische Eigenschaften aufweisen und in der Sensortechnik oder bei der chemischen oder elektrochemischen Katalyse eingesetzt werden können. Dabei können durch die Wahl des Monomers und des Metalls koordinative Bindungen ausgebildet oder bei entsprechend hohem Metallgehalt Nanokompositschichten erzeugt werden.

## 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 Sensortechnik

### Oberflächenveredelungen

- Korrosionsschutz (Leuchtstoffe)
- Adsorptionsvermögen von Adsorbentien
- Steuerung der Benetzbarkeit

### Partikel als Diagnostiktools

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

## Pulvermodifizierung (GP)

### Problem

Das Potenzial nano- und mikrodisperser Materialien, z. B. in Verbundwerkstoffen, als Gasabsorber oder als Träger von Katalysatoren, Enzymen oder pharmazeutisch relevanten Wirkstoffen, lässt sich in der Regel erst durch die gezielte Gestaltung der Oberflächeneigenschaften optimal ausnutzen. Agglomeration und Anhaftungen an den Reaktorwänden, den Elektroden und Dielektrika erschweren die homogene und vollständige Behandlung im Plasma. Metall-Polypyrrol-Kompositschichten zeigten interessante Anwendungsmöglichkeiten, z. B. als Sensoren oder als Katalysatoren aufgrund der katalytischen Aktivität sowohl von Polypyrrol als auch des Metalls. Diese Schichten werden mit elektrochemischen Methoden hergestellt, was einen hohen Chemikalienbedarf und mehrere Prozessschritte erfordert.

### Lösungsansatz

Untersuchungen zum Einfluss der Ionenkonzentration von aus dem Plasmabereich extrahierten Ionen auf das Abscheideverhalten von Aerosolen.

Untersuchungen zur Regeneration von mineralischen Gasadsorbern im Plasma.

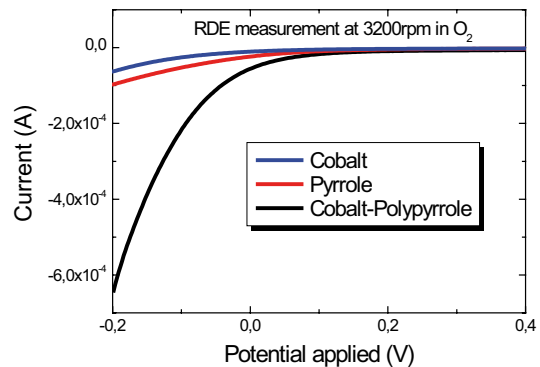
Metall-Polypyrrol-Schichten konnten durch eine Kombination aus PECVD und PVD erzeugt werden. Um das Verhältnis dieser beiden Prozesse zueinander steuern zu können, wurden hier zwei Plasmaquellen in den Rezipienten eingebracht, deren Leistung unabhängig voneinander regelbar ist. Als Prozessgas wurde eine Mischung aus Argon und Pyrrol und als Magnetron-target Cobalt verwendet.

### Technologischer Nutzen

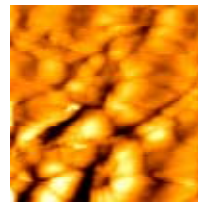
Die besonderen physikalischen und chemischen Eigenschaften plasmamodifizierter Pulver und Fasern kommen in Produkten, wie z. B. in Lacken mit speziellen Eigenschaften, metallischen oder polymeren Kompositmaterialien für leichtgewichtige Bauteile, Ozon-Adsorbern, Katalysatoren usw. zum Einsatz.

### Ergebnisse

Es wurde die Ionenkonzentration in Abhängigkeit von der Frequenz für verschiedene Pulsspannungen gemessen. Daraus konnten Bedingungen für die Aerosolabscheidung abgeleitet werden.



Erhöhung der katalytischen Aktivität von Cobalt-Polypyrrole-Compositen im Vergleich zu reinen Cobalt oder Polypyrrol Schichten; Nachgewiesen mit RDE Messungen



Rasterkraftmikroskopische Aufnahme (2,5x2,5 µm) Klinoptilolith

Für die Regeneration von mineralischen Gasadsorbern wurde ein Plasmareaktor entwickelt und eine Plasmaregeneration am Beispiel von Klinoptilolith für NH<sub>3</sub> demonstriert.

Es wurden Cobalt-Polypyrrol-Nanokompositschichten erzeugt. Die erhöhte katalytische Aktivität gegenüber den reinen Cobalt- bzw. Polypyrrol-Schichten konnte nachgewiesen werden.

### Vorhaben 2010

- Vergleich des Abscheideverhalten bei positiven bzw. negativen Ionen und Ausdehnung der Messungen auf monodisperse Aerosole
- Untersuchungen zum Einfluss von äußeren Entladungsparametern sowie Verfahrensschritten
- Untersuchung der Cobalt-Polypyrrol Composite im Hinblick auf die katalytischen Zentren; Verbesserung der Aktivität
- Erzeugung von Eisen-Polypyrrol Schichten



## Plasma-Partikel-Wechselwirkung – TR-Projekt B4 (DFG)

### Problem

Die experimentelle Quantifizierung von Energieflüssen zwischen Körperoberflächen und dem umgebenden Plasma ist ein grundlegendes Problem bei der Plasma-wandwechselwirkung und betrifft generell alle plasmatechnischen Oberflächenprozesse. Da sich die im thermodynamischen Gleichgewicht einstellende Oberflächentemperatur aus der vollständigen Energiebilanz ergibt, sind die verschiedenen Energieflüsse in Abhängigkeit von den Plasmaparametern zu identifizieren und zu quantifizieren.

### Lösungsansatz

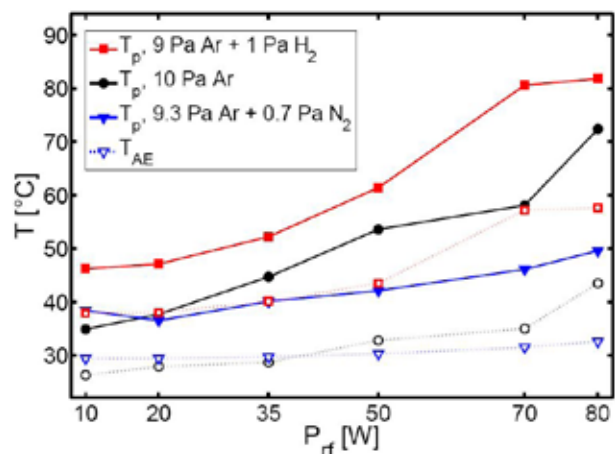
Es wird eine Diagnostik entwickelt, die es gestattet, die aktuelle Oberflächentemperatur von mikrodispersen Teilchen mit Plasmakontakt zu messen. Als Testteilchen sollen dafür kommerziell verfügbare Leuchtstoffe eingesetzt werden, die in ihrem UV-induzierten Fluoreszenzspektrum temperaturabhängige Eigenschaften aufweisen. Durch Vergleiche mit Kalibriermessungen außerhalb des Plasmas lässt sich die Partikeltemperatur der Teilchen im Plasma direkt bestimmen. Die Kombination dieser Messungen mit Sondendiagnostik, Gastemperaturmessung und einem Modell für die Energiebilanz soll Aufschlüsse über die Zusammensetzung der Energieflüsse zwischen Teilchen und Plasma geben.

### Technologischer Nutzen

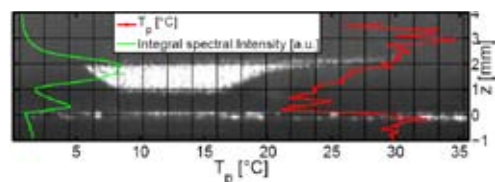
Es werden Grundlagen zur energetischen Wechselwirkung von technologisch relevanten Plasmen mit Mikroteilchen erarbeitet. Die Leuchtstoffteilchen dienen als handhabbares Modellobjekt für die grundsätzliche Kombination von Plasma und Partikeln in Prozessplasmen. Insbesondere bei der Modifikation von Oberflächen ist die Kenntnis der differenzierten Energiezufuhr aus dem Plasma eine fundamentale Voraussetzung für die gezielte Einflussnahme, da die Oberflächentemperatur von Substraten in Abhängigkeit vom konkreten Prozess sowohl konstruktiv als auch destruktiv wirken kann.

### Ergebnisse

Die Partikeltemperaturmessung mit dem Leuchtstoff Europium-dotiertes Yttrium-Orthovanadat ( $\text{YVO}_4:\text{Eu}$ ) wurde erfolgreich auf  $\text{Ar}/\text{H}_2$  und  $\text{Ar}/\text{N}_2$ -rf-Plasmen erweitert. Die Temperaturwerte liegen im Bereich von 35 bis 80 °C und folgen in den funktionalen Abhängigkeiten der adaptiven Elektrode. Der generelle Trend ist ein Anstieg der Teilchentemperatur mit der Plasmaleistung und ein wenn auch gering doch nachweislicher Abfall bei Druckerhöhung. Die Beimischung von Molekulargas zur Ar-Entladung liefert im Fall des  $\text{H}_2$  eine zusätzliche Partikelheizung und für  $\text{N}_2$  umgekehrt eine Kühlung. Simultan wurden entsprechende Messungen zu den Parametern im Plasmabulk mit Langmuirsonden durchgeführt und der integrale Energieeintrag aus dem Plasma mit einer Thermosonde erfasst. Ergänzt wurden die Experimente mit spektroskopischen Untersuchungen der Neutralgastemperatur (TDLAS) und Messungen zum Dissoziationsgrad von  $\text{H}_2$  im  $\text{Ar}/\text{H}_2$  rf-Plasma. Modellierung der Energieflüsse zwischen Partikeln und Plasma anhand der Plasmaparameter sowie der Gas und Partikeltemperaturen.



Partikeltemperatur in der Randschicht des rf-Plasmas in Ar,  $\text{Ar}/\text{H}_2$  und  $\text{Ar}/\text{N}_2$  bei 10 Pa Totaldruck in Abhängigkeit von der Leistung



Partikeltemperatur in der Randschicht und integrale spektrale Intensität des rf-Plasmas in Ar bei 10 Pa und 10 W in Abhängigkeit vom Abstand zur Elektrodenoberfläche

## INTERFACE (EU-Projekt)

### Problem

Mit dem immer stärker wachsenden Anteil an elektronischer Hardware in mobilen Anwendungen, wie z. B. im Automobil- oder Flugzeugbereich, werden zunehmend Kühlelemente benötigt aus gut wärmeleitenden und leichtgewichtigen Material mit einem thermischen Ausdehnungskoeffizienten, der eine gute Kompatibilität zu elektronischen Bauelementen gewährleistet. Kohlenstofffaserverstärkte Kupferkomposite vereinen die Eigenschaften der Wärmeleitung des Kupfers mit dem geringen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Kohlenstofffaser. Jedoch besteht in dem Komposit zwischen der Kohlenstoffoberfläche und der Kupfermatrix ein schlechter Kontakt für den Wärmeübergang. Mit Hilfe eines Haftvermittlers in Form einer metallischen Schicht auf den Kohlenstofffasern kann dieser Wärmeübergang verbessert werden. Die Schwierigkeit besteht dabei in der homogenen Beschichtung der Kohlenstoffnanofasern.

### Lösungsansatz

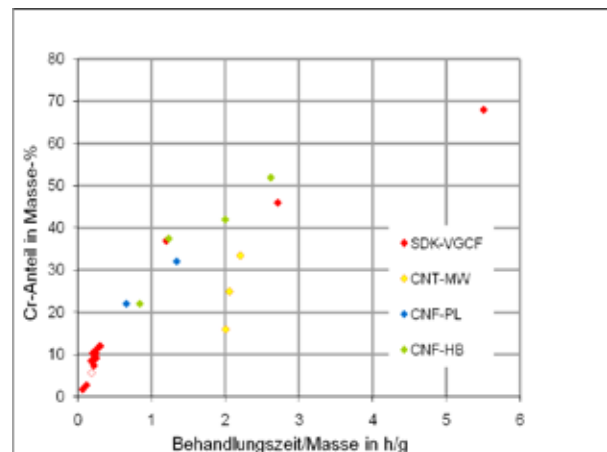
Eine Metallisierung der Fasern ist mit Hilfe von Magnetron Sputterquellen möglich. Dabei müssen während der Beschichtung die Fasern ständig bewegt werden, um eine homogene Beschichtung zu gewährleisten.

### Technologischer Nutzen

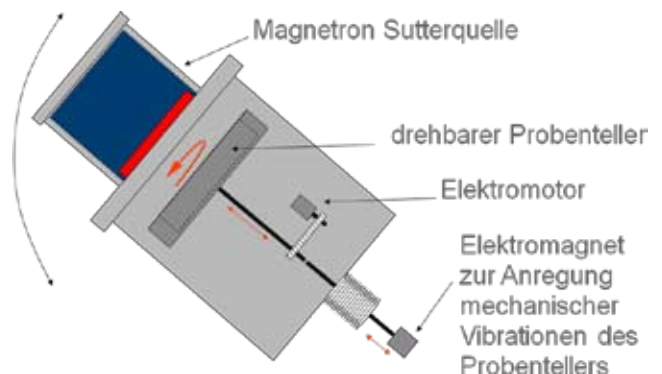
Mit Hilfe des entwickelten und erprobten Verfahrens zur Metallisierung von Partikeln können grundsätzlich pulver- und faserförmige Stoffe beschichtet werden. Das spielt neben der Entwicklung von Metall-Kohlenstoff-Kompositen auch für Katalysatoren oder UV-absorbierende Stoffe eine große Rolle.

### Ergebnisse

Bei dem entwickelten Verfahren zur Metallisierung von Kohlenstofffasern handelt es sich um eine kippbare Reaktorkammer, in der sich ein rotierender und vibrierender Probenhalter befindet. Parallel zum Probenhalter ist das Target der Sputterquelle angeordnet. Durch das Kippen der Reaktorkammer wird die pulverförmige Probe über den rotierenden Probenhalter verteilt. Die parallele Anordnung von Probenhalter und Target gewährleistet eine gleichmäßige und effektive Beschichtung des Pulvers.



Cr-Anteil von Cr-beschichteten Kohlenstofffasern bzw. -tubes in Abhängigkeit von der Beschichtungszeit und der Probenmenge



Schematischer Aufbau des Rezipienten zur Beschichtung von Kohlenstofffasern





## FB 2 – Überblick

Das Potenzial moderner Plasmatechnologie erstreckt sich von der Entwicklung energie- und ressourcenschonender Technik bis zum Einsatz für den Abbau schädlicher Emissionen und den Ersatz umweltschädigender Verfahren. Aus diesem Spektrum bearbeitet das INP aktuelle Forschungsthemen und Anwendungen auf den Gebieten der nichtthermischen Plasmachemie und der Bogenplasmen. Neben Arbeiten zur Abluftreinigung und zum Abbau flüchtiger organischer Substanzen werden Diagnostiken mit hoher Nachweisempfindlichkeit erarbeitet, die sowohl der Analyse der Molekülkinetik in Niedertemperaturplasmen dienen, als auch neue Möglichkeiten der Prozesssteuerung eröffnen. Für die detaillierte Erfassung der physikalischen Prozesse in Bogenplasmen und ihren Randbereichen werden moderne Simulationsverfahren und optische Diagnostik eingesetzt. Aus den Forschungen ergeben sich erhebliche Chancen für die Entwicklung neuartiger Plasmalichtquellen sowie präzise gesteuerte Prozesse etwa beim Schalten und Schweißen mit vermindertem Ressourcen- und Energieeinsatz und Reduktion oder Vermeidung umweltschädigender Emissionen.



## FS Umwelt

- Schadstoffabbau (GP, Seite 22)
- Conplas (Land, Seite 23)
- Plasmachemie (GP, Seite 24)
- QCL-QUINGAP (BMBF)
- TR-Projekt B2 (DFG)
- QCL-Multi (BMW)
- TR-Projekt B3 (DFG, Seite 25)

## FS Energie

- HID-Lampen (GP, Seite 26)
- PLACAR (BMBF, Seite 27)
- PlasmaOpt (BMBF)
- Lichtbögen (GP, Seite 28)
- OPTIPULS (BMW)
- MSG-Lichtbogen (DFG)
- Modelllichtbogen (DFG)

## Vorbemerkungen

Im Forschungsschwerpunkt Energie stehen Untersuchungen an thermischen Plasmen und ihre technischen Anwendungen im Vordergrund. Experimentelle und theoretische Forschungsarbeiten konzentrieren sich dabei auf die Anwendung von Bogenplasmen zur qualifizierten Erzeugung von Licht, insbesondere auf die Analyse, Entwicklung und Verbesserung von Hochintensitätsentladungslampen (HID). Neben Hochdrucklampen sind Bogenplasmen in Schweißverfahren, in Schaltanlagen der Hoch-, Mittel- und Niederspannungstechnik sowie thermische Plasmen Gegenstand der aktuellen Forschung. Grundlagenarbeiten zu Strahlungstransport, Nicht-Gleichgewichtseigenschaften, Modellierung und Diagnostik ermöglichen die Analyse und Kontrolle der Prozesse in Bogenplasmen. Die numerische Simulation hilft, Entwicklungszeiten der Geräte und Quellen maßgeblich zu verkürzen. Der Forschungsschwerpunkt konzentriert sich auf Plasmaanwendungen, die aufgrund ihres Energieeinsatzes bzw. ihres Anwendungsspektrums ein erhebliches Potenzial bei der Einsparung und sicheren Verteilung von Energie sowie der Reduktion des Einsatzes toxischer Substanzen besitzen. Neben Verbesserungen der Gebrauchseigenschaften einschließlich Energieeffizienz, Prozesssicherheit und Lebensdauer der Anlagen, werden verstärkt zusätzliche Kriterien wie Umweltverträglichkeit und Vermeidung gesundheitsschädlicher Wirkungen betrachtet. So gilt es beispielsweise, schädliche Emissionen bei Bogenplasmaanwendungen zu reduzieren. Zukünftige Lichtquellen werden Aspekte der Gesundheit und des menschlichen Wohlbefindens sowie die Wirkung von Außenbeleuchtungen auf Ökosysteme berücksichtigen.

## Anwendungspotenzial

- Füge- und Trennverfahren auf der Basis von Lichtbögen
- Thermische Plasmaprozesstechnik
- Hoch-, Mittel- und Niederspannungsschalter
- Leuchtmittel für die Allgemeinbeleuchtung und bildgebende Verfahren
- Strahlungsquellen für Spezialanwendungen



## Schadstoffabbau (GP)

### Problem

Schadstoffe in der Abluft oder in Abgasen stellen eine erhebliche Belastung für Mensch und Umwelt dar. Nichtthermische Plasmen haben sich als sinnvoller Ansatz für die chemische Dekontamination von Abluft und Abgasen herausgestellt. Optimierungspotenziale und neue Verfahren sind mit folgenden Problemstellungen verbunden.

1. Die Plasmen sind filamentiert und die damit auftretenden kurzlebigen Mikroentladungen sind vor allem in schadstoffhaltigen Gasen noch nicht in ausreichendem Maße verstanden.
2. Plasmen sind vor allem in Kombination mit anderen Methoden, wie z. B. Adsorbieren und Katalysatoren sinnvoll und effizient. Die Wechselwirkung zwischen Plasmen und Adsorbieren bzw. Katalysatoren ist ebenfalls noch nicht ausreichend beschrieben.

### Lösungsansatz

Das physikalische Verständnis soll durch Untersuchungen der raum-zeitlichen Entwicklung von Mikroentladungen in für den Schadstoffabbau relevanten Gasgemischen verbessert werden. Neue Reaktorkonzepte sollen erarbeitet, erprobt und untersucht werden. Dabei stehen sog. Hybrid-Prozesse (z. B. Plasmaunterstützte Katalyse oder Adsorption) im Fokus.

### Technologischer Nutzen

Die Arbeiten stellen die Grundlage für die Optimierung bestehender und die Erschließung neuer Anwendungsfelder für nichtthermische Plasmen in der Abgas- und Abluftbehandlung dar. Generelle Ziele sind damit die Minderung von Gesundheitsrisiken und die Entlastung der Umwelt.

