

# JAHRESBERICHT 2010/2011

LEIBNIZ-INSTITUT FÜR PLASMAFORSCHUNG UND TECHNOLOGIE E.V.





# JAHRESBERICHT 2010/2011

LEIBNIZ-INSTITUT FÜR PLASMAFORSCHUNG UND TECHNOLOGIE E.V.

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)

[welcome@inp-greifswald.de](mailto:welcome@inp-greifswald.de)

## Unser Wissen ist Ihr Erfolg.

Sehr geehrte Damen und Herren,

im Jahr 2012 begeht das INP Greifswald sein 20-jähriges Jubiläum. Das ist Grund zur Freude und ein Ansporn für die nächsten Jahre. Wir stellen uns in Greifswald den Herausforderungen und aktuellen Trends in einem verstärkt global agierenden Umfeld. Dabei erschließt unsere Forschung 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 Prototypen. Wir haben Experten für die zukunftsweisenden Plasmatechnologien: Neue Materialien, Funktionelle Oberflächen, Biomedizintechnik, Umwelttechnologie sowie Plasmen für verfahrens- und energietechnische Anwendungen. 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 geworden ist.

Ich wünsche Ihnen eine interessante und anregende Lektüre unseres Zweijahresberichtes und würde mich freuen, wenn wir Sie auf unser Institut neugierig gemacht haben.

Mit besten Grüßen



Prof. Dr. Klaus-Dieter Weltmann  
Institutsdirektor

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Highlights 2010/2011	6
Forschungsbereiche (FB), Forschungsschwerpunkte (FS)	9
FB 1 Oberflächen & Materialien	10
▪ FS Oberflächen	11
- Funktionelle Schichten (GP)	12
- Plasma und optische Technologien	13
- Sonderforschungsbereich Transregio 24 (TR24) Komplexe Plasmen TP B12	14
▪ FS Materialien	15
- Pulvermodifizierung (GP)	16
- Verbundprojekt „Effizienzsteigerung der Meeresforschungstechnik“ (VEM)	17
- Plasmabehandlung von Mineraloberflächen zur Rohstoffgewinnung durch Flotation	18
FB 2 Umwelt & Energie	20
▪ FS Schadstoff	21
- Filamentierte Plasmen (GP)	22
- Geschichtete Mikroentladungen	23
- Behandlung von Dieselabgasen	24
- Innovative Atmosphärendruck-Plasmaprozesse	25
▪ FS Umwelt	26
- Plasmachemie (GP) - Plasma Wand Wechselwirkung in Molekülplasmen	27
- Quantenkaskadenlasersysteme für die industrielle Gassensorik und Prozesskontrolle	28
▪ FS Energie	29
- Lichtbögen (GP)	30
- Schweißlichtbögen	31
- Vakuumkathodenspots	32
FB 3 Biologie & Medizin	34
▪ FS Plasmamedizin/Dekontamination	35
- Plasmaquellen für die biomedizinische Forschung	36
- Plasma und Zelle (GP)	37
- Plasma und Lebensmittel	38
▪ FS Plasmabiologie/Biomaterialien	39
- Erzeugung biorelevanter Oberflächen mit Normaldruckplasmen (GP)	40
- Stimulierung des Zellwachstums in dreidimensionalen Stützgerüsten durch plasmagestützte Oberflächenveredlungen (Biophil)	41
▪ FS Bioelectronics	42
- DC-Plasmajet (GP)	43
Zentrum für Innovationskompetenz Zelluläre Effekte	44
- Vergleichbarkeit verschiedener Plasmabehandlungen bzw. Plasmaquellen auf humane Zellen	45
Zentrum für Innovationskompetenz Extrazelluläre Effekte	46
- Diagnostik, Modellierung und Design plasmamedizinisch relevanter reaktiver Komponenten	47
Organisationseinheiten	48
▪ Plasmastrahlungstechnik	50
▪ Plasmaprozesstechnik	51
▪ Plasmaoberflächentechnik	52
▪ Plasmadiagnostik	53
▪ Plasmamodellierung	54
▪ Plasmaquellen	56
▪ Stab & Marketing	58
▪ Verwaltung & Infrastruktur	62
Kooperationen	64
Publikationen	70
Monographien	78
Tagungsbeiträge	79
Eingeladene Vorträge	84
Vorträge	86
Patente/Promotionen, Diplom- und Masterarbeiten	92

## Vorwort

Das INP sieht sich als eines der führenden europäischen Zentren auf dem Gebiet der angewandten Grundlagenforschung von Niedertemperaturplasmen und deren technischen Anwendungen. Das Institut hat die Aufgabe Vorlauf-forschung auf dem Gebiet von technisch relevanten Plasmen durchzuführen. Auf der einen Seite ist zu konstatieren, dass häufig die technischen Anwendungen dem Verständnis des Plasmas vorausseilen auf der anderen Seite eröffnet man durch ein besseres Verständnis neue Anwendungsmöglichkeiten. So ist es möglich gewesen, wesentliche Erkenntnisse der Wirkung von Plasmen auf Zellen, Gewebe und Pharmaka aufzudecken. Mit ihren Untersuchungen hat das INP bedeutende Beiträge zur neu etablierten Plasmamedizin geleistet. Neue plasmatechnische Ergebnisse fanden Eingang in die Energie- und Umwelttechnik.

Um den technologischen Herausforderungen unserer Zeit gerecht zu werden, ist interdisziplinäre Forschung das Gebot der Stunde. So arbeiten in den Forscherteams Physiker, Mathematiker, Chemiker, Biologen und Pharmazeuten, um ein besseres Verständnis für die große Komplexität der zu untersuchenden Vorgänge zu erlangen. Unabdingbar sind hierfür modernste Diagnosemethoden. Das INP entwickelt moderne, flexible und mobile Diagnostiksysteme für die Plasma-, Gas- und Oberflächenanalyse, die in Zusammenarbeit mit Partnern eingesetzt werden können. Auf dieser Grundlage konnte das INP neue Anwendungsfelder der Plasmatechnologie eröffnen, z.B. im Bereich Life Science, und der wissenschaftlichen Gemeinschaft, Kooperationspartnern sowie der Industrie Lösungsvorschläge anbieten, die das Spektrum von der effizienten Grundlagenforschung bis hin zum Prototypen abdecken: „Von der Idee bis zum Prototyp“. Zur Sicherung dieses hohen Standards ist die Aus- und Weiterbildung des wissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Nachwuchses am INP von herausragender Bedeutung.

Die Strategie des INP wird konsequent durch die Struktur des Instituts unterstützt. Diese besitzt eine Matrixstruktur: inhaltlich nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten aufgeteilt existieren 3 Forschungsbereiche (FB) mit einer Anzahl von Forschungsschwerpunkten (FS); organisatorisch und personell gliedert sich das INP in 7 Organisationseinheiten (plus Stab und Verwaltung).

Die organisatorischen Einheiten stellen das Personal für die Bearbeitung der Projekte innerhalb der Forschungsbereiche zur Verfügung und sichern den Erhalt des Know-hows und dessen zielgerichteten Ausbau. Den Kern bilden thematisch und methodisch spezialisierte Projektgruppen, denen die Bearbeitung der detaillierten Themen der Forschungsbereiche obliegt. Kooperation ist bei übergreifenden Aufgaben Normalität.

Die Verwaltungs- und Infrastrukturaufgaben sind in einer gesonderten Abteilung zusammengefasst. Der Stab unterstützt die Geschäftsleitung in den Bereichen Technologietransfer, strategische EU-Projekteinwerbung, Öffentlichkeitsarbeit, Projektmanagement, Rechts- und Patentberatung. Diese Struktur wird auch in Zukunft hinreichend flexibel bezüglich des sich rasant ändernden Umfelds sein, insbesondere bei applikationsnahen Themen aber auch bei neuen Themen der Grundlagenforschung. Weiterhin wird auf diese Weise eine schnelle und kundenspezifische Bearbeitung von Dritt-mittelprojekten – sowohl direkten bilateralen Industrieprojekten als auch öffentlich geförderten Projekten – gewährleistet.

# Highlights 2010/2011

## Einweihung Zentrum für Innovationskompetenz (ZIK) plasmatis

Der 2009 begonnene Erweiterungsbau des BMBF-geförderten ZIK plasmatis wurde am 24. August 2010 feierlich eröffnet. Das Gebäude dient vor allem der interdisziplinären Forschung der beiden Nachwuchsforschergruppen „Zelluläre Effekte“ und „Extrazelluläre Effekte“. Zahlreiche Gäste aus Bundes- sowie regionaler Politik und Wirtschaft feierten zusammen mit den INP-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeitern den Einzug in das neue Gebäude. Es bietet auf 540 Quadratmetern neben acht Laboren auch Platz für Büroräume.

## Konferenzen GD 2010 und ICPM-3

Im September war das INP Greifswald Ausrichter zweier herausragender, internationaler Konferenzen, die insgesamt fast 400 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler anlockten. Die „XVIII. International Conference on Gas Discharges and Their Applications (GD)“ fand vom 5. bis 10. September 2010 statt. 190 Teilnehmerinnen und Teilnehmer nahmen an etwa 140 Vorträgen – davon acht Invited Talks – und drei Workshops teil.

Die traditionsreiche Tagungsreihe „International Conferences on Gas Discharges and Their Applications“ wurde zum ersten Mal 1970 in London veranstaltet. Nach 1997 war sie im September 2010 zum zweiten Mal zu Gast in Greifswald.

Die „3<sup>rd</sup> International Conference on Plasma Medicine“ (ICPM-3) war die erste ICPM überhaupt, die außerhalb der USA stattfand und mit 180 Teilnehmerinnen und Teilnehmern auch die erfolgreichste. An sechs Tagen, vom 19. bis 24. September, gab es insgesamt 78 Vorträge. Im Rahmen der ICPM-3 wurden insgesamt drei Forscherinnen und Forscher für ihre wissenschaftliche Arbeit ausgezeichnet. Den Best Student Award gewann Katja Fricke, Doktorandin am INP Greifswald.

## Parlamentarischer Abend Leibniz Nordost

Die Leibniz-Institute aus Mecklenburg-Vorpommern trafen sich am 21. Juni 2011 im Schweriner Schloss zu einem Parlamentarischen Abend. INP, IAP, IOW, FBN und LIKAT präsentierten sich den Parlamentariern mit ihren vielseitigen Forschungsthemen. Zu Gast waren zahlreiche Mitglieder des Schweriner Landtags sowie der Landwirtschaftsminister Dr. Till Backhaus. Organisiert wurde der Parlamentarische Abend Leibniz Nordost von der neoplas GmbH.

## Campus PlasmaMed II

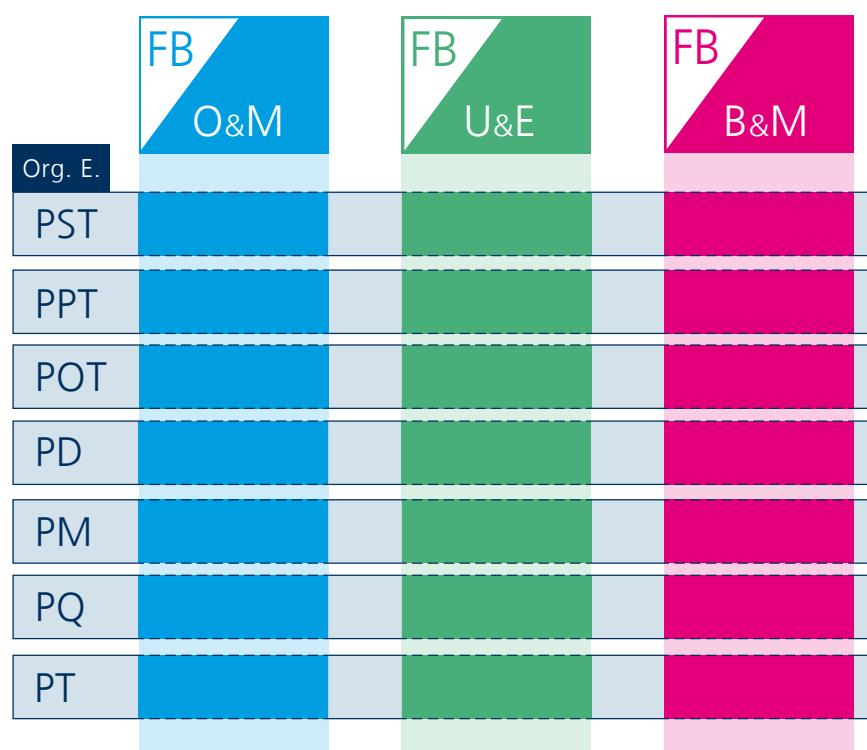
Nach positivem Abschluss der ersten Förderphase Ende 2010 startete der Campus PlasmaMed mit einer weiteren Förderung im Rahmen des BMBF-Programms „Spitzenforschung und Innovation in den Neuen Ländern“ nahtlos am 01.01.2011 in die zweite Phase. Über 5,7 Mio. EUR Fördermittel verteilen sich somit bis September 2013 auf insgesamt 10 Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft. Das INP ist mit einer Fördersumme von 2,3 Mio. EUR wieder federführend in diesem Konsortium tätig. Die Leitung von zwei der sechs Leitthemen liegt beim INP, welches zudem in ein weiteres Leitthema eingebunden ist. Zusammen mit der Universitätsmedizin Greifswald wurde zudem ein Antrag auf eine klinische Studie zur Bekämpfung von Mykose mit Plasma vorbereitet und eingereicht, was einen wichtigen Schritt in Richtung der praktischen Anwendung von Plasmen in der Medizin darstellt.

## Erfolgreiche Besetzung von W2- und W3-Professuren

In Kooperation mit der Universität Rostock wurden 2011 die W3-Professur für Hochspannungs- und Hochstromtechnik sowie die W2-Professur für Bioelectronics besetzt. Die Berufung des weltweit ersten Professors (W2) für Plasmamedizin erfolgte in Kooperation zwischen der Universitätsmedizin Greifswald und dem INP im Juni 2011.



Dr. Till Backhaus (r.) im Gespräch mit Prof. Weltmann (l.) und Prof. Schwerin (FBN) während des Parlamentarischen Abends



Matrixstruktur mit Forschungsbereichen (FB) und Organisationseinheiten (Org. E.)

### FB Oberflächen & Materialien

FS Oberflächen

FS Materialien

### FB Umwelt & Energie

FS Schadstoff

FS Umwelt

FS Energie

### FB Biologie & Medizin

FS Plasmamedizin/Dekontamination

FS Plasmabiologie/Biomaterialien

FS Bioelectrics

### Organisationseinheiten

Plasmastrahlungstechnik (PST)

Plasmaprozesstechnik (PPT)

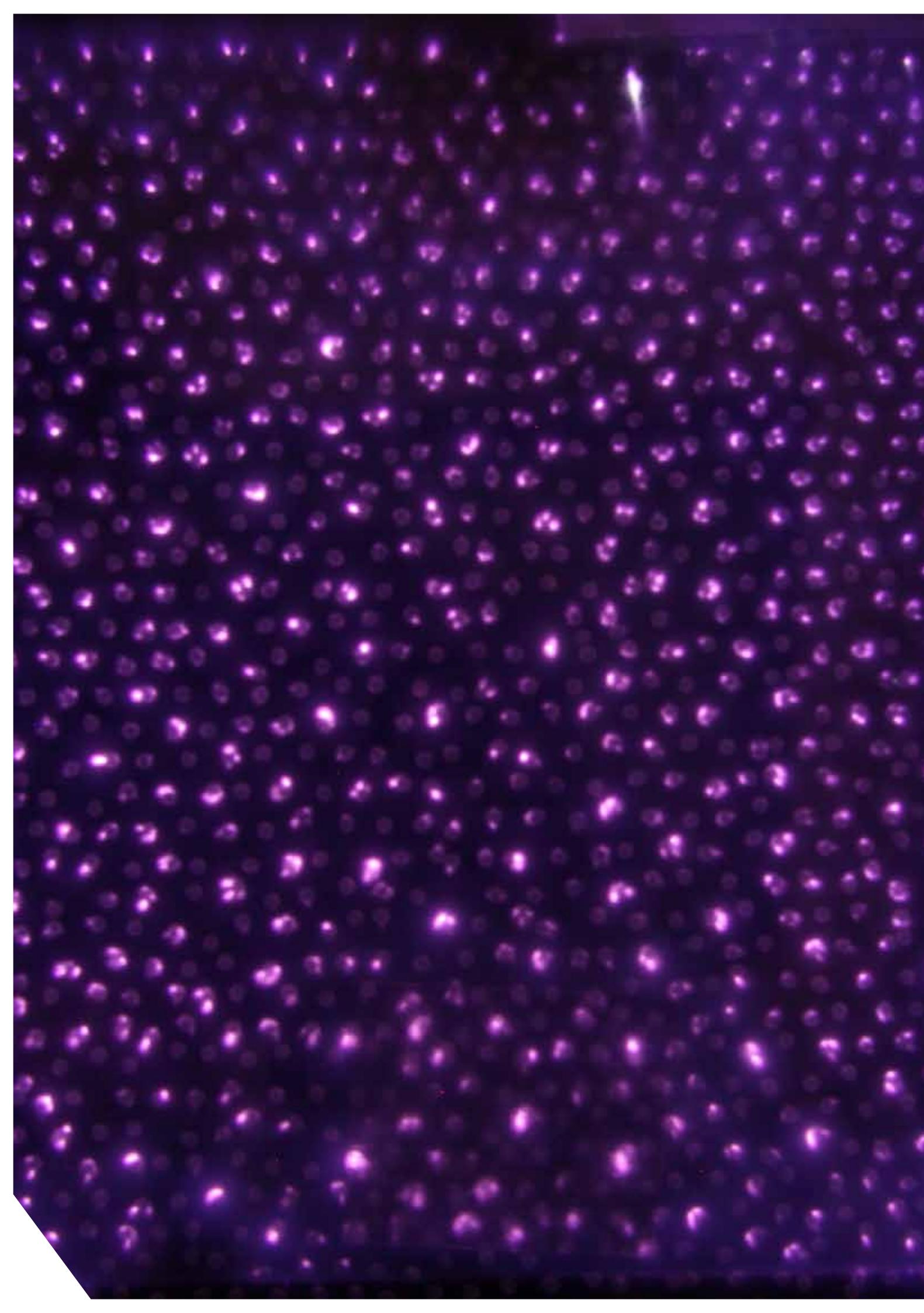
Plasmaoberflächentechnik (POT)

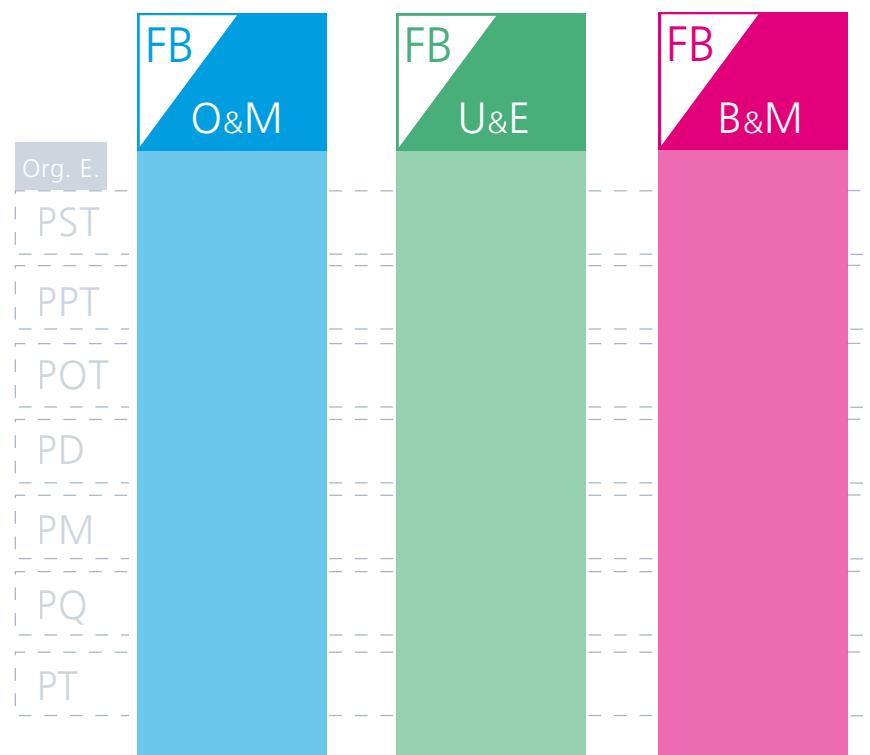
Plasmadiagnostik (PD)

Plasmamodellierung (PM)

Plasmaquellen (PQ)

Plasmabiotechnologie (PT)\*





Matrixstruktur mit Forschungsbereichen (FB) und Organisationseinheiten (Org. E.)

## FB Oberflächen & Materialien

FS Oberflächen

FS Materialien

## FB Umwelt & Energie

FS Schadstoff

FS Umwelt

FS Energie

## FB Biologie & Medizin

FS Plasmamedizin/Dekontamination

FS Plasmabiologie/Biomaterialien

FS Bioelectrics

## Organisationseinheiten

Plasmastrahlungstechnik (PST)

Plasmaprozessestechnik (PPT)

Plasmaoberflächentechnik (POT)

Plasmadiagnostik (PD)

Plasmamodellierung (PM)

Plasmaquellen (PQ)

Plasmabiotechnologie (PT)\*



# FORSCHUNGS- BEREICH 1

## OBERFLÄCHEN & MATERIALIEN

### FB 1 - Überblick

Im Forschungsbereich „Oberflächen & 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 plasmagestützte Verfahren zur Herstellung von Hochleistungs-Dünnenschichtoptiken erforscht. 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)
- Plasma und optische Technologien (Seite 13)
- TR 24 Komplexe Plasmen TP B12 (Seite 14)

#### FS Materialien

- Pulvermodifizierung (GP, Seite 16)
- Verbundprojekt „Effizienzsteigerung der Meeresforschungstechnik“ (VEM) (Seite 17)
- Plasmabehandlung von Mineraloberflächen zur Rohstoffgewinnung durch Flotation (Seite 18)

## Forschungsschwerpunkt - Oberflächen

### Vorbemerkungen

Plasmen sind heute unverzichtbares Arbeitsmittel zur Herstellung hochwertiger funktioneller Schichten und der Schlüssel für innovative Oberflächen und neue Produkte. Dabei erstreckt sich das Spektrum der Einsatzbereiche von der Steuerung der Grenzflächeneigenschaften durch die Beeinflussung der chemisch-funktionellen Gruppen auf der Oberfläche bis hin zur Herstellung von dünnen Schichten und deren Strukturierung auf den unterschiedlichsten Materialien und Geometrien. Die vielfältigen und gefragten Anwendungen begründen sich durch eine Reihe von prozesstechnischen Vorteilen von Plasmaverfahren, wie eine niedrige thermische Belastung der Bauteile, Umweltfreundlichkeit, gute Spaltgängigkeit sowie eine äußerst geringe Beeinflussung der Grundmaterialeigenschaften bei gleichzeitig guter Eignung zur Bearbeitung auch chemisch inerter Materialien. Gleichwohl steigen die Anforderungen an Plasmaverfahren hinsichtlich der Qualität und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse und der Möglichkeit zur Einbindung in Prozessabläufe. Vielfach sind plasmagestützte Fertigungsprozesse bereits hoch optimiert, wobei allerdings die Optimierung zumeist auf der Auswertung der erzielten Oberflächen- bzw. Schicht-eigenschaften basiert und die Prozesssteuerung anhand von leicht zugänglichen äußeren Meßgrößen erfolgt. Mit diesen Methoden werden jedoch aufgrund der Einengung von Toleranzen der Spezifikationen insbesondere bei hochwertigen Beschichtungen wie z.B. bei der Architekturglasbeschichtung oder bei der Hochleistungs-Dünnschichtoptik die Grenzen der Wirtschaftlichkeit erreicht. Hier ist eine neue Qualität der Prozesssteuerung, basierend auf der Erfassung der eigentlichen Plasmakenngrößen sowie der Einströmungen aus dem Plasma auf die Oberfläche nötig.

Im Forschungsschwerpunkt wurden hierzu Beiträge geleistet. Die bessere Beherrschung der im Plasma ablaufenden Vorgänge führt schließlich zu definierteren Schichtabscheidungsprozessen und damit zu überlegenen Produkten.

Im Niederdruckbereich wurde an Fragen zur Erzeugung hochwertiger optischer Schichten mit Hilfe der Plasma-Ionen gestützten Deposition (PIAD) gearbeitet. Ein weiteres Projekt widmete sich der Ausrüstung von Architekturglas mit neuen Eigenschaften.

Im Normaldruckbereich wurden Fortschritte bei der lokalen Abscheidung von funktionellen Schichten mit Hilfe eines nichtthermischen, miniaturisierten Plasmajets sowohl bei der experimentellen Untersuchung, als auch bei der Simulation der Fluidodynamik erreicht. Neben der Herstellung von funktionellen Schichten auf der Basis siliziumhaltiger Schichten gelang die Abscheidung fluorhaltiger und stickstoffhaltiger Polymerschichten unter Normaldruck. Damit konnte die im INP verfügbare Auswahl von Plasmaprozessen zur Oberflächenmodifizierung und zur Erzeugung von dünnen Schichten durch PE-CVD Prozesse erweitert werden.

### Anwendungspotenzial

#### Funktionelle Beschichtungen mit Plasma-CVD

- Erhöhung der Kratzfestigkeit
- Steuerung der Gasdurchlässigkeit
- Korrosionsschutz

#### Optische Schichten durch PVD und ionenstrahlgestützte Plasmaverfahren

- Oxidschichten
- Optische Filter
- Antireflexschichten
- Photokatalytische Schichten

#### Plasmachemische Oberflächenfunktionalisierung

- für unterschiedliche Materialien: Polymere, Metalle, Dielektrika (auch hitzeempfindliche Stoffe)
- Erzeugung hydrophiler/hydrophober Oberflächen
- Verklebbbarkeit und Bedruckbarkeit chemisch inerter Materialien (Kunststoffe)

## Funktionelle Schichten (GP)

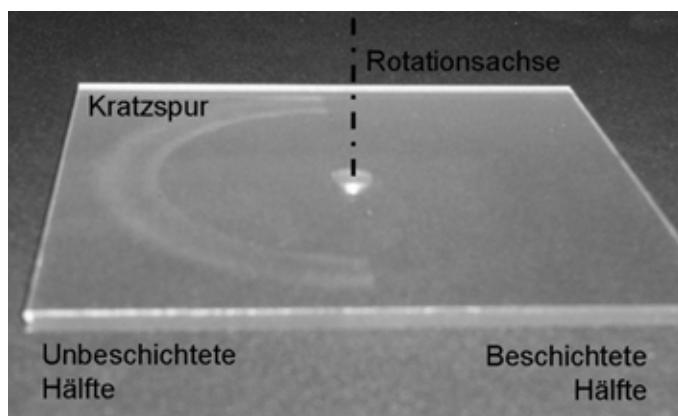
### Problemstellung

Für die Herstellung von Schichten mit breitem Funktionspektrum auf diversen Oberflächen haben sich plasmagestützte Beschichtungsprozesse bewährt. So lassen sich mittels PE-CVD Verfahren Schichten mit steuerbarer variabler chemischer Struktur erzeugen. Eine aus siliziumorganischen Ausgangsstoffen hergestellte Schicht mit vertikal variierenden Eigenschaften (Gradientenschicht) sichert beispielsweise eine gute Haftung auch auf flexiblen Unterlagen, während ihre Oberfläche durch eine dichte, geschlossene Struktur ausgezeichnet ist, die Anwendungen als Permeationsbarriere auf Kunststoffen oder im Korrosionsschutz findet. Hydrophobe Beschichtungen beinhalten oft fluorhaltige Bestandteile. Allerdings ist die Abscheidung von fluorhaltigen Schichten aus perfluorierten Kohlenwasserstoffen unter Normaldruck noch problematisch. Darüber hinaus kann bei der lokal begrenzten Schichtabscheidung unter Normaldruck eine in lateraler Richtung vorhandene Änderung der chemischen Struktur der kondensierenden Schicht zu einer ungewollten Erhöhung der räumlichen Inhomogenität und damit zu verschlechterter Qualität (Dichte, Pin-hole-Freiheit, Brechungsindex) führen.

### Lösungsansatz

Es wurde eine für die PE-CVD angepasste Jet-Geometrie (APPJ) zur Herstellung von SiOx-Schichten einerseits und fluor- bzw. stickstoffhaltigen Funktionalisierungen andererseits erforscht.

Zur Schichtabscheidung wird die Quelle in einem für die Steuerbarkeit der Schichteigenschaften förderlichen Entladungsregime (Locked Mode) betrieben. Die Schichtabscheidungsexperimente werden durch ein 2-dimensionales Fluidmodel flankiert. Der Nachweis der kontrollierten chemischen Zusammensetzung erfolgt durch den komplexen Einsatz von Verfahren der Oberflächenanalytik.



Kratzfeste SiOx-Schicht auf Polykarbonat, unter Normaldruck hergestellt  
(Taber test, CS5- filz, 1000 u)

### Technologischer Nutzen

Die gewonnenen Ergebnisse bieten Potenzial, um Funktionsschichten unter Normaldruck in bisher nicht bekannter Qualität hinsichtlich der lateralen Homogenität und einer kontrollierbaren chemischen Zusammensetzung herzustellen, so dass Applikationen wie z.B. Passivierungsschichtsysteme für komplexe (3D) Bauteile (z.B. Sensoren), Korrosionsschutzschichten, Barriereschichten, Schichten zur selektiven Wirkstofffreigabe, Beschichtungen zur Steuerung der Benetzzbarkeit und lokale Beschichtungen an schwer zugänglichen Geometrien (z.B. Kanten, Kavitäten) ermöglicht werden. Weiteren, seitens der Anwender geforderten Aspekten wie der Verbesserung der Energieeffizienz, der Reduzierung des Materialeinsatzes und der Verringerung der Investkosten sowie der Steigerung der Depositionsraten ohne Qualitätseinbußen wird Rechnung getragen.

### Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

Erstmals konnten mit einer lokal wirksamen Jet-Plasmaquelle fluorhaltige, hydrophobe Schichten im Normaldruckbereich hergestellt und charakterisiert werden. Die atomare Zusammensetzung, die Bindungsverhältnisse und die Oberflächenmorphologie von SiOx-Schichten wurde systematisch mittels Schicht- und Oberflächenanalytik (FTIR, XPS, REM) bestimmt. Ausgehend von den Messergebnissen konnte ein Prozess zur dynamischen Abscheidung einer SiOx-Schicht auf größeren Flächen entwickelt werden. Diese transparente Vergütungsschicht verbessert nachweislich die Kratzfestigkeit von Polycarbonat und PMMA.

### Vorhaben 2012

- Lokale Abscheidung von oxidischen und nitridischen Schichten unter Normaldruck mit alternativen Precursorverbindungen
- Herstellung von Hybridschichten durch Kopplung von PVD und PE-CVD
- Dynamische Behandlung von 3-D Substraten unter Normaldruck durch 6-Achsen-Verfahrsystem

## Plasma und optische Technologien

### Problemstellung

Für die Herstellung von hochwertigen Komponenten für die Dünnschichtoptik, z.B. Laserfilter oder dielektrische Spiegel werden u.a. Verfahren der Plasma-Ionen gestützten thermischen Deposition (PIAD) eingesetzt. Die Forderungen der Reproduzierbarkeit der Schichteigenschaften (Brechungsindex, Schichtspannung, Schichtdicke, Absorption) im Promille-Bereich sind für komplexe Schichtsysteme mit der herkömmlichen, empirischen Herangehensweise nicht mehr zu erfüllen. Das in-situ Monitoring der Prozesse beschränkt sich derzeit auf die Bestimmung der optischen Dicke, es fehlt die Erfassung der im Prozess wirksamen Einströmungen des Plasmas.



PIAD-Prozess: Blick auf die Plasmaquelle APS (Advanced Plasma Source, links) und den Elektronenstrahlverdampfer (rechts)

### Lösungsansatz

Im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes 'Plasma und optische Technologien' (PluTO) widmet sich die Arbeitsgruppe des INP der quantitativen Erfassung von Plasmaparametern in einer industriellen PIAD-Produktionsanlage mit magnetfeldgestützter DC-Entladung als Plasmaquelle (APS). Mittels plasmadiagnostischer Verfahren werden die Eigenschaften des Volumenplasmas und die Einströmungen auf das Substrat charakterisiert. Damit werden für Referenzprozesse (Einzelschichten  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$  und  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) erstmals quantitative Informationen zum Plasma gewonnen, die den resultierenden Schichteigenschaften gegenübergestellt werden.

### Technologischer Nutzen

Durch die Charakterisierung des Prozessplasmas wird eine neue Qualität der Steueralgorithmen erreicht: weg von den elektrischen Anlagenkenngrößen hin zu den für das Schichtwachstum eigentlich relevanten Plasmakenngrößen. Die Weiterentwicklung der PIAD-Prozesse führt damit zur besseren Erfüllung der seitens der Industrie geforderten Aspekte wie Reproduzierbarkeit, räumliche Homogenität, verbesserte Energieeffizienz und Steigerung der Depositionsraten ohne Qualitätseinbußen.

### Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

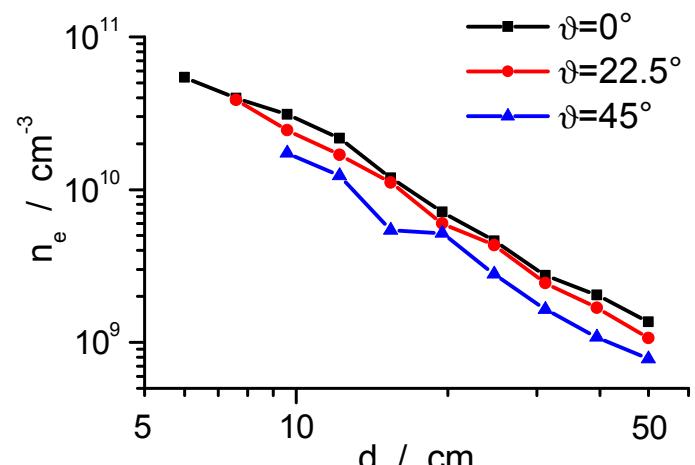
Die quantitative Erfassung von Energie- bzw. Geschwindigkeitsverteilungen der elektronischen und ionischen Komponenten hat den Mechanismus der Ionenstrahl-Generation aufgedeckt.

Ausgehend von einem hochenergetischen Quellplasma ( $T_e > 10\text{ eV}$ ) und einem nahezu stoßfreien Ionentransport

( $p \sim 2 \cdot 10^{-4} \text{ mbar}$ ) in den Rezipienten wird eine Beschleunigung der Ionen zum Substrat entsprechend der Variation des Plasmapotenzials bewirkt ( $\Delta\Phi_p \sim 100\text{ V}$ ). Es wurde gezeigt, wie durch Variation der Steuerparameter der APS unterschiedliche Geschwindigkeitsverteilungen der Ionen erzeugt werden können. Die Optimierung der Beschichtungsprozesse führte zu einer Reduktion der Streuung des Brechungsindex um einen Faktor >3 bei einem Standardprozess für  $\text{TiO}_2$ .

### Vorhaben 2012

- Erarbeitung eines neuartigen Steuerkonzeptes für die PIAD-Anlage
- Durchführung von  $\text{TiO}_2$  Beschichtungen
- Identifikation von Prozessbedingungen zur Herstellung von spannungsfreien Schichten



Profile der Elektronendichte im Expansionsbereich der APS

## Sonderforschungsbereich Transregio 24 (TR24) Komplexe Plasmen, Teilprojekt: Normaldruck-Plasmajet zur Oberflächenbehandlung

### Problemstellung

Normaldruckplasmen zeichnen sich u.a. durch erhöhte Stoßrate im Volumen, UV-Strahlung durch breitbandige Kontinua und eine Radikalengeneration über Neutralenstöße aus. Ihrem Raum-Zeitverhalten nach handelt es sich um hochgradig nichtstationäre Plasmen, die sowohl erratischen als auch periodischen, strukturierten Charakter aufweisen. Neben der Diffusion müssen Konvektions- und Strömungsprozesse berücksichtigt werden. In Bezug auf die Behandlung von Oberflächen (z.B. Aufbringung chemisch-funktionaler Gruppen oder Schichten) besteht wenig Wissen über den Einfluss der unterschiedlichen Wirkkomponenten unter Normaldruck.

### Lösungsansatz

Im Teilprojekt des Sonderforschungsbereichs TRR24 „Komplexe Plasmen“ werden die Eigenschaften des Plasmas eines unter Normaldruck operierenden, anisothermen Plasmajets experimentell unter Nutzung spektroskopischer Methoden charakterisiert, durch ein Hybridmodell beschrieben und in Relation zu den Eigenschaften von abgeschiedenen  $\text{SiO}_2$ -Schichten betrachtet.

### Technologischer Nutzen

Es werden Entladungsregimes aufgefunden, die letztendlich zu einem Schichtherstellungsprozess führen, der sich durch eine verbesserte Steuerbarkeit der Schichteigenschaften auszeichnet. Siliziumhaltige Funktionsschichten finden Anwendungen z.B. als Haftvermittler, als Permeationsbarriere oder zum Korrosionsschutz. Die Prozessführung unter Normaldruck hat Einsparungspotenzial hinsichtlich der Investitionskosten sowie lässt die lokale Beschichtung großflächiger Geometrien zu.

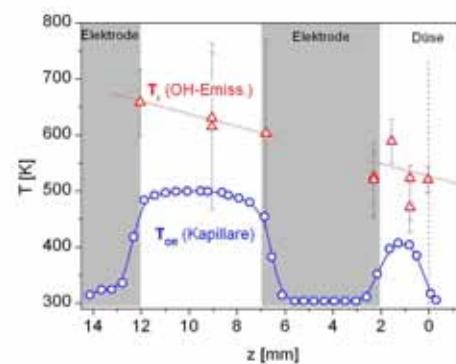
### Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

Es wurden die Existenzbereiche unterschiedlicher Entladungsmodi der untersuchten Plasmaquelle ermittelt und die Eigenschaften des Entladungsfilaments bzw. der aktiven Entladungszone im „Locked Mode“ charakterisiert.

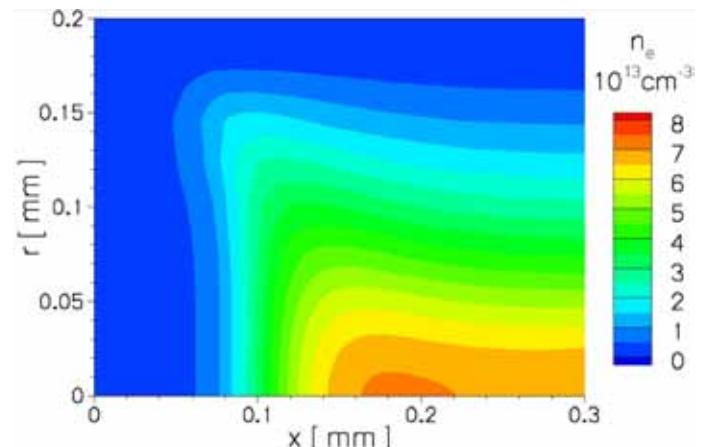
Die Gastemperatur wurde mithilfe optischer Methoden bestimmt und ins Verhältnis zur Wandtemperatur gesetzt. Unter Ausnutzung der STARKverbreiterung von  $\text{H}_\beta$  und  $\text{H}_\gamma$  wurde die Elektronendichte im Entladungsfilament ermittelt. Das Ergebnis ( $(3.0 \pm 1.2) \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ ) stimmt mit einem zeitabhängigen 2-dim fluid-Modell überein.

### Vorhaben 2012

- Phasenaufgelöste Erfassung des dynamischen Verhal tens eines Entladungsfilaments
- Aufstellung eines globalen Modells zur Beschreibung der Schichtabscheidung



Räumliches Profil der Gastemperatur und Wandtemperatur des Plasmajets im Elektrodenzwischenraum



Profil der Elektronendichte eines Entladungskanals aus 2D fluid Modell

## Forschungsschwerpunkt - Materialien

### Vorbemerkungen

Die Plasmatechnik besitzt ein großes Potenzial bei der Erzeugung von katalytisch aktiven Materialien. Speziell für die Ausrüstung von Komponenten für Systeme zur Nutzung regenerativer Energiequellen mit Katalysatorschichten sind geeignete Technologien notwendig, um Breitenanwendungen zu realisieren. Hier bietet die Plasmatechnik eine Vielzahl von Ansatzpunkten. Von besonderem Interesse sind hier die Erzeugung von Katalysatoren für Brennstoffzellen und für die photochemische Wasserspaltung, die Anbindung von Photosensitisern oder Katalysatoren an elektrisch leitende oder halbleitende Materialien, die Abscheidung von Halbleitermaterialien und photosensitiver Schichten für die Photovoltaik.

Der Ersatz von Edelmetallkatalysatoren, vor allem auf der Kathodenseite der Brennstoffzellen durch wesentlich preiswerte metallorganische Komplexverbindungen, eröffnet 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 Nanokompositsschichten erzeugt werden.

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.

### 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

#### Komponenten für die Nutzung regenerativer Energien

- Katalysatoren für die lichtgetriebene Wasserspaltung
- Photovoltaik

#### Oberflächenmodifikation

- Korrosionsschutz
- Adsorptionsvermögen von Adsorbern
- Steuerung der Benetzbarkeit

#### Diagnostiktools

- Thermosonde für die Optimierung von Plasmaverfahren und zur Prozesssicherung
- Mikrosonden im Plasma (elektrisch, thermisch, chemisch)

## Pulvermodifizierung (GP)

### Problemstellung

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-Komposit schichten 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.

Kobalt- und Eisen-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 Magnetrontarget Cobalt bzw. Eisen 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.

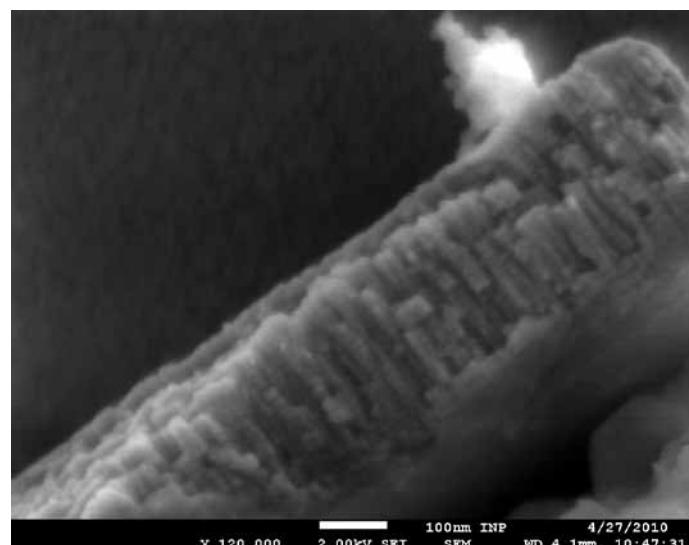
### Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

Für die Regeneration von mineralischen Gasadsorbern wurde ein Plasmareaktor entwickelt und eine Plasmaregenerierung am Beispiel von Klinoptilolith für  $\text{NH}_3$  demonstriert. Es wurden Cobalt-Polypyrrol-Nanokomposit schichten erzeugt. Die erhöhte katalytische Aktivität gegenüber den reinen Cobalt bzw. Polypyrrol-Schichten konnte nachgewiesen werden. Es konnten komplexartige Strukturen aus Kobaltato-

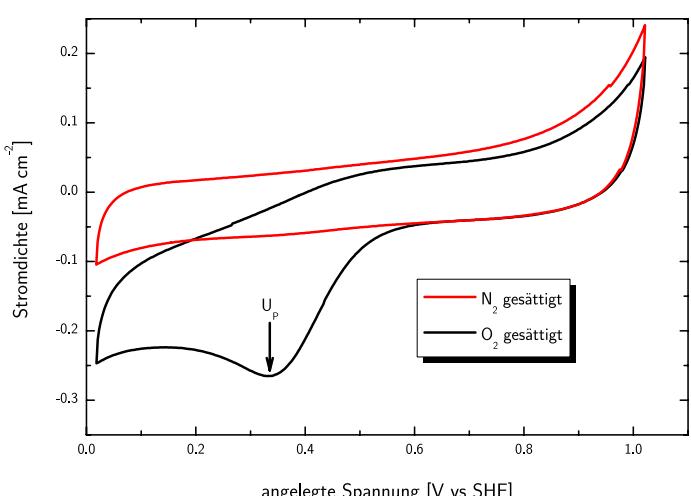
men, die an Pyrroleinheiten gebunden sind, nachgewiesen werden. Bei Eisen-Polypyrrol-Nanokomposit schichten ist die elektrokatalytische Aktivität weit weniger ausgeprägt.

### Vorhaben 2012

- Erzeugung von PbS-Quantumdots auf Titandioxid für Photovoltaikanwendungen durch Anwendung einer Kombination aus PECVD und PVD
- Erzeugung von PbS-Polythiophene-Schichten



Kobalt-Polypyrrol-Komposit



Zyklolvoltammetrie-Untersuchungen an Kobalt-Polypyrrol-Elektroden in  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bei pH1. Die Position des Sauerstoff-Reduktions-Peaks ist mit  $V_{PR}$  markiert.

## Verbundprojekt „Effizienzsteigerung der Meeresforschungstechnik“ (VEM)

### Problemstellung

In dem Projektverbund sollten neue Lösungen für Energieversorgungssysteme für maritime Messstationen (Über- und Unterwasser) mit langen Einsatzzeiten von mehreren Monaten bis Jahren realisiert werden. Als Systeme bieten sich hier Brennstoffzellen mit Energieträgern hoher Speicherdichte an. Einen wesentlichen Bestandteil der Brennstoffzelle stellt die Elektroden-Membraneinheit dar. Hier sollten spezielle Katalysatoren im ausreichenden Umfang zeitlich stabile elektrochemische Stoffumsätze gewährleisten. Die für Brennstoffzellen am häufigsten eingesetzten Materialien sind Edelmetalle, allen voran Platin als reiner Stoff oder als Legierungsbestandteil. In Anbetracht der Preise für Edelmetalle gibt es Anstrengungen, diese durch andere Materialien zu ersetzen.

Das Ziel der geplanten Arbeiten war auf der Grundlage der Erfahrungen der Vorjahre, eine Leistungssteigerung der Brennstoffzellen durch die plasmachemische Erzeugung und/oder Modifizierung der Katalysatoren zu erreichen.

### Lösungsansatz

Mittels Plasmabehandlung geeigneter Präcursor-Kohlenstoffgemische sollten elektrokatalytisch aktive Materialien für die kathodische Sauerstoffreduktion einer Brennstoffzelle erzeugt werden. Es wurde eine Niederdruck-HF-Entladung für den Plasmaprozess eingesetzt und als Präcursor wurde Eisenacetat ausgewählt.

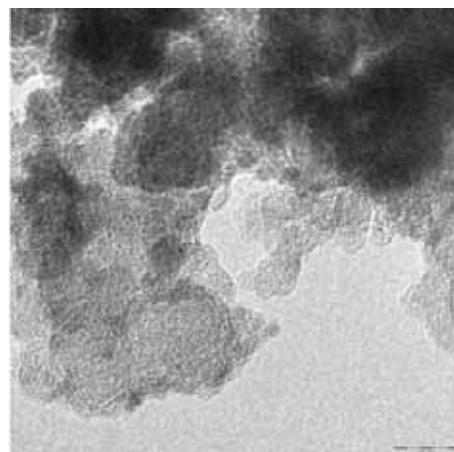
### Technologischer Nutzen

Die geleisteten Arbeiten führten zu einem plasmachemischen Syntheseweg zur Erzeugung von Katalysatoren für platinfreie  $H_2O_2/HCOOH$ -Brennstoffzellen. Der Ersatz von Platin ist eine Voraussetzung für den Langzeitbetrieb dieses Brennstoffzellentyps, da  $H_2O_2$  die Neigung in Gegenwart von Edelmetallen zu chemischer Eigenersetzung neigt. Weiterhin haben diese Katalysatoren ein hohes Marktpotenzial auf Grund der Kombination eines günstigen Preises und der elektrochemischen Aktivität.

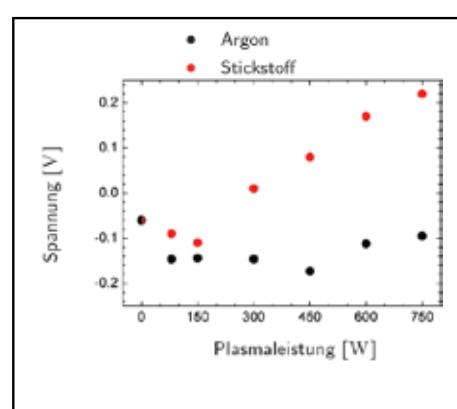
Die erhaltenen Ergebnisse eröffnen auch Möglichkeiten zur Synthese anderer katalytisch aktiver Materialien.

### Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

Durch die Plasmabehandlungen wird das Eisen(II)acetat umgesetzt. Das Ausmaß der plasmachemischen Umwandlung ist abhängig vom verwendeten Arbeitsgas. In Stickstoffplasmen wurden generell Materialien mit größerer katalytischer Aktivität erhalten als mit Argon, Wasserstoff oder Ammoniak. Durch die Stickstoffplasmen konnte gleichzeitig Stickstoff in das Probenmaterial eingebaut werden. Die Fähigkeit zur Sauerstoffreduktion korreliert mit dem Stickstoffanteil in der Probe.



In Stickstoff behandeltes Eisen(II)acetat-Kohlenstoff-Material



Überspannung der Sauerstoffreduktionsreaktion gemessen an in Stickstoff- und Argonplasmen behandelten Fe(II)acetat/Kohlenstoff-Elektroden in sauerstoffgesättigter  $H_2SO_4$ -Lösung

## Plasmabehandlung von Mineraloberflächen zur Rohstoffgewinnung durch Flotation

### Problemstellung

Die Flotation ist das wichtigste nasse Sortierverfahren im Feinstkornbereich von Rohstoffen wie Erze, Kohle, Salze, Industriemineralen und Ölsande, dessen Trennwirkung auf der spezifischen Modifizierung von Oberflächeneigenschaften durch Chemikalien beruht.

Die Grenzen der Anwendung des Flotationsverfahrens werden bestimmt durch die Korngröße und die Verfügbarkeit geeigneter Reagenzienregime (wie z.B. Sammler, Drücker, Schäumer) zur selektiven Oberflächenmodifizierung. Aus Umweltschutzgründen werden insbesondere toxische Reagenzien wie z.B. Cyanide, Chromate, Arsenverbindungen und höhere Kohlenwasserstoffe in Zukunft nicht mehr akzeptiert werden, da es sich bei Flotationsprozessen um nicht geschlossene Wasserkreisläufe handelt. Damit wird der universelle Einsatz dieses Rohstoffgewinnungsverfahrens empfindlich eingeschränkt werden.

### Lösungsansatz

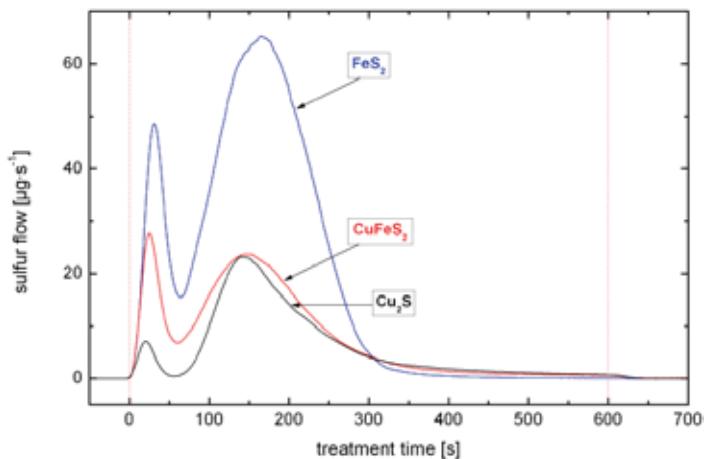
Fachübergreifende Grundlagenuntersuchungen zur Modifizierung von Mineraloberflächen mit Hilfe von Niedertemperaturplasmen sollten Möglichkeiten eröffnen anstelle der Konditionierung mit toxischen Flotationschemikalien eine umweltfreundliche Konditionermethode bereitzustellen. Die Modifizierung sollte mit sauerstoff- und stickstoffhaltigen Plasmen durchgeführt werden. Die verfahrenstechnische Umsetzung der Plasmabehandlung soll durch Parameterstudien an synthetischen und realen Mineralstoffmischungen im Hinblick auf die Flotation von Massenrohstoffen wie Erze, Kohle und Ölsande erfolgen.

### Technologischer Nutzen

Die Flotation ist das wichtigste nasse Sortierverfahren zur Gewinnung von Erzen, Kohle, Salzen, Industriemineralen im Feinstkornbereich. In neuerer Zeit werden auch Abfälle, insbesondere Kunststoffe, Öle und Fette, Druckfarben und Nahrungsmittel durch Flotation aufbereitet. Der Ersatz von Flotationschemikalien würde nicht nur die Einsparung von Chemikalien, sondern auch einen wesentlichen Beitrag zur Umwelterhaltung liefern.

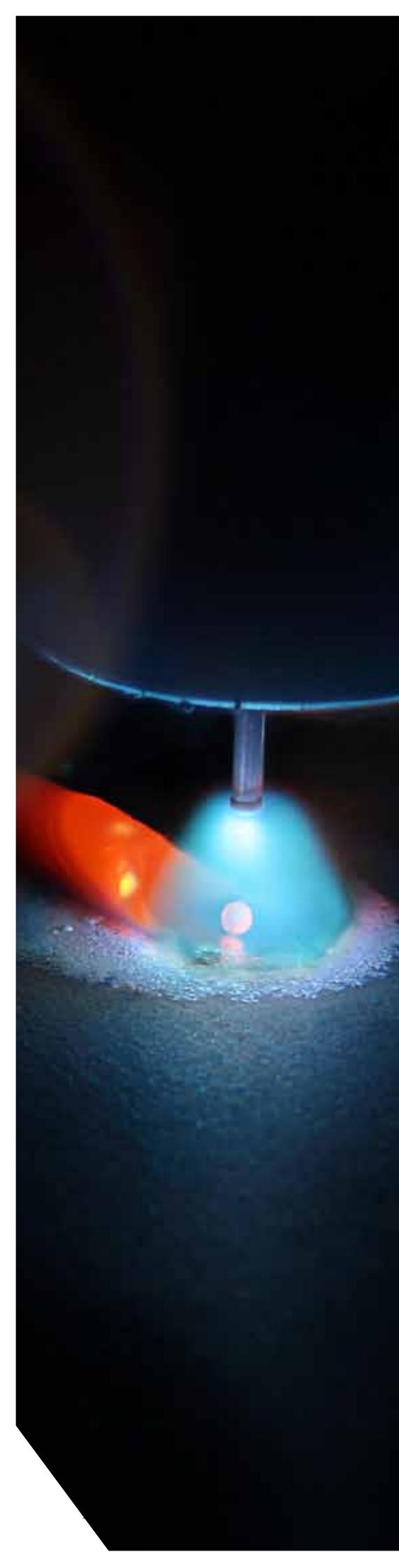
### Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

Es wurden drei in der Natur vergesellschaftet vorkommende Sulfide, Pyrit, Chalcopyrit und Chalkosin, in wasserstoff- und sauerstoffhaltigen Plasmen ausgesetzt. Dabei wurden unter gleichen Bedingungen in Sauerstoff unterschiedliche Reaktivitäten in der Reihenfolge Pyrit > Chalcopyrit > Chalkosin gefunden. Die Oberflächen reagieren dabei zu  $\text{SO}_2$ , Oxiden und teilweise anderen Sulfiden wie Bornit oder Digenit. Durch kurzzeitige Plasmaeinwirkung gelingt es, das Pyrit oberflächlich zu oxidieren, während das Chalcopyrit weitgehend unverändert bleibt. Die verschiedene Mineralien mit den nun oxidischen und sulfidischen Oberflächen lassen sich durch Flotation trennen.



Austrag von Schwefel in Form von  $\text{SO}_2$  während einer Niederdruck-Plasmabehandlung der Sulfide Pyrit, Chalcopyrit und Chalkosin in einer Argon/Sauerstoffgasphase





## FORSCHUNGS- BEREICH 2

### UMWELT & ENERGIE

#### FB 2 - Überblick

Im Forschungsbereich „Umwelt & Energie“ werden sowohl Methoden zur nicht-thermischen chemischen Stoffwandlung mit zugehöriger Analytik bearbeitet als auch die Grundlagen von elektro- und verfahrenstechnischen Anwendungen erforscht. Für die detaillierte Erfassung physikalischer Prozesse in atmosphärischen Plasmen werden moderne Simulations- und Diagnostikmethoden geschaffen. Es werden u.a. Laserdiagnostiken mit hoher Nachweisempfindlichkeit erarbeitet, die auch neue Möglichkeiten der Prozesssteuerung eröffnen. Schnelle optische und spektroskopische Verfahren sollen die Entwicklung neuartiger Verfahren des Schadstoffabbaus auf Basis von Mikroplasmen sowie die Verbesserung von Produktionstechniken unter Einsatz von Lichtbögen beim Lichtbogenschweißen, Plasmahybridschweißen und Plasmatrennen ermöglichen. Des Weiteren sind Schaltlichtbogenprozesse in der Energietechnik Gegenstand umfassender Forschung mit theoretischen und experimentellen Untersuchungen.