### Ergebnisse

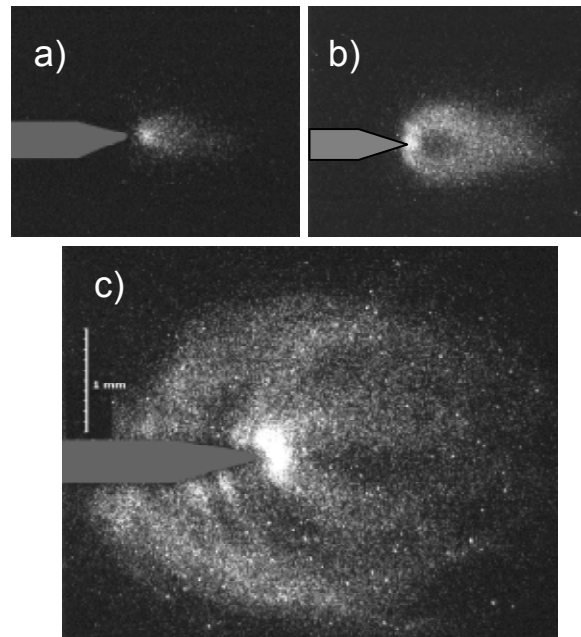
Im Rahmen des GP Schadstoffabbau konnten Mikroentladungen in Oberflächen- und Coronaentladungen stabilisiert und optisch bzw. spektroskopisch untersucht werden. Es zeigt sich, dass die Ausbreitung der Mikroentladung nicht nur durch die Volumenprozesse, sondern auch durch die Oberflächenprozesse bestimmt ist. So beeinflussen die Restladungen auf dem Dielektrikum die Propagation der kathodengerichteten

Ionisationswelle und die Ausbildung nachfolgender Mikroentladungen.

Des Weiteren wurde zur Untersuchung des Adsorptions- und Desorptionsverhaltens an Aktivkohle ein modulares Reaktorsystem entwickelt. Am Beispiel von Ethanol (Verunreinigungen von einigen hundert ppm) zeigen sich Hinweise auf einen Synergismus zwischen Plasmabehandlung des Schadgases und Aktivkohlefiltration.

### Vorhaben 2010

- Systematische, quantitative Bestimmung der reduzierten elektrischen Feldstärke und der relativen Ladungsträgerkonzentration in Mikroentladungen
- Untersuchungen zum Einfluss von Oberflächenrestladungen auf die Mikroentladungsentwicklung
- Untersuchungen der plasmaunterstützten Adsorption und Desorption von VOCs und  $\text{NH}_3$  an Aktivkohle
- Kombination von Plasmen und Katalysatoren zur Behandlung von Schiffsdieselabgasen



Ausbreitung von einer (a) bzw. zwei (b) und drei-vier (c) aufeinanderfolgenden Mikroentladungen in einer Oberflächen-Barrirentladung (links ist die Nadelelektrode mit 0,4 mm Durchmesser angedeutet)



## Conplas (Land)

### Problem

Durch den Verzicht auf Vakuumtechnik ist die Atmosphärendruck-Plasmatechnik besonders interessant. Verfügbare Verfahren und Geräte stoßen allerdings immer wieder an technische Grenzen, wenn es um die Bearbeitung von komplex geformten Bauteilen geht. Diese können zum Teil überhaupt nicht oder nur durch teure Robotertechnik bearbeitet werden. Insgesamt besteht ein Bedarf an einfach handhabbarer und finanzierbarer Atmosphärendruck-Plasmatechnik in nahezu allen verarbeitenden Industriezweigen, vor allem im Gewerbe.

### Lösungsansatz

Mit der neuartigen Plasmaquelle „Conplas“ wurde ein Gerät geschaffen, welches die Vorteile der bestehenden Verfahren (Barrierenentladungen bzw. Plasmajets) kombiniert und damit deren Limitierungen durchbricht. Die Lösung ist kompakt, einfach handhabbar und hat einen geringeren Gasverbrauch als Plasmajets. Außerdem liegt sein Energieverbrauch unter dem bereits etablierter Verfahren.

### Technologischer Nutzen

Die Lösung soll die Nachfrage nach innovativen und dennoch finanzierbaren Geräten und Verfahren zur Reinigung von Kunststoffoberflächen, zur Verklebung von Oberflächen und Körpern befriedigen.

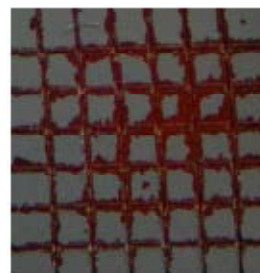
### Ergebnisse

Im Jahr 2009 wurden insgesamt vier unterschiedliche Konzepte zum Aufbau der Plasmaquelle (Conplas) erarbeitet und umfangreichen Applikationstests zur Aktivierung von Kunststoffoberflächen unterzogen. Die Benetzbarkeit einer Vielzahl von Materialien kann durch die Plasmabehandlung signifikant verbessert werden. Ebenso kann mit dem Gitterschnittverfahren eine z. T. erhebliche Verbesserung des Farbauftrags auf Kunststoffen erreicht werden.

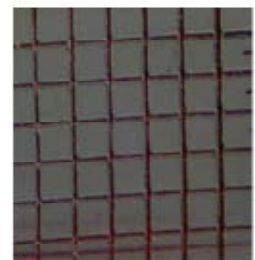
Ein neuer Prototyp in der Ausführung als Handgerät wurde erstellt und kann zukünftig unter praxisnahen Bedingungen getestet werden. Das Projekt läuft im Januar 2010 aus. Die Thematik wird in anderen Aktivitäten weiterverfolgt und die Plasmaquelle steht für weitere Projekte zur Verfügung.



Conplas-Handgerät Prototyp



unbehandelt



behandelt:  
5 slm He, 240 s  
→ Kontaktwinkel: von 70° auf 23°

Ergebnisse zur Farbhaftung nach Plasmabehandlung mit Conplas



## Plasmachemie

### Problem

Heutige Umweltstandards machen es notwendig, Abgase jeglicher Art ökologisch und kostengünstig zu reinigen. Eine Klasse potenzieller Schadstoffe stellen dabei die leicht flüchtigen organischen Substanzen (engl. VOC) dar. Diese fallen z. B. bei industriellen Prozessen an. Aufgrund ihrer gesundheitsgefährdenden Eigenschaften ist die Neutralisierung dieser Substanzen Gegenstand vielfältiger technologischer Anstrengungen. Großes Potenzial wird in Prozessen gesehen, die auf Plasmatechnologie basieren, da grundlegende Prozesse wie z. B. die Wechselwirkung nichtstationär angeregter Plasmen und katalytisch wirkenden Oberflächen unverständlich sind.

### Lösungsansatz

In Zusammenarbeit mit der Universität Manchester wird der Abbau von VOCs in einem mehrstufig geschütteten Modelplasmareaktor untersucht. Die im Reaktor als Schüttung verwendeten Glaskugeln stellen im Gegensatz zu z. B. Granulat, definierte Versuchsbedingungen her. In einer Stufe spielt die Wechselwirkung zwischen Plasma und Schüttungsoberfläche eine dominierende Rolle. Durch geeignete Beschichtungsverfahren der Schüttung kann so der Einfluss katalytischer Oberflächen untersucht werden. Die Reaktionsprodukte werden mittels FTIR-Spektroskopie identifiziert und quantifiziert. Die separate Untersuchung der plasmachemischen Umwandlungskinetik in Abhängigkeit des verwendeten Oberflächen- bzw. Katalysatormaterials erfolgt in enger Kooperation mit der Ecole Polytechnique, Paris. Hier wird eine RF-Entladung in reinen Gasen ( $N_2$ ,  $O_2$ , Ar oder syn. Luft) dazu verwendet, die Oberfläche einer Pyrexröhre dem Plasma auszusetzen. Aus der anschließenden Umwandlung eingebrachter  $NO_x$  Gasmischungen kann auf die plasmastimulierte Oberflächenmodifizierung (plasma-induzierte Adsorption) geschlossen werden. Die Quantifizierung der verwendeten  $NO_x$ -Verbindungen erfolgt mittels Quantum-Cascade-Laser-Absorptions-Spektroskopie, QCLAS. Diese seit einigen Jahren kommerziell verfügbare Technik ermöglicht die hochzeitaufgelöste und hochempfindliche Bestimmung absoluter Teilchenzahldichten.

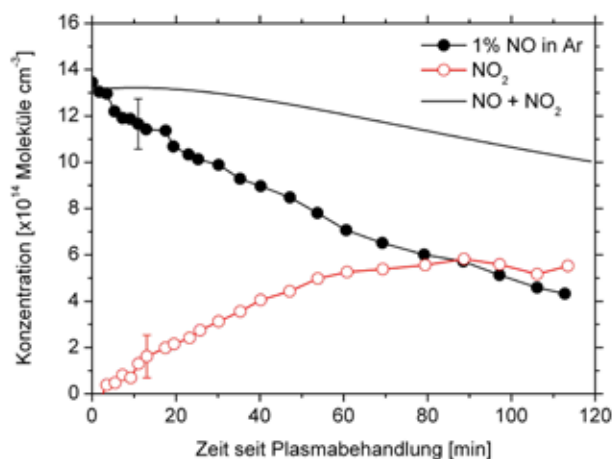
### Technologischer Nutzen

Die gezielte Verwendung bestimmter Oberflächenmaterialien kann industriellen Anwendungen neue Im-

pulse geben. So wird erwartet, dass durch die Auswahl katalytischer Oberflächen die Reaktionspfade der plasmachemischen Stoffwandlung gezielt beeinflusst werden können. Die plasmastimulierte Konditionierung von Oberflächen birgt das Potenzial in sich, geeignete Katalysatormaterialien mittels Plasmen vorzubereiten bzw. zu regenerieren.

### Ergebnisse 2009

Durch systematische Variation der Anzahl der Stufen konnte gezeigt werden, dass die verwendeten Modelstufen das Test-VOC-Ethylen erfolgreich abbauen. Als dominierende Reaktionsprodukte konnten  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $H_2CO$  und  $H_2CO_2$  identifiziert werden. Die Experimente zur Plasmabehandlung einer Pyrexröhre haben gezeigt, dass es möglich ist, Sauerstoff an der Oberfläche anzureichern. Dieser steht auch noch Minuten nach der Plasmabehandlung zur Oxidation von z. B.  $NO$  in  $NO_2$  zur Verfügung.



Oxidation eingebrachten  $NO$  zu  $NO_2$  ohne Plasmaeinwirkung

### Vorhaben 2010

- Verwendung beschichteter Schüttungsmaterialien
- Spektroskopische Untersuchung der Schüttungszwischenräume
- Hochzeitaufgelöster und empfindlicher Nachweis transienter Spezies mittels QCLAS

# Kinetik und Simulation von Ladungsträgern und Neutralgaskomponenten in reaktiven Plasmen – TR-Projekt B3 (DFG)

## Problem

Zur Verbesserung des physikalischen Verständnisses reaktiver Plasmen sind detaillierte Kenntnisse über die plasmachemischen Volumenprozesse der Spezies, ihre raumzeitliche Dynamik und die Wechselwirkung von Plasma und Oberfläche erforderlich. Hybridverfahren stellen einen geeigneten Zugang zur Analyse und Modellierung der Plasmen dar, sind aber weitgehend beschränkt auf eine zeitabhängige oder räumlich eindimensionale Beschreibung der Spezies in Edelgas- oder quecksilberhaltigen Plasmen.

## Lösungsansatz

Im Rahmen des Projektes wurde das raumzeitliche Verhalten der Spezies und Prozesse in Edelgas- und molekularen Entladungsplasmen analysiert. Dazu waren geeignete plasmachemische Modelle zu adaptieren und in neu entwickelte effiziente Hybridverfahren zur Beschreibung von zeit- und raumabhängigen Entladungsplasmen zu integrieren. Durch Modellrechnungen konnten die Plasmaeigenschaften charakterisiert und der Einfluss einzelner reaktionskinetischer Prozesse bewertet werden. Die theoretischen Ergebnisse wurden zum Teil mit experimentellen Daten verglichen.

## Technologischer Nutzen

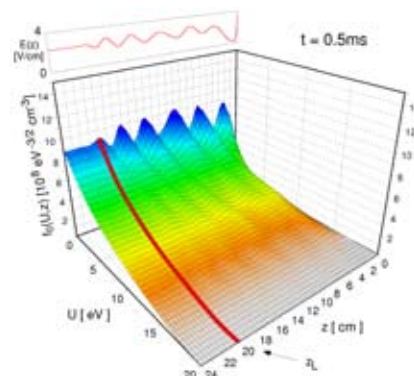
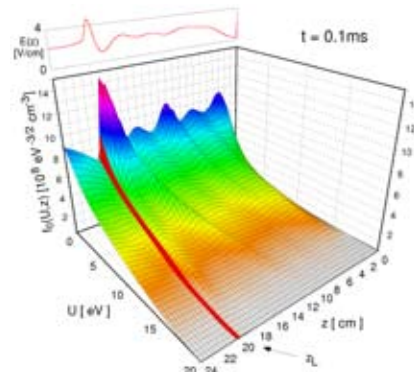
Die Ergebnisse der theoretischen Untersuchungen sollen das Verständnis des Verhaltens reaktiver Plasmen und ihre quantitative Beschreibung wesentlich verbessern. Durch Parametervariationen können beispielsweise optimale Betriebsbedingungen von Prozessplasmen mittels Modellierungen bestimmt werden.

## Ergebnisse

Im Rahmen der Projektlaufzeit von Juli 2005 bis Juni 2009 erfolgten theoretische Untersuchungen für verschiedene Entladungskonfigurationen. Es wurde

insbesondere die Kinetik der Ladungsträger und Neutralgaskomponenten in Plasmen der positiven Säule, die raumzeitliche Relaxation eines kurzzeitig gestörten Säulen-Anoden-Plasmas, die Charakteristika von anomalen Glimmentladungen, das raum- und zeitabhängige Verhalten von RF-Entladungen mit strukturierten Elektroden und die Eigenschaften von zylindrischen Hohlkathodenentladungen untersucht und analysiert. Die Ergebnisse wurden in 11 Publikationen in referierten Zeitschriften dargestellt.

Als ein Beispiel für die Entwicklung selbstkonsistenter Hybridverfahren zur Plasmaanalyse illustriert die Abbildung das Verhalten der Isotropverteilung der Elektronen und der axialen elektrischen Feldstärke im Säulen-Anoden-Plasma einer Neonglimmentladung, die zum Zeitpunkt  $t = 0$  am Ort  $z_L$  durch einen Laserpuls zur Depopulation metastabiler Atome kurzzeitig gestört wurde. Zu Beginn führt die Störung des Ionisationshaushalts zu einer ausgeprägten Änderung der Feldstärke vorwiegend in der Umgebung von  $z_L$ . Die Elektronen reagieren mit räumlichen Strukturen des s-Typs mit einer Periodenlänge von etwa 8 cm. Bei  $t = 0.5$  ms haben sich p-Schichten in der räumlichen Struktur des Feldes und der Verteilungsfunktion gebildet. Der Relaxationsprozess dauert einige Millisekunden und endet im ungestörten Zustand.



Isotropverteilung der Elektronen und axiale elektrische Feldstärke für einen Entladungsstrom von 20 mA für  $t = 0.1$  und  $0.5$  ms

## HID-Lampen (GP)

### Problem

HID-Lampen besitzen herausragende Eigenschaften wie eine hohe Lichtausbeute und Lebensdauer, haben aber auch aufgrund z. B. langsamen Anlaufverhaltens eine eingeschränkte Verbreitung in der Allgemeinbeleuchtung.

### Lösungsansatz

Durch den Einsatz neuer Materialien und Gasfüllungen können die Plasmaeigenschaften in vielfältiger Weise modifiziert werden. Ein grundlegendes Verständnis der Plasmacharakteristika – z. B. Transportparameter, Molekülstrahlung, Abweichungen vom lokalen thermodynamischen Gleichgewicht – ist die unabdingbare Basis für eine Verbesserung der Lampenperformance. Die notwendigen Untersuchungen werden in einer Kombination von Experiment und Modellierung vorgenommen.

### Technologischer Nutzen

Durch eine Optimierung der Füllsubstanzen und der Betriebsweise lassen sich Lampen mit neuartigen Gebrauchseigenschaften bzw. mit neuen spektralen Charakteristiken für z. B. spezifische chronobiologische/gesundheitsfördernde Wirkung gestalten. Aus den neuen Erkenntnissen ergeben sich zahlreiche Möglichkeiten und ein erweitertes Anwendungspotenzial von Hochdruckentladungslampen.

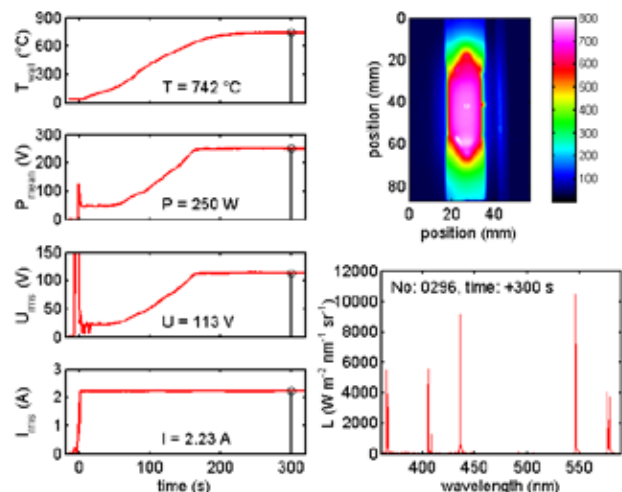
### Ergebnisse 2009

Durch Aufbau und Einsatz eines hochauflösenden Röntgensystems erfolgte eine Erweiterung der Diagnostikmethoden für HID-Lampen z. B. für die Untersuchung von Keramiklampen. Das Anlaufverhalten von Hochdrucklampen wurde experimentell untersucht. Dabei wurden elektrische, spektroskopische und thermografische Daten synchron aufgezeichnet. Das Datenmaterial bildet die Grundlage für die Weiterentwicklung von Modellvorstellungen zum Anlaufverhalten von Hochdrucklampen. Die experimentellen Ergebnisse weisen auf den Forschungsbedarf zum Anlaufverhalten hin, dass bisher nur partiell durch Modellrechnungen wiedergegeben werden

kann. Die Arbeiten zur physiologischen Wirkung von Licht wurden in diversen Vorträgen, Fernsehsendungen und Pressebeiträgen einem breiten Publikum zugänglich gemacht. Viellinien- und Molekülstrahler tragen maßgeblich zur genutzten Abstrahlung bei. Mikrowellenangeregte Hochdruckplasmen erweitern die experimentellen Möglichkeiten der Untersuchung komplizierter Mischplasmen und stellen ein attraktives Konzept der Energieeinspeisung dar. Zur Analyse der Molekülstrahlungsanteile wurden Quarzgefäße gefertigt, in einer Mikrowellenversuchsanordnung betrieben und hinsichtlich ihrer Abstrahlung und Plasmaparameter untersucht. An diversen Modelllampen wurden Untersuchungen zum Einfluss der Bedeckung von Elektroden in HID-Lampen mit Seltenerdmetallen durchgeführt. Es konnte gezeigt werden, dass sich bei speziellen Füllkombinationen eine Verringerung der Elektrodenverluste herbeiführen lässt und damit die Lebensdauer der Lampe verlängert wird.

### Vorhaben 2010

Die Experimente zum Anlaufverhalten von HID-Lampen werden auf variable Stromformen ausgedehnt. Außerdem wird das vorhandene Röntgensystem hinsichtlich tomographischer Untersuchungen erweitert. Die Analyse von Abstrahlung und Energieeinkopplung mikrowellenangeregter Hochdruckplasmen mit komplexen Füllungen wird fortgesetzt. Die Arbeiten zu HID-Lampen werden ab 2010 in das Grundlagenprojekt Lichtbögen integriert.



Anlaufverhalten einer Hg-Hochdrucklampe

## PLACAR (BMBF)

### Problem

Der biologische Rhythmus des Menschen wird durch Licht beeinflusst. Ein neu gefundener nicht-visueller Rezeptor im Auge beeinflusst die Ausschüttung des Schlafhormons Melatonin. Menschen verbringen in industrialisierten Ländern einen großen Teil des täglichen Lebens in geschlossenen Räumen fernab des Sonnenlichteinflusses. Dies stellt die Frage nach einer optimalen Beleuchtung, wie müssen Lichtquellen spektral und in ihrer Intensität angepasst sein, um den biologischen Rhythmus nicht zu sehr zu beeinflussen.

### Lösungsansatz

In dem Verbundprojekt wurden verschiedene Plasma-lichtquellen unterschiedlicher spektraler Zusammensetzung und mit unterschiedlichen Beleuchtungsszenarien unter lebensnahen Bedingungen getestet. Hierzu wurden sowohl Niederdruck-Entladungen als auch Hochdruck-Entladungen eingesetzt. Niederdruck-Entladungen wurden durch Fluoreszenzlampen und dielektrisch behinderte Entladungen mit unterschiedlichen Leuchtstoffkombinationen und Hochdrucklampen durch Variation von Füllungsbestandteilen und Stromformen realisiert. Diese Lampen wurden in spezielle Leuchten eingesetzt. Als Beleuchtungssituationen wurden typische Badbeleuchtungen (Spiegelwandleuchte), Bürobeleuchtungen (Deckenleuchte) und Hallenbeleuchtungen (Deckenleuchte, Flutlicht) gewählt. Sowohl die Beleuchtungssituationen in den Testräumen als auch die Lichtquellen wurden lichttechnisch vermessen. Die Wirkung des Lichtes wurde in einem Schlaflabor durch Messung der Melatoninsekretion an Probanden bestimmt, die sich eine bestimmte Zeit unter dem Einfluss der verschiedenen Lichtsituationen aufhielten. Die Melatoninkonzentration wurde aus Speichelproben, die in regelmäßigen Abständen entnommen wurden, bestimmt.

### Technologischer Nutzen

Die bisherige Beleuchtung ist vor allem zur Erfüllung von Sehaufgaben ausgerichtet. Dazu sind Lichtquellen sehr guter Farbwiedergabe und hoher Effizienz erforderlich. Durch die Erkenntnis der biologischen Beeinflussung durch künstliches Licht wurden Untersuchungen zur spektralen und intensitätsabhängigen Wirkung notwendig. Mit der Kenntnis dieser Abhängigkeiten können nun neuartige Lichtquellen bereitgestellt werden.

### Ergebnisse 2009

Erstmals wurden unter „lebensnahen“ Bedingungen Beleuchtungssysteme getestet und mit medizinischen Aspekten verglichen. Dabei stellte sich heraus, dass weißes Licht mit sehr guter Farbwiedergabe und mit einer Farbtemperatur unter 2000K und Beleuchtungsstärken um die 150 lx die Melatoninausschüttung in den Abendstunden nicht beeinflusst. Gekoppelt sind die Untersuchungen mit dem Einfluss der Pupillengröße und es konnte festgestellt werden, dass die bisher aufgetretenen Unterschiede zwischen den Vorhersagen des „Gall-Modells“ und unseren Messungen mit der Pupillengröße in Übereinstimmung gebracht werden können.

Das Projekt wurde 2009 erfolgreich abgeschlossen und hat durch öffentlichkeitswirksame Fernseh- und Zeitungsberichte zu einer zunehmenden Sensibilisierung geführt.

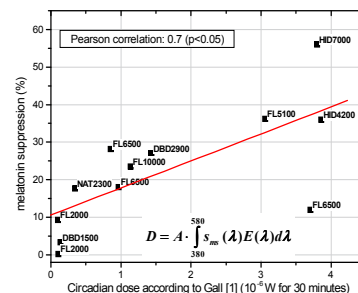


Diagramm: Melatoninkonzentration bei verschiedenen Lichtsituationen

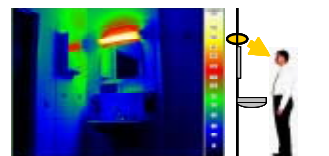


Foto: typische Badbeleuchtung





## Lichtbögen (GP)

### Problem

Die breite Anwendung von Bogenplasmen basiert auf ihrer Eigenschaft der effektiven Energiedissipation. Stellvertretend seien Gas- und Vakuumschalter, Lichtbogenschweißverfahren und thermisches Spritzen genannt. Simulationen des Lichtbogens und des umgebenden Plasmas stellen bereits in der Entwicklung vieler dieser Anwendungen ein unverzichtbares Hilfsmittel dar. Diese bedürfen jedoch der experimentellen Validierung. Viele dieser Simulationen basieren auf der Annahme des Lokalen Thermodynamischen Gleichgewichts (LTG). Diese Beschränkung gilt es zu überwinden, um Zonen deutlicher Abweichungen vom LTG zu erfassen.

### Lösungsansatz

Optische Emissionsspektroskopie stellt die Methode der Wahl dar, mit der sich die relevanten Eigenschaften wie Temperatur und Speziesdichten in Lichtbögen bestimmen lassen. Ausgehend von Erfahrungen bei der Diagnostik von Hochdrucklampenplasmen wurde diese Methodik auf frei brennende Bögen, insbesondere auf typische Schweißlichtbögen angewendet. Die spektroskopischen Untersuchungen wurden eng gekoppelt mit Berechnung von Zusammensetzungen, thermophysikalischen und Transporteigenschaften der Plasmen, so dass ein umfassendes Bild der Plasmaeigenschaften gewonnen werden konnte. Weitere Arbeiten konzentrieren sich auf den Ausbau von hydrodynamischen und magnetohydrodynamischen Simulationsverfahren unter besonderer Berücksichtigung von Abweichungen zwischen Schwerteilchen- und Elektronentemperatur sowie von Raumladungsfeldern.

### Technologischer Nutzen

Der Aufbau qualifizierter und mit Messungen validierter Modelle erhöht das Verständnis der physikalischen Prozesse und generiert Konzepte für optimierte oder neuartige Prozessführungen. Zudem können Simulationen den Aufwand für Design und Entwicklung der Anlagen entscheidend senken.

### Ergebnisse 2009

Spektroskopische Untersuchungen erfolgten insbesondere an metaldampfdominierten Bogenplasmen,

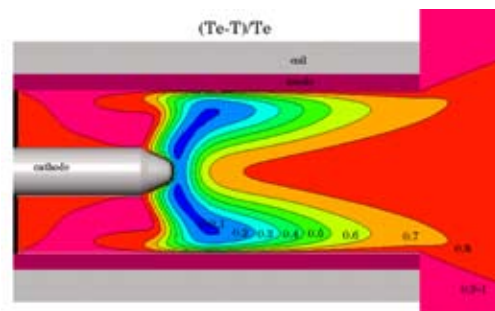
wobei in der Schweißtechnik angewendete Kurzbogen- und Wechselstromprozesse analysiert wurden. In diesen Prozessen wurden jeweils typische radiale Profile der Bogenplasmaeigenschaften gefunden. So ist das Bogenzentrum durch einen hohen Metaldampfgehalt und niedrigere Temperaturen gekennzeichnet, während Schutzgasstrahlung den Außenbereich dominiert. Weitere experimentelle Untersuchungen erfolgten an Vakuumkathodenspots, wobei es gelang, das Zeitverhalten der Strahlungsemission während der Spotausbildung im ns-Bereich aufzulösen. Als Beispiel für die Arbeiten an Zwei-Flüssigkeitsmodellen sei die Adaption auf die 3D-Beschreibung eines DC-Torchplasmas unter dem Einfluss eines externen Magnetfeldes genannt. Das Magnetfeld bewirkt bei dieser Anordnung eine Rotation und zusätzliche Kontraktion des Bogenplasmas, welche außerdem zu deutlichen Abweichungen vom thermischen Gleichgewicht führt.

### Vorhaben 2010

Im Fokus der Arbeiten werden weiterhin spektroskopische Untersuchungen von freibrennenden Bögen und Vakuumkathodenspots stehen, wobei elektrodennahe Bereiche näher untersucht werden sollen. Einen Schwerpunkt werden Strahlungstransportrechnungen in metaldampfdominierten Bögen bilden.



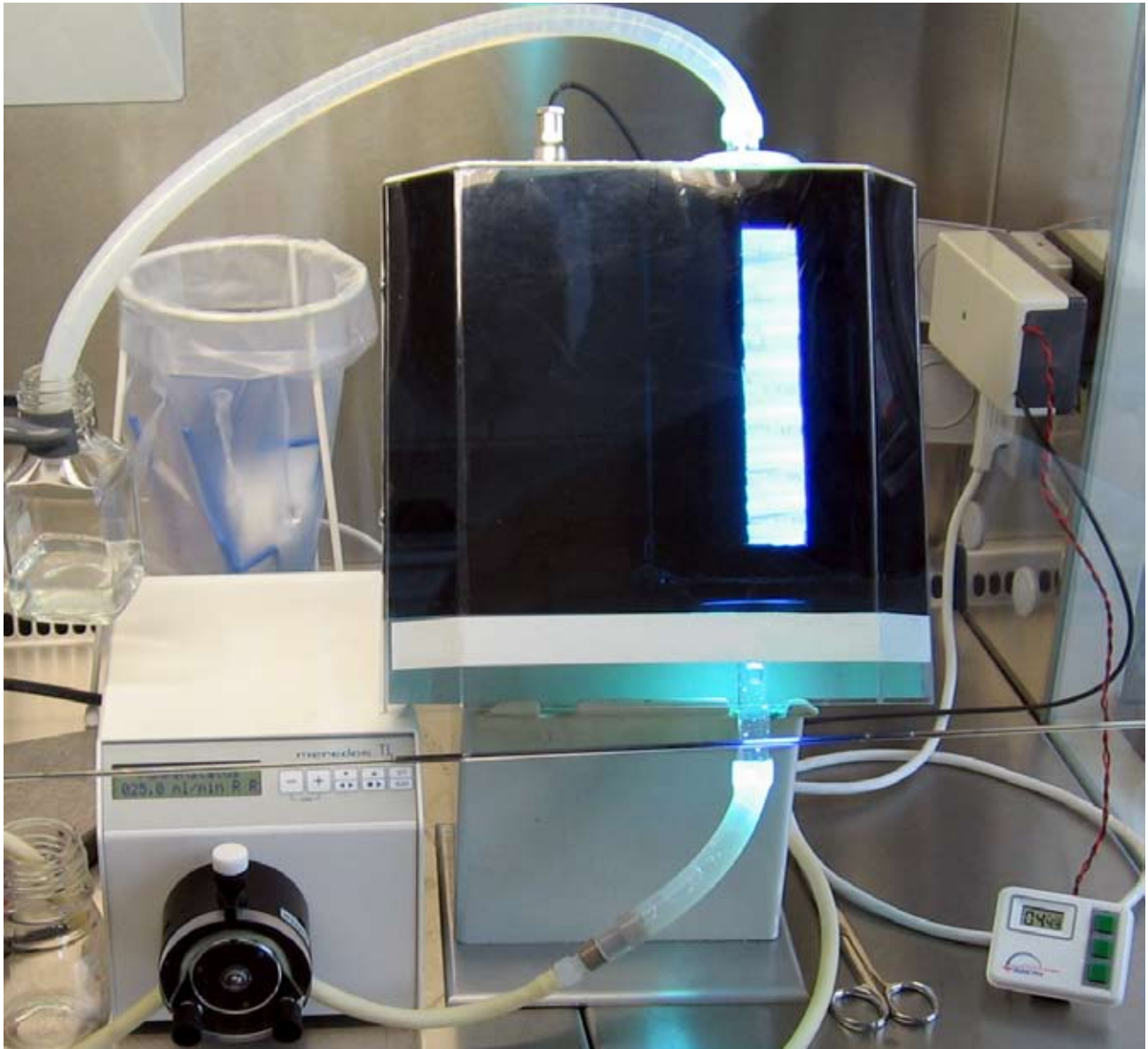
Gefilterte Hochgeschwindigkeitsaufnahme eines Schweißlichtbogens mit deutlicher Ausbildung eines Metalldampfkerne



Verhältnis von Elektronen- und Gastemperatur in einem DC-Plasmatorch.







## FB 3 – Überblick

Die Nutzbarmachung mitunter zunächst artfremd erscheinender physikalischer Technologien hat in den letzten Jahrzehnten zu bedeutenden Fortschritten in den modernen Lebenswissenschaften, allen voran in der Medizin, geführt. Mikrosystemtechnik und Mikroelektronik, Laser und Optik, neue Werkstoffe und Biomaterialien sowie die Nanotechnologie haben sich zu Schlüsseltechnologien in der Medizin entwickelt. Eine entsprechende Entwicklung vollzieht sich gegenwärtig auch auf dem Gebiet der Plasmaphysik. Aktuelle Studien prognostizieren ein starkes Wachstum für Plasmaanwendungen in den Bereichen Medizintechnik, Biotechnologie und Pharmazie. Dieser Entwicklung trägt das INP Greifswald mit der Etablierung eines eigenständigen Forschungsbereiches „Plasmen für Biologie und Medizin“ Rechnung. In den zwei Forschungsschwerpunkten „Dekontamination“ und „Experimentelle Plasmamedizin“ wird zum einen Grundlagenforschung zu Mechanismen von Wechselwirkungen physikalischer Plasmen mit lebenden Zellen und Geweben betrieben. Zum anderen werden Ergebnisse der Grundlagenforschung auf ihr praktisches Verwertungspotenzial hin untersucht und weiterentwickelt. Dies betrifft einerseits die plasma-basierte biologische Dekontamination/Sterilisation von empfindlichen Materialien und Produkten und andererseits die therapeutische Nutzung von Atmosphärendruckplasmen in der Medizin. Das INP Greifswald nutzt die am Wissenschaftsstandort Greifswald konzentrierten wissenschaftlichen Kompetenzen in den Bereichen Plasmaforschung

und Lebenswissenschaften, um in interdisziplinären Kooperationen gemeinsam mit der Ernst-Moritz-Arndt-Universität zukunftsweisende und innovative Forschung und Entwicklung auf einem hochinnovativen Gebiet zu betreiben.

## FS Plasma-Dekontamination

- Entkeimung (GP, Seite 34)
- Endoplas (BMBF)
- PlasmaPharm (BMBF)

## FS Experimentelle Plasmamedizin

- Atmosphärendruck-Plasmajet für experimentelle Studien (GP, Seite 31)
- Atmosphärendruck-Plasmaquellen für experimentelle Studien (GP)
- Effekte von Atmosphärendruck-Plasmen auf Flüssigkeiten und biologische Systeme (GP, Seite 32)
- POC4LIFE (EU)

## Vorbemerkungen

Hauptinhalt dieses Forschungsschwerpunktes ist die Entwicklung von alternativen plasmabasierten Verfahren zur biologischen Dekontamination bzw. Sterilisation empfindlicher Materialien und daraus hergestellter Produkte. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Plasmaverfahren bei Atmosphärendruck. Hierzu werden unterschiedliche Entladungssysteme, wie z. B. hochfrequenzangeregte Plasmajets, dielektrische behinderte Entladungen oder auch mikrowellenangeregte Plasmatorche bzw. mikrowellenangeregte Laufentladungen genutzt. Die technischen Anforderungen der Applikation bestimmen dabei, welche der Plasmaquellen mit den größten Erfolgsaussichten eingesetzt werden kann. Dabei ist für eine erfolgreiche und zeitnahe Umsetzung wesentlich, dass von der Entwicklung der Plasmaquelle über die Plasmacharakterisierung bis hin zur mikrobiologischen Untersuchung alle erforderlichen Schritte im Forschungsschwerpunkt umgesetzt werden können. Ein Alleinstellungsmerkmal stellen die mikrowellenangeregten Plasmaquellen auf dem Plex-Prinzip dar. Diese Plasmaquellen haben den großen Vorteil, dass sie über einen breiten Druckbereich stabil zünden und damit über einen breiten Parameterbereich auch gepulst betrieben werden können. Dies erlaubt eine wesentlich bessere Anpassung der Prozessparameter an die zu realisierende Applikation.

## Anwendungspotenzial

### Thermolabile Produkte

- Kunststoffverpackungen
- Medizinprodukte

### Lebensmittel

- Reduktion von Schadkeimen auf pflanzlichen Oberflächen
- Lebensmittelsicherheit



## Inhalt und Aufgaben

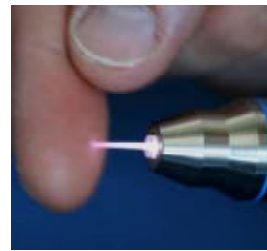
Der inhaltliche Fokus des im Jahr 2008 neu aufgebauten Forschungsschwerpunktes „Experimentelle Plasmamedizin“ liegt in der Erforschung nichtletaler Wechselwirkungen physikalischer Plasmen mit lebender Materie, mit dem Ziel, daraus im Rahmen von interdisziplinären Verbundprojekten systematisch therapeutische Anwendungsmöglichkeiten abzuleiten und weiterzuentwickeln. Diese Arbeiten, die gegenwärtig einen Schwerpunkt der Forschungstätigkeit des INP Greifswald darstellen, werden seit Mitte 2008 vor allem im Rahmen des vom BMBF geförderten Verbundprojektes Campus PlasmaMed realisiert, in dem gegenwärtig mehr als 15 Institute und Kliniken aus Greifswald, Rostock, Stralsund, Neubrandenburg und Berlin kooperieren. Um die Reaktion von Zellen und Geweben auf Plasmaeinwirkungen im Detail zu verstehen, sind einerseits genauere Untersuchungen einzelner Prozessketten auf zellphysiologischer und biochemischer Ebene erforderlich. Andererseits sind für derartige experimentelle und therapeutische Anwendungen geeignete Plasmaquellen zu entwickeln, an spezielle experimentelle Fragestellungen anzupassen und die Plasmen detailliert zu diagnostizieren. Nur die unmittelbare Kombination von plasmadiagnostischen Methoden mit zellbiologischen, biochemischen und chemisch-analytischen Verfahren ermöglicht eine differenzierte Bewertung biologischer Plasmaeffekte. Der Forschungsschwerpunkt „Experimentelle Plasmamedizin“ stellt daher eine interdisziplinäre Schnittstelle zwischen Plasmaphysik und Lebenswissenschaften dar. Ein Arbeitsschwerpunkt im Jahr 2009 bestand in der Einrichtung und Betreuung eines plasmamedizinischen Labors im INP, in dem ein breites Spektrum an Atmosphärendruck-Plasmaquellen, auch für die externen Kooperationspartner für biologische und medizinische experimentelle Anwendungen zur Verfügung gestellt wird. Darüber hinaus wurden im Rahmen des Grundlagenprojektes „Plasma und Zelle“ begleitende Untersuchungen zu speziellen plasmadiagnostischen Fragestellungen, die Neu- und Weiterentwicklung von Plasmaquellen sowie Untersuchungen zu Plasma-Flüssigkeits-Wechselwirkungen realisiert.



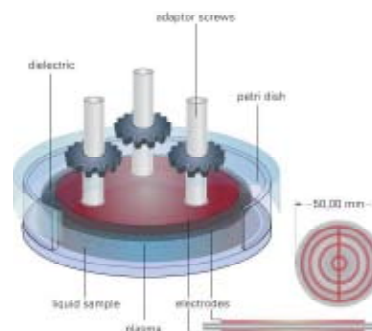
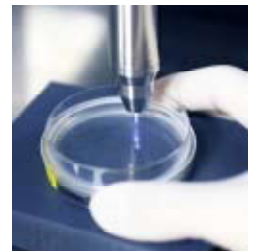
## Anwendungspotenzial

- Entwicklung und Bereitstellung von Plasmaquellen für die Grundlagenforschung zu Plasma-Zell-Wechselwirkungen
- Kombination von Plasmadiagnostik mit biologischer, biochemischer und chemischer Analytik

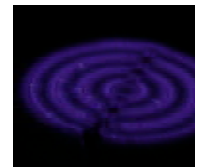
Atmosphärendruck-Plasmaquellen im plasmamedizinischen Labor des INP



Atmosphärendruck-Plasmajet kinpen 09



Oberflächen-DBE zur Behandlung von Petrischalen



Volumen-DBE zur Behandlung von Petrischalen



Hohlelektroden-Volumen-DBE zur Behandlung von Mikrotiterplatten

# Plasma und Zelle (GP)

## Problem

Zur Beurteilung von Wirkungen von Atmosphärendruck-Plasmen auf lebende Systeme (Zellen und Gewebe) ist die Kenntnis der räumlichen und zeitlichen Verteilung reaktiver Plasmakomponenten in Abhängigkeit von den Plasmabetriebsparametern unerlässlich. Darüber hinaus müssen für die Prüfung von medizinischen Anwendungsmöglichkeiten (Dermatologie, Zahnmedizin, Unfallchirurgie etc.) ebenso wie für einzelne experimentelle Fragestellungen in der Grundlagenforschung auf die Aufgabenstellung bzw. an das Anwendungsgebiet optimal adaptierte Plasmaquellen konzipiert und aufgebaut werden.

## Lösungsansatz

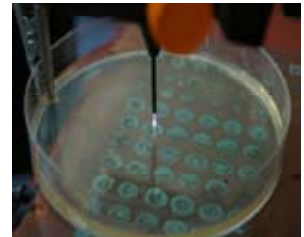
Unter Verwendung von vorhandenen plasmadiagnostischen Verfahren werden biologisch relevante Parameter in Atmosphärendruck-Plasmen (Strahlung, Temperaturprofil, Leistungsausgang usw.) bei variablen Betriebsbedingungen (Entladungstyp, Gaszusammensetzung, Leistungseingang usw.) gemessen und quantifiziert. Ziel der Arbeiten ist der sukzessive Aufbau eines umfassenden Datenpools, der es ermöglicht, Plasmaquellen vergleichbar zu machen und Plasmaeigenschaften zu steuern, um damit eine wichtige Voraussetzung für gezielte und effektive biologische Experimente zu schaffen. Für biologische Experimente und erste medizinische Untersuchungen werden, in Abstimmung mit den Kooperationspartnern, Plasmaquellen den Applikationsanforderungen entsprechend angepasst bzw. neu entwickelt (variable Gasmischungen, punktförmige vs. flächige Behandlungsmöglichkeit, Gasführung und Kühlung usw.).