#### FS Schadstoffabbau

- Filamentierte Plasmen (GP, Seite 22)
- Geschichtete Mikroentladungen (Seite 23)
- Behandlung von Dieselabgasen (Seite 24)
- Innovative Atmosphärendruck-Plasmaprozesse (Seite 25)

#### FS Umwelt

- Plasmachemie - Plasma Wand Wechselwirkung in Molekülplasmen (GP, Seite 27)
- Quantenkaskadenlasersysteme für die industrielle Gassensorik und Prozesskontrolle (Seite 28)

#### FS Energie

- Lichtbögen (GP, Seite 30)
- Schweißlichtbögen (Seite 31)
- Vakuumkathodenspots (Seite 32)

## Forschungsschwerpunkt - Schadstoffabbau

### Vorbemerkungen

Für die chemische Dekontamination von Gasen, die aus Verbrennungs- oder Verarbeitungsprozessen stammen, sind nicht-thermische Plasmen ein vielversprechender Lösungsansatz. Der Abbau oder die Umwandlung der Schadgase erfolgt ohne signifikante Aufheizung des Gases und damit sehr energieeffizient. Zudem können die Prozesse durch elektrische Betriebsparameter gut gesteuert werden. Die wesentlichen Kriterien sind die Effizienz und die Selektivität der Prozesse, die es weiter zu verbessern gilt. Außerdem ist zu beachten, dass die Plasmaverfahren aufgrund ihrer Limitierungen nur in Kombination mit anderen Prozessen zum Einsatz kommen. Anwendungsrelevante Plasmen (Atmosphärendruck, molekulare und reaktive Gasgemische) treten dabei immer filamentiert auf, d.h. sie sind durch das Zusammenwirken vieler Mikroentladungen (Entladungsfilamente) bestimmt.

Die Arbeiten im Forschungsschwerpunkt Schadstoffabbau widmen sich den Grundlagen und ausgewählten Anwendungen filamentierter Plasmen.

Um basierend auf einem besseren Verständnis der Mikroentladungen die Optimierung vorhandener bzw. Schaffung neuer Verfahren zum Abbau von Schadgasen vornehmen zu können, liegt ein Schwerpunkt auf deren Diagnostik. Neben der klassischen Aufnahme von Entladungen mit intensivierten CCD-Kameras sind zwei sehr moderne Methoden in den Jahren 2010 und 2011 am INP etabliert worden: die zeitkorrelierte Einzelphotonenzählung und die optoelektrische Streakkameratechnik. Damit verfügt das INP über eine weltweit einzigartige Kombination schneller und sehr empfindlicher optischer und spektroskopischer Techniken, die erfolgreich an Barrierenentladungen (symmetrische und asymmetrische Volumenentladung, koplanare Entladung und Oberflächenentladung), Korona-Entladungen (Trichel-Pulse) und Plasmajets zum Einsatz kamen. Die experimentellen Untersuchungen werden ergänzt durch hydrodynamische Modellierung und kinetische Analyse der Elektronenkomponente.

Aufbauend auf den Erkenntnissen über Mikroentladungen werden Plasmaquellen und Reaktoren für unterschiedliche Aufgabenstellungen entwickelt und untersucht. Dabei wird verstärkt die Kombination und Wechselwirkung mit anderen Prozessen betrachtet, wie sie z.B. in Adsorbern oder Katalysatoren auftreten.

### Anwendungspotenzial

Das Anwendungspotenzial von NTP liegt vor allem im kontrollierten Abbau oder der Umwandlung von Schadgasen in kontaminierten Gasströmungen z.B.

- Reduktion von Stickoxiden aus Verbrennungsprozessen (Dieselmotor) in Kopplung mit Katalysatoren
- Reduktion von flüchtigen organischen Verbindungen und weiteren Schadgasen sowie Geruchsstoffen aus verarbeitenden Prozessen in Kopplung mit Katalysatoren und/oder Adsorbern
- Reduktion von Schadgasmolekülen und Partikeln in der Lufthygiene, Umluft-Behandlung und Reinraumtechnik

Nutzung von miniaturisierten Plasmaquellen beim Nachweis von Schadstoffen

Kontrolle und Detektion von Teilentladungen (Mikroentladungen) an Isolierstoffbarrieren



Versuchsaufbau

## Filamentierte Plasmen (GP)

### Problemstellung

Die Optimierung vorhandener bzw. Schaffung neuer Verfahren zum Abbau von Schadstoffen erfordert ein umfassendes Verständnis der relevanten Plasmen. Dies ist aufgrund ihres filamentierten Charakters mit erratisch auftretenden, transienten und kurzlebigen Mikroentladungen vor allem eine große Herausforderung an die Plasmadiagnostik. Somit fehlt es vor allem in molekularen und reaktiven Gasgemischen an einer umfassenden Kenntnis der Entladungsprozesse, deren Korrelation mit plasmainduzierten chemischen Reaktionen und der dabei auftretenden Plasmaparameter.

### Lösungsansatz

Die Kontrolle der plasmachemischen Prozesse bestimmt deren Effizienz und Selektivität. Unser Beitrag ist eine präzise und hochauflöste Untersuchung und Erfassung der raumzeitlichen Entladungsentwicklung. Deren Interpretation führt zu einem besseren Verständnis der Entladungsphysik und liefert den Zugang zur Bestimmung von Plasmaparametern wie z.B. der reduzierten elektrischen Feldstärke. Durch die Untersuchung unter systematischer Variation von Entladungskonfiguration und Betriebsparametern sollen Ansätze für die Reaktorauslegung und Prozessteuerung abgeleitet werden. Hierbei wird vor allem der Betrieb der Plasmen mit schnellen Hochspannungspulsen betrachtet, da dieser eine höhere energetische Effizienz bietet.

### Technologischer Nutzen

- Optimierung bestehender Plasmaprozesse zum Schadstoffabbau basierend auf der Entladungsphysik
- Neue Ansätze zum Einfluss der Betriebsparameter/Ansteuerung auf die plasmachemische Stoffwandlung

### Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

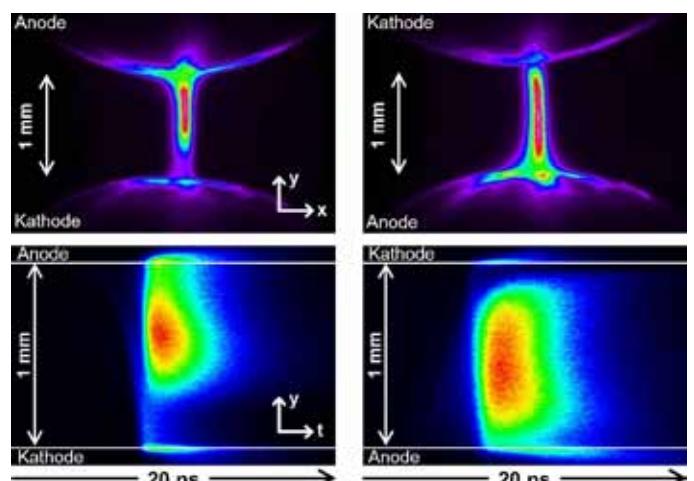
Die Untersuchung von Oberflächen-Barrierenentladungen in Luft bei sinusförmiger Hochspannungsanregung mittels zeit-korrelierter Einzelphotonenzählung wurde mit einer Be trachtung der Phasenabhängigkeit der Entladungsentwicklung vorläufig abgeschlossen. Die Entladungsentwicklung ist durch eine Townsend-Vorphase und eine kathodengerichtete Ionisationsfront (positiver Streamer bestimmt). Die

Propagation und Ausbildung (z.B. Längeder Entladungskäne) wird durch die Restladung vorangegangener Mikroentladungen auf dem Dielektrikum beeinflusst.

Im Falle gepulst betriebener Barrierenentladungen zeigt sich ein massiver Einfluss der Pulsbreite der unipolaren Rechteckspannung auf die Entladungsentwicklung. Es ergeben sich Unterschiede im Entladungsstrom, in der räumlichen Struktur und der zeitlichen Entwicklung bei einem asymmetrischen Spannungspuls. Das Durchbruchverhalten ändert sich signifikant bei Pulsbreiten, die in der Größenordnung der Ionentranslationszeit von ca. 1  $\mu$ s liegen. In diesem Übergangsbereich wird die Propagation unterschiedlich ausgeprägter kathoden- und anodengerichteter Ionisationsfronten beobachtet.

### Vorhaben 2012

- Untersuchung des räumlichen und zeitlichen Verhaltens in weiteren reaktiven Gasgemischen, insbesondere kontaminierten Gasen
- Untersuchung der Energieeinkopplung bei gepulstem Betrieb in molekularen Gasen
- Einfluss der Eigenschaften von Wandmaterialien auf die Entladungsentwicklung



Hochauflöste iCCD-Aufnahmen (obere Zeile) und Streakkameraaufnahmen (untere Zeile) einer gepulsten Barrierenentladung in 0,1 Vol.-% O<sub>2</sub> in N<sub>2</sub> bei Atmosphärendruck (Ortsauflösung 10  $\mu$ m, Zeitauflösung 100 ps).

## Geschichtete Mikroentladungen

### Problemstellung

Die Stabilität und Reproduzierbarkeit eines Plasmas ist äußerst wichtig für seinen industriellen Einsatz. Ein interessantes Phänomen, das erstmalig an transienten Mikroentladungen bei Atmosphärendruck beobachtet werden konnte, war das Auftreten von stehenden Schichten in Einzelfilamenten einer asymmetrischen, dielektrisch behinderten Entladung in Argon. Die Charakterisierung des Existenzbereiches dieser Schichten stellt die Grundlage dar, geeignete und wohldefinierte Plasmen zu erzeugen.

### Lösungsansatz

Durch systematische Variation der Betriebsparameter sollen die Existenzbereiche geschichteter Mikroentladungen ermittelt werden. Die raum-zeitliche Entwicklung der geschichteten Mikroentladungen soll erfasst werden und Aufschluss über den Charakter der Entladung liefern. Die experimentelle Ermittlung relevanter Parameter soll plasmaphysikalische Ähnlichkeitsbetrachtungen ermöglichen, die durch die Anwendung hydrodynamischer und elektronenkinetischer Modelle ergänzt werden.

### Technologischer Nutzen

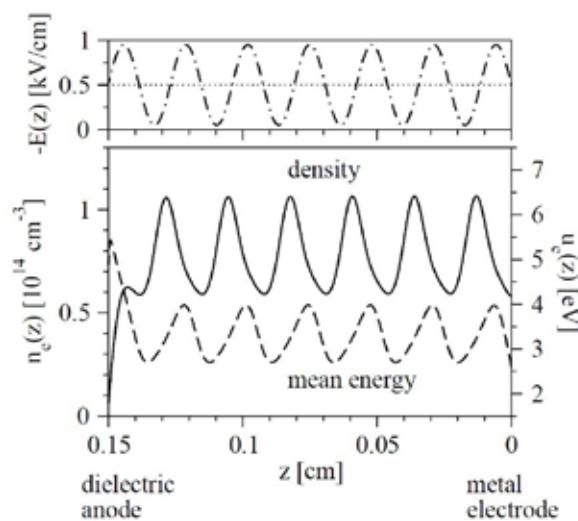
Durch die Arbeiten werden die Gültigkeit und die Grenzen bekannter Ähnlichkeitgesetze nachgewiesen bzw. betrachtet. Die Anwendung von Ähnlichkeitgesetzen kann zukünftig das Design und den Aufbau anwendungsrelevanter Atmosphärendruckplasmaquellen unterstützen und deren Effektivität steigern. Des Weiteren liefern die Arbeiten Betriebsparameterbereiche für den stabilen, reproduzierbaren Plasmabetrieb, wie er auch in vielen Anwendungen benötigt wird. Die erarbeiteten Simulationstools können anschließend für die Modellierung von Prozessplasmen eingesetzt werden.

### Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

Die Existenzbereiche geschichteter Mikroentladungen konnten ermittelt werden. Sie sind durch die Wahl der Betriebsparameter Gasdurchsatz und Amplitude der Betriebsspannung bestimmt. Die raum-zeitliche Entwicklung der geschichteten Mikroentladungen konnte durch simultane Erfassung des Entladungsstromes und der räumlichen Entladungsstruktur mittels intensivierter CCD-Kamera erfasst werden. Durch eine Parameterbetrachtung konnte die plasmaphysikalische Ähnlichkeit zur geschichteten Säule einer Gleichstrom-Mitteldruckentladung gezeigt werden. Die Analyse der Kinetik der Elektronen basierend auf der Lösung der Elektronen-Boltzmanngleichung zeigte, dass die Ausbildung der Schichten durch die räumliche Relaxation der Elektronen aufgrund einer lokalen Störung im Kathodenfallgebiet hervorgerufen wird. Die hydrodynamische Modellierung verdeutlichte, dass diese einem periodischen Verhalten unterliegt.



Entladungszelle und Beispiel einer geschichteten Mikroentladung



Räumliche Entwicklung der Dichte und mittleren Energie der Elektronen (Modell)

## Behandlung von Dieselabgasen

### Problemstellung

Stickoxide tragen maßgeblich zur Eutrophierung und Versauerung der Meere bei, daher werden dieselmotorische Emissionen von Stickoxiden durch zukünftige Gesetzgebungen, wie schon an der zunehmenden Ausweisung von emissionskontrollierten Seengebieten ersichtlich, streng limitiert. Da die innermotorischen Möglichkeiten an ihre Grenzen stoßen, rücken Abgasnachbehandlungsmethoden in den Fokus, die das Problem der Reduzierung von Stickoxiden bei SchiffsDieselabgasen möglichst über den gesamten Lastbereich der Aggregate lösen sollen.

### Lösungsansatz

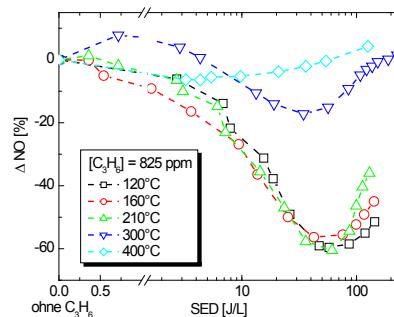
Eine Möglichkeit der Verringerung der Stickoxid-Emissionen ist die Oxidation von Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid mit nachfolgender Reduktion zu Stickstoff und Sauerstoff, unter Ausnutzung der heterogenen Katalyse in beiden Prozessen. Da Oxidationskatalysatoren bei niedrigen Temperaturen inaktiv sind, soll die oxidative Wirkung nicht-thermischer Plasmen in Form von AC-getriebenen dielektrisch behinderten Atmosphärendruckentladungen bei niedrigen Temperaturen ergänzt durch geeignetes Katalysatormaterial genutzt werden. Eine weitere Prozessoptimierung wird durch die Verwendung eines zusätzlichen Oxidationsmittels auf Kohlenwasserstoffbasis und die Nachschaltung eines plasmafreien Reduktionskatalysators nach dem Prinzip der kohlenwasserstoffunterstützten selektiven katalytischen Reduktion erreicht. Effizienz und Selektivität dieses Prozesses sind von entscheidender Bedeutung für die Applizierung eines solchen Systems, deshalb werden zunächst synthetische Gasmischungen, wie sie von SchiffsDieselmotoren emittiert werden, im Labor behandelt, um ein komplettes Filtersystem zu entwickeln, das letztlich im Bypass eines SchiffsDieselmotors zum Einsatz kommt.

### Technologischer Nutzen

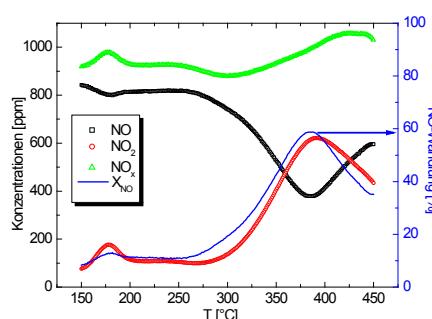
Der technologische Nutzen liegt in der Bereitstellung einer Filtertechnik für SchiffsDieselmotoren, die eine deutliche Reduzierung der Stickoxidemissionen entsprechend den zukünftigen Anforderungen zum Schutz der Umwelt und des Menschen möglichst kostengünstig und energiesparend gewährleistet.

### Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

Es wurden die experimentellen Voraussetzungen für die Laboruntersuchungen geschaffen, drei verschiedene Entladungsgeometrien auf ihre Verwendbarkeit getestet und die favorisierte Anordnung beruhend auf einer Akkumulation von ebenen Plasmalagen hinsichtlich Gasdurchsatz und Einsatztemperatur konzipiert und konstruiert. Mit diesem Laborreaktor wurde die Plasmawirkung im synthetischen Abgas in Abhängigkeit von der in das Plasma dissipierten Energie, der Abgastemperatur, der Wirkung von einzelnen Abgaskomponenten und hier insbesondere Propen als zusätzlichem Oxidationsmittel untersucht. Es erfolgte die Identifikation einer Gruppe aussichtsreicher Katalysatoren. Die Kandidaten wurden präpariert im Labor, getestet hinsichtlich Effizienz und Selektivität, um die Favoriten nach weiterer Auswahl für die Integration ins Plasmasystem vorzubereiten. Im Rahmen der begleitenden Simulation der zu erwartenden plasmakatalytischen, chemischen Reaktionen wurden das Basismodell aufgestellt und die Experimente zur Bestimmung der jeweiligen Reaktionskonstanten aufgestellt.



Wirkung des Plasmas auf die NO-Konzentration im 0%-Last-Gemisch bei unterschiedlichen Temperaturen



NO-Oxidation mit basiertem Katalysator, 59% NO-Wandlung bei ca. 390°C

## Innovative Atmosphärendruck-Plasmaprozesse

### Problemstellung

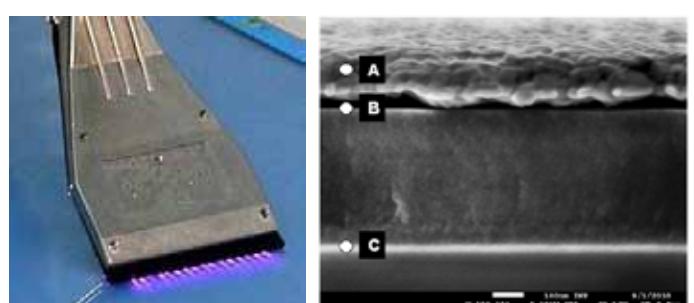
Die Aufgabenstellung des Innovationslabors umfasst „Innovative Atmosphärendruck-Plasmaprozesse für industrielle Anwendungen“, die eine systematische Entwicklung von Forschungsergebnissen hin zu marktgängigen Anwendungen zum Ziel hat. Technologische Problemstellungen aus der Praxis wurden aufgegriffen und in drei Pilotprojekten zu plasmagestützten Dünnschichten und Lackierungen sowie zu Entwicklungswerkzeugen für Plasmaverfahren und Quellen bearbeitet. Parallel dazu wurden Verwertungskonzepte erarbeitet.

### Wissenschaftliche Ergebnisse

Im Rahmen von InnoPlas wurden Möglichkeiten des Schichtauftrages mit neuartigen Atmosphärendruckplasmen untersucht. Einen Schwerpunkt bildeten hierbei Siliziumoxid-schichten (SiO<sub>x</sub>), die als Haftvermittler in der verarbeitenden Industrie, als Barrièreschichten zum Schutz von optischen, mechanischen und mikroelektronischen Bauteilen und in der Verpackungsindustrie zum Einsatz kommen. Die hier verwendete Plasmaquelle ConPlas arbeitet bei Atmosphärendruck, was teure und aufwändige Vakuumtechnik vermeidet und die Verfahren einfacher in die Praxis integrierbar macht. Zuverlässig arbeitende Atmosphärendruck-Plasmaverfahren, die völlig neue Einsatzmöglichkeiten bieten, konnten geschaffen werden. Aufgrund der Porosität der erhaltenen Schichten haben diese das Potenzial, als sog. Release-Schichten einer breiten Anwendung zugeführt zu werden.

Der Ansatz eines plasmagestützen Lackierverfahrens mittels einer atmosphärischen Mikrowellen-Plasmaquelle (PLexc) auf metallischen und hitzeempfindlichen Oberflächen ging von der Idee aus, herkömmliche Pulver oder Lacks in einem Arbeitsschritt aufzutragen und auszuhärten. Dies würde eine Lücke zwischen den Dünnschicht-Niedertemperaturverfahren einerseits und den Hochtemperatur-Dickschichtverfahren, wie dem Plasmaspritzen von Metallen oder Keramiken, schließen. Während des Pilotprojektes wurde die Idee im Labormaßstab mit dem Fokus auf flüssige Lacks erprobt.

Sowohl ein Proof of Principle hinsichtlich der Aushärtung von Lacken mittels des Wirkmechanismus Vakuum-UV-Strahlung aus dem Plasma als auch ein Proof of Concept über das oberflächliche Aushärten von Lacken während des Versprühens durch das Plasma konnte erbracht werden. Offen blieb hingegen eine genauere Abstimmung von Lack- und Plasmachemie in Richtung eines neuen Vakuum-UV-Lacksystems. Das Verfahren eignet sich als In-situ-Plasmastrahlungsquelle für die Lackhärtung auf komplexen Geometrien oder zur Mattierung lackierter Oberflächen als Alternative zur Härtung mit konventionellen UV-Lampen. Das Teilvorhaben ProTool zielte auf die Erarbeitung eines abgestimmten Werkzeugs zur Untersuchung und Verbesserung von Anwendungen von Atmosphärendruckplasmen. Diagnostische Verfahren, Modelle und Untersuchungsstrategien sollen in Kombination die effiziente Analyse der Verfahren, die Behandlung typischer Fragestellungen in etablierten Anwendungen sowie die Konzeption neuartiger Verfahren ermöglichen. Es wurden Simulationsverfahren entwickelt, die auf Anwendungen zugeschnitten sind. Parallel wurden Entladungsanordnungen und zugehörige komplexe Diagnosistksysteme für eine effiziente experimentelle Analyse spezifiziert. Als wesentliches Projektergebnis stehen Strategien für den kombinierten Einsatz der Simulationen und Diagnosiken für typische Anwendungsfragen zur Verfügung. Die Verwertungsstrategie sieht zunächst eine Überführung der Methoden in den Transferbereich des Instituts vor.



ConPlas-Plasmadüse für die Beschichtung (links) und Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme einer abgeschiedenen Silber-Release Schicht (rechts)

# Forschungsschwerpunkt - Umwelt

## Vorbemerkungen

Der Forschungsschwerpunkt Umwelt stellt sich der Aufgabe, mit neuartigen bzw. weiterentwickelten plasmaphysikalischen und plasmatechnologischen Methoden und Verfahren Beiträge im Sinne eines nachhaltigen Umweltschutzes basierend auf einem effektiven und schonenden Ressourceneinsatz, dem Abbau von gesundheitsgefährdenden Substanzen und einem effizienten Energieeinsatz zu erbringen. Einen wesentlichen wissenschaftlichen Schwerpunkt bildet dabei die Aufklärung chemischer Phänomene in Molekütplasmen, insbesondere die Kinetik transienter Moleküle. Zunehmend rückt die Untersuchung von Oberflächeninflüssen ins Zentrum des Interesses, wobei gezielt der Übergang von Niederdruck- zu Atmosphärendruckplasmen vollzogen wird.

Die aktuellen, in internationaler Wissenschaftskooperation durchgeführten Arbeiten besitzen eine große Relevanz für den plasmagestützten Abbau schädlicher Gase, wie z.B. von VOC, aber auch für das Monitoring technologischer Plasmen, ebenso für die Prozesskontrolle und Prozesssteuerung. Hinzu kommt eine kontinuierliche Methodenentwicklung zur Plasmadiagnostik, die neben plasmagestützten Abscheidungs- und Ätzprozessen auch ein Einsatzpotenzial in der Medizin, der Sicherheitstechnik und der Umweltüberwachung besitzen.

## Anwendungspotenzial

### Aufklärung der Rolle von plasmastimulierten Festkörperoberflächen

- plasmakatalytischer Schadstoffabbau
- plasmagestützte Oberflächenbearbeitung
- Optimierung von Atmosphärendruckentladungen

### Zugang zum chemischen Verhalten höhermolekularer Spezies in Plasmen und Gasen

- Plasmatechnologie (z.B. Plasmaätzen in der Halbleiterindustrie, Abscheidung von Si-haltigen Schichten in der Solarindustrie)
- Arbeitsplatz- und Umweltüberwachung
- Atemgasanalytik
- Sicherheitsaspekte

# Plasmachemie (GP) - Plasma Wand Wechselwirkung in Molekülplasmen

## Problemstellung

Der plasmagestützte Schadstoffabbau unter Atmosphärendruck stellt eine Alternative zu herkömmlichen Abbaumethoden dar. Als großes, den Durchbruch verhinderndes Problem muss allerdings die Entstehung von unerwünschten Nebenprodukten als auch die unzureichende Selektivität der Reaktionspfade angesehen werden. Eine Verbesserung des Abbaus konnte durch die Kombination von Plasmen mit Katalysatoren als Feststoff erzielt werden. Eine zentrale Fragestellung ist nun, welche Wirkmechanismen bei dieser heterogenen Katalyse vorliegen und wie sie die Stoffwandlung beeinflussen.

## Lösungsansatz

Eine wichtige Kenngröße solcher Vorgänge ist der sogenannte Sticking-Koeffizient  $\gamma$ . Dieser gibt an, wie viele Teilchen einer Spezies, die auf der Oberfläche auftreffen auch tatsächlich Oberflächenreaktionen erfahren, z.B. Sorptionsprozesse, Relaxationsprozesse.

Die Aufklärung dieses Koeffizienten für die Relaxation vibratiorisch angeregter  $N_2$  Moleküle an verschiedenen Oberflächen erfolgt unmittelbar nach einem DC Entladungspuls mittels Titration. Durch Zugabe von ca. 0,5%  $CO_2$  als Titrator, kommt es durch resonante Vibration - Vibration Kopp lung zweier Schwingungsmoden der beiden Moleküle zur Schwingungsanregung der  $CO_2$  Moleküle. Da dieser Prozess sehr schnell abläuft, kann man aus der Messung vibratiorisch angeregten Kohlendioxids auf die Konzentration von vibratiorisch angeregtem  $N_2$  schließen. Als Messmethode wird die Quantenkaskadenlaserabsorptionspektroskopie (QCLAS) verwendet. Ein auf dieser Methode basierendes, neu entwickeltes Dreikanalspektrometer, Triple Q [1], Abb. 1, erlaubt die simultane Aufzeichnung von 3 Molekülspektren und deren automatische Auswertung. Es können Zeitauflösungen bis in den  $\mu$ s-Bereich erreicht werden.

## Technologischer Nutzen

Vibratorisch angeregter Stickstoff stellt ein großes Energiereservoir in Plasmen dar, welches die Reaktionspfade der Stoffwandlung beeinflusst. Die durchgeführten Untersuchungen verbessern das Verständnis der heterogenen Katalyse mit Plasmen. Das entwickelte Dreikanalspektrometer kann in einer Vielzahl anderer Anwendungen eingesetzt werden, z.B. in der Halbleiterindustrie oder in den Lebenswissenschaften.

## Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

Der Sticking-Koeffizient  $\gamma$  konnte für drei verschiedene Oberflächen bestimmt werden. (i) Pyrex-Glas,  $\gamma = 1,1 \times 10^{-3}$  (ii) Glas, beschichtet mit einem  $TiO_2$  Film,  $\gamma = 9 \times 10^{-3}$  und (iii) Glas, beschichtet mit  $TiO_2$  Sol-Gel Film,  $\gamma \geq 4 \times 10^{-2}$ . Die Ergebnisse wurden mit Hilfe einer 0D-Modellierung überprüft. Das Ergebnis ist in Abb. 2 gezeigt.

Die vorgestellte Titrationsmethode nutzt  $CO_2$  als Proben gas zur Untersuchung von Eigenschaften eines  $N_2$ -Plasmas in Wechselwirkung mit Oberflächen. Mit Hilfe dieses Verfahrens ist es möglich, Aussagen über ein Gas, wie beispielsweise  $N_2$ , zu erhalten, welches sonst nicht für die IR Absorptionsspektroskopie zugänglich ist. Dadurch wird der wissenschaftliche und kommerzielle Verwendungsbereich der QCLAS erweitert.

## Vorhaben 2012

- Bestimmung der Sticking-Koeffizienten für weitere Materialien
- Untersuchung des Einflusses anderer Gasspezies, z.B.  $O_2$
- Einfluss der Oberflächentemperatur und externer UV Strahlung auf den Sticking-Koeffizienten

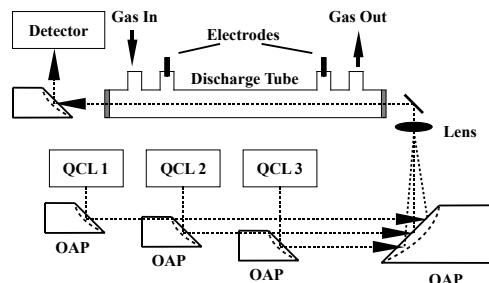


Abbildung 1: Prinzipieller Aufbau des Dreikanalspektrometers Triple Q [1]

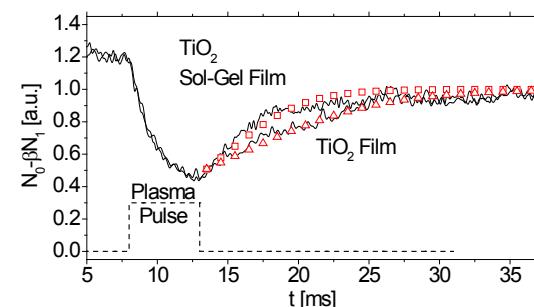


Abbildung 2: Zeitlicher Verlauf der Relaxation schwingungsangeregten Stickstoff (Linie, gemessen) an einem  $TiO_2$  Film ( $\Delta$ ) und an einem  $TiO_2$  Sol-Gel Film ( $\square$ ) [2], Symbole: modelliert

[1] M. Hübner et al. 2011 RSI 82 093102

[2] D. Marinov et al. 2012 J. Appl. Phys.: D, submitted

## Quantenkaskadenlasersysteme für die industrielle Gassensorik und Prozesskontrolle (QUINGAP)

### Problemstellung

Phosgen ist ein hoch toxischer Grundstoff in der Kunststoffherstellung. Von dieser Substanz werden jährlich mehrere Millionen Tonnen verarbeitet. Obwohl es durch andere Chlor-Kohlenwasserstoffverbindungen ersetzbar wäre, nimmt die Verarbeitungsmenge weiterhin zu.

Vor der schädlichen Wirkung von geringsten  $\text{COCl}_2$ -Mengen sind die Umwelt und der Mensch zu schützen. Leckagen an den Produktionsanlagen müssen daher sofort erkannt werden. Bisher genutzte Methoden stoßen bei dem gesetzlich vorgeschriebenen MAK-Wert von 100ppbV an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit.

### Lösungsansatz

Die Absorptionsspektroskopie unter Nutzung von schmalbandigen Laserquellen im mittleren infraroten Wellenlängenbereich ist eine sehr leistungsfähige und etablierte Methode in der Plasmadiagnostik. Sie ist ebenfalls geeignet, um Moleküle in der Gasphase zu detektieren. Die bekannten Methoden der Quantenkaskadenlaserabsorptionsspektroskopie wurden für diese Messaufgabe angepasst. In sehr enger Kooperation mit den Projektpartner OptoPrecision aus Bremen und der BASF (Ludwigshafen) war ein industrietaugliches, autarkes Messinstrument zu konzipieren, welches Phosgenkonzentrationen deutlich unterhalb des vorgeschriebenen MAK-Werts nachweisen kann.

### Technologischer Nutzen

Der während der Projektlaufzeit gebaute und ständig verbesserte Demonstrator eines Gasanalysesystems zur Detektion von Phosgen in Konzentrationen geringer als 30ppbV stellt eine konkurrenzfähige Alternative zu den bestehenden Lösungen in der Chemieindustrie dar. Die bereits in verschiedenen industriellen Bereichen eingesetzte optische Spektroskopiemethode ist wartungsarm, sehr selektiv und hochempfindlich. Nachfragen von anderen Phosgenproduzenten unterstreichen den Bedarf an dieser Lösung.

### Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

Den Kooperationspartnern gelang der Aufbau eines Demonstrators, der eine mehrwöchige Erprobung beim Projektpartner erfolgreich durchlief sowie durch deren Fachpersonal auf die Einhaltung der Richtlinien gemäß NAMUR NE21 (EMV) positiv getestet wurde. Die weitere industrielle Verwertung ist in Vorbereitung.



Abb. 1: Kompakter und transportable Demonstrator des Phosgenanalysators

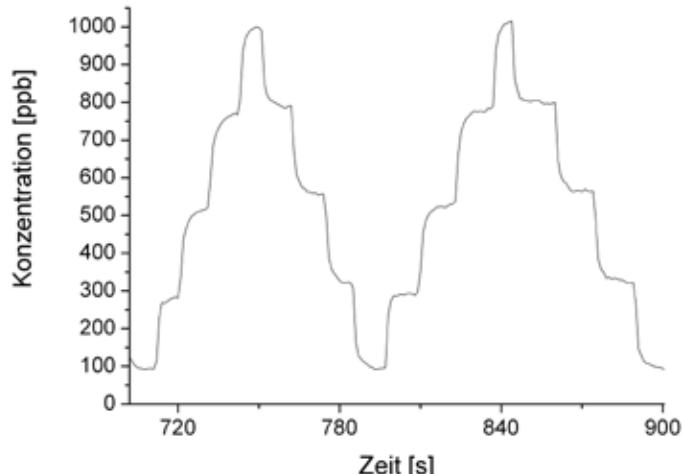


Abb. 2: Phosgen-Konzentrationsverlauf gemessen mit dem Demonstrator

# Forschungsschwerpunkt Energie

## Vorbemerkungen

Der Forschungsschwerpunkt Energie widmet sich Untersuchungen an thermischen Plasmen und ihren technischen Anwendungen. Im Fokus stehen experimentelle und theoretische Forschungsarbeiten zu Bogenplasmen in der Verfahrens- und Elektrotechnik, insbesondere die optische Diagnostik und die Modellierung von Lichtbögen in Plasmashweiß- und Trennverfahren sowie in Schaltanlagen der Hoch-, Mittel- und Niederspannungstechnik. Darüber hinaus bestehen Erfahrungen in der Untersuchung von Plasmalichtquellen.

Vorrangiges Ziel ist es, in den verschiedenen Anwendungen die grundlegenden physikalischen Mechanismen des Lichtbogens und seine für die Anwendung relevante Wirkungsweise zu verstehen. Dies bildet die Basis für die Ableitung neuer Ansätze zur Prozess- und Verfahrensverbesserung. Für diesen Zweck werden insbesondere optische Diagnostiken spezifiziert und geeignete Auswertemethoden erarbeitet. Die Untersuchungen erfolgen an experimentellen Modellen oder möglichst auch am realen Prozess. Die experimentelle Analyse erfolgt in enger Kopplung mit theoretischen Arbeiten. Es werden sowohl geeignete Modelle des Lichtbogens oder seiner Teilbereiche als auch komplexe Verfahren für die Simulation von Lichtbogenanwendungen erarbeitet. Die numerische Simulation hilft, Entwicklungszeiten der Geräte und Quellen maßgeblich zu verkürzen.

Der Forschungsschwerpunkt konzentriert sich vorrangig auf Plasmaanwendungen, die aufgrund ihres Energieeinsatzes bzw. ihres Anwendungsspektrums ein erhebliches Potenzial bei der Einsparung und sicheren Verteilung von Energie 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 Lichtbogenanwendungen zu reduzieren. Zukünftige Lichtquellen werden Aspekte der Gesundheit und des menschlichen Wohlbefindens sowie die Wirkung von Außenbeleuchtungen auf Ökosysteme berücksichtigen.

## Anwendungspotenzial

In vielen Bereichen der Produktions- und Verfahrenstechnik werden thermische Plasmen eingesetzt, für die im Forschungsschwerpunkt erarbeiteten Untersuchungsmethoden zur Prozessverbesserung oder Umsetzung neuer Lösungsansätze genutzt werden können. Beispiele sind

- Lichtbogenschweißverfahren
- Plasmashweißverfahren
- Plasmahybridschweißverfahren
- Plasmabrenner zum Trennen
- Brenner für die Plasmaspritztechnik
- Brenner für die plasmagestützte Dampfabscheidung

In der Elektrotechnik wird die starke Energiedissipation von Lichtbögen in Schaltgeräten ausgenutzt. Die Simulation und Diagnostik des Lichtbogens unterstützt die Gerätetechnik bei

- Leistungsschaltern der Nieder- und Hochspannungstechnik

Erfahrungen in der Untersuchung von Plasmalichtquellen umfassen

- Leuchtstofflampen für die Allgemeinbeleuchtung
- Hochintensitätsentladungslampen für die Allgemeinbeleuchtung und bildgebende Verfahren
- Strahlungsquellen für Spezialanwendungen

## Lichtbögen (GP)

### Problemstellung

Die breite Anwendung von Bogenplasmen basiert auf ihrer Eigenschaft der effektiven Energiedissipation. Insbesondere wird die schnelle und fokussierbare Wärmeübertragung auf Oberflächen beispielsweise beim Lichtbogenschweißen ausgenutzt. Trotz etablierter Technologien und langjähriger Forschungsarbeit sind die Kenntnisse zu Eigenschaften und Wirkmechanismen des Lichtbogens nach wie vor unzureichend. Dies behindert technische Innovationen auf Basis des physikalischen Prozessverständnisses. Angestrebgt wird zunehmend der Einsatz von Modellen und Simulationen zur Geräte- und Prozessentwicklung. Diese müssen mit hinreichendem Detailwissen zu den Prozessen im Plasma und zur Wechselwirkung mit Oberflächen entwickelt und experimentell validiert werden.

### Lösungsansatz

Die Diagnose der vom Lichtbogen emittierten Strahlung stellt die Methode der Wahl dar, mit der sich Temperaturen und Speziesdichten und damit viele weitere relevante Eigenschaften in Lichtbögen bestimmen lassen. Neben räumlich aufgelöster optischer Emissionsspektroskopie werden Methoden der Hochgeschwindigkeitskinematografie für die Analyse des Plasmas und strahlender Oberflächen, wie Elektroden und Schmelzen, qualifiziert. Weitere Arbeiten konzentrieren sich auf den Ausbau von magnetohydrodynamischen Simulationsverfahren unter besonderer Berücksichtigung von Abweichungen vom thermodynamischen Gleichgewicht. Als notwendige Vorarbeit für die Simulationen und Auswertungen optischer Messungen erfolgen Berechnungen von Plasmazusammensetzungen, thermophysikalischen und Transporteigenschaften der Plasmen sowie zu Strahlungstransportprozessen.

### Technologischer Nutzen

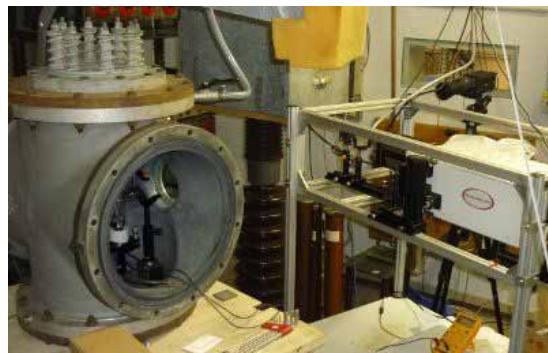
Qualifizierte Messungen und experimentell validierte Modelle erhöhen das Verständnis der physikalischen Prozesse und generieren Konzepte für optimierte oder neuartige Prozessführungen. Simulationen senken den Aufwand für Design und Entwicklung der Anlagen.

### Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

Die Untersuchungen erfolgten in einem breiten Themen-Spektrum, die u.a. folgende Ergebnisse erbrachten:

- Physikalische Eigenschaften von Kurzlichtbögen in kurzschlussbehafteten Metall-Schutzgas-Schweißprozessen

- Temperaturbestimmung im durch PTFE-Abbrand bestimmten Lichtbogen eines Modellschalters (in Kooperation mit der RWTH Aachen)
- Berechnung der Nettoemission in Argon-Eisen-Plasmen für Metall-Schutzgas-Schweißprozesse
- Verständnis des Anlaufverhaltens in Hochintensitätsentladungslampen
- Kontraktionsmechanismen des Säulenplasmas in Mitteldruckentladungen (in Kooperation mit der Staatl. Univ. St. Petersburg)
- Validierung von Strahlungstransportmodellen für inhomogene Plasmen (in Kooperation mit der Staatl. Univ. St. Petersburg)



Mobile Anlage des INP zur Emissionsspektroskopie (rechts) am Modellschalter der RWTH Aachen (links im Bild)



Tropfenfall im Lichtbogen in einem Metall-Schutzgasschweißprozess (Hochgeschwindigkeitsaufnahme)

### Vorhaben 2012

Die Lichtbogendiagnostik ist auszubauen, um räumliche Strukturen, zeitliche Dynamik und Vorgänge an Oberflächen besser erfassen zu können. Bei Lichtbogenanwendungen soll die Wechselwirkung mit Lasern analysiert werden. Es wird eine experimentelle Basis zur Untersuchung von Hochstrom-Lichtbögen angestrebt. Modellentwicklungen zu thermischen Plasmen mit Abweichungen vom Gleichgewicht werden fortgeführt.

# Schweißlichtbögen

## Problemstellung

Das Metall-Schutzgas-Schweißen (MSG) wird in der Metallverarbeitung breit angewendet, bedarf aber merklicher Innovationen, um bei neuen Materialen und erhöhten Anforderungen als kostengünstige Fügetechnik konkurrenzfähig zu bleiben. Dabei stehen Prozesssicherheit und -effizienz im Vordergrund. Entsprechende Innovationen sind nur auf Grundlage eines detaillierten bisher nur unzureichend vorhandenen Verständnisses der Wirkmechanismen des Lichtbogens zu erreichen.

## Lösungsansatz

In einem Gemeinschaftsvorhaben von sechs deutschen Einrichtungen (RWTH Aachen, TU Dresden, TU Berlin, UniBw München, HS Lausitz, INP Greifswald) gefördert durch die DFG und die AiF wurde der MSG-Prozess von Stahl unter Argon-Schutzgas umfassend analysiert. Am INP wurde Optische Emissionsspektroskopie (OES) und Hochgeschwindigkeitskinematografie (HGK) zur Analyse von Lichtbogen und Werkstoffübergang spezifiziert und eingesetzt. Für Lichtbogenstrahlung und Elektrodenansatz wurden Teilmodelle erarbeitet, welche nachfolgend in magnetohydrodynamische Simulationen des Schweißlichtbogens auch bei den Partnern einfließen.

## Technologischer Nutzen

Die Grundlagenergebnisse flossen in eine parallele Erarbeitung von Simulationsverfahren und Regelungskonzepten ein, die für innovative Verfahrensentwicklungen u.a. zur Erhöhung der Prozesssicherheit zur Verfügung stehen. So kann durch Simulationen das Brennerdesign nachhaltig verbessert werden. Regelungskonzepte erlauben eine Stabilisierung von Prozessen und damit energieärmere Verfahren bei erhöhter Prozessgeschwindigkeit und Verringerung der Nacharbeit.

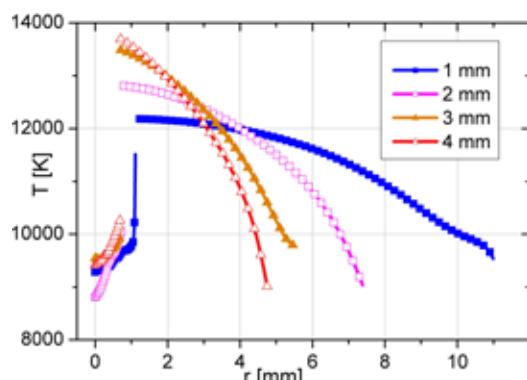
## Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

Am INP konnten mit Hilfe optischer Emissionsspektroskopie das Temperaturprofil und der Metalldampfanteil im Lichtbogen von MSG-Prozessen bestimmt werden. Wesentliche Effekte des Metalldampfes konnten geklärt werden wie unter anderem das Auftreten von Temperaturminima im Bogenkern bei durch Edelgase dominierten Schutzgasen. Die Analyse der Bogenstruktur erbrachte Hinweise auf den Strompfad und die Verteilung des Energieübertrags an Tropfen und Schmelze. Die Ergebnisse dienten der Validierung

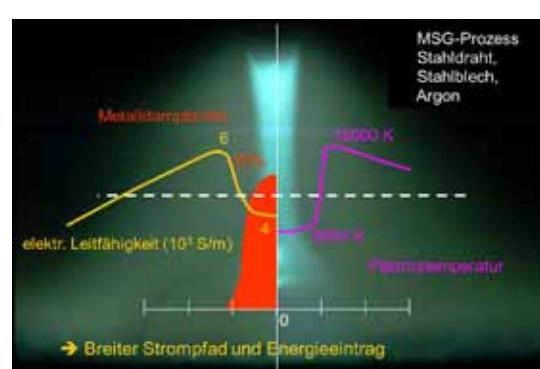
und der Einstellung von Randbedingungen in Lichtbogensimulationen der TU Dresden. Weiterhin erfolgten an einem Modelllichtbogen, in Kooperation mit der UniBw München, Grundlagenuntersuchungen zur Absicherung und Weiterentwicklung der optischen Methoden bzgl. der Auswertung der Linienstrahlung, der Annahmen des Lokalen Thermodynamischen Gleichgewichts und des Einsatzes von spektral gefilterten Hochgeschwindigkeitsaufnahmen. Mittels OES in Kooperation mit der RWTH Aachen konnten Oberflächentemperaturen fallender Tropfen und des Schmelzbades ermittelt werden.

## Vorhaben 2012

In Anschlussprojekten sollen die erarbeiteten Methoden und Ergebnisse u.a. zur Untersuchung des Einflusses von Schutzgasen auf den MSG-Prozess, zur Analyse von Bogenansätzen und zur Aufklärung der Wirkung von Laserstrahlung beim Plasmaschweißen eingesetzt werden.



Radiale Temperaturprofile des MSG-Lichtbogens in verschiedenen Abständen vom Werkstück



Eigenschaftsprofile des MSG-Lichtbogens im Überblick

## Vakuumkathodenspots

### Problemstellung

Bogenplasmen im Vakuum sind wesentlich durch den Bogenansatz an der Kathode und die dort stattfindende Ladungsträgeremission bestimmt. Die zugrunde liegenden Mechanismen sind bisher nur unvollkommen untersucht und durch bekannte Modelle nicht hinreichend beschrieben, haben jedoch starken Einfluss in den verschiedenen Anwendungen.

### Lösungsansatz

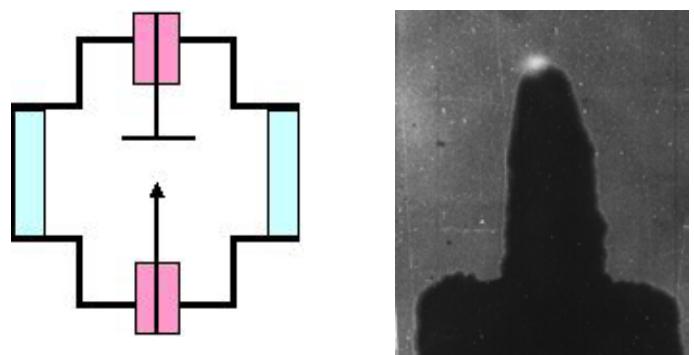
Der Elektrodenansatz eines Vakumbogens manifestiert sich in vielen Fällen in der Überlagerung kleiner, konzentrierter, schnell veränderlicher Bereiche, der sogenannten Spots. Zur Untersuchung grundlegender Mechanismen wird ein spezifischer Lösungsansatz gewählt. In Kooperation mit dem Institut für Hochstromelektronik Tomsk entstand ein Experiment zur reproduzierbaren Zündung einzelner Vakuumspots mit Hilfe definierter Hochspannungspulse. In einer Spitze-Platte-Anordnung unter Vakuum ist die Elektrodenspitze mit einem flüssigen Metall belegt. Hier bildet sich unter Hochspannungsbedingungen eine Mikrospitze, die den Spotansatz und den elektrischen Durchbruch an einer definierten Stelle begünstigt. Die Plasmaausbildung wird spektroskopisch beobachtet, wobei zur hohen zeitlichen Auflösung und Bildverstärkung ein Spektrograph mit einer Streakkamera und einer intensivierten CCD-Kamera gekoppelt wird. Durch entsprechend getriggerte und akkumulierte Beobachtung vieler Einzelspotereignisse lassen sich hinreichende Strahlungsintensitäten in spektraler Auflösung erreichen. Die untersuchten Spektralbereiche erlauben Rückschlüsse auf die dominanten Atome und Ionen sowie ihr Zeitverhalten über einen Entladungspuls.

### Technologischer Nutzen

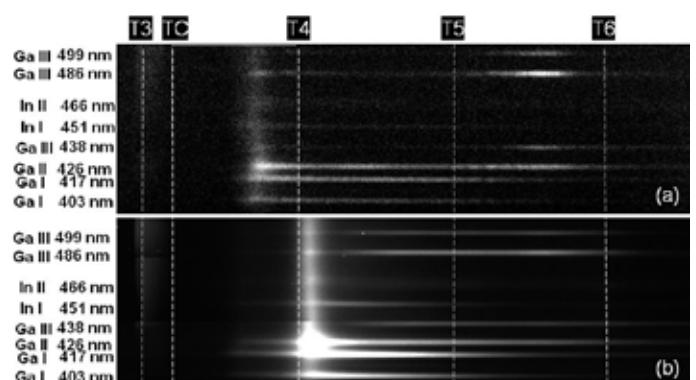
Vakumbögen bilden das zentrale Funktionselement u.a. in Vakuumschaltanlagen und bei der Vakumbeschichtung mittels Ionenstrahlverdampfung. Dabei bestimmt der Kathodenansatz des Bogens z.B. die Elektrodenerosion und die Schaltfestigkeit eines Vakuumschalters. Beherrschbarkeit und Beschreibungsmöglichkeiten eröffnen neue Perspektiven für Geräte- und Verfahrensentwicklungen.

### Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

Wesentliche Ergebnisse betreffen das Zeitverhalten verschieden ionisierter Spezies im Spotbereich über den Puls in Abhängigkeit der Pulssstromform. Grundsätzlich dominieren zum Beginn eines Strompulses über einige hundert Nanosekunden höher geladene Ionen, gefolgt von einfach geladenen. Bei Pulsen über einige Mikrosekunden tritt im späteren Verlauf vor allem Atomstrahlung auf. Die Strahlung setzt im Vakuum mit zeitlicher Verzögerung proportional zum Elektrodenabstand ein. Diese Verzögerung tritt nicht auf, wenn das Entladungsgebiet infolge eines vorangegangenen Pulses noch mit Ladungsträgern gefüllt ist. Weitere Erkenntnisse wurden zur räumlichen Struktur der Spots gewonnen. Diese helfen, Modellvorstellungen zum Spotmechanismus zu entwickeln und zu validieren.

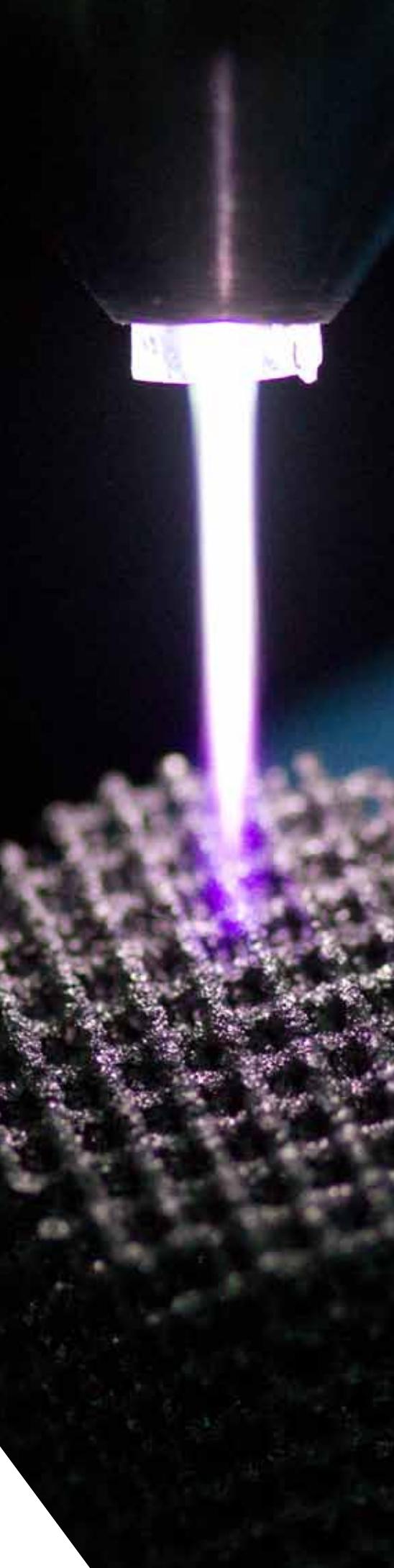


Schema der Entladungsanordnung in der Vakuumkammer und Bild der Elektrodenspitze mit Spotansatz



Zeitverlauf der Intensität von atomaren und Ionenlinien des Indium und Gallium im Entladungsbereich bei einem Strompuls über 100 ns (von T3 bis T4) gefolgt von einem Puls umgekehrter Polarität (200 ns von T4 bis T6)





## FORSCHUNGS- BEREICH 3

### BIOLOGIE & MEDIZIN

#### FB 3 - Überblick

Aktuelle Studien prognostizieren ein starkes Wachstum für Plasma-Anwendungen in den Bereichen Medizintechnik, Biotechnologie und Pharmazie. Der Forschungsbereich „Plasmen für Biologie & Medizin“ trägt dieser Entwicklung Rechnung. In den drei Forschungsschwerpunkten 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 an den Wissenschaftsstandorten Greifswald und Rostock konzentrierten wissenschaftlichen Kompetenzen in den Bereichen Plasmaforschung und Lebenswissenschaften, um in interdisziplinären Kooperationen gemeinsam mit der Ernst-Moritz-Arndt-Universität und der Universität Rostock zukunftsweisende und innovative Forschung und Entwicklung auf einem hochinnovativen Gebiet zu betreiben.

#### FS Plasmamedizin/Dekontamination

- Plasmaquellen für die biomedizinische Forschung (Seite 36)
- Plasma und Zelle (GP, Seite 37)
- Plasma und Lebensmittel (Seite 38)

#### FS Plasmabiologie/Biomaterialien

- Erzeugung biorelevanter Oberflächen mit Normaldruckplasmen (GP, Seite 40)
- Stimulierung des Zellwachstums in dreidimensionalen Stützgerüsten durch plasmagestützte Oberflächenveredlungen (Biophil, Seite 41)

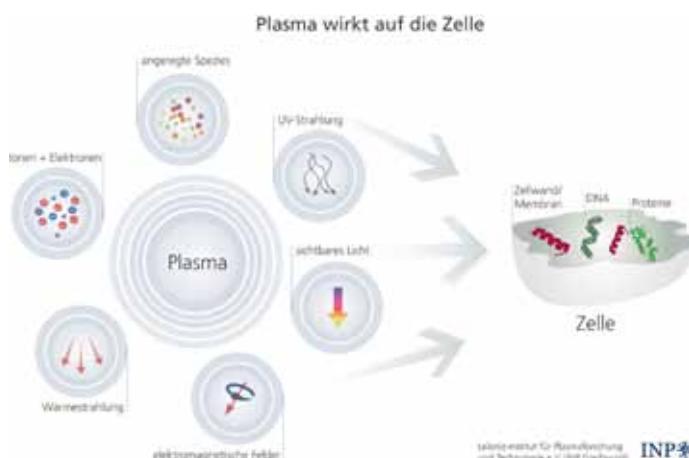
#### FS Bioelectrics

- DC-Plasmajet (GP, Seite 43)

## Forschungsschwerpunkt - Plasmamedizin/Dekontamination

### Vorbemerkungen

Die Erforschung des Einflusses physikalischer Plasmen auf Zellen und Gewebe mit dem Ziel der Erweiterung diagnostischer und therapeutischer Methoden ist ein höchst innovatives Forschungsgebiet, das international unter der Bezeichnung Plasmamedizin seit einigen Jahren einen erheblichen Aufschwung erlebt. Die Einwirkung eines physikalischen Plasmas auf lebende Systeme löst eine komplizierte Reaktionskette aus, die die Vitalität von Zellen und Geweben direkt beeinflussen, die aber auch indirekt über Veränderungen des lebensnotwendigen Umfeldes (vital environment) der Zellen wirksam werden kann. Im Forschungsschwerpunkt „Plasmamedizin/Dekontamination“ werden Forschungsarbeiten zu Plasma-Zell-Wechselwirkungen durchgeführt und koordiniert.