## Technologischer Nutzen

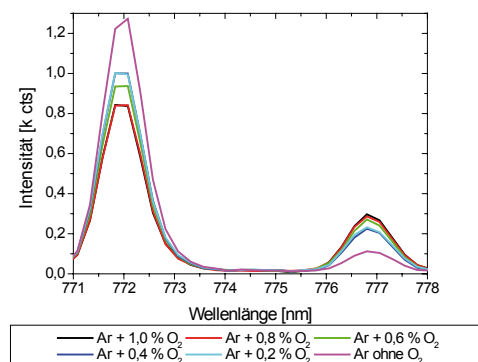
Die Möglichkeit der externen experimentellen Nutzung umfassend charakterisierter und adaptierter Plasmaquellen unter stabilen und reproduzierbaren Bedingungen sind sowohl eine Voraussetzung für die Entwicklung von therapeutischen Anwendungen im Rahmen des Campus PlasmaMed als auch für breite Anwendungen in der Forschung sowie technische Anwendungen, die kommerziell nutzbar gemacht werden sollen. Mit der eingeführten hausinternen Quellencharakterisierung wird eine Standardisierung für die generelle Charakterisierung von Atmosphärendruck-Plasmaquellen für biomedizinische Anwendungen angestrebt.

## Ergebnisse 2009

- Aufnahme von Temperaturprofilen und Messung der thermischen Leistung am Plasmajet als Routinecharakterisierung vor Inbetriebnahme bzw. externer Auslieferung etabliert
- Zertifizierung der spektralen Strahldichte im UV/VUV-Bereich von gefertigten Plasmajets
- Neuentwicklung einer gepulsten Gleichstrom-Koronaentladung („Hairline-Plasma“) als neue Plasmaquelle für biomedizinische Anwendungen



Hairline-Plasma



Hairline-Plasma: Spektrenmodifikation durch O<sub>2</sub>-Zumischung

## Vorhaben 2010

- Variation der spektralen Strahldichte am Plasmajet im gepulsten HF-Betrieb
- Untersuchungen zum Hairline-Plasma
- Leistungsmessung an anderen Plasmaquellen
- Einführung der Ionenchromatografie zur Flüssigkeitsanalytik
- Untersuchungen zur Deaktivierung von Mikroorganismen in Abhängigkeit vom Milieu und spektraler Bestrahlungsstärke im VUV/UV-Bereich



## Entkeimung (GP)

### Problem

Das Problem in der Plasma-Dekontamination besteht darin, bei Atmosphärendruckapplikationen eine hinreichende Sicherheit bzw. Stabilität des Prozesses hinsichtlich der mikrobiologischen Reduktionsfaktoren in Verbindung mit der erforderlichen Effizienz zu erreichen und diese mikrobiologisch reproduzierbar nachzuweisen.

### Lösungsansatz

Der verfolgte Lösungsansatz besteht darin, die am INP entwickelte Plasmaquelle Plexc für einen Einsatz in der Plasma-Dekontamination zu optimieren, und sie dann über einen weiten Parameterbereich funktionsfähig zu machen, für Grundlagenuntersuchungen bzgl. der Mechanismen und der Prozessfenster.

### Technologischer Nutzen

Die Untersuchungen zum Verhalten des Plexc-Plasmas bei unterschiedlichen Drücken, Gasmischungen und Betriebsmodi liefern wesentliche Erkenntnisse über die antimikrobiellen Plasmaprozesse und bilden die Grundlage für die zukünftige technologische Prozessumsetzung.

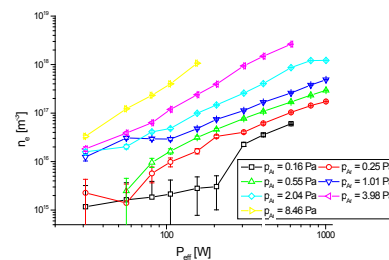
### Ergebnisse

Der Aufbau der Mikrowelleninterferometrie bei 50 GHz wurde fertiggestellt. Der erste Einsatz dieser Messtechnik zur Bestimmung der Elektronendichte erfolgte an einer mit 13,56 MHz angeregten induktiv gekoppelten Plasmaquelle im Niederdruck.<sup>1)</sup> Es wurden Elektronendichten bis hinunter zu  $n_e = 1 \cdot 10^{14} \text{ m}^{-3}$  gemessen. Die Nachweisgrenze liegt bei ca.  $1 \cdot 10^{13} \text{ m}^{-3}$ . Die Plasmaquelle Plexc, ein spezieller pulsbarer mikrowellenangeregter Plasmatorch, wurde weiter charakterisiert. So wurde spektroskopisch die Rotationstemperatur in Abhängigkeit verschiedener Parameter, wie z. B. der zugeführten Leistung, bestimmt. Die Ergebnisse zeigen über einen breiten Leistungsbereich sehr konstante Rotationstemperaturen von  $T_{\text{Rot}} = 4500 \text{ K}$ , so dass hinsichtlich der Leistung von einem breiten Prozessfenster ausgegangen werden kann.

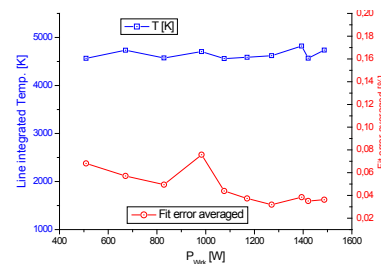
<sup>1)</sup> in Zusammenarbeit mit R. Foest und J. Harhausen



Interferometrischer Aufbau an der ICP



Interferometrische Messung der Elektronendichte an der ICP

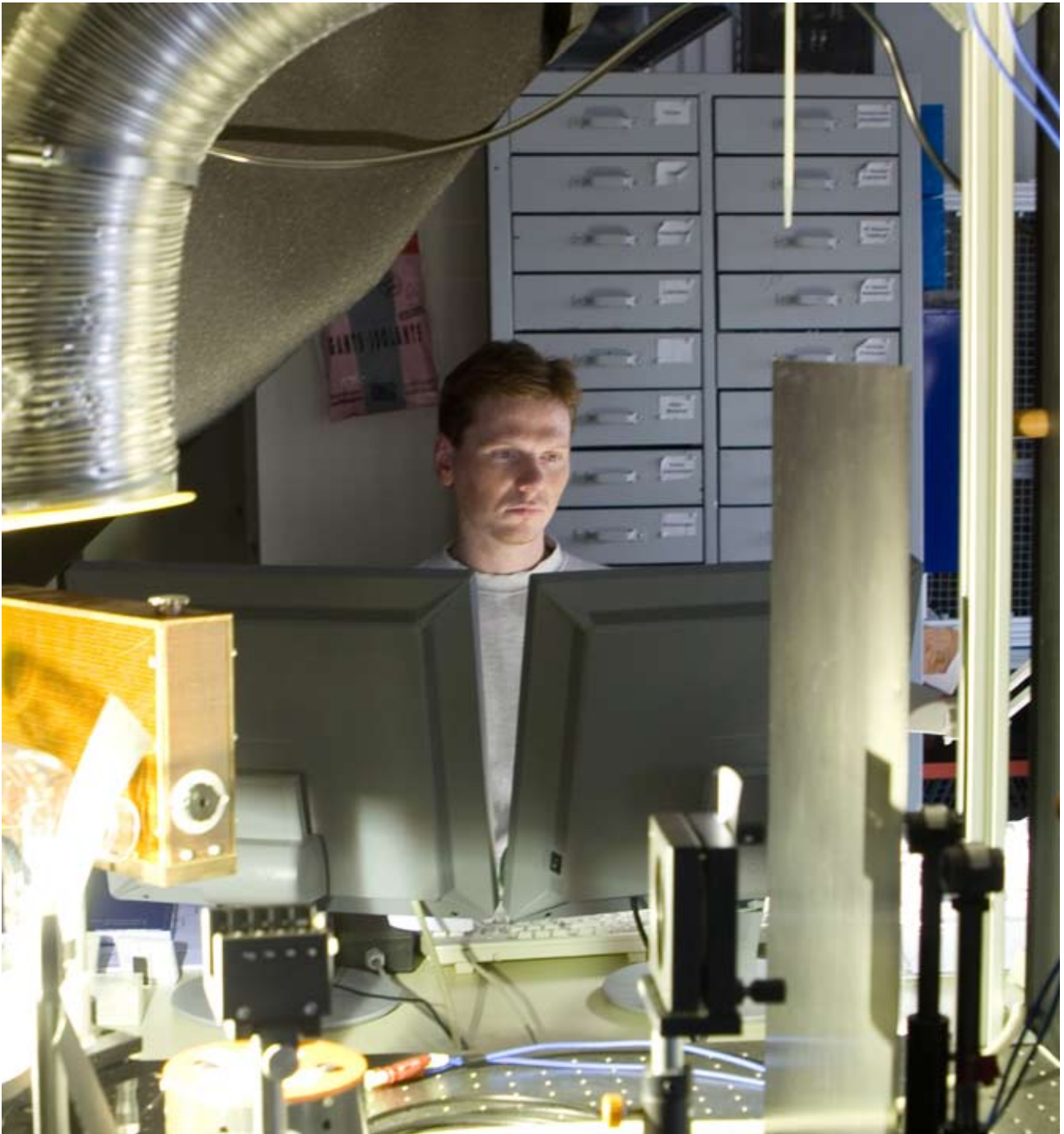


Spektroskopische Bestimmung der Rotationstemperatur in Plexc

### Vorhaben 2010

Neben der Weiterführung der laufenden Arbeiten zur Entwicklung der Plasmaquelle Plexc sollen weitere Applikationen erschlossen werden. Die Mikrowelleninterferometrie soll breit eingesetzt und auch für externe Messungen zur Verfügung gestellt werden. Die Interferometrie soll durch Massenspektrometrie, optische Emissionsspektroskopie und laserinduzierte Fluoreszenz ergänzt werden.





### Schwerpunkte

- Analyse von Anwendungen frei brennender Bögen
- Analyse von Hochdruck- und Vakuumbogenentladungen
- Wirkung von Lichtquellen auf Gesundheit und Wohlbefinden
- Analyse von Plasmaquellen für biologische und medizinische Plasmaanwendungen

### Arbeitsgegenstand

- Hochdrucklichtquellen
- UV/VUV-Strahlungsquellen
- Schweißlichtbögen
- Vakuumbögen
- HF-Plasmen bei Atmosphärendruck





## Arbeitsmittel

- Spezifische Diagnostik für Bogenplasmen und ihrer Elektroden, insbesondere optische Emissionsspektroskopie, Thermografie und Pyrometrie zur Bestimmung von Plasma- und Oberflächentemperaturen sowie Speziesdichten
- Hochgeschwindigkeitsaufnahmetechnik
- Röntgendiagnostik
- Messtechnik für lichttechnische Größen
- Technik zur Erstellung von Labormustern für Plasmaquellen im Nieder-, Mittel- und Atmosphärendruck, wie unter anderem Niederdrucklampen und Kapillarentladungen
- Diagnostik für UV/VUV-Quellen, insbesondere Technik
- Zur Absolutmessung der UV/VUV-Strahldichte, Laseratomabsorptionsspektroskopie und Laserinterferometrie

## Mittelfristiger Schwerpunkt

Die Entwicklung neuartiger Plasmalichtquellen und Normaldruckplasmaquellen bildet mittelfristig das Schwerpunktthema.

## Technologischer Nutzen

Die Forschungen zu Bogenentladungen und Atmosphärendruckentladungen in komplexen Plasmamischungen und unter unterschiedlichsten Bedingungen wird das physikalische Verständnis weiter vervollständigen. Aus den neu gewonnenen Erkenntnissen ergibt sich ein erweitertes Anwendungspotenzial thermischer und nichtthermischer Plasmen.

## Beitrag der Plasmastrahlungstechnik zur Technologieentwicklung

Aus den Untersuchungen an frei brennenden Bögen ergeben sich u. a. Konzepte für die Erhöhung der Prozesssicherheit und Anwendungsbreite von Lichtbogen-schweißprozessen. Zudem wird der effektive Einsatz von Simulationen in der Geräteentwicklung befördert. Die Untersuchungen zu Hochdrucklampen liefern Beiträge zur Entwicklung von neuen, Energie sparenden und damit umweltfreundlichen, quecksilberfreien Entladungssystemen. Die zusätzliche Einbeziehung gesundheitlicher Wirkungen von Beleuchtungen wird Konzepte zukünftiger Lichtquellen maßgeblich beeinflussen.





### Schwerpunkte

- Aktivierung und Beschichtung von Pulvern und Fasern im mikro- und nanoskaligen Maßstab für die Werkstofftechnik
- Synthese von edelmetallfreien Katalysatoren für Brennstoffzellen
- Plasmabehandlung von Ruß und Aerosolen
- Plasma-Teilchen-Wechselwirkung
- Optimierung von Plasmaprozessen mit Hilfe von Thermosonden

### Arbeitsgegenstand

- Mikro- und nanodisperse Materialien (Pulver, Granulate, Nanofasern, Stäube, Ruß, Aerosole)
- Großflächige Substrate



## Arbeitsmittel

- Modulare Prozessplasmen, insbesondere Atmosphärendruck- und Niederdruck-Plasmen sowie PECVD-Quellen, Magnetron, Reaktor mit adaptiver Elektrode
- Diagnostik zur Untersuchung von Plasmaprozessen: Massenspektroskopie, Plasmamonitor, Thermosonden, IR-Spektroskopie
- Diagnostik zur Untersuchung von Pulver- oder Faseroberflächen: Kontaktwinkelbestimmung, BET

## Mittelfristiger Schwerpunkt

Ziel der Abteilung Plasmaprozesstechnik ist die Bereitstellung und Optimierung von Plasmaverfahren zur homogenen Behandlung von Pulvern und Fasern zu dessen Weiterverarbeitung zu speziellen Verbundwerkstoffen und Katalysatoren. Das INP soll kompetenter Projekt- und Ansprechpartner in Fragen Aufbereitung und Regeneration mineralischer Adsorber sein. Zudem wird die Expertise zu Fragen der Diagnostik von Plasmaprozessquellen für die Oberflächenbearbeitung (Quellenoptimierung durch Diagnostik und Modellierung) weiter ausgebaut.

## Beitrag der Plasmaprozesstechnik zur Technologieentwicklung

Die Mitarbeiter der Abteilung Plasmaprozesstechnik entwickeln technologische Prozesse zur Modifizierung von mikro- und nanodispersen Materialien, zur Dünnschicht-Deposition und zur umweltverträglichen Ruß- und Aerosolbehandlung. Hiermit können Verbundwerkstoffe mit besonderen Eigenschaften wie geringes Gewicht, hohe Wärmeleitfähigkeit oder hohe Festigkeit für die Automobil-, Flugzeug- und Elektronikindustrie entwickelt werden. Mit speziellen Diagnostikmethoden können großtechnische Plasmaprozesse, wie z. B. die Architekturglasbeschichtung und die Herstellung von Solarzellen untersucht werden, um hier eine hohe Prozesssicherheit und Produktqualität zu gewährleisten. Von besonderem technologischen Interesse ist die Expertise der Mitarbeiter zum Einsatz von Atmosphärendruckplasmen. Mit der Optimierung solcher Plasmen zur Pulver- und Oberflächenmodifikation vertieft das INP weiter die Verbindung von Plasma- und Nanotechnologie für neuartige funktionale Materialien und Werkstoffe.





### Schwerpunkte

- Plasmafunktionalisierung und -beschichtung von Oberflächen
- Veredlung von Kunststoffen, Metallen, Gläsern und Verbundwerkstoffen
- PE-CVD Prozesse
- bioaktive Oberflächen
- photokatalytische Oberflächen

### Arbeitsgegenstand

- Plasmagestützte Prozesse zur Steuerung von Grenzflächeneigenschaften
- Plasmagestützte Prozesse zum Aufbau funktionaler 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 komplette Prozessanlagen mit Niederdruck und Normaldruckplasmen
- Mehrere anwendungstypische Plasmaprozesssysteme zur industrienahen Erprobung von Plasmaprozessen mit größeren Stückzahlen; zusätzliche, auf konkrete Prozesse abgestimmte Sonderausrüstungen
- Ein Multireaktorsystem, gekoppelt mit einem 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, Rasterkraft-, Rastertunnel- und Rasterelektronenmikroskopie mit EDX und 3D-Visualisierung sowie digitale optische Mikroskopie

## Mittelfristiger Schwerpunkt

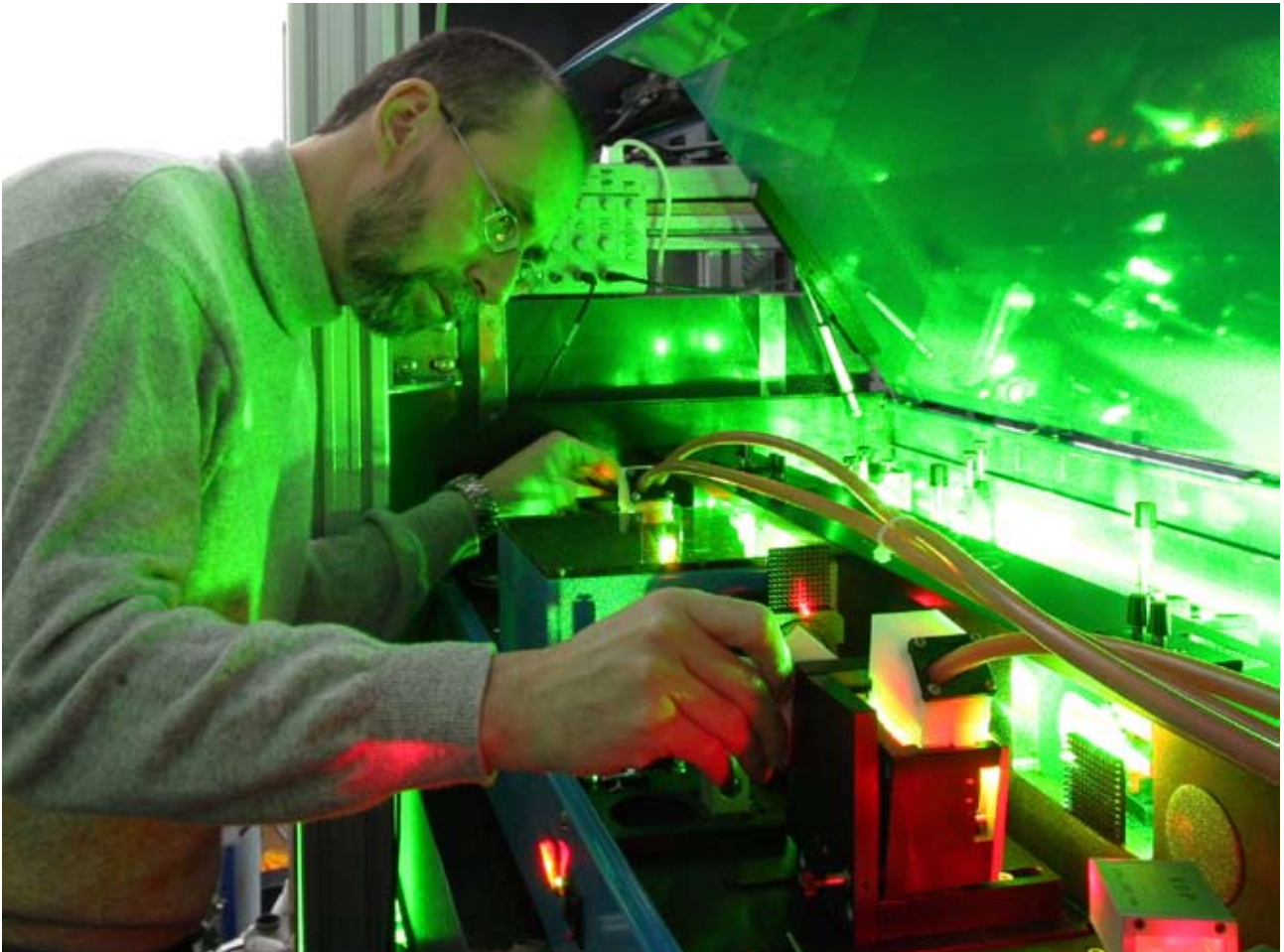
Im Mittelpunkt der Arbeiten stehen plasmachemische Oberflächenfunktionalisierungen sowie funktionelle Beschichtungen und Barrierschichten im Rahmen der jeweiligen Gesamttechnologien. Die Möglichkeiten des Übergangs von Niederdruckplasmen auf Normaldruckplasmaprozesse werden untersucht. Die Ergebnisse werden in industrierelevanten Projekten umgesetzt.

## Beitrag der Plasmaoberflächentechnik zur Technologieentwicklung

Arbeiten zum grundlegenden Verständnis plasma-prozessspezifischer 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 Material-oberflächen mit Hilfe dieser Technik, wäre ein Durchbruch zu einer neuen Qualität von plasmagestützten Oberflächenmodifizierungsverfahren, insbesondere für thermolabile Materialien und Substraten und bei Interface-Optimierungen, z. B. bei Verklebungen, Farbgebungen, Drucken, in der Biomedizintechnik, der Entkeimung, der Plasmamedizin und generell bei Haftungsproblemen in Schichtsystemen.







### Schwerpunkte

- Bereitstellung, Optimierung und Weiterentwicklung von Methoden der Plasmadiagnostik
- Anwendung von Diagnostiken in einem breiten Spektrum von Grundlagenuntersuchungen bis hin zum industriellen Einsatz
- Nutzung der optischen Spektroskopie, einschließlich aktiver Lasermethoden, ergänzt durch Sondenmessungen und extrahierende Techniken, wie Gaschromatographie und Massenspektroskopie
- Einsatz der Mikrowelleninterferometrie zur Bestimmung der Elektronendichte
- Ausrichtung auf Fragestellungen relevant für die Bereiche Energie, Umwelt und Lebenswissenschaften
- Vernetzung der INP-Kompetenz

### Arbeitsgegenstand

- Plasmachemische Stoffwandlung in der Gasphase
- Kinetik transienter molekularer Plasmabestandteile und ihre Wirkung auf Oberflächen
- Steuerung plasmachemischer industrieller Prozesse
- Plasmakatalyse zum Abbau flüchtiger organischer Substanzen
- Plasmareinigung und -dekontamination
- Plasmamedizin
- Eigenschaften von Ladungsträgern in Plasmen
- Beiträge zur Alterung von Elektroden in Plasma-lichtquellen
- Entwicklung von mikrowellenangeregten Plasmaquellen





## Arbeitsmittel

- Diverse höchstempfindliche laserspektroskopische Verfahren basierend auf Lasern im Spektralbereich von 0.2 bis 20  $\mu\text{m}$  sowie der dazugehörigen Detektionstechnik, z. B. schwerpunktmäßig in den Verfahren laserinduzierte Fluoreszenzspektroskopie und Diodenlaserabsorptionsspektroskopie
- Mikrowelleninterferometrie
- Prozesssimulation an verschiedenen Typen von diagnostisch zugänglichen Gleichstrom-, Radiofrequenz- und Mikrowellenplasmen
- An Diagnostikaufgaben angepasste industrienahe Reaktorkonfigurationen basierend auf verschiedenen Typen von Plasmen im Dauerstrich- und Pulsbetrieb
- Plasmalichtquellen

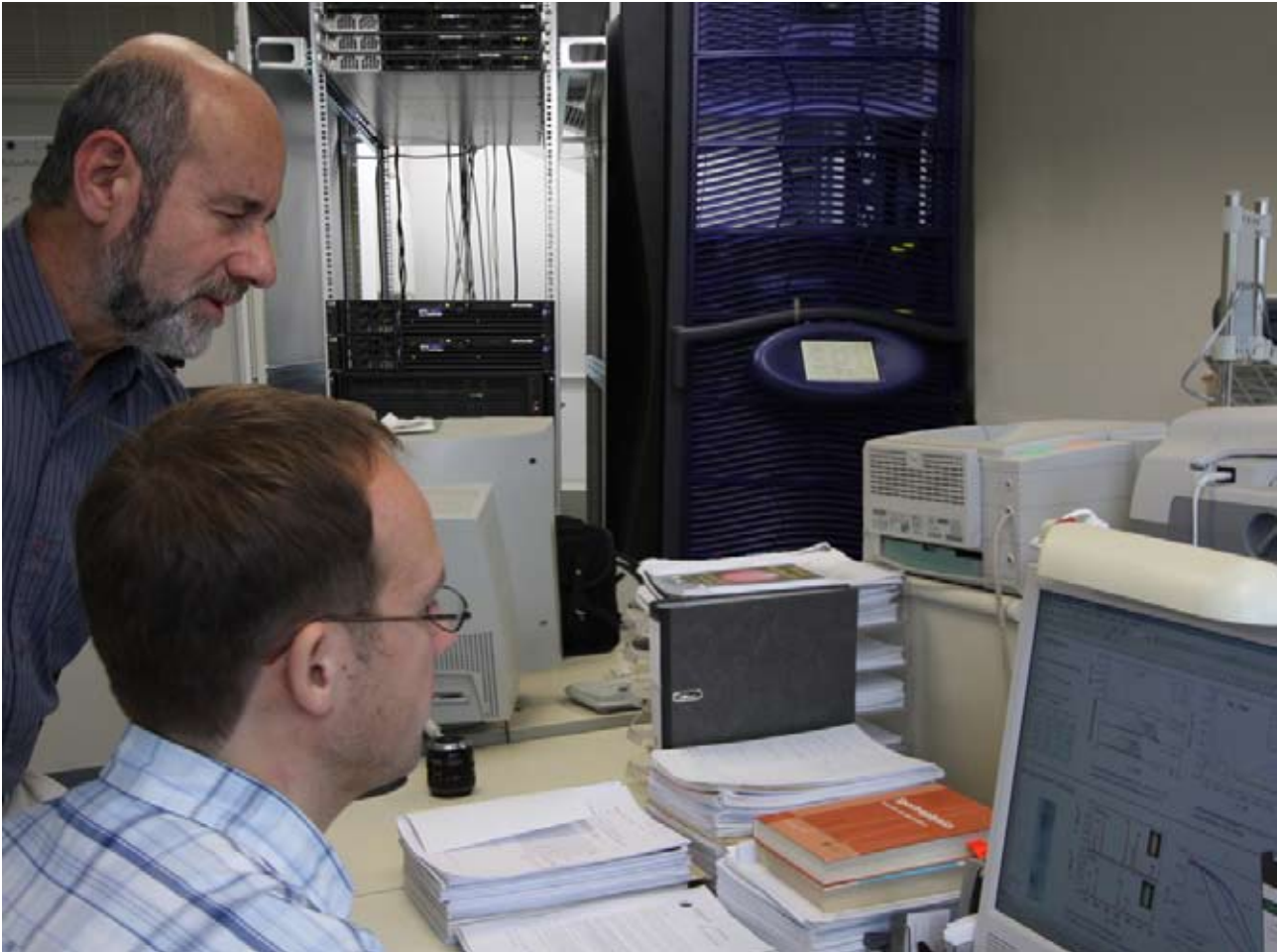
## Mittelfristiger Schwerpunkt

- Verknüpfung der Plasmatechnologie mit der Umwelttechnologie
- Steuerung industrieller Plasmareaktoren durch Nutzung spektroskopischer Methoden
- Entwicklung innovativer Diagnostiken für die Kinetik transienter Moleküle in Plasmen und in Wechselwirkung mit Oberflächen
- Entwicklung innovativer Diagnostiken zur Spurengasanalytik in der Umwelttechnologie
- Entwicklung von mikrowelleninterferometrischen Methoden zur Bestimmung der Elektronendichte
- Entwicklung und Analyse von Reaktoren zur Plasmareinigung und -dekontamination im Lebensmittel-, Pharma- und Medizinproduktbereich

## 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 Entkeimung und Sterilisation bis hin zur Abgasbeseitigung, Gasreinigung, Partikelabbau sowie zur Wasser und Luftaufbereitung und 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. Sie nutzen ihre Techniken und Kenntnisse zur Entwicklung und Optimierung von plasmatechnischen Prozessen und Verfahren.





## 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 theoretische Beschreibung und Analyse von technologisch und wissenschaftlich relevanten Niedertemperaturplasmen stellt den Arbeitsgegenstand der Gruppe dar. Dabei werden Gleichgewichts- und Nichtgleichgewichtsplasmen untersucht. Die Modellierung dieser Plasmen erfordert jeweils

- die Entwicklung eines adäquaten Plasmamodells,
- die Formulierung von hydrodynamischen bzw. kinetischen Gleichungen für die Spezies des Plasmas,
- entsprechende Gleichungen für das elektrische (und magnetische) Feld,
- die Recherche und Bewertung atomarer Daten,
- die problemspezifische Erarbeitung geeigneter Verfahren bzw. die Nutzung kommerzieller Codes zur Lösung des resultierenden Systems von gewöhnlichen und partiellen Differenzialgleichungen,
- die systematische Gewinnung von Lösungen für ausgewählte Parameterbereiche sowie
- die Visualisierung und inhaltliche Interpretation der Resultate.



Die Komplexität der Gesamtbeschreibung bedingt, dass Teilprobleme, wie die kinetische Beschreibung einzelner Plasmakomponenten, die Behandlung des Strahlungstransports und die Spektralanalyse, separat behandelt werden.

## Arbeitsmittel

Zur Beschreibung und Analyse schwach ionisierter Plasmen werden im Allgemeinen am INP entwickelte numerische Verfahren eingesetzt. Diese problemspezifisch adaptierten Methoden zeichnen sich durch hohe Effizienz, Stabilität und Genauigkeit aus. Für ausgewählte Problemstellungen werden verstärkt kommerzielle Programmpakete genutzt. Die Modellrechnungen werden auf modernen Clustern durchgeführt, deren Verfügbarkeit die theoretische Beschreibung der komplexen, mehrdimensionalen Probleme erst ermöglicht. Die Untersuchungen erfolgen zumeist in enger Kopplung an experimentelle Arbeiten und geförderte Projekte am INP sowie in Kooperation mit nationalen und internationalen Partnern aus Forschungseinrichtungen und Industrie.

## Mittelfristiger Schwerpunkt

Die realitätsnahe Beschreibung und Analyse der Eigenschaften und des Verhaltens von wissenschaftlich und technologisch relevanten Niedertemperaturplasmen wie Plasmen in Lichtquellen und Schaltstrecken sowie Prozessplasmen, stellen mittelfristig den Forschungsschwerpunkt der Gruppe dar. Die Untersuchungen dienen insbesondere dem physikalischen Verständnis und der quantitativen Erfassung

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

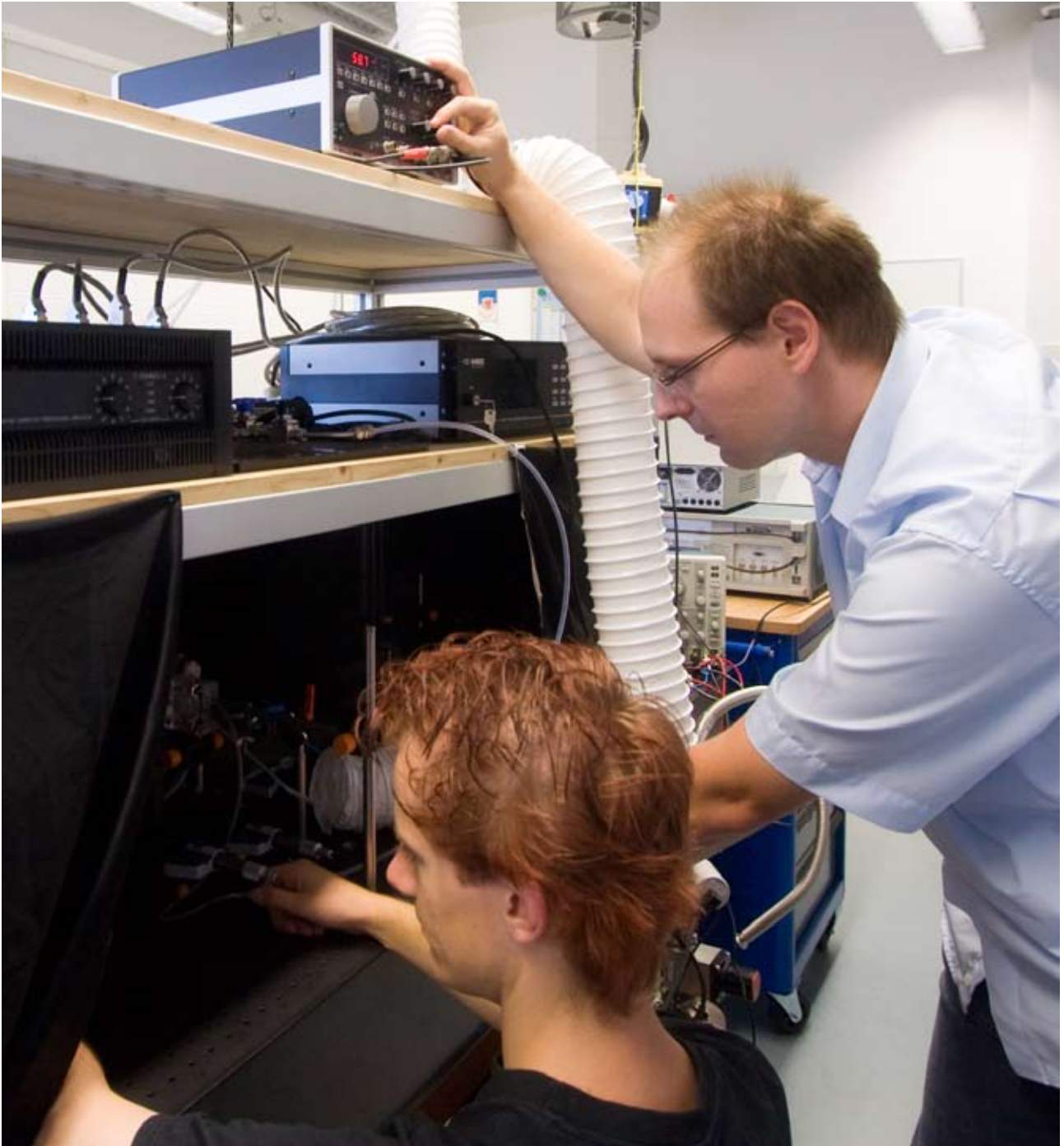
## Technologischer Nutzen

Die Erforschung der Mechanismen und Prozesse liefert wesentliche Beiträge für das physikalische Verständnis des komplexen Verhaltens von Niedertemperaturplasmen in experimentellen Anordnungen und technologischen Anwendungen. Modellrechnungen und Simulationen ermöglichen auf der Grundlage umfangreicher Parameterstudien eine gezielte Optimierung technologischer Plasmen, beispielsweise hinsichtlich der elektrischen Leistungseinkopplung in Prozessplasmen und der Strahlungsleistung und Effizienz von Plasmalichtquellen. Prädiktive Modelle zur Simulation von Schaltstrecken können den Aufwand für Design und Entwicklung von Schaltanlagen entscheidend senken. Derartige Modelle unterstützen zudem die Optimierung der Bauweise und Betriebsbedingungen von Plasmabrennern in der Fügetechnik und zur Oberflächenbearbeitung.

## Beitrag der Plasmamodellierung zur Technologieentwicklung

Untersuchungen zur Wechselwirkung von Plasmen mit Elektroden zielen beispielsweise auf eine Verbesserung des Startverhaltens und der Lebensdauer von Lampen. Die Gesamtbeschreibung kapazitiv gekoppelter RF-Entladungen ermöglicht die Optimierung der elektrischen Betriebsweise reaktiver Plasmen zur Oberflächenmodifizierung. Neue oder verbesserte Wirkprinzipien in Anwendungen thermischer Plasmen lassen sich mit MHD-Simulationen des Lichtbogens validieren. Die Synergie von Grid-Computing und Plasmatechnologie wird zur Etablierung einer nutzerfreundlicheren Grundlagen- und Auftragsforschung führen.





### Schwerpunkte

- Entwicklung, Charakterisierung und Diagnostik von Atmosphärendruckplasmen für Anwendungen in biomedizinischen Prozessen, der Abluft- und Abgasbehandlung sowie der Oberflächenmodifikation

### Arbeitsgegenstand

- Plasmaquellen für die biomedizinische Anwendung und Behandlung von kontaminierten Gasen
- Mobiles Kontaktplasma "Conplas" für die Oberflächenmodifikation in Form eines Prototypen
- Wirkung der Plasmabehandlung auf Zellen, Gewebe und Flüssigkeiten
- Diagnostik der raum-zeitlichen Entwicklung von Mikroentladungen



## Arbeitsmittel

- Entwicklungslabore für Atmosphärendruckplasmaquellen inklusive Hochspannungsversorgungen und -messtechnik
- Mikrobiologisches Labor und Zellkulturlabor
- Labor „Experimentelle Plasmamedizin“
- Applikationslabor „Schadstoffabbau“
- Mikroentladungsmessplatz
- Diagnostik plasmachemischer Produkte und Komponenten mittels FTIR
- Optische Emissionsspektroskopie

## Mittelfristiger Schwerpunkt

- Bereitstellung und Optimierung von Plasmaquellen und -verfahren zur Abgas- und Abluftbehandlung sowie biomedizinischen Anwendung
- Charakterisierung der Plasmaquellen mittels elektrischer und spektroskopischer Diagnostik
- Mikroentladungsdiagnostik in nichtthermischen Atmosphärendruckplasmen
- Applikationsuntersuchungen zum Schadstoffabbau, zur Oberflächenmodifikation, zur Plasma-Flüssigkeits- und Plasma-Zell-Wechselwirkung

## Beitrag zur Technologieentwicklung

Atmosphärendruckplasmen sind aufgrund ihrer technischen Vorteile immer stärker in den Fokus der technischen Anwendungen gerückt. Neuere Anwendungen wie die Plasmamedizin und die chemische Dekontamination von Luft und Flüssigkeiten bedingen das Arbeiten bei Atmosphärendruck. Die Anwendungen erfordern dabei stets die Erarbeitung von auf die jeweilige Aufgabenstellung angepassten Plasmaquellen sowie eine ausreichende Kenntnis ihrer Parameter. Dieser aufgrund der Ausrichtung des INP immer wichtiger werdenden Anforderung wurde im Juli 2009 mit der Gründung einer neuen Gruppe Plasmaquellen Rechnung getragen. Die neue Gruppe bündelt das Know-how des INP in der Erstellung und Charakterisierung von Atmosphärendruckplasmaquellen und soll essenzielle Beiträge für sämtliche Aktivitäten am INP, die den Einsatz von Atmosphärendruckplasmen zum Inhalt haben, liefern. Dies gilt insbesondere auch für geförderte Projekte (z. B. „Endoplas“, „Campus PlasmaMed“ und „Format-Innoplasm“) und Ausgründungsvorhaben, wie z. B. die neoplas tools GmbH.







### Aufgabenfelder

- Technologietransfer
- Gründungsvorbereitung
- Internationales
- Recht & Patente
- Öffentliche Drittmittelförderung
- Öffentlichkeitsarbeit
- Forschungsmarketing
- Veranstaltungen
- Betreuung der Aufsichtsgremien
- Fort- und Weiterbildung
- Wissenschaftliche Informationsversorgung
- Netzwerkarbeit

### Kompetenzen

- Permanentes, zentralisiertes Screening geeigneter Fördermittelquellen
- Unterstützung bei der Identifizierung und Formulierung von Projektideen
- Unterstützung bei der Ausformulierung und Gestaltung von Projektanträgen
- Zielorientierte Nutzung des gesamten Verwertungsspektrums
- Know-how bei formalen Schritten (Vertragswesen, Patente, Kalkulation)
- Stärkere Einbindung in Netzwerke (Kooperationsanbahnung und -pflege, Themensetzung)
- Steigerung der Sichtbarkeit bei Fördermittelgebern und Politik
- Organisation von Tagungen, Konferenzen, Workshops, Messen und Ausstellungen



## Mittelfristige Ziele

- Steigerung der öffentlich geförderten und industriellen Drittmittel
- Umsetzung der Empfehlungen der Evaluierungskommission
- Optimierung der Patentverwertung
- Steigerung der Sichtbarkeit des INP
- Nachwuchsgewinnung und -förderung
- Stärkere Vernetzung des INP in der nationalen und internationalen Förderlandschaft sowie im wissenschaftspolitischen Umfeld

## Beitrag der Stabsseinheit zur Strukturentwicklung

Die Stabsabteilung hat intern die Funktion, die Forschungsaktivitäten in administrativer und organisatorischer Hinsicht zu unterstützen, und extern, die Arbeit des INP in Politik, Gesellschaft und wissenschaftsrelevanten Gremien zu vertreten und sichtbar zu machen. Auf diese Weise soll sich die Forschung auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren können. Moderne Stäbe treten als aktive und leistungsfähige Dienstleister auf. Die strategischen und operativen Aufgaben leiten sich konsequent aus dem Kundenauftrag ab. Die Qualität und Effizienz der Leistung wird an der strategischen Zielerreichung gemessen. Standardangebote des Stabes müssen dabei routiniert und kostengünstig bereitgestellt werden. Dies kann durch optimierte interne Prozesse oder aber durch eine enge Einbindung spezialisierter Anbieter erfolgen. In jedem Fall agiert der Stab in enger Abstimmung mit der Leitung und den Fachabteilungen bzw. zuständigen wissenschaftlichen Projektleitern, insbesondere bei der Beantragung strategischer Drittmittel oder im Technologietransfer. Im wissenschafts- und förderpolitischen Umfeld wirkt das INP als größte Einrichtung in Europa zu Niedertemperaturplasmen als Fürsprecher der Plasmatechnologie insgesamt. Das öffentliche Förderinteresse begründet sich sowohl in der wissenschaftlich intellektuellen Herausforderung als auch dem ökonomischen Potenzial. Schon im Vorfeld konkreter Ausschreibungen ist daher die frühzeitige Einbindung der Plasmatechnologie unerlässlich. Dazu wirkt das INP mit Unterstützung der Stabsabteilung innerhalb der „Plasma-Community“ als Ausrichtungshilfe für die Umsetzung einzelner Förderinitiativen. Gemäß der Leibniz-Philosophie begleitet das INP die ausgewogene Projektfinanzierung von Forschung mit mittel-, unmittelbaren und ohne direkt sichtbaren Anwendungsaspekten. Projektcontrolling und professionelles Projektmanagement neh-

men, insbesondere bei Industriekooperationen, einen hohen Stellenwert ein. Die Schulung der Mitarbeiter in wissenschaftlicher und wissenschaftsadministrativer Hinsicht koordiniert die Stabsseinheit. Das „Serviceangebot“ des INP im Bereich Wissenschaft und Management wird ständig weiterentwickelt und strategisch zur Bildung von Allianzen ausgebaut.