Dabei stehen die folgenden Forschungsinhalte im Mittelpunkt der Arbeiten:

- Konzeption, Aufbau, Charakterisierung und experimentelle Anwendung von Atmosphärendruck-Plasmaquellen für biomedizinische Untersuchungen
- Anpassung von Atmosphärendruck-Plasmaquellen an Anforderungen klinischer Testungen
- Grundlagenforschung zu Plasma-Flüssigkeits-Wechselwirkungen
- Grundlagenforschung zur Wirkung von Atmosphärendruck-Plasmaquellen auf Zellkulturen
- Grundlagen- und Applikationsforschung zur antimikrobiellen Wirksamkeit von Atmosphärendruck-Plasmaprozessen mit dem Ziel ihres Einsatzes zur Dekontamination/Sterilisation/Antiseptik

Forschungsarbeiten zur Inaktivierung von Mikroorganismen durch Plasmaprozesse sind nicht nur im Zusammenhang mit medizinischen Anwendungen von Bedeutung, sondern zunehmend auch für die Behandlung von Lebensmitteln und landwirtschaftlichen Produkten. Hier stehen die Verbesserung der Haltbarkeit und der Verbraucherschutz im Mittelpunkt des Interesses. Im Berichtszeitraum 2010/2011 wurden im FS Plasmamedizin/Dekontamination die folgenden Projekte realisiert:

- Grundlagenprojekt (GP) „Plasma & Zelle“
- Forschungsverbund Campus PlasmaMed
  - Leitthema PlasmaQuellen
  - Leitthema PlasmaVitro
- Endoplas – Inaktivierende Mikroplasmen zur Sterilisation im Lumen von medizinischen Instrumenten
- FriPlas – Anwendung von Plasmaverfahren zur schonenden Haltbarmachung am Beispiel leichtverderblicher Lebensmittelprodukte in der Nahrung
- Nanogiene – Erneuerbare, hygienisch wirksame Nanobeschichtungen auf komplexen Medizinprodukten
- Darüber hinaus besteht eine enge Koordination der Grundlagenforschungsarbeiten im FS Plasmamedizin/Dekontamination mit den Nachwuchsforschergruppen des am INP angesiedelten Zentrums für Innovationskompetenz (ZIK) „plasmatis - Plasma plus Zelle“.

### Anwendungspotenzial

#### Plasmaquellen für biomedizinische Anwendungen:

- Bereitstellung von Quellen für experimentelle und klinische Testungen
- Vorbereitung der Zulassung als Medizinprodukte
- Normung/Standardisierung

#### Plasma-Flüssigkeits-Wechselwirkungen

- Herstellung, Optimierung und/oder Stabilisierung von wirkstoffhaltigen Flüssigkeiten (Plasmapharmazie)

#### Plasma-Zell-Wechselwirkungen

- Charakterisierung von biologischen Effekten von Plasmaquellen zur Vorbereitung der Normung/Standardisierung

#### Antimikrobielle Plasmaeffekte

- Dekontamination/Sterilisation von Packmitteln (Lebensmittel, Pharmazeutika), Medizinprodukten (Endoskope), Implantaten sowie Lebensmitteln und landwirtschaftlichen Frischprodukten

## Plasmaquellen für die biomedizinische Forschung

### Problemstellung

Untersuchungen zum biomedizinischen Einsatz von Atmosphärendruckplasmen setzen die Verfügbarkeit geeigneter Quellen voraus. Dem Einsatzzweck entsprechend sind die Anforderungen an die Quellen sehr spezifisch hinsichtlich der Geometrie des Plasmas. Wesentliche weitere Auswahlkriterien sind Temperatur, elektrischer Strom, Strahlung und erzeugte reaktive Spezies. Seitens des Zuwendungsgebers im Forschungsverbund „Campus PlasmaMed“ besteht die Forderung nach Plasmaquellen, die die Voraussetzungen zur Zulassung als Medizinprodukt erfüllen.

### Lösungsansatz

Zur Realisierung der gewünschten Plasmaquellen stehen eine Reihe grundlegender Prinzipien der Plasmaerzeugung zur Auswahl (DBE, Corona, Jet ...). Durch geeignete Quellenkonstruktion sowie entsprechende Wahl der Betriebsparameter und des Gasgemisches ist das Plasma an die Aufgabenstellung anzupassen. Dies erfordert im Weiteren eine grundlegende Charakterisierung der Quellen entsprechend den oben genannten Kenngrößen sowie Untersuchungen zur Wirksamkeit im Sinne der biomedizinischen Anforderung. Aufgrund des standardmäßigen Einsatzes des kINPen 09 bei allen Partnern im „Campus PlasmaMed“ und den daraus resultierenden umfangreichen Messergebnissen stellt dieses Gerät einen guten Ausgangspunkt zur Verwirklichung eines Medizinproduktes dar.

### Technologischer Nutzen

Plasmamedizin ist ein sehr modernes, intensiv bearbeitetes Forschungsgebiet, das neue Ansätze zur Behandlung eines breiten Spektrums von Erkrankungen, insbesondere in der Dermatologie und der Zahnheilkunde verspricht. Parallel dazu herrscht ein großes Interesse an Plasmaquellen zur Behandlung von Flüssigkeiten und zur Entkeimung von thermolabilen Werkstoffen, wie sie häufig in Medizinprodukten zum Einsatz kommen. Derzeit werden Plasmaquellen für die biomedizinische Forschung in erster Linie eingesetzt, um grundlegende Fragestellungen zur Wirksamkeit und den möglichen Wirkmechanismen zu klären. Für spezifische Indikationen konnte die Wirksamkeit in präklinischen Untersuchungen bereits nachgewiesen werden, so dass weitere Schritte in Richtung klinischer Studien bevorstehen. Der erfolgreiche Abschluss derartiger Studien stellt die Voraussetzung zur Vermarktung einer Plasmaquelle als Medizinprodukt dar.

### Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

- Aufbau von Labormustern für insbesondere räumlich ausgedehnte Plasmen: Anpassung der Plasmageometrie durch Wahl der Elektrodenansteuerung möglich
- „hairINPlasma“: Quelle zum Einsatz in der Zahnheilkunde, Paper zu grundlegenden Eigenschaften veröffentlicht, Patent beantragt
- Spannungsgenerator für Untersuchungen zur Plasmabehandlung von Flüssigkeiten mittels dielektrisch behinderter Entladungen entwickelt und im plasmamedizinischen Labor des INP bereitgestellt, umfangreiche elektrische Charakterisierung zum Vergleich mit Ergebnissen eines bestehenden Aufbaus
- Redesign des kINPen 09 und Test in Prüflabor entsprechend der Normen nach Medizinproduktegesetz
- kINPen MED: Plasmaquelle, die die technische Zulassungsvoraussetzungen für ein Medizinprodukt erfüllt, Zertifizierung erfolgt nach erfolgreichem Abschluss einer klinischen Studie



hairINPlasma - Labormuster



kINPen MED

## Plasma und Zelle (GP)

### Problemstellung

Die für biologische Wirkungen bedeutsamen Plasmaeigenschaften des Jets kINPen 09 beruhen auf bei Atmosphärendruck gebildeten reaktiven Spezies (Radikale) und auf emittierte Photonen im UV- bzw. VUV-Spektralbereich, die je nach Intensität und in Kombination miteinander unterschiedliche Effekte hervorrufen können. Als zentrales Problem sowohl bei der Inaktivierung von Mikroorganismen als auch bei der Aufklärung zellbiologischer Plasmaeffekte erweist sich die Fragestellung nach dem Anteil der einzelnen zuvor erwähnten Plasmakomponenten, insbesondere die Rolle der energiereichen Photonen im Zusammenhang mit dem das Target umgebende Milieu. So ist der Kenntnisstand über Reichweite von VUV-Photonen aus dem Argon-Jet in einem Argon-Gasstrom und durch Luft- bzw. Sauerstoffschichten unzureichend bekannt. Hinzu kommt das Plasma-Zell-Wechselwirkungen zu einem erheblichen Teil durch Plasma-Flüssigkeits-Wechselwirkungen bestimmt werden und sich die Fragen nach der Transmission bzw. Absorption von VUV/UV-Strahlung in feuchten Gasen, Dämpfen und in biorelevanten dünnen Flüssigkeitsfilmen stellen.

### Lösungsansatz

Beiträge zur Lösung der angesprochenen Probleme bestehen einerseits in der Bestimmung von relevanten Emissionseigenschaften des kINPen 09, wie absolute spektrale Verteilung im VUV/UV, Reichweiten der Photonen und erreichbare Bestrahlungsstärken in Abhängigkeit von äußeren technischen Parametern, wie Zumischungen zum Trägergas Argon und dem Abstand zwischen Jetausgang und Target. Im Zusammenhang mit mikrobiologischen Tests zur Inaktivierung von Sporen (in einer speziellen Kammer mit hoher Variabilität) unter verschiedenen trockenen Umweltbedingungen kann so die antimikrobielle Wirksamkeit einzelner Plasmakomponenten bestimmt werden. Transmissionsmessungen von VUV- und UV-Photonen durch verschiedene Flüssigkeitsfilme geben Aufschluss über den Einfluss bei realitätsnahen Bedingungen.

### Technologischer Nutzen

Die gewonnenen Ergebnisse sind ein Potenzial für den gezielten anwendungsorientierten Einsatz des Plasmajets kINPen 09 an verschiedenen biologischen Systemen. Außerdem können sie zur Abschätzung von eventuellen Risiken und deren Minimierung dienen.

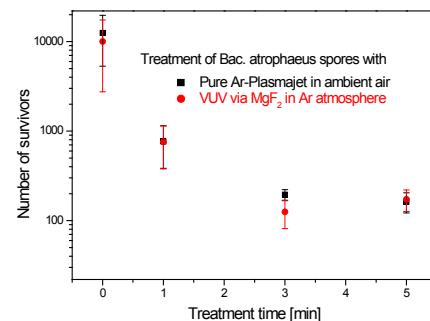
### Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

Die Strahlungsemision des kINPen 09 mit Argon als Trägergas wird dominiert durch die VUV-Strahlung des Ar-Excimers und der des atomaren Sauerstoffs. Die VUV-bestrahlte Fläche ist wesentlich größer als der Jetdurchmesser und damit größer als angenommen. Bestimmte spektrale Anteile im VUV können Luftsichten durchdringen. Es konnte kein merklicher Unterschied in der antimikrobiellen Wirkung auf *B. atropheaeus* Sporen zwischen einer Plasmabehandlung und einer Exposition mit der emittierten VUV-Strahlung aus dem Jet festgestellt werden.

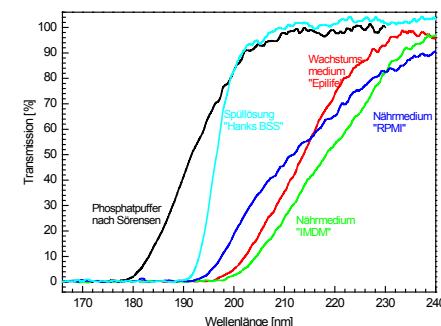
Die Untersuchungen zur spektral aufgelösten Transmission im VUV zeigten bei feuchten Gasen und Dämpfen die Dominanz des Wassermoleküls. Bei Flüssigkeitsfilmen beginnt die Verringerung der Transmission in Abhängigkeit vom Medium zwischen 235 nm und 185 nm. Längere Bestrahlungszeiten führen zu sichtbaren Strukturveränderungen (Bläschenbildung).

### Vorhaben 2012

- Behandlung von biorelevanten Flüssigkeiten mit anschließender OH-Diagnostik
- Untersuchungen an einer neuartigen Plasmaquelle für die Zahnmedizin



Anzahl der überlebenden Mikroorganismen nach unterschiedlicher Behandlung



Transmission biorelevanter Flüssigkeitsfilme (400µm) beim Übergang vom VUV-Spektralbereich in den UV-Bereich

## Plasma und Lebensmittel

### Problemstellung

Innerhalb der Lebensmittelproduktionskette pflanzlicher Lebensmittel kommt es aufgrund von mikrobiologischem Befall zu zwei Kernproblemen:

- Ernte- und Lagerverluste<sup>1)</sup>
- Lebensmittelsicherheit

Sind Produzenten und Verarbeiter von Frischeprodukten aufgrund der unmittelbaren wirtschaftlichen Konsequenzen an einer Reduzierung von Ernte- und Lagerverlusten im hohen Maße interessiert, so war hinsichtlich der Lebensmittelsicherheit eine zusätzliche Sensibilisierung für die Thematik, wie aktuell in 2011 durch EHEC hervorgerufen, erforderlich. Die bestehenden Methoden zur Herstellung der Hygiene sind nicht im erforderlichen Maße wirksam, nicht zugelassen und/oder im Stand der Forschung. Die Inaktivierung von Mikroorganismen auf natürlichen Oberflächen bei gleichzeitigem Erhalt der wertgebenden Inhaltsstoffe der pflanzlichen Matrix stellt auch heute noch eine ungelöste technologische Herausforderung dar.

### Lösungsansatz

Aufgrund des immensen Kostendrucks können nur relativ kosteneffiziente Verfahren zum Einsatz gebracht werden. Eine obere Grenze in den Verfahrenskosten stellt die Hochdrucktechnik dar, wie sie zur Aufbereitung von Fleischprodukten bereits im industriellen Einsatz ist. Da Vakuumverfahren aufgrund der Feuchtigkeit bei Frischeprodukten ausscheiden, erscheinen Verfahren auf Basis von Atmosphärendruckplasmen erfolgversprechend. Die Kernidee dabei ist, mittels Plasma effizient antimikrobiell wirksame Spezies, insbesondere Radikale und Metastabile, zu generieren, die einerseits mikrobiologisch aktiv und andererseits innerhalb verfahrenstypischer Zeiten abgebaut werden, so dass mögliche Auswirkung auf das Produkt minimiert und eine Gefährdung des Konsumenten ausgeschlossen werden kann. Als Plasmageneratoren werden Plasmaquellen im Frequenzbereich von kHz bis einige GHz verwendet.

### Technologischer Nutzen

Im Fall eines Erfolges führt der Einsatz der Verfahren zu einer nachhaltigeren und ökonomischeren Landwirtschaft. Gleichzeitig wird die Sicherheit für den Verbraucher gesteigert. Ferner steht zu erwarten, dass die entwickelten Dekontaminationsverfahren auch in anderen Bereichen wie Verpackungen, Transportbehältnissen, Anlagenteilen und Medizinprodukten einsetzbar sind. Auch eine Anwendung in der Plasmachemie könnte sich als sinnvoll erweisen.

### Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

#### Ernte und Lagerverluste<sup>2)</sup>

In der Plasmadekontamination von Lebensmitteloberflächen werden verschiedene Verfahren untersucht. Ein Alleinstellungsmerkmal besitzt das INP mit dem PLexc-Dekontaminationsverfahren (Patent angemeldet), welches auf der Gasprozessierung durch einen mikrowellenangeregten Plasmabrenner (PLexc) basiert. Dieses sehr kostengünstig einsetzbare Verfahren eignet sich für fast alle Oberflächen an denen ein hinreichender Gasaustausch realisiert werden kann. Dies wurde bereits an porösen Oberflächen und engen Lumina, wie z.B. Biopsiekänen, demonstriert. Ein Beispiel für eine natürliche Oberfläche ist in Abb. 1 dargestellt. Hier wurden Inaktivierungskinetiken für verschiedene Mikroorganismen auf der Schale eines Apfels aufgenommen.

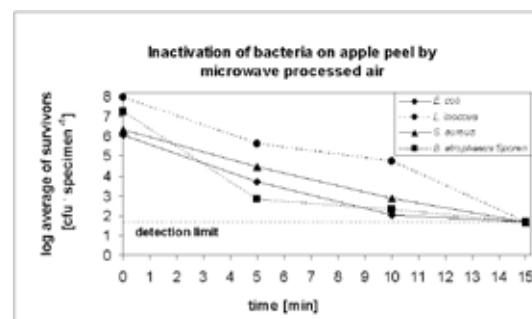


Abb. 1: Inaktivierungskinetik von Bakterien auf der Apfeloberfläche nach der Behandlung mit PLexc prozessiertem Gas

#### Lebensmittelsicherheit

Im Rahmen der EHEC-Problematik wurden Untersuchungen mit verschiedenen Plasmaquellen des INP an den E. coli Stämmen K-12 und EHEC O157:H- durchgeführt. In Abb. 2 ist die mit dem PLexc-Verfahren erzielte Inaktivierungskinetik dargestellt. Es wird ersichtlich, dass das Plasmaverfahren auch den human-pathogenen Stamm effizient inaktivieren kann.

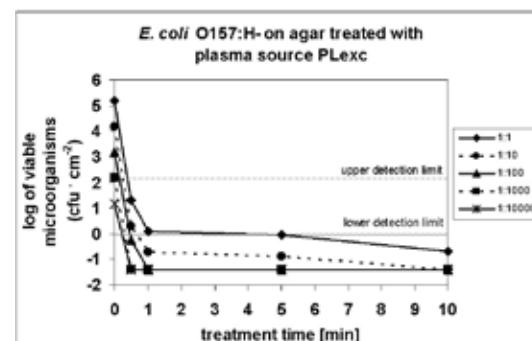


Abb. 2: Inaktivierungskinetik von EHEC O157:H- auf Agarplatten nach der Behandlung mit PLexc prozessiertem Gas

## Forschungsschwerpunkt - Plasmabioologie/Biomaterialien

### Vorbemerkungen

Physikalische Plasmaprozesse werden bevorzugt zur gezielten Steuerung von Grenzflächeneigenschaften verschiedenen dimensionierter, komplexer Bauteile und Materialien durch Funktionalisierung über die Gasphase als auch durch Deposition funktioneller Schichten eingesetzt. Dabei wird sowohl unter Niederdruck- als auch Atmosphärendruckbedingungen gearbeitet. Die Einsatzgebiete sind sehr vielfältig und von den jeweiligen Subrateigenschaften als auch vom notwendigen Handling abhängig. Prozesstechnisch bieten Plasmaverfahren sehr viele Vorteile, wie z.B. eine geringe thermische Belastung und damit einhergehend eine vernachlässigbare Beeinflussung der Eigenschaften des Grundmaterials, eine sehr gute Spaltgängigkeit, das Einstellen von hydrophilen als auch hydrophoben Oberflächeneigenschaften, die Umweltfreundlichkeit, der sehr günstige Kostenfaktor und insbesondere bei Normaldruckplasmen das einfache Handling.

Nichtsdestotrotz steigen die Anforderungen an derartige Plasmaprozesse vor allem auch bei der Erschließung neuer Anwendungen für besonders hochwertige Oberflächenfunktionalisierungen. Im FS Plasmabioologie/Biomaterialien wird an bioaktiven Oberflächen für biomedizinische Anwendungszwecke gearbeitet. Die Ausrüstung der Oberflächen mit zelladhäsiven oder auch antiadhäsiven sowie antimikrobiellen Eigenschaften stand im Fokus der Untersuchungen. Mit Plasma-Immersions-Ionen-Implantation (PIII) gelang es, Oberflächen (Metalle, Polymere) mit einem antimikrobiell wirkenden Agens (Kupfer) zu dotieren (Abbildung rechts) und eine entsprechende Kupfer-Release-Kinetik einzustellen.

In einem Grundlagenprojekt wurde der Einfluss von Atmosphärendruckplasmen auf die Oberflächeneigenschaften von Polymeren untersucht. Miniaturisierte Plasmajets sind ein sehr flexibles Werkzeug, um Substrate mit komplexen Geometrien oder auch poröse, strukturierte Materialien auf Grund des sehr guten Penetrationsvermögens zu funktionalisieren. Der Plasmajet bietet sich für die Funktionalisierung verschiedenster 3D-Formkörper, die u.a. als Knochenersatzmaterial für größere Knochendefekte Einsatz finden, aus Titan oder Tantal sowie Biopolymeren geradezu an. Ferner gelang es, 3D-Formkörper mit Hilfe von Niederdruckplasmen mit einer Aminofunktionalisierung und damit mit zellanziehenden Eigenschaften auszustatten. Dies konnte u.a. in der Zellkultur mit Knochenzellen (MG-63) gezeigt werden.

### Anwendungspotenzial

#### Gesteuerte Oberflächenaktivierung durch plasmatische Prozesse

- für unterschiedliche auch hitzeempfindliche Materialien (Polymere, Metalle, Keramiken, Glas)
- Einstellen von hydrophilen/hydrophoben Oberflächeneigenschaften
- für komplex strukturierte 3D-Formkörper

#### Anwendung von Normaldruckplasmen für die Funktionalisierung komplexer 3D-Formkörper

#### Implantation von Ionen in oberflächennahe Bereiche durch Plasma-Immersions-Ionen-Implantation (PIII)

- Ausrüstung von Implantatoberflächen mit antimikrobiellen Eigenschaften
- Oxidation, Nitridierung und Härtung von Oberflächen
- Korrosionsschutz

#### Plasmagestützte Steigerung der Biokompatibilität für Anwendungen im biomedizinischen Bereich:

- Zellkultursysteme, Biosensoren, Einwegartikel
- Implantatoberflächen

#### Plasmagestützte Ausrüstung von Biomaterialien mit besonderen Oberflächeneigenschaften

- Zelladhäsive Eigenschaften u.a. strukturgeleitetes Zellwachstum
- Antiadhäsive Eigenschaften (Lotuseffekt)
- Antimikrobielle Eigenschaften



ohne Kupfer



mit Kupfer

Präventiv wirksame Kupferschichten auf metallischen Implantaten können durch Plasma-Ionen-Immersions-Implantation erzeugt werden.

## Erzeugung biorelevanter Oberflächen mit Normaldruckplasmen (GP)

### Problemstellung

Biomaterialien und Kunststoffe weisen zum größten Teil chemisch inerte Oberflächeneigenschaften auf. Für den Einsatz dieser Produkte, z.B. in der Medizin, müssen die Oberflächen entsprechend der Anforderung modifiziert bzw. verändert werden. Plasmainduzierte Prozesse sind materialschonend und daher besonders geeignet, um Oberflächen zu funktionalisieren. Der Großteil dieser Verfahren läuft dabei im Vakuum ab, während der Einsatz von Normaldruckplasmen sich bisher auf wenige Oberflächenverfahren beschränkt. Aber gerade durch den Verzicht auf Vakuumtechnik, die unkomplizierte Implementierung in bestehende Inline-Prozesse sowie die einfache Handhabung macht die Atmosphärendruck-Plasmatechnik besonders interessant und vorteilhaft. Allerdings sind noch eine Reihe grundlegender Fragen zu der Interaktion zwischen Biomaterialoberfläche und biologischen Systemen zu beantworten.

### Lösungsansatz

Es wird der Einfluss von bei Atmosphärendruck arbeitenden, miniaturisierten Jetgeometrien, unter Verwendung von Edelgasen und Reaktivgasen, auf die Oberflächeneigenschaften von Polymeren untersucht. Durch die Variation verschiedener Prozessparameter sollen Aussagen zur Funktionalisierung gemacht werden. Des Weiteren soll aufgezeigt werden, welche Oberflächeneigenschaften den Zellkontakt unterstützen.

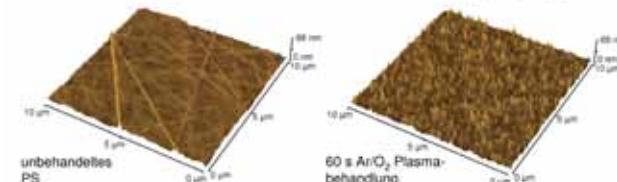
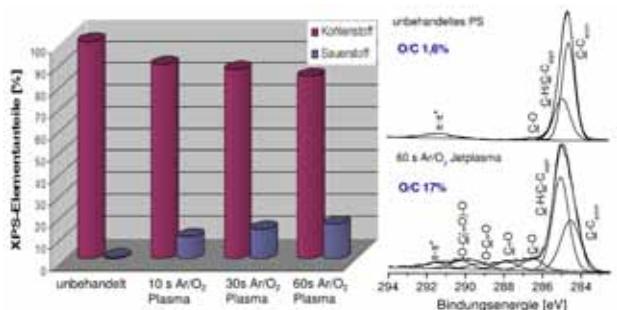
### Technologischer Nutzen

Die plasmachemisch funktionalisierte Oberfläche kann zur Optimierung von Implantaten oder Zellkultursystemen eingesetzt werden. Des Weiteren ist die Applikation zur Oberflächenmodifikation nicht auf flächige Substrate begrenzt. So können beispielsweise auch Substrate mit komplexer Geometrie oder poröse und strukturierte Materialien durch das sehr gute Penetrationsvermögen des Jetplasmas behandelt werden.

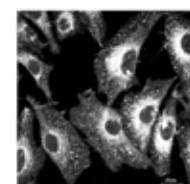
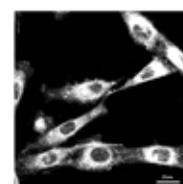
### Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

Es wurde gezeigt, dass Jetplasmen sowohl mit Edelgas als auch mit Beimischung von reaktiven Gasen die Adhäsions-eigenschaften von Kunststoffoberflächen verbessern. Die Analyse der plasmabehandelten Oberflächen zeigte eine plasmaintivierte Verbesserung der Benetzungbarkeit durch den Einbau von Sauerstoff und die dadurch bedingte Bildung

polarer Gruppen auf der Oberfläche. Weiterhin wurde gezeigt, dass bereits wenige Sekunden Behandlungszeit ausreichen, um die Oberfläche plasmachemisch zu verändern. Bei längerer Behandlungszeit und durch die Beimischung von reaktiven Gasen, wie z.B. Sauerstoff, fand zusätzlich zu der Funktionalisierung ein Abtrag bzw. eine Nanostrukturierung der Oberfläche statt. Somit können gezielt durch die Wahl der Prozessparameter die Oberflächeneigenschaften gesteuert werden.



Vergleich der physikochemischen und morphologischen Oberflächeneigenschaften von unbehandelten und Ar/O<sub>2</sub> plasmabehandelten Polystyroloberflächen. Mit Hilfe von XPS-Untersuchungen konnte ein deutlicher Anstieg des Sauerstoffgehalts in Abhängigkeit von der Behandlungszeit sowie die Bildung von polaren funktionellen Gruppen auf dem Polymer nachgewiesen werden. Durch plasmaintivierte Ätzprozesse wurde die Morphologie der Oberfläche verändert. Aus der zuvor glatten Polystyrol-oberfläche wurde eine nanostrukturierte, hügelige Struktur.



Ausbreitung von Osteoblasten links: auf Polystyrol; rechts: auf Ar/O<sub>2</sub> plasmabehandeltem Polystyrol. Die plasmafunktionalisierte Polystyrol-oberfläche fördert sowohl die Adhäsion als auch die Ausbreitung der Osteoblasten.

### Vorhaben 2012

Beimischung von reaktivem Stickstoff, um den Anteil stickstoffhaltiger funktioneller Gruppen auf der Substratoberfläche zur Verbesserung der Biokompatibilität zu erhöhen.

## Stimulierung des Zellwachstums in dreidimensionalen Stützgerüsten durch plasmagestützte Oberflächenveredlungen (Biophil)

### Problemstellung

Die zur Reparatur großvolumiger ( $\text{cm}^3$ -Größenordnungen) Knochendefekte genutzten dreidimensionalen Stützgerüste (Scaffolds) werden im Inneren nicht von körpereigenen Zellen besiedelt. Die zelluläre Integration des Implantats ist aber nicht nur bei temporärem, resorbierbarem Knochenersatz, sondern auch für die Integration permanenter metallischer, keramischer oder polymerer Substrate von großer Bedeutung. Die zelluläre Interaktion mit solchen großvolumigen dreidimensionalen Stützgerüsten (Scaffolds) ist jedoch zu großen Teilen unverstanden.

### Lösungsansatz

Im Verbundprojekt „Biophil“ wurden dazu im INP die inneren Oberflächen, Seitenwände und Böden von künstlichen 3D-Strukturen, Geweben und Schäumen plasmabehandelt. Gasentladungs-Plasmaprozesse sind zur Oberflächenveredlung sowohl von Kunststoffen als auch von Metallen und Keramiken über die chemische Plasmafunktionalisierung, -pfropfung oder Beschichtung besonders gut geeignet. Durch die Erzeugung einer definierten Oberflächenchemie und von spezifischen funktionellen Gruppen im Inneren eines dreidimensionalen Stapelmodells können optimale Bedingungen für das Einwachsen von Osteoblasten (Knochenzellen) in den verschiedenen Knochenersatzmaterialien erreicht werden. Insbesondere durch den Einsatz eines Plasmajets kann aufgrund der guten Spaltfähigkeit bei geeigneten gewählten Prozessparametern die angestrebte Funktionalisierung im Inneren bzw. in der Tiefe der 3D-Formkörper realisiert werden.

### Technologischer Nutzen

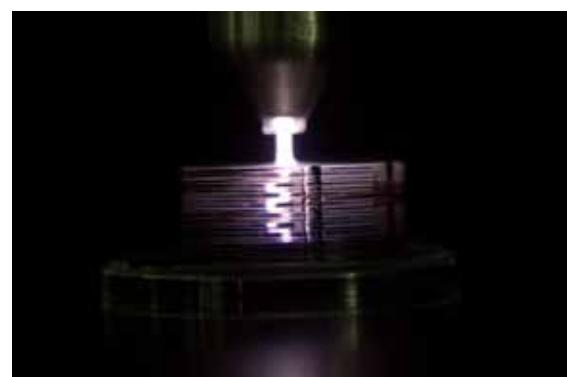
Im Rahmen dieses Projekts wurden im INP plasmagestützte Prozesse entwickelt, um die Oberflächen der metallischen bzw. polymeren Stützgerüste so zu modifizieren, dass sie die Migration von Zellen in das Innere von 3D-Stapelstrukturen, sowie deren Adhäsion und Proliferation und den Nährstofftransport ermöglichen. Dadurch können nicht nur sonst unzugängliche Areale im Inneren metallischer Formkörper behandelt, sondern auch Funktionalisierungen von offenporigen Polymeren realisiert werden. Der Vergleich unterschiedlicher Plasmaquellen zeigte, dass positive Ergebnisse sowohl mit Niederdruck-Entladungen als auch mit Atmosphärendruck-Plasmajets erreicht werden können.

### Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

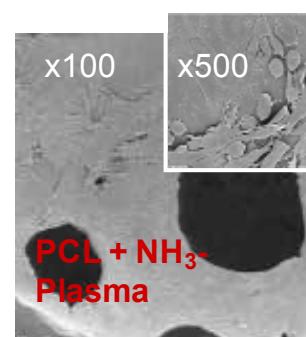
Mit einer gepulsten  $\text{NH}_3$ -Mikrowellen-Niederdruck-Entladung wurden aminofunktionelle Oberflächen auf den dreidimensionalen Substraten erzeugt, um die Adsorption von Proteinen und die Adhäsion von Zellen positiv zu beeinflussen. Die Aminogruppendichte wurde anhand von XPS-Untersuchungen verglichen. Die beste Amino-Funktionalisierbarkeit wurde bei Polycarbonat (PC) als Vertreter der nichtabbaubaren Thermoplaste und bei Polylactid (PLA) als Vertreter der Biopolymere gefunden.

Der positive Effekt der Plasmafunktionalisierung bzw. von plasmagestützten Beschichtungen konnte anhand von Zellkultur-Untersuchungen bestätigt werden.

Mit Hilfe des bei Atmosphärendruck arbeitenden Plasma-Jets wurde durch den mäanderförmigen Kanal hindurch der PC-Endlayer funktionalisiert. XPS- und Wasserkontaktwinkele-Messungen konnten den Einbau von polaren funktionellen Gruppen in die Polymeroberfläche durch einen 1.2 cm hohen Stapel hindurch bestätigen.



Funktionalisierung der inneren Oberfläche einer Stapelstruktur, bestehend aus definiert strukturierten Polycarbonat-Layern mit Hilfe eines Normaldruckplasmajets (kINPen 09®)



Verbessertes Wachstum von Osteoblasten (MG63) innerhalb eines PCL-Schaums nach Ammoniak-Plasmafunktionalisierung (Fotos: AB Zellbiologie Uni-Rostock)

## Forschungsschwerpunkt - Bioelectrics

### Vorbemerkungen

Das Gebiet der Bioelectrics beschäftigt sich mit der Manipulation von Zellen durch elektrische Stimuli. Eingesetzt werden nicht-thermische Plasmen, die bevorzugt in Luft oder Wasser erzeugt werden, und gepulste elektrische Felder. Letztere können selbst wieder zum Aufbau schneller Entladungen dienen oder auch für sich allein zu Anwendungen benutzt werden. Abhängig von der Methode und den jeweils gewählten Betriebsparametern, lassen sich morphologische und funktionale Änderungen in Zellen, Geweben und Organen erzielen. Es steht zu vermuten, dass Plasmen hauptsächlich über die Zellmembran interagieren. Genauso haben elektrische Pulse mit langer Dauer, d.h. von Mikro- oder Millisekunden gezeigt, dass sie in der Lage sind, Zellmembranen vorübergehend oder dauerhaft zu permeabilisieren – je nach Stärke des elektrischen Feldes. Dieser Effekt lässt sich zum Einbringen von Medikamenten oder zur Extraktion von in der Zelle produzierten Substanzen einsetzen; zusätzlich aber auch zum Abtöten von Keimen. Demgegenüber haben starke, aber kurze elektrische Felder, die für weniger als eine Mikrosekunde angelegt werden, die Fähigkeit, effektiv ins Zellinnere vorzudringen und dadurch Zelfunktionen nachhaltig zu verändern. Entsprechend lassen sich Organellen und selbst Molekülstrukturen beeinflussen. In von den unter diesen Bedingungen erzeugten gepulsten Entladungen werden beide Wirkmechanismen bereitgestellt und können demnach sehr effektiv v.a. zu mikrobiellen Behandlungen eingesetzt werden.

Darüber hinaus entwickelt der FS Bioelectrics neue Verfahren für die Untersuchung von Wechselwirkungen von Zellen und Materie, die kurzen elektrischen Feldern und/oder Plasmen ausgesetzt sind. Als solche erforscht er grundlegende Fragen zum Aufbau von Zellen und Materie mit neuen Ansätzen.

Der Forschungsschwerpunkt hat im September 2011 seine Arbeit aufgenommen und ist seitdem im Aufbau begriffen.

### Anwendungspotenzial

- Biologische Dekontamination und Sterilisation von organischen Geweben
- Trinkwasser- und Abwasseraufbereitung
- Tumorthерапie
- Modifikation von Zellen und Geweben, z.B. Beschleunigung der Wundheilung
- Verständnis des Entladungsaufbaus in Wasser
- Verständnis zum Aufbau und Zusammenhalt von Zellmembranen
- Verständnis zur Wechselwirkung von Plasmen und elektrischen Feldern mit Zellen



Übersicht der im Forschungsschwerpunkt Bioelectrics verwendeten Technologien, untersuchten Fragestellungen und deren Anwendungspotenzial

## DC-Plasmajet (GP)

### Problemstellung

Die meisten 'kalten' Atmosphärendruck-Plasmajets benötigen zum Betrieb sowohl oszillierende oder gepulste Hochspannungen als auch Edelgase. Ein mit Umgebungs- luft und einer Gleichspannung betriebener Plasmajet kann eine erheblich kostengünstigere Alternative darstellen.

### Lösungsansatz

Durch eine Mikrohohlkathodengeometrie lässt sich eine bei Atmosphärendruck stabile Glühentladung in Luft erzeugen. Die Charakteristik des Jets, insbesondere seine Temperatur, lassen sich mit dem Gasfluss und der einge- speisten Leistung anpassen.

### Technologischer Nutzen

Neben Vorteilen für die Produktion und den Betrieb des Jets hat die Entladungsgeometrie den Vorteil, unempfindlich gegenüber dem zum Entladungsaufbau verwendeten Gas zu sein. Zusätzlich können verschiedene gasförmige Stoffe, wie z.B. Wasserdampf, gezielt beigemischt werden, was die Effizienz der Anwendung erhöhen kann. Damit hat der Jet über unmittelbare Anwendungen in der Medizintechnik hinaus auch das Potenzial, die Eigen- schaften von Materialoberflächen zu verändern.



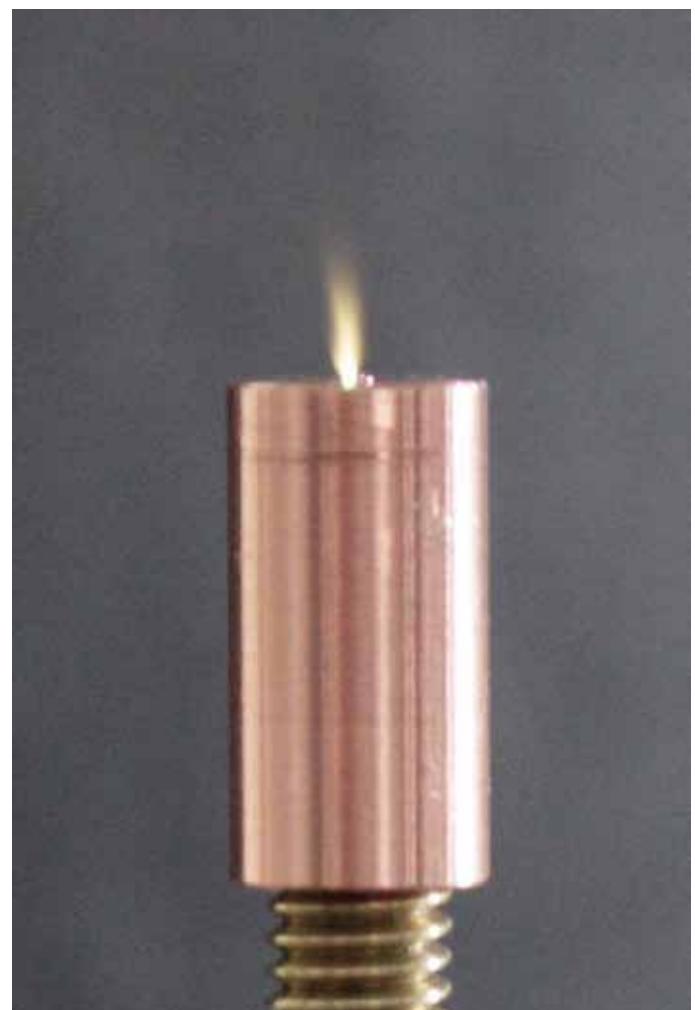
Aufbau des DJ-Plasmajets

### Wissenschaftliche Ergebnisse 2011

Ein Laborprototyp eines auf einer Mikrohohlkathodenentladungsgeometrie beruhenden DC-Jets wurde aufgebaut und mit Luft in Betrieb genommen.

### Vorhaben 2012

- Optimierung der Entladegeometrie
- Entwicklung eines kommerziellen Prototyps
- Diagnostik des Afterglows
- Charakterisierung des bakteriologischen Effekts
- Charakterisierung von Oberflächenmodifikationen



Erster Betriebstest mit Luft

## ZIK *plasmatis* - Zelluläre Effekte

### Vorbemerkungen

Mit „*plasmatis* – Plasma plus Zelle“ wurde in Greifswald ein Zentrum für Innovationskompetenz etabliert, in dem wissenschaftliche Kompetenzen aus Plasmaforschung und Lebenswissenschaften kombiniert werden, um interdisziplinäre Grundlagenforschung zu Wechselwirkungen physikalischer Plasmen mit lebenden Zellen und Geweben auf höchstem internationalen Niveau zu betreiben. Die Strategie von *plasmatis* wird durch zwei Nachwuchsforschergruppen in zwei Forschungsfeldern umgesetzt, den Nachwuchsforschergruppen „Zelluläre Effekte“ sowie „Extrazelluläre Effekte“.

Die Nachwuchsforschergruppe „Zelluläre Effekte“ untersucht die Beeinflussung des Wachstums und der Vitalität von unterschiedlichen eukaryotischen Zellen und Geweben unter Anwendung verschiedener Plasmen und Plasmaquellen. In dieser NWG wird die Wirkung sogenannter kalter Plasmen auf das gesamte Spektrum zellulärer Reaktionen untersucht: dies beinhaltet das An- und Ausschalten bestimmter Gene ebenso wie die sich daraus ergebenden Veränderungen auf Proteinebene. Zusammen mit der NWG „Extrazelluläre Effekte“ liegt hierbei ein besonderes Augenmerk der interdisziplinären Untersuchungen auf den Auswirkungen durch die Veränderung des Prozessgases auf verschiedene zelluläre Prozesse. Die daraus resultierenden Veränderungen der gebildeten reaktiven Komponenten des Plasmas sowie ihre Kontrolle werden in der physikalisch ausgerichteten NWG „Extrazelluläre Effekte“ eingehend diagnostiziert. Basierend auf diesen Daten werden die zell- und molekularbiologischen Versuche ausgerichtet, um mithilfe unterschiedlicher Plasmen beispielsweise die einzelnen Signalkaskaden der behandelten Zellen zu modulieren.

### Anwendungspotenzial

Neben der üblichen Grundausstattung zellbiologischer Laboratorien wurde eine einmalige Geräteausstattung anschafft, die es dem ZIK *plasmatis* ermöglicht Forschungstätigkeit auf höchstem Niveau zu betreiben. Diese speziell zellbiologisch orientierten Geräte sowie die Vielzahl interdisziplinärer Themen in einem hauptsächlich physikalisch-technisch arbeitenden Institut bieten daher zahlreiche Anknüpfungspunkte für fachübergreifende Kooperationen. Die NWG „Zelluläre Effekte“ arbeitet mit mehreren Kooperationspartnern bzw. verschiedenen Gruppen des Campus PlasmaMed (CPM) zusammen. Die Ergebnisse der Arbeiten führten teilweise auch schon zu gemeinsamen Publikationen. Zum Beispiel laufen gemeinsame Projekte mit PlasmaCure, PlasmaVitro und PlasmaDent. Generell fließt sehr viel Know-how aus der Grundlagenforschung des ZIK *plasmatis* in die Anwendungsforschung des CPM. Dies bezieht sich vor allem auf die im ZIK etablierten Standardisierungen der Plasmabehandlungen von lebenden Zellen und Geweben.

Weiterhin wurden Kooperationen zu externen Arbeitsgruppen etabliert – u.a. zum Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in Berlin-Buch. In diesem gemeinsamen Projekt geht es u.a. um Untersuchungen zur Plasmamodulation von p53, einem Schlüsselmolekül in der Überwachung zellulärer Prozesse, welches so weitreichende Regulationsmechanismen wie Stoffwechsel oder aber auch DNA-Schäden/Reparatur steuert.

Folgende Geräte/Messmethoden sind im ZIK Zelluläre Effekte vorhanden und stehen für Kooperationen zur Verfügung:

1. Konfokales Laserscanning-Mikroskop  
Fluoreszenzmikroskop für schnelle Prozesse
2. Rasterkraftmikroskop
3. Multifunktions-Plattenreader
4. Durchflusszytometer
5. Molekularbiologischer Arbeitsplatz  
Real-Time-PCR
6. TOF-Massenspektrometer zur Proteomanalyse (= Proteinidentifizierung)  
TripleQuadrupol-Massenspektrometer zur Proteinquantifizierung
7. Impedanzbasierte Zellmorphometrie und Analyse (xCELLigence)
8. DNA-Array Scanner für Genexpressionsanalysen

# Vergleichbarkeit verschiedener Plasmabehandlungen bzw. Plasmaquellen auf humane Zellen

## Problemstellung

Bisherige zellbiologische Experimente wurden nicht nur mit verschiedenen Plasmaquellen, sondern auch mit unterschiedlichen Zellen (und Geweben bzw. Organismen) und mit sehr unterschiedlichen (teilweise nicht dokumentierten) Rahmenbedingungen durchgeführt. Dies hat im Verlauf der Jahre zu einer fast unüberschaubaren Flut von Daten, die untereinander aber nicht vergleichbar waren, geführt. Somit konnten weder die verwendeten Plasmaquellen noch die untersuchten Zellen und damit die wissenschaftliche Relevanz der Ergebnisse miteinander verglichen werden.

## Lösungsansatz

Der Aufbau eines geeigneten „omnipotenten“ Versuchssystems mit dem sowohl verschiedene Plasmaquellen als auch Zellen und Gewebe verglichen werden können, steht somit im Vordergrund unserer Untersuchungen. Der wichtigste Aspekt hierbei ist eine lückenlose Überwachung und Auflistung der Versuchsparameter, um im Rahmen dieses Projektes zu einem standardisierten Protokoll zur Plasmabehandlung von Zellen zu gelangen.

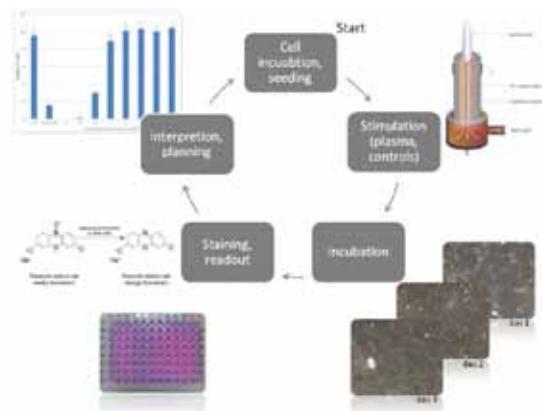
## Technologischer Nutzen

Mit Blick auf eine mittelfristige Anwendbarkeit kalter physikalischer Plasmen in der Therapie verschiedener Krankheiten ist die Schaffung international gesicherter Standards eine unabdingbare Voraussetzung. Die Etablierung standardisierter Behandlungsprotokolle ist ein notwendiges Werkzeug zur Vergleichbarkeit verschiedener Plasmabehandlungen/Plasmaquellen – und auch ein wichtiger Schritt in der Entwicklung therapiespezifischer Plasmaanwendungen.

## Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

Durch Verwendung der im ZIK *plasmatis* etablierten Plasmaquellen (kINPen09 und Keramik DBE) und unter Einbindung zahlreicher molekularer wie auch physikalischer Diagnostiken konnte ein Testsystem für die Plasmabehandlung von Zellen mit verschiedenster Herkunft etabliert werden. Hierbei wurden zahlreiche Parameter erfasst und zu einer Definition einer standardisierten Plasmabehandlung zusammengefasst. So wurden wichtige Rahmenbedingungen wie Abstand, Dauer der Behandlung, Temperatur, Feuchtigkeit, pH-Wert, Zeldichte, Zusammensetzung der Zellkultur-Medien für eine vergleichbare Plasmabehandlung EINER bestimmten Zelllinie bzw. Plasmaquelle festgehalten, um eine Vergleichbarkeit der Behandlung einer Zellart mit verschiedenen Plasmaquellen ODER aber verschiedene Zellarten mit ein und derselben Plasmaquellen sinnvoll gegenüberstellen zu können. Hierbei sei besonders die interdisziplinäre Zusammenarbeit der beiden *plasmatis* NWG hervorzuheben. Denn nur durch die Bündelung der physikalischen Expertisen der NWG „Extrazelluläre Effekte“ mit den molekularbiologischen Expertisen der AG „Zelluläre Effekte“ konnte beispielsweise die enorme Bedeutung der Betriebsfeuchtigkeit auf die Reproduzierbarkeit und Stabilität der zellbiologischen Experimente aufgedeckt werden. Diese notwendigen Rahmenbedingungen fließen nun wiederum in die weiteren Planungen der darauf basierenden Experimente der beiden NWG sowie der Projekte des CPM hinein.

Basierend auf diesen standardisierten Protokollen werden die Genaktivierung, Proteinveränderungen bzw. Signalweiterleitungen im Sinne der zellulären Antworten auf eine Behandlung mit verschiedenen kalten Plasmen untersucht. Somit konnten erste zelluläre Signalmoleküle detailliert angesprochen werden, die sich in ihrer Aktivität aufgrund von Plasmabehandlungen veränderten. Mit diesem Wissen wird es zukünftig möglich sein ganze Signalkaskaden aufzuschlüsseln, um damit eine gezielte Modulation zellulärer Aktivitäten wie Wachstum oder Zellwanderung mithilfe kalter physikalischer Plasmen zu steuern.



Alamar Blue Cell Proliferation Assay

## ZIK *plasmatis* - Extrazelluläre Effekte

### Vorbemerkungen

Das Ziel des Zentrums für Innovationskompetenz *plasmatis* ist das grundsätzliche Verständnis der Interaktion von physikalischem Plasma mit Zellen unter dem Aspekt einer plasmamedizinischen Anwendung. Diese Interaktion wird im Wesentlichen durch die vom Plasma gebildeten reaktiven Komponenten bestimmt. Diese Plasmakomponenten sind Temperatur, Strahlung, elektrisches Feld, geladene sowie neutrale Teilchen und Radikale.

In der Nachwuchsforschergruppe „Extrazelluläre Effekte“ wird die Wechselwirkung von kalten Nichtgleichgewichts-Atmosphärendruckplasmen mit Flüssigkeiten und Zellumgebung grundlegend untersucht. Kalte Plasmen eignen sich besonders zur Behandlung von lebenden Zellen und Geweben.

Ziel der Gruppe ist es, die reaktiven Komponenten in den Plasmen und in den behandelten Flüssigkeiten zu kontrollieren und gezielt zu designen. D.h. dass durch Einflussnahme auf physikalische Prozesse die Plasmen gezielt beeinflusst werden, um so ihre Zusammensetzung reaktiver Komponenten zu steuern. Dies reicht von einem Design des Plasma Emissionsspektrums bis hin zur Regulierung der Anteile von Atom- und Molekülspezies. Durch die strukturelle Nähe zur biologisch ausgerichteten Nachwuchsgruppe „Zelluläre Effekte“ können diese Erkenntnisse leicht transferiert und mit Zellreaktionen korreliert werden.

Bei der Plasma-Zell-/Gewebe-Wechselwirkung spielen Sekundäreffekte eine wesentliche Rolle: Die Zelle benötigt zum Überleben eine flüssige Umgebung, d.h. das Plasma übt stets über das extrazelluläre physiologische Milieu einen Einfluss auf die Zellen und deren Stoffwechselprodukte aus. Nur ein Verständnis der plasmainduzierten Veränderung der Zellumgebung ermöglicht gezielte *in vivo* Zellbehandlungen und ist daher Voraussetzung für die Wundbehandlung am Patienten.

Der innovative Ansatz ist es, sowohl die Plasmen als auch physiologische Flüssigkeit, extrazelluläre Matrix sowie Puffer- und Zell-Nährmedium mit quantitativer orts- und zeit-aufgelöster optischer Diagnostik auf höchstem Stand der Wissenschaft zu untersuchen und zusammen mit der Gruppe „Zelluläre Effekte“ einen detaillierten Einblick in die biochemischen und biophysikalischen Prozesse bei der Plasmabehandlung zu gewinnen. Es können erstmals Dichten und Verteilungen relevanter reaktiver Komponenten sowohl im Plasma als auch in der Zellumgebung bestimmt und ihre synergistischen Effekte untersucht und mit dem erreichten Prozessverständnis auch gesteuert werden.

### Anwendungspotenzial

Design reaktiver Komponenten bei der Wechselwirkung kalter Plasmen mit Flüssigkeiten und biologischer Materie

Für das Design der Komponentenzusammensetzung ist eine umfangreiche Diagnostik sowohl der Plasmen, der Gasphase sowie der flüssigen Zellumgebung zwingend Voraussetzung. Nur mit dem dadurch erreichten Verständnis ist eine gezielte Einflussnahme auf die Plasmen erst möglich. Die folgenden Diagnostiken werden im ZIK „Extrazelluläre Effekte“ eingesetzt:

#### Plasmadiagnostik

- High Resolution-OES
- Phasenaufgelöste OES (bis ps Zeitbereich)
- Spektral- & zeitaufgelöstes Imaging
- Plasmamodellierung

#### Gasphasendiagnostik

- Molekularstrahl Massenspektrometrie
- Laser-induzierte Fluoreszenzspektroskopie (zusammen mit PD und der Masaryk Univ. Brno)
- 2D-UV-Absorptionsspektroskopie
- Quantenkaskadenlaserabsorptionsspektroskopie (Zusammen mit POT)
- Fourier transformierte Infrarotspektroskopie
- Flüssigkeits-Diagnostik
- EPR
- Fluoreszenzspektroskopie
- Elektrochemische Detektion
- Dispersive Mikro-Raman-Spektroskopie

#### Kooperationen

- Ruhr-Universität Bochum
- Masaryk Universität Brno (Tschechien)
- Queen's University Belfast, (Nordirland, UK)
- Universität Duisburg-Essen
- École Polytechnique de l'Université d'Orléans, (Frankreich)

# Diagnostik, Modellierung und Design plasmamedizinisch relevanter reaktiver Komponenten

## Problemstellung

Untersuchungen im Bereich der Plasmamedizin sind bisher geprägt von empirischen Studien und rein experimentellen Ansätzen, die biologisch medizinische Effekte nachweisen. Dabei sind die grundlegenden Prozesse unzureichend verstanden und wesentliche Parameter noch nicht untersucht. So beeinflusst z.B. die Geometrie von Plasmaquellen, sowie ihr Elektrodenmaterial die Plasmachemie. Auch andere, zum Teil versteckte Parameter – etwa die Prozessgasfeuchtigkeit – haben einen entscheidenden Einfluss auf die Ergebnisse.

## Lösungsansatz

Durch optische Diagnostik auf höchstem Stand der Wissenschaft sowie durch computergestützte Modellierung der Prozesse gelingt ein tiefes Verständnis und es können Einzelprozesse voneinander getrennt betrachtet werden. Auch können so versteckte Parameter aufgedeckt und ihr Einfluss untersucht werden.

Diagnosische Untersuchungen der Plasmaquellen mit ort- und zeitaufgelöster optischer Emissionsspektroskopie und laserinduzierter Fluoreszenzspektroskopie (zusammen mit der Abteilung Plasmadiagnostik) haben bereits erheblichen Einfluss von Prozessgasfeuchtigkeit auf die Erzeugung reaktiver Komponenten nachgewiesen.

Mit den Resultaten der Untersuchungen der physikalischen Gruppe konnten nun abgestimmte Versuche zur Plasmabehandlung von Zellen durchgeführt werden. In der Gruppe „Zelluläre Effekte“ wurde der Nachweis erbracht, dass Parameter wie die Gasfeuchtigkeit stark die Zellvitalität beeinflussen.

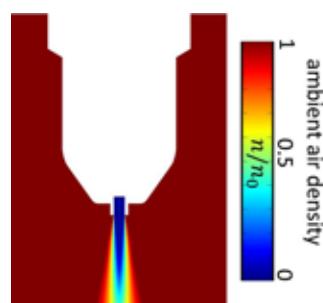
Ziel ist es, die reaktiven Komponenten des Plasmas in ihrer Zusammensetzung vollständig kontrollieren und so ein anwendungsspezifisches Wunschplasma erzeugen zu können

## Technologischer Nutzen

Erst das Verständnis der Plasmaprozesse sowie des Transports und der Erzeugung reaktiver Spezies in – im Fall der Plasmamedizin – der flüssigen Zellumgebung ermöglicht eine gezielte Steuerung der biologisch relevanten Prozesse. Anwendungsgebiete einer gezielten Erzeugung reaktiver Komponenten in Flüssigkeiten liegen neben der plasmamedizinischen Therapie auch beispielsweise in der Wasseraufbereitung und plasmagestützter Nasschemie.

## Wissenschaftliche Ergebnisse 2010/2011

Es ist gelungen, mithilfe einer Verknüpfung von Modellierung und Laserdiagnostik, erstmals in einem Argonplasmajet die atomare Sauerstoffdichte bei Betrieb in Luft zu messen. Hierbei wurde mittels Strömungssimulation (siehe Abbildung) der Einfluss von Luftspezies in den Plasmajet Effluenter modelliert und die Stoßabregung für laserangeregten Sauerstoff berechnet. Damit konnte bei Umgebungsbedingungen der atomare Sauerstoff absolut kalibriert bestimmt werden. Atomarer Sauerstoff bildet eine der wesentlichen reaktiven Sauerstoffspezies in der Plasmamedizin.



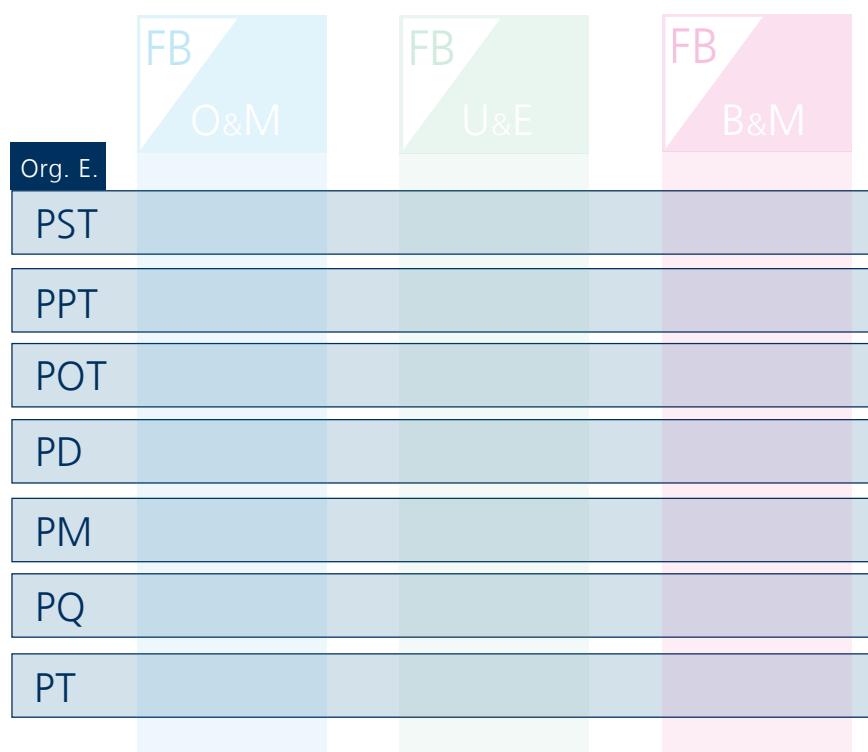
Normierte Dichte von atmosphärischen Spezies im Effluenter eines Atmosphärendruckplasmajets (kINPen)

Zusätzlich zu den numerischen Simulationen der Diffusion atmosphärischer Spezies wurde ein analytisches Modell entwickelt. Dieses bietet eine analytische Lösung für die Dichte eindiffundierender Spezies in den Effluenter auf der Symmetriearchse. Dieses Modell konnte mit einer zusammen mit der Abteilung Plasmastrahlungstechnik entwickelten Absorptionsdiagnostik, bei der das vom Plasmajet selbst emittierte Licht als Strahlungsquelle dient, bestätigt werden. (Zur Publikation angenommen.) Mit den gewonnenen Erkenntnissen konnte bereits eine gezielte Einstellung der Verhältnisse von reaktiven Stickstoff- zu reaktiven Sauerstoffspezies in plasmabehandelten Flüssigkeiten erreicht werden. Diese neue Möglichkeit, reaktive Spezies gezielt einzustellen, wird zur Zeit zusammen mit der Gruppe „Zelluläre Effekte“ und mit weiteren Biologen und Pharmazeuten am INP in biologischen Experimenten zur Prozessanalyse eingesetzt.

## Vorhaben 2012

- Erweiterung der Jetmodellierung um Plasmachemie
- Molekularstrahlmassenspektrometrische Untersuchungen der reaktiven Plasmakomponenten
- Gezielte Untersuchung biologischer Prozesse wie Zellsignalwege (Zusammen mit der ZIK Gruppe „Zelluläre Effekte“)
- Weiterentwicklung des Forschungsansatzes zum Design reaktiver Komponentenzusammensetzung





Matrixstruktur mit Forschungsbereichen (FB) und Organisationseinheiten (Org. E.)

## FB Oberflächen & Materialien

FS Oberflächen

FS Materialien

## FB Umwelt & Energie

FS Schadstoff

FS Umwelt

FS Energie

## FB Biologie & Medizin

FS Plasmamedizin/Dekontamination

FS Plasmabiologie/Biomaterialien

FS Bioelectrics

## Organisationseinheiten

Plasmastrahlungstechnik (PST)

Plasmaprozesstechnik (PPT)

Plasmaoberflächentechnik (POT)

Plasmadiagnostik (PD)

Plasmamodellierung (PM)

Plasmaquellen (PQ)

Plasmabiotechnologie (PT)\*

## Abteilung Plasmastrahlungstechnik

### Schwerpunkte

- Analyse frei brennender und wandstabilisierter Lichtbögen sowie ihrer Anwendungen
- Untersuchung von Vakuumbogenentladungen
- Diagnostik von dielektrisch behinderten Entladungen und HF-Plasmen bei Atmosphärendruck

### Arbeitsgegenstand

- Lichtbogenschweißen
- Plamaschweißen und Plasmahybridschweißen
- Hochdruck- und Vakuumbogenplasmen in der Elektrotechnik
- Filamentierte Plasmen in plasmachemischen Anwendungen
- Hochdrucklichtquellen
- UV/VUV-Strahlungsquellen und HF-Plasmaquellen für biologische und medizinische Anwendungen

### Arbeitsmittel

- Spezifische Diagnostik für Bogenplasmen und ihrer Elektroden, insbesondere optische Emissionsspektroskopie
- Auswerteverfahren für räumlich aufgelöste emissionsspektroskopische Aufnahmen zur Bestimmung von Speziesdichten und -temperaturen in Bogenplasmen
- Hochgeschwindigkeitsaufnahmetechnik zur Analyse der Dynamik von Lichtbogenprozessen einschließlich Zündung und Werkstoffübergang sowie für nichtthermische, filamentierte Atmosphärendruckplasmen
- Thermografie und Pyrometrie zur Bestimmung von Oberflächentemperaturen
- Röntgendiagnostik
- Messtechnik für lichttechnische Größen
- Diagnostik für UV/VUV-Quellen, insbesondere Technik zur Absolutmessung der UV/VUV-Strahldichte und Laseratom-Absorptionsspektroskopie

### Mittelfristiger Schwerpunkt

Die optische Diagnostik von Lichtbögen und Atmosphärendruckplasmen bildet mittelfristig das Schwerpunktthema. Für experimentelle Untersuchungen an Schaltlichtbögen wird derzeitig ein Labor errichtet.

### Technologischer Nutzen

Die Forschungen zu Bogenentladungen und Atmosphärendruckentladungen 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 Lichtbogenschweißprozessen. Zudem wird der effektive Einsatz von Simulationen in der Geräteentwicklung befördert. Die Diagnostik von wandstabilisierten Bögen und Vakuumentladungen dient u.a. der Modellverbesserung und Validierung der Simulationen von Schaltlichtbögen. Hier tragen Simulationen erheblich zur Verkürzung der Entwicklungszeiten bei. Die Analysen nichtthermischer Atmosphärendruckplasmen unterstützen die Erarbeitung neuer Anwendungskonzepte und Quellen für die plasmachemische Stoffwandlung und Oberflächenmodifikation.

## Abteilung Plasmaprozessstechnik

### Schwerpunkte

- Aktivierung und Beschichtung von Pulvern und Fasern im mikro- und nanoskaligen Maßstab
- Synthese von katalytisch aktiven Materialien für Brennstoffzellen
- Photokatalytisch aktive Schichten für die Wasserstofferzeugung und Photovoltaik
- Regeneration von Adsorbentien
- Plasma-Teilchen-Wechselwirkung
- Optimierung von Plasmaprozessen mit Hilfe von Thermosonden

### Arbeitsgegenstand

- Mikro- und nanodisperse Materialien (Pulver, Granulate, Nanofasern)
- Großflächige Substrate
- Komponenten für die Nutzung regenerativer Energien

### Arbeitsmittel

- Atmosphärendruck- und Niederdruck-Plasmen: PECVD-Quellen, Sputtermagnetron, Kombination von PECVD und Sputterprozessen zur Abscheidung von Nano-komposit-schichten, Ionenquelle, Mikrowellenquellen (CYRANNUS-Quellen)
- Prozesse zur Behandlung von Pulvern (Drehtrommelreaktor)
- Diagnostik zur Untersuchung von Plasmaprozessen: Massenspektroskopie, Plasmamonitor, Thermosonden, IR-Spektroskopie
- Diagnostik zur Untersuchung von Pulver- oder Faser-oberflächen: Kontaktwinkelbestimmung, BET, Digitalmikroskop
- Diagnostik zur Untersuchung photo- und elektrokatalytisch aktiver Oberflächen

### Mittelfristiger Schwerpunkt

Ziel der Abteilung Plasmaprozessstechnik ist die Bereitstellung und Optimierung von Plasmaverfahren zur homogenen Behandlung von Pulvern und Fasern zu dessen Weiterverarbeitung zu Verbundwerkstoffen aktiven Komponenten für die Nutzung regenerativer Energien. Dabei spielen die Brennstoffzellentechnik, die photokatalytische Wasserspaltung und die Photovoltaik eine besondere Rolle.

Das INP soll kompetenter Projekt- und Ansprechpartner in Fragen der 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 Plasmaprozessstechnik zur Technologieentwicklung

Die Mitarbeiter der Abteilung Plasmaprozessstechnik entwickeln technologische Prozesse zur Modifizierung von mikro- und nanodispersen Materialien und zur Dünnschicht-Deposition. Hiermit können Verbundwerkstoffe mit besonderen Eigenschaften wie geringes Gewicht, hohe Wärmeleitfähigkeit oder hohe Festigkeit für die Automobil, Flugzeug- und Elektronikindustrie entwickelt werden.

Bei der Entwicklung von Brennstoffzellen oder aktiven Elementen zur Nutzung solarer Energien bietet die Plasmatechnik als Technologie besondere Chancen.

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.

## Abteilung Plasmaoberflächentechnik

### Schwerpunkte

- Plasmafunktionalisierung und -beschichtung von Oberflächen
- Veredlung von Kunststoffen, Metallen, Gläsern und Verbundwerkstoffen
- PE-CVD Prozesse
- Bioaktive Oberflächen
- Ionengestützte Herstellung von optischen Schichten

### Arbeitsgegenstand

- Plasmagestützte Prozesse zur Steuerung von Grenzflächeigenschaften
- Plasma- und Ionengestützte Prozesse zum Aufbau funktioneller Schichten auf Kunststoffen, Biomaterialien und Kompositen mit flächiger sowie 3D-Geometrie
- Untersuchung der Prozesse und Oberflächen/Schicht-eigenschaften im Zusammenhang mit der jeweiligen Gesamttechnologie

### Arbeitsmittel

- Mehrere 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 durch plasmadiagnostische Verfahren (Spektroskopie und Sonden) sowie 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 Barrierefürschichten 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 plasmaprozessspezifischer Oberflächenprozesse sollen die Entwicklung neuartiger Plasmatechniken vorantreiben. Die kostengünstige plasmagestützte Oberflächenaktivierung und aufwändige Beschichtungen finden zwar heute bereits vielfältige Anwendung, ihr technologisches Potenzial kann aber bei weitem nicht ausgeschöpft werden, weil sie chemisch immer noch sehr unspezifisch sind. Eine den Anforderungen der Anwender genügende chemisch selektive und dichte-steuerbare Erzeugung von kovalenten Bindungen auf beliebigen, von Natur aus nicht oder nicht in der gewünschten Weise bindungsfähigen Materialoberflächen mit Hilfe dieser Technik wäre ein Durchbruch zu einer neuen Qualität von plasmagestützten Oberflächenmodifizierungsverfahren, insbesondere für thermolabile Materialien und bei Interface-Optimierungen, z.B. bei Verklebungen, Farbgebungen, Drucken, in der Biomedizintechnik, der Entkeimung, der Plasmamedizin und generell bei Haftungsproblemen in Schichtsystemen.

Im Bereich der Herstellung von hochwertigen Komponenten im Bereich Dünnschichtoptiken, wie z.B. Laserfilter oder dielektrischer Spiegel mit sehr geringer Defektdichte gelten neuartige Konzepte für Multischichtsysteme bisher mitunter als zwar theoretisch berechenbar (Schicht-Design), aber nicht produzierbar. Hier tragen die im INP verfolgten neuen Lösungskonzepte zur Steuerung der Plasma-Ionen gestützten Depositionprozesse zur besseren Reproduzierbarkeit (Brechungsindex, Schichtspannung, Schichtdicke, Absorption) bei und befördern damit auch die Herstellbarkeit der genannten Multischichtsysteme. Daneben wird anderen seitens der Hersteller geforderten Aspekten wie der Verbesserung der Kosten- und Energieeffizienz, der Reduzierung des Wartungsaufwands der Anlagen und der Steigerung der Depositionsraten ohne Qualitätseinbußen Rechnung getragen.

# Gruppe Plasmadiagnostik

## Schwerpunkte

- Bereitstellung, Optimierung und Weiterentwicklung von Methoden der Plasmadiagnostik
- Anwendung von Diagnosiken 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 Plasmalichtquellen
- Entwicklung von mikrowellenangeregten Plasmaquellen

## Arbeitsmittel

- Diverse höchstempfindliche laserspektroskopische Verfahren basierend auf Lasern im Spektralbereich von 0.2 bis 20 µm 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 industriennahe Reaktorkonfigurationen basierend auf verschiedenen Typen von Plasmen im Dauerstrich- und Pulsbetrieb
- Plasmalichtquellen

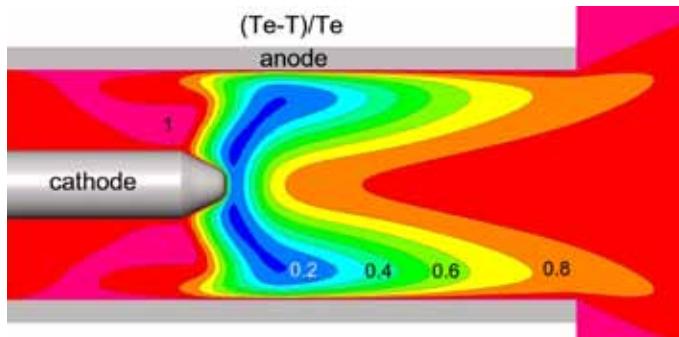
## Mittelfristiger Schwerpunkt

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

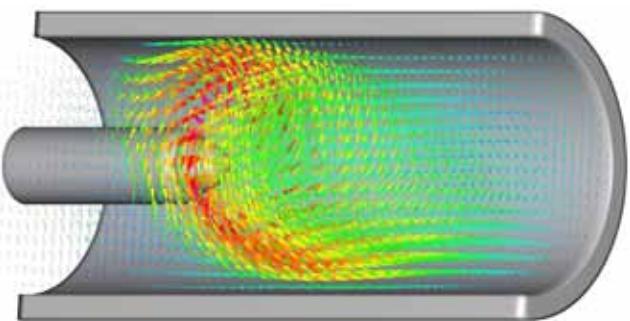
## Beitrag der Plasmadiagnostik zur Technologieentwicklung

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 zu 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.

## Gruppe Plasmamodellierung



Höhenliniendiagramm des Nichtgleichgewichtsfaktors in einem Plasmabrenner



Vektordiagramm der Swirlgeschwindigkeit im Plasmabrenner

### Schwerpunkte

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

### Arbeitsgegenstand

Die theoretische Beschreibung und Analyse von technologisch und wissenschaftlich relevanten Niedertemperaturplasmen stellt den Arbeitsgegenstand der Gruppe dar. Dabei werden Gleichgewichts- und Nichtgleichgewichtsplasmen untersucht. Zur Modellierung dieser Plasmen ist es jeweils erforderlich,

- ein adäquates Plasmamodell zu entwickeln,
- hydrodynamische bzw. kinetische Gleichungen für die Spezies des Plasmas zu formulieren und mit Gleichungen für das elektrische und magnetische Feld zu koppeln,
- atomare Daten zu recherchieren und bewerten,
- geeignete Verfahren zur Lösung des resultierenden gekoppelten Systems von Differentialgleichungen zu erarbeiten bzw. kommerzielle Codes zu nutzen,
- Lösungen für ausgewählte Parameterbereiche zu bestimmen sowie
- die Resultate zu visualisieren und inhaltlich zu interpretieren.
- Die Komplexität der Gesamtbeschreibung bedingt, dass Teilprobleme, wie die kinetische Beschreibung einzelner Plasmakomponenten, die Behandlung des Strahlungs transports und die Spektrenanalyse, separat behandelt werden.

## Arbeitsmittel

Die Beschreibung und Analyse von anisothermen und thermischen Plasmen erfolgt sowohl durch am INP entwickelte numerische Verfahren als auch mittels kommerzieller Programmpakete. Die problemspezifisch adaptierten Methoden des INP zeichnen sich durch hohe Effizienz, Stabilität und Genauigkeit aus. 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 zur Bearbeitung und Beschichtung von Oberflächen, in Lichtquellen und Schaltstrecken sowie zum Schneiden und Schweißen, 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 Oberflächen.

## 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

Die Analyse von geschichteten Mikroentladungen in dielektrisch behinderten Entladungen zielt darauf, stabile und wohldefinierte Atmosphärendruckplasmen für industrielle Anwendungen zu erzeugen. Die Untersuchungen von mikrowellenangeregten Plasmaquellen bei Atmosphärendruck zeigen, dass bei der Wahl der Betriebsparameter ein Kompromiss zwischen stabiler Plasmazündung und angemessener Oberflächenbehandlung eingegangen werden muss. Die Modellierung eines kapazitiv gekoppelten RF-Atmosphärendruckplasmajets ermöglicht die Verbesserung der Homogenität der abgeschiedenen Dünnschichten. Neue oder verbesserte Wirkprinzipien in Anwendungen thermischer Plasmen lassen sich mit MHD-Simulationen des Lichtbogens validieren. Die Synergie von Grid-Computing und Plastentechnologie wird zur Etablierung einer nutzerfreundlicheren Grundlagen- und Auftragsforschung führen.

## Gruppe Plasmaquellen

### Schwerpunkte

- Entwicklung von Atmosphärendruckplasmen nach verschiedenen Prinzipien, sowie deren Charakterisierung und Diagnostik für Anwendungen in der Biologie, der Medizin, der Abluft- und Abgasbehandlung sowie der Modifikation von Oberflächen

### Arbeitsgegenstand

- Plasmaquellen nach verschiedenen Prinzipien als Einzelquelle und Array für spaltgängige und flächige Anwendungen mit Molekül-, Edelgas- und Mischbetrieb
- Anwendung in der Biomedizin
- Behandlung von kontaminierten Gasen
- Einsatz für die Modifikation von Oberflächen in Form der Aktivierung, Feinreinigung, Dekontamination
- 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

- Neuentwicklung, Optimierung und Bereitstellung von Plasmaquellen und -verfahren zur Abgas- und Abluftbehandlung sowie für biomedizinische Anwendungen
- Charakterisierung der Plasmaquellen mittels elektrischer und spektroskopischer Diagnostik
- Mikroentladungsdiagnostik und Studium des elektrischen Durchbruches in nicht-thermischen Atmosphärendruckplasmen
- Applikationsuntersuchungen zum Schadstoffabbau, zur Oberflächenmodifikation, zur Plasma-Flüssigkeits- und Plasma-Zell-Wechselwirkung

### Beitrag zur Technologieentwicklung

In der Gruppe Plasmaquellen ist das Know-how zur Entwicklung, Erstellung und Charakterisierung von Atmosphärendruckplasmen gebündelt. Durch die Verwendung mehrerer Prinzipien sind neuartige Systeme für die verschiedensten Anwendungsbereiche entstanden. Durch die ausreichende Kenntnis der Parameter ist es möglich, die Plasmaquellen auf die jeweilige Aufgabenstellung anzupassen und weiteres Know-how aus der technischen Umsetzung und der Charakterisierung zu erlangen.

Die Gruppe Plasmaquellen hat und wird wesentliche Beiträge für alle Aktivitäten am INP, die den Einsatz von Atmosphärendruckplasmen zum Inhalt haben, liefern. Dies gilt insbesondere auch für geförderte Projekte und Industriekooperationen. Darüber hinaus sind wesentliche Impulse bei der Entwicklung von Atmosphärendruckplasma-Systemen der Ausgründungen wie z.B. die neoplas tools GmbH durch die Gruppe gesetzt worden.



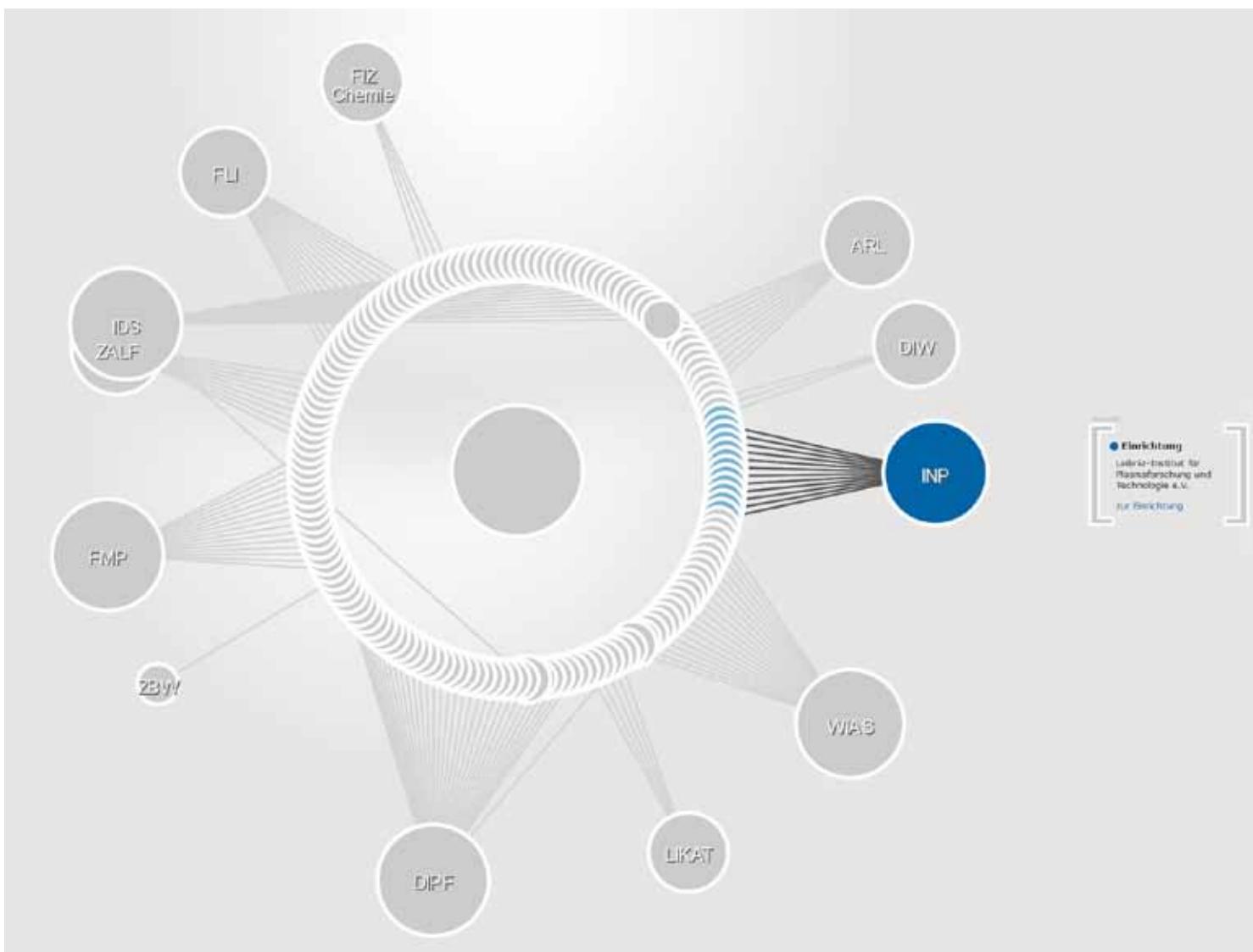
## Stab & Marketing

### Aufgabenfelder

- Einwerbung und Durchführung öffentlich geförderter Projekte
- Ausarbeitung, Einreichung und Qualitätssicherung von Förderanträgen
- Projektmanagement und Controlling
- Partnersuche/consortium building in Wirtschaft und Wissenschaft
- Vertrags- und Schutzrechtsmanagement
- Unterstützung im Wissenstransfer
- Sichtung und Verteilung öffentlicher Ausschreibungen (intern)
- Netzwerkmanagement und Lobbying
- Marketing und PR ausgewählter Projekte
- Wissenschaftliche Informationsversorgung
- Gremienbetreuung

### Kompetenzen

- Langjährige Erfahrung bei der Ausformulierung und Gestaltung von Projektanträgen
- Kenntnis geeigneter Fördermittelquellen
- Intensive Sachkenntnis zur Identifizierung und Formulierung von Projektideen
- Know-how des gesamten Verwertungsspektrums
- Juristisches und betriebswirtschaftliches Know-how (Vertragswesen, Patente, Kalkulation, Controlling)
- Professionelles Netzwerkmanagement (Kooperationsanbahnung und -pflege, Themensetzung)
- Sichtbarkeit bei Fördermittelgebern und Politik
- Routinierte Organisation von Tagungen, Konferenzen, Workshops, Messen, Ausstellungen



## Mittelfristige Ziele

- Steigerung der öffentlich geförderten und industriellen Drittmittel
- Professionalisierung des Prozess- und Projektmanagements (intern)
- Steigerung der Sichtbarkeit des INP
- Stärkere Vernetzung des INP in der nationalen und internationalen Förderlandschaft sowie im wissenschaftspolitischen Umfeld sowie in Industrie und Gesellschaft
- Optimierung der Patentverwertung
- Umsetzung der Empfehlungen der Evaluierungskommission

## Beitrag der Stabseinheit 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, Wirtschaft, 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. Der Stab agiert in enger Abstimmung mit der Leitung und den Fachabteilungen bzw. zuständigen wissenschaftlichen Projektleitern, insbesondere bei der Beantragung von Drittmitteln oder im Projektmanagement.

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 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 „theoria cum praxi“ verfolgt das INP die ausgewogene Forschungsfinanzierung mit mittel-, unmittelbaren und nicht direkt sichtbaren Anwendungsaspekten. Projektcontrolling und professionelles Projektmanagement nehmen, insbesondere bei Industriekooperationen, einen hohen Stellenwert ein.

Das „Serviceangebot“ des INP im Bereich Wissenschaft und Management wird ständig weiterentwickelt und strategisch zur Bildung von Allianzen und strategischen Partnerschaften ausgebaut.

## Forschungsmarketing und Öffentlichkeitsarbeit

Das forschungsunterstützende Marketing im INP leistet seinen Beitrag vor allem in der systematischen Vorausplanung sowie der Budgetverwaltung von Werbe- und Marketingaktivitäten, deren Koordination und Kontrolle.

Daneben spielen die interne und externe Kommunikation mit Mitarbeitern (zum Beispiel durch die interne Mitarbeiterzeitung INPapier), Kunden, Kooperationspartnern, Interessenverbänden und staatlichen Organen, inkl. Berichterstattung und Nachverfolgung eine wichtige Rolle in der täglichen Arbeit. Die Organisation von internen Veranstaltungen (beispielsweise die Lichtvorträge oder den Girls' Day), wissenschaftlichen Tagungen, Workshops oder Messeauftritten ergänzen die Aufgaben des forschungsunterstützenden Marketings und der Öffentlichkeitsarbeit.

Weitere marketingorientierte Aufgabenbereiche sind der Satz und Druck wissenschaftlicher Poster, die Erstellung von Präsentationen, Illustrationen, Grafiken und 3D-Animationen sowie die Gestaltung von Broschüren oder Flyern oder der Aufbau, die Weiterentwicklung und Pflege der INP- sowie anderer projektbezogener Webseiten.

## Projekte

Im Innovationswettbewerb "Wirtschaft trifft Wissenschaft" des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung hat das INP erfolgreich drei Projekte eingeworben. Mit den Fördermitteln realisierte das INP Greifswald in dem Projekt „Plasmatransfer MV“ gezielten Technologietransfer zur Stärkung der regionalen Wirtschaft. Dabei wurden plasmagestützte Verfahren für bessere Produktion und Produkte in die betriebliche Praxis gebracht.

Im Projekt „Leibniz-Transfer Nordost“ wurde 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. Die Methodenkompetenz wurde erhöht, Verwertungspotenziale durch Screenings erfasst und entsprechende Unternehmen gezielt in Workshops angesprochen. Die Sichtbarkeit der wirtschaftlich relevanten Leistungen der Institute wurde durch das Projekt deutlich erhöht, so z.B. im Rahmen eines gut besuchten Parlamentarischen Abends im Landtag.

Im „Leibniz-Transferverbund Mikroelektronik“ wurden die Kompetenzen von mehr als 7 Leibniz-Einrichtungen gebündelt. Aufgabe des Verbundes war die Vernetzung des vorhandenen Know-hows, der Forschungs- und Entwicklungs-

arbeiten sowie der zur Verfügung stehenden Infrastruktur der beteiligten Institute zur Mikro- und Optoelektronik sowie zur Mikrosystemtechnik, um verwertungsorientierte Kooperationen mit Unternehmen zu initiieren.

Im Vorhaben VALORES wurde eine strategische Verwertungskooperation zweier Forschungseinrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft entwickelt und umgesetzt. Aus der Analyse vorhandener Verwertungsaktivitäten der Einzelpartner und deren Integration in eine gemeinsame Verwertungsstrategie wurden Konzepte und Leitlinien für eine gemeinsame verwertungsorientierte Forschung in Kooperation mit Unternehmen erstellt. Dabei wurde insbesondere auf die gegenseitige Ergänzung von Forschungskompetenzen Wert gelegt, um Verwertungen entlang von Wertschöpfungsketten realisieren zu können. Die Verwertungskonzepte wurden in FuE-Pilotvorhaben überprüft und ergänzt. Ein „Leitfaden für die Verwertung von Forschungsergebnissen“ fasst die Ergebnisse zusammen und stellt sie der Zielgruppe Wissenschaftler/-innen und Projektleiter/-innen als Nachschlagewerk zur Verfügung.

In einer landesgeförderten Pilotmaßnahme zur Intensivierung der Gründungsaktivitäten verfolgte das INP die konsequente Identifizierung und Verwertung von Forschungsergebnissen mit Gründungspotenzial. Ein wichtiger Baustein war dabei die klassische Forschungskoordination in bilateralen oder weiteren öffentlich geförderten Vorhaben.

Im landesgeförderten Projekt „VentureMentor“ baute das INP ein hochrangiges Mentorennetzwerk für Existenzgründer auf. Ziel war es, akademische Unternehmensgründungen und deren Protagonisten mit Hilfe hochrangiger Mentoren zu qualifizieren und damit die Wertschöpfung in Mecklenburg-Vorpommern zu steigern.