## Forschungsmarketing und Öffentlichkeitsarbeit

Die systematische Vorausplanung sowie die Budgetverwaltung von Werbe- und Marketingaktivitäten, deren Koordination und Kontrolle, sind laufende Beiträge des forschungsunterstützenden Marketings im INP. Die interne und externe Kommunikation mit Kunden, Kooperationspartnern, Mitarbeitern, Interessenverbänden und staatlichen Organen, inkl. Berichterstattung und Nachverfolgung, addieren diese Beiträge. Ein weiterer marketingorientierter Aufgabenbereich beinhaltet den Satz und Druck wissenschaftlicher Poster, die Erstellung von Präsentationen, die Gestaltung von Broschüren, Flyern und Messeauftritten sowie den Aufbau und die Pflege der INP-Website. Mit der Gestaltung, Einführung und konsequenten Weiterführung des Corporate Designs und der Corporate Identity leistet das Marketing-Team einen wichtigen Beitrag bei der Initiierung von Drittmittelprojekten.

## Laufende Projekte

Im Innovationswettbewerb „Wirtschaft trifft Wissenschaft“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung hat das INP erfolgreich drei Projekte eingeworben. Mit den Fördermitteln in Höhe von rund 500.000 € wird das INP Greifswald in dem Projekt „Plasmatransfer MV“, gezielten Technologietransfer zur Stärkung der regionalen Wirtschaft realisieren. Dabei werden plasmagestützte Verfahren für bessere Produktion und Produkte in die betriebliche Praxis gebracht. Im Projekt „Leibniz-Transfer Nordost“ soll unter Federführung des INP die Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft durch miteinander kooperierende, gut ausgebildete Transferstellen an den fünf Leibniz-Instituten in Mecklenburg-Vorpommern verbessert werden. Im „Verbund Mikroelektronik“ werden die Kompetenzen einschlägiger Leibniz-Institute gebündelt und gemeinsam vermarktet, die Koordination liegt beim Berliner Ferdinand-Braun-Institut.



Zusammen mit dem Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) ist bereits 2008 das Vorhaben VALORES (Valorisation of Research Strategic Cooperation of Institutes) gestartet, eine strategische Kooperation zur Verwertung ihrer institutsübergreifenden Forschung. Damit soll die erfolgreiche Arbeit bei industriellen Forschungsaufträgen, Ausgründungen sowie beim Schutz und der Verwertung von Erfindungen systematisch ausgebaut werden. VALORES soll Modellcharakter für andere Forschungseinrichtungen haben und langfristig zu Forschungsk Kooperationen mit weiteren Partnern entlang von Wertschöpfungsketten führen.

In einer landesgeförderten Pilotmaßnahme zur Intensivierung der Gründungsaktivitäten verfolgt das INP die konsequente Identifizierung und Verwertung von Forschungsergebnissen mit Gründungspotenzial. Ein wichtiger Baustein ist dabei die klassische Forschungskoordination in biltateralen oder weiteren öffentlich geförderten Vorhaben. Im landesgeförderten Projekt „VentureMentor“ baut das INP ein hochrangiges Mentorennetzwerk für Existenzgründer auf. Ziel ist es, akademische Unternehmensgründungen und deren Protagonisten mit Hilfe hochrangiger Mentoren zu qualifizieren und damit die Wertschöpfung zu steigern. Das Projekt „Profitech“, unter Federführung des INP, will aufbauend auf einer fundierten Bedarfsanalyse und einem Benchmark, leibniz-spezifische Prozesse, wissenschaftsspezifische Kontexte, Methoden und Tools für den Technologietransfer erarbeiten, die auch Besonderheiten der einzelnen Sektionen berücksichtigen können. An den im Projekt beteiligten sieben Pilotinstituten wird dieses Kompetenz- und Methodenwissen (z. B. IT-Werkzeuge zur Potenzialanalyse, Technologiescreening) verfeinert. Es werden auf Verbandsebene die relevanten Leibniz-Gremien eng eingebunden, so dass die nachhaltige Nutzung der Erkenntnisse und Methoden in den Instituten bzw. Institutsverbänden erleichtert wird. Ein wichtiges Instrument dafür soll der Aufbau eines zentralen Pools transferfähigen Wissens der Leibniz-Institute sein. Besonders eng ist die Zusammenarbeit mit den Fachabteilungen im BMBF-geförderten ForMat-Projekt „Innoplas“. In drei pilotartigen Teilprojekten

Conplas (Erzeugung dünner Schichten), Plexc (plasmagestützte Pulverlackierungen) und ProTool (Entwicklungswerkzeuge zur Simulation) wird ein gemeinsames Innovationslabor aufgebaut. Ziele sind:

- Konsequente Verfolgung der F&E-Vorhaben mit drei Forscherteams
- Integration Markt-/Nutzerperspektive durch Projektkoordinator
- Entwicklung und Umsetzung von Verwertungskonzepten

InnoPlas soll nachhaltig als Keimzelle für die Entwicklung marktgängiger Anwendungen wirken und die Vewertungs-, Innovations- und Projektkultur weiter professionalisieren.

Das vom BMBF im Rahmen der D-Grid-Initiative für drei Jahre geförderte und vom INP koordinierte Verbundprojekt „Plasma-Technologie-Grid“ (kurz PT-Grid) hat als Hauptziel, kleinen und mittleren Unternehmen den Zugang zu komplexen plasma-technologischen Modellierungen und Simulationen auf der Grundlage der D-Grid-Computerinfrastruktur zu ermöglichen, welche fast unbegrenzte Rechen- und Speicherkapazitäten bietet. Neun geförderte industrielle und akademische Projektpartner aus den Bereichen Plasma- und Informationstechnologie, Software-Entwicklung und Betriebswirtschaft unterstützen, zusammen mit zehn assoziierten Partnern aus akademischen und industriellen Bereichen, einen oder mehrere Teile des in vier Teilprojekte aufgeteilten PT-Grid-Projekts. Im Rahmen der Teilprojekte bereiten die CFX Berlin Software GmbH, das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik, der Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik der Ruhr-Universität Bochum und das INP Greifswald ihre Plasmamodelle aus den Bereichen Schweißtechnik, Großflächenglasbeschichtung, Halbleiterherstellung und Plasmaabscheidung zur Anwendung in der D-Grid-Infrastruktur vor. Industriellen Anwendern soll es damit ermöglicht werden, plasmatechnische Modellrechnungen aus der wissenschaftlichen Forschung direkt vom Arbeitsplatz aus zu steuern und eigene Parameterstudien und Optimierungen vorzunehmen. Das Projekt ist organisatorisch wegen seines übergreifenden Charakters im Stab angesiedelt und wird inhaltlich von der Abteilung Plasmamodellierung betreut.



Als wesentliche Ergänzung und zur organisatorischen Unterstützung der Fachabteilungen und -gruppen gibt es am INP die Abteilung Verwaltung/Infrastruktur. Sie organisiert im Wesentlichen den reibungslosen wissenschaftlich-technischen Betriebsablauf. Beide Gebiete – Verwaltung und Infrastruktur – sind schlank angelegt.

Die Verwaltung des Instituts umfasst die Bereiche Personal, Beschaffung, Finanzen, Anlagenverwaltung und Projektabwicklung. Die Infrastruktur besteht aus der mechanischen Werkstatt, einer Glasbläserei, einer Elektronikwerkstatt, dem IT-/EDV-Bereich und einem Technologielabor. 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

- Austrian Research Centre, Seibersdorf, Österreich, Dr. Neubauer
- Centro de Estudios e Investigaciones Técnicas de Gipuzkoa, San Sebastian, Spanien  
Dr. Molina (gem. Projekt)
- Charité Berlin
  - Arbeitsgruppe Schlafforschung, Dr. Kunz (gem. Projekt)
  - Zentrum für Angewandte Hautphysiologie an der Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie Prof. Lademann (gem. Projekt)
- Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Experimentelle und Angewandte Physik  
Prof. Kersten (gem. Projekt)
- Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald (Kooperationsvertrag)
  - Institut für Biochemie  
Prof. Bornscheuer (gem. Projekt)
  - Institut für medizinische Biochemie und Molekularbiologie Dr. Schlosser (gem. Projekt)
  - Institut für Hygiene und Umweltmedizin  
Prof. Kramer (gem. Projekt)
  - Institut für Mathematik und Informatik  
Prof. Schmidt (gem. Projekt)
  - Institut für Pharmazie  
Prof. Weitschies, Dr. Wende, Prof. Lindequist (gem. Projekt)
  - Institut für Physik  
Prof. Hippler, Prof. Meichsner, PD Dr. Wagner, Dr. Wulff (gem. Projekte)
  - Klinik und Poliklinik für Hautkrankheiten  
Prof. Jünger (gem. Projekt)
  - Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- Ohrenkrankheiten  
Prof. Hosemann (gem. Projekt)
  - Zentrum für Forschungsförderung  
Dr. Seiberling (gem. Projekt)
- Fachhochschule Münster  
Fr. Gelbert (gem. Projekt)
  - Fachbereich Wirtschaft  
Prof. Baaken (gem. Projekt)
- Fachhochschule Stralsund
  - Fachbereich Maschinenbau  
Prof. Roßmanek (gem. Projekt)
  - Fachbereich Elektrotechnik und Informatik  
Prof. Wetenkamp (gem. Projekt)
  - Fachbereich Wirtschaft  
Prof. Klotz (gem. Projekt)
- Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik Berlin Dr. Gesche (gem. Projekt)
- Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, Bremen  
Dr. Lommatzsch (gem. Projekt)
- Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik, Braunschweig  
Dr. Sittering (gem. Projekt),  
Fr. Pflug (gem. Projekt),  
C. Brand (gem. Projekt)
- Fraunhofer-Institut für Werkstoff und Strahltechnik, Dresden Dr. Dani (gem. Projekt)
- Hahn-Meitner-Institut, Berlin,  
Dr. Bogdanoff (gem. Projekt)
- Hochschule Neubrandenburg
  - Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwirtschaften  
Prof. Schöne, Prof. Steffens (gem. Projekte)
- Innovationsstiftung Schleswig-Holstein  
Dr. Lüsse (gem. Projekt)
- Institut für Marine Biotechnologie Greifswald  
Dr. Lukowski (gem. Projekt)
- Institut für Polymertechnologien Wismar  
Prof. Hansmann (gem. Projekt)
- Institute of High Current Electronics, Tomsk  
Dr. Batrakov (gem. Projekt)  
Prof. Tanarro (gem. Projekt)
- Institut Préparatoire aux Etudes d'Ingénieur de Monastir, Tunesien  
Prof. Charrade (gem. Projekt)
- Laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas (LPGP), Universität Paris-Süd, Frankreich,  
Dr. Pasquier (gem. Projekt)
- Laboratoire de Physique et Technologie des Plasmas (LPTP), École Polytechnique, Palaiseau, Frankreich  
Dr. Rousseau (gem. Projekt)
- Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., Potsdam, Dr. Geyer (gem. Projekt)
- Leibniz-Institut für Atmosphärenphysik Kühlungsborn  
Dr. Hoffmann, Dr. Eixmann (gem. Projekt)
- Leibniz-Institut für Katalyse e.V.  
an der Universität Rostock  
Dr. Heller, Fr. Radtke (gem. Projekt)  
Dr. Junge, Dr. Richter (gem. Projekt)
- Leibniz-Institut für Kristallzüchtung  
Dr. Siche, Dr. Wollweber (gem. Projekte)
- Leibniz-Institut für Nutztierbiologie Dummerstorf  
Dr. Borowy, Frau Schluricke (gem. Projekt)
- Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde  
Dr. Hentzsch, Dr. Labrenz (gem. Projekt)
- Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik, Garching, Prof. Morfill (gem. Projekt)
- Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Greifswald  
PD Dinklage (gem. Projekt)

- Norddeutsche Life Science Agentur Norgenta  
Fr. Huhn, Fr. Alswede (gem. Projekt)
- Öresund Science Region  
Prof. Montelius (gem. Projekt)
- Öresund IT  
Hr. Gustafsson (gem. Projekt)
- Research Institute for Solid State Physics and Optics,  
Budapest, Ungarn  
Dr. Donkó
- Ruhr-Universität-Bochum  
- Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik  
Prof. Brinkmann (gem. Projekt)  
- Institut für Experimentalphysik  
Prof. Keudel (gem. Projekt)
- Staatliche Universität, St. Petersburg, Russland (Kooperationsvertrag)  
- Institut für Physik, Prof. Golubovskii, Prof. Lavrov  
(gem. Projekte)
- Technische Universität Berlin  
Dr. Hahn, Prof. Knorr, Dr. Rohn (gem. Projekt)
- Technische Universität Clausthal-Zellerfeld  
Prof. Gock (gem. Projekt)
- Technische Universität Dortmund  
Institut für Roboterforschung  
Prof. Schwiegelshohn (gem. Projekt)
- Technische Universität Stettin, Polen  
Dr. Holub (gem. Projekt)
- Universität Bayreuth  
- Lehrstuhl für Strategisches Management und Organisation  
Prof. Bouncken (gem. Projekt)
- Universität Münster  
Dr. Buscher (gem. Projekt)
- Universität Rostock (Kooperationsvertrag)  
Fakultät für Informatik und Elektrotechnik  
- Institut für Gerätesysteme und Schaltungstechnik  
(gem. Projekt), PD Dr. Ulrich Beck  
- Institut für Informatik, MICON - Start-Up-Labor  
Hr. Bazargani, Fr. Schwelgengräber (gem. Projekt)  
- Klinik für Innere Medizin  
Dr. Nebe, Prof. Rychly (gem. Projekt)  
- Lehrstuhl für Biophysik  
Prof. Gimsa (gem. Projekt)  
- Orthopädische Klinik  
Dr. Bader, Prof. Mittelmeier (gem. Projekt)
- Université de Pau, Frankreich  
Prof. Paillol (gem. Projekt)
- University of Ljubljana, Slovenien  
- Faculty of Mathematics and Physics  
Prof. Drevensek-Olenik (gem. Projekt)
- University of Cambridge, Großbritannien  
(Kooperationsvertrag)  
- Department of Chemistry  
Dr. Davies (gem. Projekt)
- University of Paris-North, LIMHP, Villetaneuse,  
Frankreich, Prof. Gicquel, Prof. Hassouni (gem. Projekt)
- University of South Bohemia, Tschechien  
Dr. Blasek (gem. Projekt)
- Wasserstofftechnologie-Initiative Mecklenburg-  
Vorpommern e.V., Rostock  
Dr. Buttkewitz (gem. Projekt)
- Leibniz Nordost – Journal der Leibniz-Institute  
in Mecklenburg Vorpommern
- ZIK plasmatis – organisatorische Begleitung und  
Vermarktung
- CRDS - Cavity Ring-Down User Meeting –  
organisatorische Begleitung & Mediengestaltung
- BNPT – Kompetenznetz BalticNet PlasmaTec
- INPLAS - Kompetenznetz Industrielle  
Oberflächentechnik
- Internationales Konsortium für Bioelektrik
- TZV – Technologiezentrum Vorpommern
- ATI Küste
- RWI - Regionale Wirtschaftsinitiative Ost Mecklenburg-  
Vorpommern e.V.
- interne Gremien:
  - Mitgliederversammlung
  - Kuratorium
  - Wissenschaftlicher Beirat
- Leibniz-Gemeinschaft:
  - Verwaltungsausschuss
  - Naturwissenschaftliche Sektion
  - Lenkungskreis Europa
  - Arbeitskreis Europa
  - Arbeitskreis Wissenstransfer
  - Arbeitskreis Recht
  - Arbeitskreis Bibliotheken
- externe Gremien:
  - BMBF-Ausschuss für opt. Technologie
  - Kuratorium Vakuum in Forschung und Praxis
  - Fachbeirat „Plasmaphysik“ der Deutschen  
Physikalischen Gesellschaft
- EU-Koordinierungsstelle (EUKOS) des Landes  
Mecklenburg-Vorpommern
- Nordallianz in der EU-Forschungsmittelinwerbung  
(MV, HH, SH)





## Publikationen

Basner, R.; Sigeneger, F.; Loffhagen, D.; Schubert, G.; Fehske, H.; Kersten, H.:

Particles as probes for complex plasmas in front of biased surfaces

New J. Phys. 11 (2009) 013041

Becker, M.; Loffhagen, D.; Schmidt, W.:

A stabilized finite element method for modeling of gas discharges

Comput. Phys. Commun. 180 (2009) 1230-1241

Bindemann, T.; Foest, R.; Ihrke, R.; Lommatzsch, U.; Ohl, A.; Schäfer, J.; Weltmann, K.-D.:

Plasma-assisted removal of organic contaminants inside cavities

Vacuum 83 (2009) 779-785

Blazek, J.; Bartos, P.; Basner, R.; Kersten, H.; Spatenka, P.:

Dust particles in collisionless plasma sheath with arbitrary electron energy distribution function

Eur. Phys. J. D 54 (2009) 219-224

Brandenburg, R.; Lange, H.; von Woedtke, Th.; Stieber, M.; Kindel, E.; Ehlbeck, J.; Weltmann, K.-D.:

Antimicrobial Effects of UV and VUV Radiation of Non-Thermal Plasma Jets

IEEE Trans. Plasma Sci. 37 (2009) 877-883

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

The transition between different modes of barrier discharges at atmospheric pressure

J. Phys. D: Appl. Phys. 42 (2009) 085208

Burakov V.S.; Nevar, A.A.; Nedelko M.I.; Savastenko, N.; Tarasenko, N.V.:

Spectroscopic diagnostic of submerged discharge in liquid

J. Appl. Spectrosc. 6 (2009) 907-914

Finke, B.; Schröder, K.; Ohl, A.:

On structure retention and water stability of microwave plasma polymerized films

Plasma Process. Polym. 6 (2009) S70-S74

Fritsche, A.; Haenle, M.; Zietz, C.; Mittelmeier, W.; Neumann, H.-G.; Heidenau, F.; Finke, B.; Bader, R.:

Mechanical Characterisation of Anti-infectious, Anti-allergic and Bioactive Coatings on Orthopaedic Implant Surfaces

J. Mater. Sci. Mater. Med. 44 (2009) 5544-5551

Gnybida, M.; Loffhagen, D.; Uhrlandt, D.:

Fluid Modeling and Analysis of the Constriction of the DC Positive Column in Argon

IEEE Trans. Plasma Sci. 17 (2009) 1208-1218

Golubovskii, Y.B.; Skoblo, A.Y.; Wilke, C.; Kozakov, R.; Nekuchaev, V.O.:

Peculiarities of the resonant structure of the electron distribution function in S-, P- and R-striations

Plasma Sources Sci. Technol. 18 (2009) 045022

Golubovskii, Yu. B.; Timofeev, A.; Gorchakov, S.; Loffhagen, D.; Uhrlandt, D.:

Population of resonance and metastable atoms in a cylindrical volume of finite size

Phys. Rev. E 79 (2009) 036409

Grubert, G.K.; Becker, M.M.; Loffhagen, D.:

Why the local-mean-energy approximation should be used in hydrodynamic descriptions instead of the local-field approximation

Phys. Rev. E 80 (2009) 036405

Grzegorzewski, F.; Schlüter, O.; Geyer, M.; Ehlbeck, J.; Weltmann, K.-D.; Kroh, L.; Rohn, S.:

Plasma-oxidative degradation of polyphenolics – Influence of non-thermal gas discharges with respect to fresh produce processing

Czech J. Food Sci. 27 (2009) S35-S39

Harnish, F.; Savastenko, N.; Zhao, F.; Steffen, H.; Brüser, V.; Schröder, U.:

Comparative study on the performance of pyrolyzed and plasma - treated iron(II) phthalocyanine - based catalysts for oxygen reduction in pH neutral electrolyte solutions

J. Power Sources 193 (2009) 86-92

Hempel, F.; Artyushenko, V.; Röpcke, J.; Weichbrodt, F.:

Application of quantum-cascade-lasers and pir-fibres for the monitoring of industrial plasma processes

J. Phys.: Conf. Series 157 (2009) 012003

Hübner, M.; Röpcke, J.:

On the destruction of volatile organic compounds using a dielectric pellet bed reactor

J. Phys.: Conf. Series 157 (2009) 012004

Lang, N.; Röpcke, J.; Steinbach, A.; Wege, S.:

Wafer2wafer etch monitor via in situ QCLAS

IEEE Trans. Plasma Sci. 37 (2009) 2335-2341



Lang, N.; Röpcke, J.; Zimmermann, H.; Steinbach, A.; Wege, S.:

Insitu monitoring of plasma etch processes with a quantum cascade laser arrangement in semiconductor industrial environment

J. Phys.: Conf. Series 157 (2009) 012007

Lange, H.; Foest, R.; Schäfer, J.; Weltmann, K.-D.:

Vacuum UV Radiation of a Plasma Jet operated with Rare Gases at Atmospheric Pressure

IEEE Trans. Plasma Sci. 37 (2009) 859-865

Loffhagen, D.; Sigeneger, F.:

Advances in Boltzmann equation based modelling of discharge plasmas

Plasma Sources Sci. Technol. 18 (2009) 034006

Majumdar, A.; Ummanni, R.; Schröder, K.; Walther, R.; Hippler, R.:

Cancer cells (MCF-7, Colo-357 and LNCaP) viability on amorphous hydrogenated carbon nitride film deposited by dielectric barrier discharge plasma

J. Appl. Phys. 106 (2009) 034702

Ohl, A.; Besch, W.; Steffen, H.; Foest, R.; Arens, M.; Wandel, K.:

Surface Coating by Repeated Plasma-Assisted Grafting and Cross-Linking of Molecular Precursors

Plasma Process. Polym. 6 (2009) 425-433

Pipa, A. V.; Röpcke, J.:

Mid-infrared spectrum of the exhaust gas of an atmospheric plasma jet (APPJ) working with an argon-air mixture

IEEE Trans. Plasma Sci. 37 (2009) 1000-1003

Popov, S.A.; Batrakov, A.V.; Methling, R.; Uhrlandt, D.; Weltmann, K.-D.:

Spectroscopic Study of a Single Vacuum Arc Cathode Spot

IEEE Trans. Plasma Sci. 37 (2009) 1419-1425

Porokhova, I. A.; Winter, J.; Sigeneger, F.; Loffhagen, D.; Lange, H.:

Investigation of a low-pressure He-Xe discharge in spot mode

Plasma Sources Sci. Technol. 18 (2009) 015013

Richter, A.; Testrich, H.; Wagner, H.-E.; Loffhagen, D.; Wilke, C.:

Dynamic behaviour of an oxygen dc discharge

J. Plasma Phys. 75 (2009) 71-84

Roeker, S.; Boehm, S.; Diederichs, S.; Bode, F.; Quade, A.; Korzhikov, V.; van Griensven, M.; Tennikova, T.; Kasper, C.:

A study on the influence of biocompatible composites with bioactive ligands towards their effect on cell adhesion and growth for the application in Bone Tissue Engineering

J. Biomed. Mater. Res. B 91 (2009) 153-162

Schröder, K.; Busse, B.; Steffen, H.; Ohl, A.; Quade, A.; Weltmann, K.-D.:

Configuration of plasma processes for the generation of a chemical triple pattern for cell-based RNA arrays

Plasma Process. Polym. 6 (2009) S46-S50

Schäfer, J.; Foest, R.; Ohl, A.; Weltmann, K.-D.:

Miniaturized Atmospheric Pressure Plasma Jet (APPJ) – Characterization of Self-organized Regimes

Plasma Phys. Control. Fusion 51 (2009) 124045

Schäfer, J.; Foest, R.; Quade, A.; Ohl, A.; Meichsner, J.; Weltmann, K.-D.:

Carbon-free SiO<sub>x</sub> Films Deposited from Octamethylcyclotetrasiloxane (OMCTS) by an Atmospheric Pressure Plasma Jet (APPJ)

J. Phys. D: Appl. Phys. 54 (2009) 211-217

Schäfer, J.; Foest, R.; Quade, A.; Ohl, A.; Weltmann, K.-D.:

Chemical composition of SiO<sub>x</sub> films deposited by an atmospheric pressure plasma jet (APPJ)

Plasma Process. Polym. 6 (2009) S519-S524

Stepanov, S.; Welzel, S.; Röpcke, J.; Meichsner, J.:

Time-resolved QCLAS measurements in pulsed cc-rf CF<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> plasmas

J. Phys.: Conf. Series 157 (2009) 012008

Stranak, V.; Cada, M.; Quaas, M.; Block, S.; Bogdanowicz, R.; Kment, S.; Wulff, H.; Hubicka, Z.; Helm, Ch.A.; Tichy, M.; Hippler, R.:

Physical properties of homogeneous TiO<sub>2</sub> films prepared by high power impulse magnetron sputtering as a function of crystallographic phase and nanostructure

J. Phys. D: Appl. Phys. 42 (2009) 105204

Tatanova, M.; Golubovskii, Y.B.; Smirnov, A.S.; Seimer, G.; Basner, R.; Kersten, H.:

About the electron stochastic heating in a capacitively coupled low-pressure argon rf-discharge

Plasma Sources Sci. Technol. 18 (2009) 025026



Weltmann, K.-D.; Kindel, E.; Brandenburg, R.; Meyer, Ch.; Bussiahn, R.; Wilke, Ch.; von Woedtke, Th.:  
Atmospheric pressure plasma jet for medical therapy: plasma parameters and risk estimation  
Contrib. Plasma Phys. 49 (2009) 631

Welzel, S.; Lombardi, G.; Davies, P.B.; Engeln, R.; Schram, D.C.; Röpcke, J.:  
Using quantum cascade lasers with resonant optical cavities as a diagnostic tool  
J. Phys.: Conf. Series 157 (2009) 012009

Welzel, S.; Stepanov, S.; Meichner, J.; Röpcke, J.:  
Application of quantum cascade laser absorption spectroscopy to studies of fluorocarbon molecules  
J. Phys.: Conf. Series 157 (2009) 012010

Wendt, M.; Peters, S.; Loffhagen, D.; Kloss, A.; Kettlitz, M.:  
Breakdown characteristics of high pressure xenon lamps  
J. Phys. D: Appl. Phys. 42 (2009) 185208

## Beiträge zu Monographien

Ehlbeck, J.; Brandenburg, R.; Foest, R.; Kindel, E.; Krohmann, U.; Rackow, K.; Stieber, M.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.:  
Decontamination of Heat-Sensitive Polymer Surfaces Using Low Temperature Plasma Technology  
in: Polymer Surface Modification: Relevance to Adhesion, Volume 5, ed. Mittal, K. L.; Koninklijke Brill NV, Leiden 2009, 381-394  
Schröder, K.; Busse, B.; Steffen, H.; Quade, A.; Weltmann, K.-D.; Ohl, A.:  
Plasma-induced modification of polymer surfaces with widely different adhesion characteristics for cell-based RNA arrays  
in: Polymer Surface Modification: Relevance to Adhesion, Vol. 5, ed. Mittal, K. L.; Koninklijke Brill NV, Leiden 2009, 63-75

## Tagungsbeiträge

Baeva, M.; Uhrlandt D.:  
Simulation studies of a magnetically rotating arc  
Proc. 18th Symp. on Physics of Switching Arc (2009) 115-118

Baeva, M.; Uhrlandt D.; Weltmann, K.-D.:  
3D MHD modeling of outside vapor deposited silicon dioxide  
Proc. 19th ISPC (2009) P2.2.44

Brandenburg, R.; Hoder, T.; Basner, R.; Weltmann, K.-D.:  
On the spatial and temporal development of repetitive microdischarges in a one-sided barrier discharge arrangement in air at atmospheric pressure  
Proc. 19th ISPC (2009) P2.4.12

Brüser, V.; Kutschera, S.; Steffen, H.; Schubert, T.:  
Metallisation of carbon nanofibres by Physical Vapor Deposition  
Proc. 19th ISPC (2009) P1.8.47

Brüser, V.; Weltmann, K.-D.:  
Plasmatechnologien für die Entwicklung von Brennstoffzellenkomponenten  
Tagungsbd. 16. Symp. "Nutzung regener. Energiequellen u. Wasserstofftechn." (2009) 45-48

Bussiahn, R.; Kindel, E.; Pipa, A.:  
Characterization of a miniaturized dielectric barrier discharge as source of pulsed XeCl excimer radiation at 308 nm  
Proc. 29th ICPIG CD-Rom (2009) PB15-4

Demchuk, D.; Golubovskii, Yu.; Gorchakov, S.; Loffhagen, D.; Sigeneger, F.; Timofeev, A.; Uhrlandt, D.:  
Influence of reabsorption and inhomogeneous absorption of plasma radiation on the spatial distribution of excited atoms  
Proc. 29th ICPIG CD-ROM (2009) PB5-3

Finke, B.; Bergemann, C.; Lüthen, F.; Schröder, K.; Rychly, J.; Ohl, A.:  
Plasma polymer deposition for improved cell differentiation control  
Proc. 19th ISPC (2009) P3.13.12

Franke, St.; Kozakov, R.:  
Spectra optimization with respect to different methods assessing the color rendering and biological effectiveness  
Proc. 11th European Lighting Conference (2009) 375-378

Fricke, K.; Quade, A.; Schröder, K.; Ohl, A.; von Woedtke, Th.:  
Comparison of chemical surface modification by Atmospheric Pressure micro-Plasma Jet (APPJ) on different polymers  
Proc. 19th ISPC (2009) P1.8.29

Gnybida, M.; Loffhagen, D.; Uhrlandt, D.; Sigeneger, F.:  
Fluid modelling of the constriction of the dc column plasma in rare gases  
Proc. 29th ICPIG (2009) PA10-2

Golubovskii, Yu.; Gorchakov, S.; Loffhagen, D.; Timofeev, A.; Uhrlandt, D.:  
Modelling of transport phenomena in low-pressure plasmas  
Proc. 19th ISPC (2009) P2.2.29

Grubert, G. K.; Becker, M. M.; Loffhagen, D.:  
Reasons for the usage of the local-mean-energy approximation instead of the local-field approximation  
Proc. 19th ISPC (2009) O2.04

Grubert, G.K.; Becker, M.M.; Sigenege, F.; Loffhagen, D.:  
Comparison of electron Boltzmann calculations and Monte Carlo simulations for spatially inhomogeneous, bounded plasmas  
Proc. 29th ICPIG (2009) PB5-2

Grzegorzewski, F.; Schlüter, O.; Ehlbeck, J.; Schröder, K.; Kroh, L.W.; Rohn, S.:  
Plasma-chemical reactions at phenolic surfaces – Influence on non-thermal plasmas with respect to fresh produce processing  
Proc. 19th ISPC (2009) P1.3.28

Kettlitz, M.; Wendt, M.; Peters, S.; Kloss, A.:  
Comparison of surface and volume breakdown in high pressure xenon model lamps  
Proc. 29th ICPIG (2009) PB15-2

Majumdar, A.; Ummani, R.; Schröder, K.; Walther, R.; Hippler, R.:  
Cytocompatibility of aH-CN<sub>x</sub> films deposited by CH<sub>4</sub>/N<sub>2</sub> DBD plasmas with respect To HEK, PC12 and Cancer cell lines  
Proc. 19th ISPC (2009) P3.13.27

May, F.; Savastenko, N.; Brüser, V.; Lopatik, D.A.; Nevar, A.A.; Butsen, A.V.; Tarasenko, N.V.; Burakov V.S.:  
Ar:O<sub>2</sub> Plasma Treatment of CuFeS<sub>2</sub> Nanoparticles  
Proc. 6th Int. Conf. on Plasma Physics and Plasma Technology 1 (2009) 382-385

Müller, S.; Zahn, R.-J.; Anklam, K.; Langner, H.:  
Reactor configurations for the plasma treatment of waste air  
Proc. 19th ISPC (2009) P1.5.29

Nevar, A.A.; Tarasenko, N.V.; Burakov V.S.; Savastenko, N.; Brüser, V.:  
Plasma-assisted synthesis and modification of ZnO nanoparticles  
Proc. 6th Int. Conf. on Plasma Physics and Plasma Technology 1 (2009) 398-401

Quade, A.; Schröder, K.; Ohl, A.:  
Plasma deposition of nanoscale difluoromethylene-dominated coatings  
Proc. 19th ISPC (2009) P1.8.13

Röpcke, J.; Davies, P.B.; Glitsch, S.; Hempel, F.; Lang, N.; Nägele, M.; Rousseau, A.; Wege, S.; Welzel, S.:  
Diagnostics of molecular plasmas and trace gas analysis using mid infrared lasers  
Proc. of SPIE: Quantum Sensing and Nanophotonic Devices VI 7222 (2009) 722205-1

Savastenko, N.; Brüser V.; Anklam, K.:  
Plasma-assisted synthesis of porphyrin-based catalyst  
Proc. 19th ISPC (2009) O10.02

Savastenko, N.; Brüser, V.; Anklam, K.; Schmuhl, A.; Junge, H.:  
Modifizierung platinfreier metallorganischer Katalysatoren mittels Niedertemperaturplasmen  
Tagungsbd. 16. Symp. "Nutzung regener. Energiequellen u. Wasserstofftechn." (2009) 168-172

Savastenko, N.; Brüser, V.; Anklam, K.; Schmuhl, A.; Junge, H.:  
Plasma-assisted synthesis of electrocatalysts  
Proc. 6th Int. Conf. on Plasma Physics and Plasma Technology 2 (2009) 596-599

Schäfer, J.; Foest, R.; Ohl, A.; Weltmann, K.-D.:  
Komplexe FTIR-, EDX-, und SEM-Analyse von SiO<sub>x</sub>Cy-Hz-Schichten auf der Basis von Oktamethylzyklotetrasiloxan, erzeugt im miniaturisierten, nichtthermischen Atmosphärendruckplasma  
Tagungsbd. 17. NDVaK (2009) 97-101

Schäfer, J.; Quade, A.; Foest, R.; Ohl, A.; Weltmann, K.-D.:  
Chemical Constitutions and temperature stability of SiO<sub>x</sub> Plasma Polymer Films Created by an Atmospheric Pressure Plasma Jet (APPJ)  
Proc. 4th CAPPSSA (2009) 114-117

Schäfer, J.; Vogelsang, A.; Foest, R.; Ohl, A.:  
Experimental analysis of the temperature conditions of a miniaturized Atmospheric pressure plasma jet during thin film deposition  
Proc. 19th ISPC (2009) P2.4.04

Schröder, K.; Finke, B.; Polak, M.; Ohl, A.; Lukowski, G.; Nebe, J.B.; Bader, R.; Schlosser, M.; Weltmann, K.-D.:  
Plasma processes for cell-adhesive and antimicrobial titanium surfaces  
Proc. 19th ISPC (2009) O13.10



Tarasenko, N.V.; Nevar, A.; Savastenko, N.; Nedelko, M.:

Electrical discharge plasma in liquid for nanoparticles fabrication

Proc. 19th ISPC (2009) P2.15.03

Uhrlandt, D.; Baeva, M.; Kosse, S.; Kozakov, R.; Methling, R.; Schneidenbach, H.; Weltmann, K.-D.; Popov, S.; Batrakov, A.:

Simulation and Diagnostics of Switching Arc Plasmas  
Proc. 18th Symp. on Physics of Switching Arc (2009) 89-98

Vogelsang, A.; Ohl, A.; Steffen, H.; Weltmann, K.-D.:  
Effects of air entrainment on surface modification by an atmospheric pressure argon microplasma jet  
Proc. 19th ISPC (2009) P1.8.32

von Woedtke, Th.; Jünger, M.; Kocher, Th.; Kramer, A.; Lademann, J.; Lindequist, U.; Weltmann, K.-D.:  
Plasma medicine - therapeutic application of physical plasmas  
IFMBE Proceedings 25 (2009) 82-83

Walter, C.; Brüser, V.; Quade, A.; Weltmann, K.-D.:  
Fabrication of copper polypyrrole films by dual PECVD/PVD process  
Proc. 19th ISPC (2009) P1.8.30

## Eingeladene Vorträge

Brandenburg, R.; Kindel, E.; von Woedtke, Th.; Ehlbeck, J.; Weltmann, K.-D.:

Atmosphärendruckplasmaquellen für biomedizinische Anwendungen: Möglichkeiten und Herausforderungen

eingeladener Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Greifswald/Deutschland 2009

Brandenburg, R.; Kindel, E.; Weltmann, K.-D.:  
Plasma sources for biomedical applications: Types – Parameters – Challenges

eingeladener Vortrag, 2nd Int. Workshop on Plasma-Tissue Interactions, Greifswald/Deutschland 2009

Brüser, V., Weltmann, K.-D.:

Die Anwendung von Plasmatechnologien zur Behandlung von Baureststoffen und Abfällen

eingeladener Vortrag, Sektionstreffen "Bauwirtschaft", Neubrandenburg/Deutschland 2009

Brüser, V.; Weltmann, K.-D.:

Plasmatechnologien für die Entwicklung von Brennstoffzellenkomponenten

eingeladener Vortrag, Tagung der AG "Biogene Gase - Brennstoffzellen", München/Deutschland 2009

Ehlbeck, J.:

Evaluierung und Qualitätssicherung

eingeladener Vortrag, DGQ-Veranstaltung, Greifswald/Deutschland 2009

Ehlbeck, J.:

Plasma in der Lebensmitteltechnologie - Chemie und Technologie

eingeladener Vortrag, 17. Sitzung AG Lebensmitteltechnologie u. -sicherheit d. SKLM, Berlin 2009

Foest, R.:

Anwendungen moderner Plasmatechnologien für die Behandlung von Kunststoffoberflächen - ein Überblick

eingeladener Vortrag, IKV-Fachtagung, Aachen/Deutschland 2009

Foest, R.; Schäfer, J.; Ohl, A.; Weltmann, K.-D.:

Miniaturized Atmospheric Pressure Plasma Jet (APPJ) – Characterization of Self-organized Regimes

eingeladener Vortrag, 36th EPS, Sofia/Bulgaria 2009

Franke, St.:

Plasmalichtquellen. Physik und Anwendung

eingeladener Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Greifswald/Deutschland 2009

Gnybida, M.:

Study of constricted dc discharge in argon: the role of radiation trapping

eingeladener Vortrag, German-Russian Scientific Forum, Greifswald/Germany 2009

Gorchakov, S.:

Description of radiation transport phenomena in the low-temperature plasma in 1D geometry

eingeladener Vortrag, German-Russian Scientific Forum, Greifswald/Germany 2009

Gorchakov, S.:

Study of anode region of free-burning arcs by a two-temperature model

eingeladener Vortrag, German-Russian Scientific Forum, Greifswald/Germany 2009

Jünger, M.; Kramer, A.; Kocher, Th.; Lademann, J.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.:

Plasmabasierte Anwendungen in der Medizin: Chancen, Risiken, Hoffnungen, Bedingungen  
eingeladener Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasma-physik, Berlin 2005

Kettlitz, M.; Wendt, M.; Peters, S.; Kloss, A.:

Comparison of surface and volume breakdown in high pressure xenon model lamps  
eingeladener Vortrag, 29th ICPIG, Cancun/Mexico 2009

Loffhagen, D.:

Fluid and hybrid modelling of gas discharge plasmas  
eingeladener Vortrag, German-Russian Scientific Forum, St. Petersburg/Russia 2009

Loffhagen, D.:

Kinetic modeling of gas discharges  
eingeladener Vortrag, 62nd GEC, Saratoga Springs/USA 2009

Loffhagen, D.:

Modelling of gas discharge plasma  
eingeladener Vortrag, German-Russian Scientific Forum, Greifswald/Germany 2009

Röpcke, J.:

Quantum Cascade Laser Absorption Spectroscopy - a new method to study molecular plasma components  
eingeladener Vortrag, 14th LAPD, Castelbrando/Italy 2009

Röpcke, J.; Davies, P.B.; Glitsch, S.; Hempel, F.; Lang, N.; Nägele, M.; Rousseau, A.; Wege, S.; Welzel, S.:

Diagnostics of molecular plasmas and trace gas analysis using mid infrared lasers  
eingeladener Vortrag, SPIE Photonics West, San Jose/USA 2009

Schäfer, J.; Foest, R.; Ohl, A.; Weltmann, K.-D.:

Komplexe FTIR-, EDX-, und SEM-Analyse von SiOxCy-Hz-Schichten auf der Basis von Oktamethylzyklotetrasiloxan, erzeugt im miniaturisierten, nichtthermischen Atmosphärendruckplasma  
eingeladener Vortrag, 17. NDVaK, Dresden/Deutschland 2009

Schneidenbach, H.; Franke, St.; Wendt, M.:

Approximations of the radiation transport for self-reversed spectral lines  
eingeladener Vortrag, German-Russian Scientific Forum, Greifswald/Germany 2009

Schröder, K.; Finke, B.; Polak, M.; Lüthen, F.; Nebe, J.B.; Rychly, J.; Bader, R.; Lukowski, G.; Walschus, U.; Schlosser, M.; Ohl, A.; Weltmann, K.-D.:

Plasmachemical Modification of Titanium Implant Surfaces Using Nanoscale Copper in a Cell-adhesive Interface

eingeladener Vortrag, 1st Sino-German Symp. on Adv. Biomed. Nanostructures, Jena/Germany 2009

Schröder, K.; Finke, B.; Polak, M.; Lüthen, F.; Nebe, J.B.; Rychly, J.; Bader, R.; Lukowski, G.; Walschus, U.; Schlosser, M.; Ohl, A.; Weltmann, K.-D.:

Gas-discharge Plasma-Assisted Functionalization of Titanium Implant Surfaces

eingeladener Vortrag, THERMEC, Berlin/Germany 2009

Stranak, V.; Quaas, M.; Steffen, H.; Bogdanowicz, R.; Wulff, H.; Hubicka, Z.; Hippler, R.:

Deposition and Physical Properties of Thin TiO<sub>2</sub> films Prepared by Magnetron Sputtering

eingeladener Vortrag, 1st Int. EJC-PISE Workshop, Riga/Latvia 2009

Uhrlandt, D.:

Modelling and diagnostics of switching and welding arcs

eingeladener Vortrag, German-Russian Scientific Forum, Greifswald/Germany 2009

Uhrlandt, D.:

Optical emission spectroscopy of arc plasmas

eingeladener Vortrag, German-Russian Scientific Forum, St. Petersburg/Russia 2009

Uhrlandt, D.; Baeva, M.; Kosse, S.; Kozakov, R.; Methling, R.; Schneidenbach, H.; Weltmann, K.-D.; Popov, S.; Batrakov, A.:

Simulation and Diagnostics of Switching Arc Plasmas

eingeladener Vortrag, 18th Symp. on Physics of Switching Arc, Brno/Czech Republic 2009

von Woedtke, Th.; Weltmann, K.-D.:

Plasmamedizin – ein modernes Anwendungsfeld der Plasmaphysik

eingeladener Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasma-physik, Greifswald/Deutschland 2009

Weltmann, K.-D.; Brandenburg, R.; Daeschlein, G.; Jünger, M.; Kindel, E.; Kramer, A.; Stieber, M.; von Woedtke, Th.:

Atmospheric pressure plasma sources - requirements and selected applications in biology and medicine

eingeladener Vortrag, 2nd Int. Conf. on Plasma Medicine, San Antonio/USA 2009

Weltmann, K.-D.; Brandenburg, R.; Ehlbeck, J.; Kindel, E.; Stieber, M.; von Woedtke, Th.:  
Atmospheric pressure plasma sources – prospective tools for plasma-medicine  
eingeladener Vortrag, 19th ISPC, Bochum/Germany 2009

Wulff, H.; Quaas, M.; Ahrens, H.; Helm, C.A.:  
Festkörper-Plasma-Chemie – neue Reaktionswege in der Metallhydrid-Synthese  
eingeladener Vortrag, 17. NDVaK, Dresden/Deutschland 2009

## Vorträge

Anklam, K.; Müller, S.; Zahn, R.-J.; Langner, H.:  
Abbau von MEK mit einer plasmagestützten Küchenhaube  
Vortrag, 14. Fachtagung Plasmatechnologie, Wuppertal/Deutschland 2009

Baeva, M.; Uhrlandt, D.; Weltmann, K.-D.:  
3D MHD Modelling of an inductively coupled plasma torch  
Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Greifswald/Deutschland 2009

Baeva, M.; Uhrlandt, D.; Weltmann, K.-D.:  
Investigation of an ICP torch plasma for the SiO<sub>2</sub> deposition utilizing 3D MHD-simulations  
Vortrag, 36th ICOPS, San Diego/California 2009

Batrakov, A.; Popov, S.; Methling, R.; Uhrlandt, D.; Weltmann, K.-D.:  
Study of a single cathode spot in vacuum produced by short voltage pulses  
Vortrag, 36th ICOPS, San Diego/California 2009

Becker, M.; Loffhagen, D.:  
Modellierung einer Argonhochdruckglimmentladung mittels FEM  
Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Greifswald/Deutschland 2009

Becker, M.M.; Loffhagen, D.; Schmidt, W.:  
Modeling of high pressure glow discharges using a finite element method  
Vortrag, DMV-Kongress, Graz/Österreich 2009

Bornholdt, S.; Wolter, M.; Kersten, H.; Weltmann, K.-D.; Häckel, M.:  
Behandlung von Polymeroberflächen mit einem Atmosphärendruck-Plasmajet  
Vortrag, 17. NDVaK, Dresden/Deutschland 2009

Bornholdt, S.; Wolter, M.; Kersten, H.; Weltmann, K.-D.; Häckel, M.:  
Behandlung von Polymeren mit einem Atmosphärendruck-Plasmajet  
Vortrag, Plasmatechnologie, Wuppertal/Deutschland 2009

Brandenburg, R.:  
Plasma technology = environmental technology  
Vortrag, Workshop "Plasma and Environment", Frankfurt am Main/Germany 2009

Brandenburg, R.; Basner, R.; Reich, W.; Weltmann, K.-D.:  
Plasma as an environmental technology: Non-thermal plasmas for the reduction of pollutants and odours  
Vortrag, 29th IACHEM, Frankfurt am Main/Deutschland 2009

Brüser, V.; Savastenko, N.; Anklam, K.:  
Plasmamodifizierung von Katalysatoren für Brennstoffzellen  
Vortrag, Plasmatechnologie, Wuppertal/Deutschland 2009

Brüser, V.; Weltmann, K.-D.:  
Plasmatechnologien für die Entwicklung von Brennstoffzellenkomponenten  
Vortrag, Symp. Nutzung regenerativer Energiequellen u. Wasserstofftechnik, Stralsund 2009

Daeschlein, G.; von Woedtke, Th.; Darm, K.; Arnold, A.; Kindel, E.; Brandenburg, R.; Weltmann, K.-D.; Jünger, M.:  
Antibacterial activity of atmospheric pressure plasma jet (APPJ) against typical wound pathogens in vitro  
Vortrag, 2nd Int. Conf. on Plasma Medicine, San Antonio/USA 2009

Ehlbeck, J.; Hadrath, S.; Rackow, K.; Sigeneger, E.; Uhrlandt, D.; Weltmann, K.-D.; Lieder, G.; Lieberer, M.:  
Laser induced fluorescence measurements on W- and Ba atoms eroded from fluorescent lamp electrodes  
Vortrag, 14th LAPD, Castelbrando/Italy 2009

Franke, St.; Kozakov, R.:  
Spectra optimization with respect to different methods assessing the color rendering and biological effectiveness  
Vortrag, Lux Europa, Istanbul/Turkey 2009



Franke, St.; Schöpp, H.; Aaroud, Z.; Charrada, K.; Zisis, G.:

Experimental and theoretical study of the warm-up of a high-pressure mercury discharge close to steady state

Vortrag, 36th ICOPS, San Diego/California 2009

Gnybida, M.; Loffhagen, D.; Uhrlandt, D.:

Fluid Modeling of the Constriction of the DC Column Plasma in Argon

Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Greifswald/Deutschland 2009

Gorchakov, S.; Golubovskii, Yu.; Loffhagen, D.; Timofeev, A.; Uhrlandt, D.:

Modellierung von Strahlungstransportphänomenen in zylindrischen Volumen endlicher Dimension

Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Greifswald/Deutschland 2009

Gorchakov, S.; Golubovskii, Yu.; Loffhagen, D.; Timofeev, A.; Uhrlandt, D.:

Modellierung von Strahlungstransportphänomenen in zylindrischen Volumen endlicher Dimension

Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Greifswald/Deutschland 2009

Grubert, G. K.; Becker, M. M.; Loffhagen, D.:

Reasons for the usage of the local-mean-energy approximation instead of the local-field approximation

Vortrag, 19th ISPC, Bochum/Germany 2009

Grubert, G.; Becker, M.; Loffhagen, D.:

Warum die LMEA anstelle der LFA Verwendung finden sollte

Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Greifswald/Deutschland 2009

Grzegorzewski, F.; Ehlbeck, J.; Geyer, M.; Kroh, L.W.; Rohn, S.; Schlüter, O.:

Einfluß von Niedertemperaturplasmen auf sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe am Beispiel ausgewählter polyphenolischer Verbindungen

Vortrag, 45. Gartenbauwissenschaftliche Tagung, Berlin/Deutschland 2009

Grzegorzewski, F.; Schlüter, O.; Ehlbeck, J.; Kroh, L.W.; Rohn, S.:

Plasma-oxidative degradation of polyphenolics – Influence of non-thermal gas discharges with respect to fresh produce processing

Vortrag, Chemical Reactions in Foods VI - EuCheMS, Prague/Czech Republic 2009

Grzegorzewski, F.; Schlüter, O.; Ehlbeck, J.; Kroh, L.W.; Rohn, S.:

Influence of non thermal plasma-immanent reactive species on the stability and chemical behaviour of bioactive compounds

Vortrag, Euro Food Chem XV, Kopenhagen/Denmark 2009

Grzegorzewski, F.; Schlüter, O.; Ehlbeck, J.; Kroh, L.W.; Rohn, S.:

Effect of atmospheric pressure plasma treatment on the stability of flavonoids

Vortrag, CIGR 5th Int. Postharvest Symp., Potsdam/Germany 2009

Grzegorzewski, F.; Schulz, E.; Schlüter, O.; Ehlbeck, J.; Kroh, L.W.; Rohn, S.:

Einfluss von Niedertemperaturplasmen auf polyphenolische Verbindungen in Feldsalat

Vortrag, GDL-Kongress Lebensmitteltechnologie, Lemgo/Deutschland 2009

Grzegorzewski, F.; Schlüter, O.; Ehlbeck, J.; Kroh, L.W.; Rohn, S.:

Niedertemperaturplasmen – Schonendes Verfahren zur Sterilisation minimal prozessierter pflanzlicher Lebensmittel?

Vortrag, 38. Deutscher Lebensmittelchemiker-Tag, Berlin/Deutschland 2009

Hannemann, M.:

New Method for the Determination of the Electron Temperature from Langmuir Probe Characteristics

Vortrag, 8th IWEP, Innsbruck/Austria 2009

Hannemann, M.; Antufjew, A.; Borgmann, K.; Hempel, F.; Ittermann, T.; Röpcke, J.; Völzke, H.; Welzel, S.:

Multi-species detection in exhaled breath samples using infrared laser absorption spectroscopy

Vortrag, Int. Conf. on Breath and Breath Odor Research, Dortmund/Deutschland 2009

Häkel, M.:

Arbeiten und Forschen an außeruniversitären Forschungseinrichtungen

Vortrag, EUKOS-Infoveranstaltung "Nachwuchsförderung", Greifswald/Deutschland 2009

Häkel, M.:

More Competitive Proposals for European Funding

Vortrag, 5th Materials Days, Rostock/Germany 2009

Hübner, M.; Röpcke, J.:

VOC destruction in a dielectric, packed-bed plasma reactor

Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Greifswald/Deutschland 2009



Kettlitz, M.; Kozakov, R.; Kühn, S.; Gesche, R.; Porteanu, H.:  
Microwave excitation of metal halide plasma lamps  
Vortrag, 36th ICOPS, San Diego/California 2009

Kozakov, R.; Gött, G.; Schöpp, H.; Heinz, G.; Hoffmann, F.:  
Nutzung spektraler Informationen des Schweißlichtbogenplasmas zur Beurteilung des Prozesses  
Vortrag, Plasmatechnologie, Wuppertal/Deutschland 2009

Kozakov, R.; Schöpp, H.; Rudolph, H.; Seltsmann, S.; Kunz, D.:  
Melatonin suppression by plasma light sources. Project PLACAR  
Vortrag, Lux Europa, Istanbul/Turkey 2009

Lang, N.; Röpcke, J.; Steinbach, A.; Wege, S.:  
In situ diagnostic in etch plasmas for process control with quantum cascade laser absorption spectroscopy  
Vortrag, 17th Int. Coll. on Plasma Processes (CIP), Marseille/France 2009

Loffhagen, D.:  
Hybridmodellierung einer He-Xe-Niederdrucklampenentladung  
Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Greifswald/Deutschland 2009

Maurer, H.; Basner, R.; Kersten, H.:  
Micro-Particles as thermal plasma probes  
Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Greifswald/Deutschland 2009

Müller, S.; Zahn, R.-J.; Mleczko, N.:  
Untersuchungen zur Abscheidung von Aerosolen  
Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Greifswald/Deutschland 2009

Oehmigen, K.; Hähnel, M.; Weltmann, K.-D.; von Wödtke, Th.:  
Chemical analysis of reactive species formed by atmospheric pressure air plasma in liquids  
Vortrag, DPhG Jahrestagung, Jena/Deutschland 2009

Quaas, M.; Stranak, V.; Cada, M.; Hubicka, Z.; Schröder, K.; Weltmann, K.-D.; Hippler, R.:  
Physical properties of multi-structural thin Ti-Cu films deposited by High Power Impulse Magnetron Sputtering  
Vortrag, Int. Symp. on Reactive Sputter Deposition, Manchester/UK 2009

Rackow, K.:  
Investigation of Barium evaporation and diffusion in fluorescent lamps  
Vortrag, 36th ICOPS, San Diego/California 2009

Röpcke, J.; Glitsch, S.; Hempel, F.; Lang, N.; Welzel, S.; Weltmann, K.-D.:  
High sensitive infrared spectroscopy - a new technique for research and industry  
Vortrag, 29thACHEMA, Frankfurt am Main/Deutschland 2009

Savastenko, N.; Brüser, V.; Anklam, K.; Schmuhl, A.; Junge, H.:  
Plasma-assisted synthesis of electrocatalysts  
Vortrag, 6th Int. Conf. on Plasma Physics and Plasma Technology, Minsk/White Russia 2009

Schmidt, M.; Kettlitz, M.; Schneidenbach, H.:  
Einfluß von Metallhalogeniden auf das Elektrodenverhalten in Hochdrucklampen  
Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Greifswald/Deutschland 2009

Schmidt, M.; Kettlitz, M.; Schneidenbach, H.:  
Influence of metal halides on the behaviour of electrodes in high intensity discharge lamps  
Vortrag, 29th ICPIG, Cancun/Mexico 2009

Schneidenbach, H.; Kozakov, R.; Uhrlandt, D.:  
Bestimmung der Elektronendichte in einem durch Ablation kontrollierten PTFE-Hochstrom-Lichtbogen  
Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Greifswald/Deutschland 2009

Schröder, K.; Finke, B.; Polak, M.; Ohl, A.; Jesswein, H.; Bader, R.; Schlosser, M.; Lukowski, G.; Weltmann, K.-D.; Nebe, J.B.:  
Erzeugung bioaktiver Implantatoberflächen mit Niederdruckplasmen  
Vortrag, Jahrestagung AK Plasma, Kiel/Deutschland 2009

Sigeneger, F.; Rackow, K.; Uhrlandt, D.; Ehlbeck, J.:  
Transport von Barium in Fluoreszenzlampen  
Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Greifswald/Deutschland 2009

Steffen, H.; Schröder, K.; Weltmann, K.-D.:  
Effect of nitrogen doping on properties of TiOxNy thin films prepared by High Power Impulsed Magnetron Sputtering  
Vortrag, Int. Symp. on Reactive Sputter Deposition, Manchester/UK 2009

von Woedtke, Th.; Oehmigen, K.; Foerster, S.; Hähnel, M.; Wilke, C.; Weltmann, K.-D.:  
The role of acidification for antimicrobial efficacy of atmospheric pressure plasma in liquids  
Vortrag, 2nd Int. Conf. on Plasma Medicine, San Antonio/USA 2009

Walter, C.; Brüser, V.; Quade, A.; Weltmann, K.-D.:  
Fabrication of copper-polypyrrole films by dual PECVD/PVD process  
Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Greifswald/Deutschland 2009

Walter, C.; Brüser, V.; Weltmann, K.-D.:  
Fabrication of Copper Polypyrrole Films By Dual PECVD/PVD Process  
Vortrag, 17th Int. Coll. on Plasma Processes (CIP), Marseille/France 2009

Welzel, S.; Davies, P.B.; Engeln, R.; Röpcke, J.:  
Cavity enhanced absorption spectroscopy using room temperature quantum cascade lasers  
Vortrag, European Geosciences Union (EGU) General Assembly, Wien/Österreich 2009

Welzel, S.; Stepanov, S.; Meichner, J.; Röpcke, J.:  
Time resolved studies on pulsed fluorocarbon plasmas using pulsed QCL  
Vortrag, 8th FLTPD, Blansko/Tschechien 2009

Wende, K.; Landsberg, K.; Lindequist, U.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.:  
Microorganisms and human cells - can cold atmospheric plasma act selectively?  
Vortrag, 2nd Int. Conf. on Plasma Medicine, San Antonio/USA 2009

Wende, K.; Landsberg, K.; Lindequist, U.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.:  
Cold atmospheric pressure plasmas and their potential in wound disinfection  
Vortrag, DPhG Jahrestagung, Jena/Deutschland 2009

Wiese, R.; Kersten, H.; Häckel, M.; Weltmann, K.-D.:  
Eine kontinuierlich arbeitende Sonde zur Messung des Energieeinstromes bei plasmatechnologischen Prozessen  
Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Greifswald/Deutschland 2009

Wiese, R.; Kersten, H.; Weltmann, K.-D.:  
Aktive Thermosonde zur kontinuierlichen Messung des Energieeinstromes bei plasmatechnologischen Prozessen  
Vortrag, 17. NDVaK, Dresden/Deutschland 2009

Wiese, R.; Kersten, H.; Weltmann, K.-D.:  
Aktive Thermosonde zur Messung des Energieeinstromes – Stand der Entwicklung  
Vortrag, 16. Erfahrungsaustausch Oberflächentechnologien, Mühlleithen/Deutschland 2009

Wiese, R.; Kersten, H.; Weltmann, K.-D.:  
Eine kontinuierlich arbeitende Sonde zur Messung des Energieeinstromes bei plasmatechnologischen Prozessen  
Vortrag, Workshop Plasma- und Oberflächentechnik, Ilmenau/Deutschland 2009

Wolter, M.; Bornholdt, S.; Häckel, M.; Kersten, H.:  
Treatment of polymers with an atmospheric pressure plasma jet  
Vortrag, 4th SVST / 8th DVG, Koszalin/Poland 2009

Zimmermann, S.; Blaschka, F.; Schaller, M.; Lang, N.; Zimmermann, H.; Rülke, H.; Röpcke, J.; Schulz, S.E.; Gessner, T.:  
Improvement of etch processes for SiCOH materials with novel in situ diagnostic and evaluation methods  
Vortrag, 26th AMC, Baltimore/USA 2009

## Patente (erteilt)

Im Jahre 2009 wurden keine Patente erteilt.

## Promotionen / Habilitationen

Grubert, G.:  
Kinetik der Ladungsträger und neutralen Spezies in anisothermen, molekularen Entladungsplasmen  
Promotion, Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald  
20.01.2009

Welzel, S.:  
New Enhanced Sensitivity Infrared Laser Spectroscopy Techniques Applied to Reactive Plasmas and Trace Gas Detection  
Promotion, Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald  
09.10.2009



Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V.

Felix-Hausdorff-Str. 2 // 17489 Greifswald

Tel.: 03834 / 554 300 // Fax: 03834 / 554 301

[www.inp-greifswald.de](http://www.inp-greifswald.de)



2009  
Jahresbericht