Mit dem Verbundvorhaben „ProfiTech“ (5 Partner) unter Leitung des INP ist es gelungen, für die gesamte Leibniz-Gemeinschaft das erste strategische Instrument im Rahmen des Wissenstransfers zu etablieren. Sichtbarkeit und Transparenz werden auf diese Weise sowohl für die einzelne Einrichtung als auch die WGL in toto erheblich erhöht und so ein Gesamtportfolio der Transferangebote im Portal [www.leibniz-transfer.de](http://www.leibniz-transfer.de) geschaffen. Die Aufbereitung der einzelnen Transferangebote in drei Transferkarten ist ein Alleinstellungsmerkmal der WGL. Insbesondere KMU, die noch keinen Kontakt zu Forschungseinrichtungen haben, können gezielt entlang ihrer eigenen Branchenzugehörigkeit nach potenziellen Forschungspartnern in der Karte der Auftragsprojekte suchen.

Im Rahmen des Vorhabens konnten intern am INP der Patentierungs- und Lizenzierungsprozess optimiert werden. Durch Einführung des Software-Tools "Invention Navigator" konnten Daten des INP-Patentportfolios erstmals volldigital bearbeitet werden.

Ziel des Projektes „Plasma-Technologie-Grid“, kurz PT-Grid, war die Etablierung von benutzerfreundlichen Oberflächen für komplexe wissenschaftliche Programme. Fachlich nicht-versierte Endnutzer können direkt vom Arbeitsplatz aus komplexe wissenschaftliche Programme über ein öffentlich zugängliches Internetportal anwenden und steuern, um Parameterstudien zur Optimierung bzw. Entwicklung neuer Anwendungen auf externen Ressourcen auszuführen. Stellvertretend für weitere wissenschaftliche kommerzielle und nichtkommerzielle Simulationswerkzeuge wurden in vier Teilprojekten aus den Bereichen Schweißtechnik, Plasmachichtabscheidung, Großflächenglasbeschichtung und Halbleiterherstellung, die von CFX Berlin Software GmbH, INP Greifswald, IST Braunschweig bzw. dem Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik der Ruhr-Universität Bochum geleitet werden, Plasmamodelle als Demonstratoren erstellt. Die Demonstratoren wurden als Portlets für Liferay-5-Portale entwickelt und sind über den Portalserver des INP <http://portal.inp-greifswald.de> öffentlich erreichbar. Als Rechenressourcen können je nach Nutzeranforderung die D-Grid-Infrastruktur, endnutzereigene Ressourcen oder kommerzielle Cluster eingesetzt werden. In der am INP Greifswald vorhandenen Portlet-Entwicklungsumgebung können nun in kurzer Zeit Portlets für weitere plasmaphysikalische Anwendungen erstellt werden. Das vom BMBF geförderte Verbundprojekt mit insgesamt 19 Partnern (neun gefördert) aus Forschung und Industrie wird vom INP Greifswald koordiniert.

## Marketing und Öffentlichkeitsarbeit 2010/2011

Auf dem Stand der Leibniz-Gemeinschaft auf der Hannover Messe 2010 präsentierten sich erstmals gemeinsam sechs Leibniz-Institute. Initiiert und organisiert vom INP Greifswald stellten sich die Einrichtungen FBH, WIAS, INM, IHP und ISAS auf 100 Quadratmetern den Messebesuchern auf der weltgrößten Industriemesse vor. Die Ausstellungsstücke des INP waren schwerpunktmäßig auf die Oberflächenbehandlung sowie das neue Forschungsfeld Plasmamedizin ausgerichtet.

Vom 04. bis 08. April zeigte sich das INP auf der Hannover Messe zusammen mit dem Leibniz-Institut für Neue Materialien (INM) Saarbrücken auf 63 Quadratmetern in der Halle 2 – Forschung & Entwicklung. Mittelpunkt der Ausstellung war der im INP entwickelte kINPen 09 sowie Themen aus den Forschungsbereichen Oberflächen und Materialien sowie Biologie und Medizin.

Im Juli erschien die erste Ausgabe der Mitarbeiterzeitung des INP unter dem Titel „INPapier“. Sie informiert die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zukünftig zweimal bis dreimal im Jahr über Neuigkeiten, aktuelle Themen und Ereignisse aus dem Institut. Hauptthema der ersten Ausgabe war ein Bericht über Forschungsergebnisse im Bereich der Dekontamination von Lebensmitteln im Zusammenhang mit dem akuten Auftreten von EHEC im Sommer 2011.

Vom 27. September bis 2. Oktober fand in Rostock das Wissenschaftsfestival „Röntgen & Co.“ aus der Reihe „Highlights der Physik“ statt. 35.000 Besucher strömten in die Ausstellung zum Thema Physik und Medizin, ein Besucherrekord in der 11-jährigen Geschichte der Veranstaltungsreihe, die jährlich durch die Bundesrepublik tourt. Das INP präsentierte sich zum Thema „Wundheilung mit Physik/Plasmamedizin“. Vorgestellt wurden der kINPen 09 und andere Ausstellungsstücke wie die Nachbildung eines Zahnwurzelkanals, an dem die Spaltgängigkeit des Plasmajets anschaulich gezeigt werden kann.

Im Programm „Research in Germany“ des Internationalen Büros des BMBF hat das INP erfolgreich das Projekt „Werbung für den Innovationsstandort Deutschland – Forschung und Entwicklung im Themenfeld Medizintechnik“ eingeworben. „Plasma Medicine – The New Player on the Health Care Market“ lautet das Thema. So sollen bis 2014 neue

transatlantische Kooperationen initiiert, der Bekanntheitsgrad der Plasmamedizin gesteigert und Experten für Forschungsarbeiten gewonnen werden. Partner in dem Projekt sind CINOZY GmbH, neoplas GmbH und BalticNet-Plasma-Tec - BNPT e.V. Gemeinsame Aktivitäten sind beispielsweise Besuche von Messen und Fachtagungen, Firmen und Forschungseinrichtungen sowie Verbänden der Medizintechnik.

## Ausblick 2012

Vom 22. bis 27. April präsentiert sich das INP auf der Hannover Messe 2012. Auf dem gemeinsamen Stand von INP und INM Saarbrücken sind die Themen u.a. Schweißlichtbögen sowie Oberflächen und Materialien. Daneben wird die Plasmamedizin eine große Rolle spielen mit der Vorstellung des kINPen med. Die neoplas GmbH wird die SurfActive One vorstellen, eine Niederdruckplasma-Anlage zur Vorbehandlung von Oberflächen.

Im Rahmen des Mecklenburg-Vorpommern-Tags 2012 in Stralsund zeigt sich das INP zusammen mit den anderen Leibniz Nordost Instituten (IOW, FBN, LIKAT, IAP). Auf dem Forschungsschiff „Clupea“ des Instituts für Ostseefischerei Rostock (vTI-OSF) präsentiert das INP vom 30. Juni bis 1. Juli Spitzenforschung aus Greifswald und Mecklenburg-Vorpommern. Veranstaltet wird der MV-Tag 2012 vom Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur.

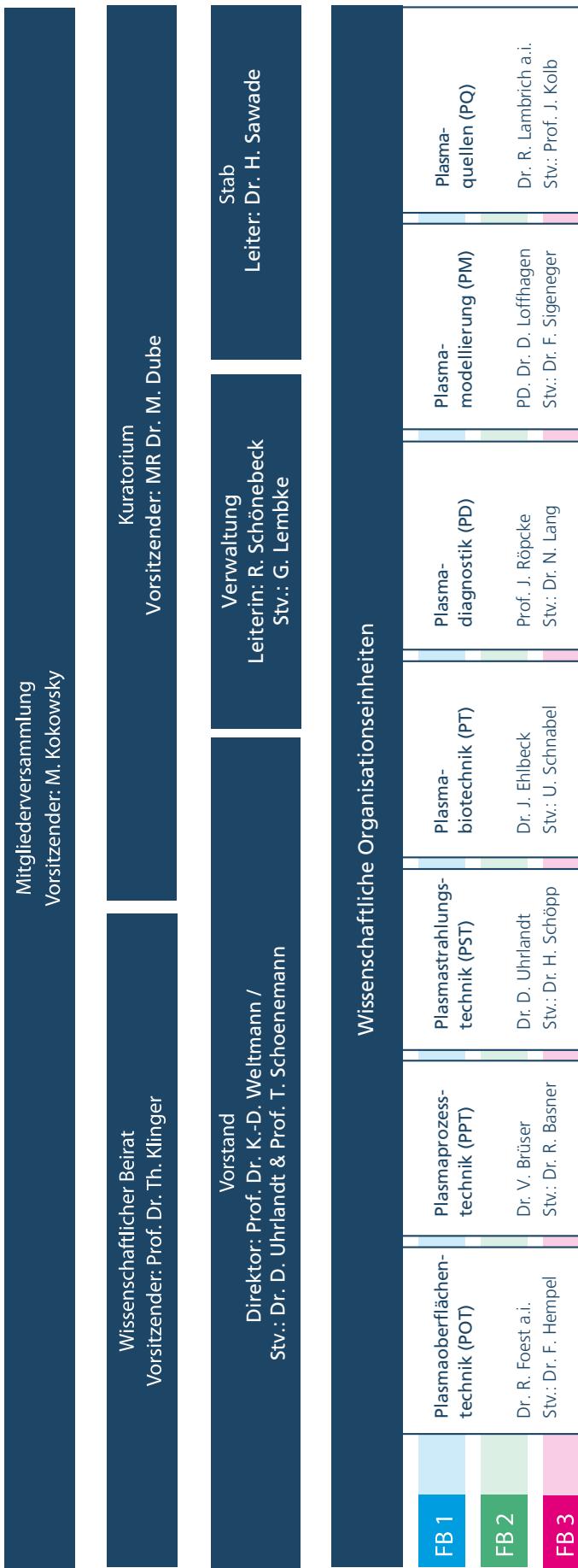
Das INP Greifswald feiert am 24. August 2012 sein 20-jähriges Jubiläum seit Neugründung. Am darauffolgenden Tag, Samstag, den 25. August, öffnet das INP mit einem Tag der offenen Tür seine Pforten für die Greifwalderinnen und Greifwalder mit einem Programm für jung und alt.

### Verwaltung & Infrastruktur

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.

**Stand: April 2012**



Forschungsbereiche (FB) // FB 1 Oberflächen und Materialien // FB 2 Umwelt und Energie // FB 3 Biologie und Medizin

# KOOPERATIONEN

In dieser Auflistung sind bilaterale Industriekooperationen nicht aufgeführt.

## NATIONALE KOOPERATIONEN

- Charité Berlin  
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie  
Prof. Lademann
- Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Institut für Experimentelle und Angewandte Physik  
Prof. Kersten
- CINOZY GmbH  
Dirk Wandke
- Deutsche Zentralbibliothek Wirtschaftswissenschaften (ZBW)  
Prof. Tochtermann
- Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
Friedrich-Loeffler-Institut für Medizinische Mikrobiologie  
Prof. Steinmetz
- Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
Institut für Biochemie  
Dr. Vock, Dr. Kahlert
- Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
Institut für Community Medicine  
Prof. Völzke
- Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
Institut für Medizinische Biochemie und Molekularbiologie  
Dr. Schlosser
- Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
Institut für Hygiene und Umweltmedizin  
Prof. Kramer
- Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
Institut für Mathematik und Informatik  
Prof. Kugelmann
- Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
Institut für Physik  
Prof. Hippler, Prof. Meichsner, PD Dr. Wagner, Dr. Wulff
- Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
Institut für Physik, Bereich Angewandte Physik  
Dr. Salewski
- Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen-, Ohrenkrankheiten, Kopf- und Halschirurgie  
Dr. Scharf
- Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
Klinik und Poliklinik für Hautkrankheiten  
Prof. Jünger
- Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
Universitätsrechenzentrum  
Prof. Schneider
- Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
Prof. Kocher
- Fachhochschule Stralsund  
Institut für Regenerative Energie Systeme  
Prof. Klotz
- Fachhochschule Stralsund  
Fachbereich Elektrotechnik und Informatik  
Prof. Wetenkamp
- Fachhochschule Stralsund  
Fachbereich Maschinenbau  
Prof. Rossmannek
- Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH), Berlin  
Dr. Gesche
- Forschungszentrum Wismar  
Prof. Wienecke
- Fraunhofer-Center für Nanoelektronische Technologien, Dresden  
Dr. Uhlig
- Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik, Jena  
Optische Schichten  
Prof. Kaiser
- Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme, Chemnitz  
Abteilung Back-end of Line  
Prof. Schulz
- Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, Bremen  
Dr. Lommatzsch
- Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik, Braunschweig  
Dr. Sittinger, Dr. Pflug
- Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, Freising  
Lebensmittelqualität  
Dr. Muranyi

- Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik, Dresden  
Dr. Mäder
- Görgen & Köller GmbH, Köln  
Dr. Köller
- Helmholtz-Zentrum Berlin  
Institut für Heterogene Materialsysteme  
Dr. Schedel-Niedrig
- Helmholtz-Zentrum Geesthacht  
Institut für Küstenforschung  
Dr. Schroeder
- Helmholtz-Zentrum Geesthacht  
Institut für Werkstoffforschung  
Prof. Willumeit
- Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst, Göttingen  
Fakultät Naturwissenschaften und Technik  
Prof. Dr. Viöl
- Hochschule Neubrandenburg  
Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften  
Prof. Schöne
- Innovation3, Wiesbaden  
Frank Mattes
- INPLAS - Kompetenznetz Industrielle Plasma-Oberflächentechnik, Braunschweig  
Dr.-Ing. Gerrit von Borries
- Institut für Marine Biotechnologie e.V., Greifswald  
Dr. Lukowski
- KIST Europe Forschungsgesellschaft mbH, Saarbrücken  
Department of Clinical Diagnostics  
Dr. Baumbach
- Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik, Berlin  
Bereich Informatik  
Prof. Reinefeld
- Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern  
Gartenbaukompetenzzentrum (GKZ)  
Dr. Katroschan
- Laserzentrum Hannover e.V.  
Laserkomponenten  
Prof. Ristau
- Leibniz-Gemeinschaft  
Transferverbund Mikroelektronik  
Dr. Essers
- Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.  
Technik im Gartenbau  
Dr. Schlüter, Dr. Geyer
- Leibniz-Institut für Arbeitsmedizin an der TU Dortmund  
Prof. Griefahn
- Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin  
Dr. Höcker
- Leibniz-Institut für Katalyse e.V. an der Universität Rostock  
Dr. Steinfeldt, Prof. Rosenthal, Dr. Junge , Dr. Armbruster
- Leibniz-Institut für Kristallzüchtung, Berlin  
Dielektrika & Wide Band Gap Materialien  
Dr. Wollweber
- Leibniz-Institut für Kristallzüchtung, Berlin  
Prof. Siche
- Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Teilinstitut Greifswald  
Dr. Werner
- Medizinische Universität Innsbruck  
Universitätsklinik für Anästhesie und Intensivmedizin  
Prof. Amann
- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Chemisches Institut  
Prof. Edelmann
- Ruhr-Universität Bochum  
Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik  
Prof. Brinkmann
- Ruhr-Universität Bochum  
Lehrstuhl für Experimentalphysik  
Prof. Winter
- Ruhr-Universität Bochum  
Fakultät für Physik und Astronomie  
Jun. Prof. Benedikt, Dr. Schulz-v.d.Gathen
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen  
Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik  
Prof. Reisgen
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen  
Institut für Hochspannungstechnik  
Dr. Kurz

# KOOPERATIONEN

---

- Technische Universität Bergakademie Freiberg  
Institut für Werkstofftechnik  
Prof. Spies, Dr. Burlacov
- Technische Universität Berlin  
Innovationszentrum Technologien für Gesundheit und Ernährung  
Dr. Mast-Gerlach
- Technische Universität Berlin  
Institut für Lebensmitteltechnologie und -chemie, Lebensmittelbiotechnologie und -prozesstechnik  
Prof. Knorr
- Technische Universität Berlin  
Institut für Lebensmitteltechnologie und -chemie, Lebensmitteltoxikologie und Lebensmittelanalytik  
Prof. Kroh
- Technische Universität Clausthal  
Institut für Aufbereitung und Geomechanik  
Prof. Gock
- Technische Universität Dortmund  
Institut für Roboterforschung  
Prof. Schwiegelshohn
- Technische Universität Dresden  
Institut für Oberflächen- und Fertigungstechnik, Lehrstuhl für Fügetechnik und Montage  
Michael Schnick, Prof. Füssel
- Technische Universität Dresden  
Institut für Elektrische Energieversorgung und Hochspannungstechnik  
Prof. Großmann
- Technische Universität Hamburg-Harburg  
Institut für Laser- und Anlagensystemtechnik  
Prof. Emmelmann
- Universität Bremen  
Bremen Center for Computational Materials Science  
Prof. Frauenheim
- Universität der Bundeswehr München  
Institut für Plasmatechnik und Mathematik  
Prof. Schein
- Universität Duisburg-Essen  
Fakultät für Physik  
Prof. Buck
- Universität Hamburg  
Institut für Lebensmittelchemie  
Prof. Rohn
- Universität Rostock  
Lehrstuhl für Technische Thermodynamik  
Dr. Nocke, Prof. Hassel
- Universität Rostock  
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik,  
Institut für Elektrische Energietechnik  
Prof. Eckel
- Universität Rostock  
Zentrum für Medizinische Forschung, Arbeitsbereich  
Zellbiologie  
Prof. Rychly, Prof. Nebe
- Universität Rostock  
Institut für Physik  
Prof. Lochbrunner
- Universität Rostock  
Fakultät für Informatik und Elektrotechnik  
PD Dr. Beck
- Universität Rostock  
Lehrstuhl für Fluidtechnik und Mikrofluidtechnik  
Prof. Seitz
- Universität Rostock  
Orthopädische Klinik und Poliklinik  
PD Dr. Bader, Prof. Mittelmeier
- Wasserstofftechnologie-Initiative Mecklenburg-Vorpommern e.V., Rostock  
Dr. Buttkewitz

## INTERNATIONALE KOOPERATIONEN

- Cogit AG Basel, Swiss  
Wolf Zinkl
- Comenius University in Bratislava, Slovakia  
Division of Environmental Physics  
Dr. Machala
- Comenius University in Bratislava, Slovakia  
Department of Plasma Physics  
Dr. Stano, Prof. Matejcik
- Ecole Polytechnique, Palaiseau, France  
Laboratoire de Plasma Physics  
Dr. Rousseau
- IEEE Dielectric and Electrical Insulation Society  
International Power Modulator and High Voltage Conference 2012  
Richard Ness
- Institute for Solid State Physics and Optics, Budapest,  
Hungary  
Dr. Donkó
- Institute of High Current Electronics, Tomsk, Russia  
Dr. Batrakov
- Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Warszawa, Poland  
Prof. Chmielewski
- International Sakharov Environmental University, Belarus, Russia  
Department of Physics  
Dr. Savastenko
- Kaunas University of Technology, Lithuania  
Prof. Martuzevicius
- Laboratoire Plasma et Conversion d'Énergie, Toulouse, France  
Prof. Zissis
- Lappeenranta University of Technology, Mikkeli, Finland  
ASTRaL  
Prof. Cameron
- Lithuanian Energy Institute, Kaunas, Lithuania  
Dr. Valincius
- Lomonosov Moscow State University, Russia  
Department of Chemistry  
Dr. Kozlov
- Maritime University of Szczecin, Poland  
Prof. Borkowski
- Masaryk University, Brno, Czech Republic  
Department of Physical Electronics  
Prof. Czernak, Doc. Zajickova, PhD.
- Masaryk University, Brno, Czech Republic  
Centre for Plasmaphysics  
Dr. Dvorak
- National Institute for Laser, Plasma and Radiation Physics, Bucharest, Romania  
Low Temperature Plasma Physics Department  
Prof. Dinescu
- National Institute for Researcher and Development of Isotopic and Molecular Technologies, Romania  
Department of Physics  
Dr. Aldea
- Nuclear and Technological Institute, Sacavem, Portugal  
Dr. Pinhao
- Old Dominion University Norfolk, Virginia  
Frank Reidy Research Center for Bioelectronics  
Assoc. Prof. Stacey
- Old Dominion University Norfolk, Virginia  
Frank Reidy Research Center for Bioelectronics  
Assoc. Prof. Heller
- Old Dominion University Norfolk, Virginia  
BioMicroFluidics Laboratory  
Prof. Beskok
- Queen's Universität Belfast, Northern Ireland, UK  
Department of Physics  
Prof. Graham
- Riga Technical University, Latvia  
Prof. Blumberga
- St. Petersburg State Polytechnical University, Russia  
Department of Electrical Engineering  
Prof. Frolov
- St. Petersburg State University, Russia  
Faculty of Physics  
Prof. Timofeev, Prof. Golubovski
- Szewalski Institute of Fluid Flow Machinery, Gdansk, Poland  
Prof. Mizeraczyk
- Technical University of Denmark, Roskilde, Denmark  
Risoe National Laboratory for Sustainable Energy  
Dr. Stamate

## KOOPERATIONEN

---

- Technical University of Eindhoven, Netherlands  
Department of Physics  
Dr. Welzel
- Ufa State Aviation Technical University, Russia  
Dr. Ramazanov
- Unité d'Étude des Milieux Ionisés et Réactifs, Monastir, Tunisia  
Prof. Charrada
- Universite de Pau, France  
SIAME – Sciences pour l' Ingénieur Appliquées à la Mécanique et génie Electrique  
Prof. Pailliol
- University of Cambridge, UK  
Department of Chemistry  
Prof. Davies
- University of Paris-North, LIMHP, Villetteuse, France  
LSPM  
Prof. Lombardi
- University of Tartu, Estonia  
Prof. Laan
- Universiy of Belgrade, Serbia  
Faculty of Physics  
Prof. Kuraica
- Uppsala University, Sweden  
Ångström Laboratory  
Profs. Barankova, Ladislav Bardos
- Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania  
Prof. Vasarevicius
- West Pomeranian University of Technology, Szczecin, Poland  
Dr. Holub



## REFERIERTE ZEITSCHRIFTEN 2010

1. Araoud, Z.; Ben Ahmed, R.; Ben Hamida, M.B.; Franke, St.; Stambouli, M.; Charrada, K.; Zissis, G.: **A two-dimensional Modeling of the Warm-up Phase of a High-Pressure Mercury Discharge Lamp** Phys. Plasmas 17 (2010) 063505
2. Baeva, M.; Uhrlandt, D.: **Magnetohydrodynamic modeling for an OVD reactor setup** Surf. Coat. Technol. 204 (2010) 4044-4050
3. Becker, M.; Grubert, G.; Loffhagen, D.: **Boundary conditions for the electron kinetic equation using expansion techniques** Eur. Phys. J. Appl. Phys. 51 (2010) 11001
4. Bender, C.; Matthes, R.; Kindel, E.; Kramer, A.; Lademann, J.; Weltmann, K.-D.; Eisenbeiß, W.; Hübner, N.-O.: **The Irritation Potential of Nonthermal Atmospheric Pressure Plasma in the HET-CAM** Plasma Process. Polym. 7 (2010) 318-326
5. Bergemann, C.; Klinkenberg, E.-D.; Lüthen, F.; Weidmann, A.; Lange, R.; Beck, U.; Bader, R.; Schröder, K.; Nebe, B.: **Proliferation and Migration of Human Osteoblasts on Porous Three Dimensional Scaffolds** Mat. Sci. Forum 638-642 (2010) 506-511
6. Bussiahn, R.; Brandenburg, R.; Gerling, T.; Kindel, E.; Lange, H.; Lembke, N.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.; Kocher, T.: **The hairline plasma: An intermittent negative dc-corona discharge at atmospheric pressure for plasma medical applications** Appl. Phys. Lett. 96 (2010) 143701
7. Bussiahn, R.; Kindel, E.; Lange, H.; Weltmann, K.-D.: **Spatially and temporally resolved measurements of argon metastable atoms in the effluent of a cold atmospheric pressure plasma jet** J. Phys. D: Appl. Phys. 43 (2010) 165201
8. Bussiahn, R.; Pipa, A.; Kindel, E.: **A miniaturized XeCl dielectric barrier discharge as a source of short lived, fast decaying UV radiation** Contrib. Plasma Phys. 50 (2010) 182-192
9. Daeschlein, G.; Scholz, S.; von Woedtke, Th.; Niggemeier, M.; Kindel, E.; Brandenburg, R.; Weltmann, K.-D.; Jünger, M.: **In Vitro Activity of Atmospheric Pressure Plasma Jet (APPJ) Plasma Against Clinical Isolates of Demodex Folliculorum** IEEE Trans. Plasma Sci. 38 (2010) 2969-2973
10. Daeschlein, G.; von Woedtke, Th.; Kindel, E.; Brandenburg, R.; Weltmann, K.-D.; Jünger, M.: **Antibacterial activity of atmospheric pressure plasma jet against relevant wound pathogens in vitro on a simulated wound environment** Plasma Process. Polym. 7 (2010) 224-230
11. Golubovskii, Y.B.; Kozakov, R.V.; Nekuchaev, V.O.; Sheykin, I.E.; Skoblo, A.Y.: **Influence of the inaccuracy of the plasma potential on the shape of the electron distribution function obtained from the probe characteristic** Plasma Sources Sci. Technol. 19 (2010) 045019
12. Grosch, H.; Hoder, T.; Weltmann, K.-D.; Brandenburg, R.: **Spatio-temporal development of microdischarges in a surface barrier discharge arrangement in air at atmospheric pressure** Eur. Phys. J. D 60 (2010) 547-553
13. Gross, T.; Pippig, F.; Merz, B.; Merz, R.; Vohrer, U.; Mix, R.; Steffen, H.; Bremser, W.; Unger, W.E.S.: **Determination of OH Groups at Plasma Oxidised Poly(propylene) by TFAA Chemical Derivatisation XPS: An Inter-laboratory Comparison** Plasma Process. Polym. 7 (2010) 494-503
14. Grzegorzewski, F.; Rohn, S.; Quade, A.; Schröder, K.; Ehlbeck, J.; Schlüter, O.; Kroh, L.W.: **Reaction chemistry of 1,4-benzopyrone derivates in non-equilibrium low-temperature plasmas** Plasma Process. Polym. 7 (2010) 466-473
15. Guaitella, O.; Hübner, M.; Welzel, S.; Marinov, D.; Röpcke, J.; Rousseau, A.: **Evidence for surface oxidation on pyrex of NO into NO<sub>2</sub> by adsorbed O atoms** Plasma Sources Sci. Technol. 19(4) (2010) 45026
16. Gött, G.; Schöpp, H.; Hofmann, F.; Heinz, G.: **Improvement of the control of a gas metal arc welding process** Meas. Sci. Technol. 21 (2010) 025201
17. Hännel, M.; von Woedtke, T.; Weltmann, K.-D.: **Influence of the Air Humidity on the Reduction of *Bacillus* Spores in a Defined Environment at Atmospheric Pressure Using a Dielectric Barrier Surface Discharge** Plasma Process. Polym. 7 (2010) 244-249
18. Hahn, V.; Mikolasch, A.; Wende, K.; Bartrow, H.; Lindquist, U.; Schauer, F.: **Derivatization of the azole 1-aminobenzotriazole using laccase of *Pycnoporus cinnabarinus* and *Myceliophthora thermophila*: influence of methanol on the reaction and biological evaluation of the derivatives** Biotechnol. Appl. Biochem. 56(2) (2010) 43-48

19. Hammann, A.; Hübner, N.-O.; Bender, C.; Ekkernkamp, A.; Hartmann, B.; Hinz, P.; Kindel, E.; Koban, I.; Koch, S.; Kohlmann, T.; Lademann, J.; Matthes, R.; Müller, G.; Titze, R.; Weltmann, K.-D.; Kramer, A.: **Antiseptic Efficacy and Tolerance of Tissue-Tolerable Plasma Compared with Two Wound Antiseptics on Artificially Bacterially Contaminated Eyes from Commercially Slaughtered Pigs** Skin Pharmacol. Physiol. 23 (2010) 328-332
20. Hannemann, M.: **New Method for the Determination of the Electron Temperature from Langmuir Probe Characteristics** Contrib. Plasma Phys. 50(9) (2010) 802-807
21. Hempel, F.; Lang, N.; Zimmermann, H.; Strämke, S.; Röpcke, J.: **Plasma process monitoring of BCI3 using high resolution infrared laser absorption spectroscopy** Meas. Sci. Technol. 21(8) (2010) 85703
22. Herrmann, I.; Kramm, U.; Fiechter, S.; Brüser, V.; Kersten, H.; Bogdanoff, P.: **Comparative study of the carbonisation of CoTMPP by low temperature plasma and heat treatment** Plasma Process. Polym. 7 (2010) 515-526
23. Hertel, M.; Schnick, M.; Fussel, U.; Gorchakov, S.; Uhrlandt, D.: **Numerical Simulation of GMAW Processes Including Effects of Metal Vapour and Sheath Mechanisms at the Electrodes** Magnetohydrodynamics 46 (2010) 363-370
24. Hoder, T.; Brandenburg, R.; Basner, R.; Kozlov, K.-V.; Weltmann, K.-D.; Wagner, H.-E.: **A comparative study of three different types of barrier discharges in air at atmospheric pressure by cross-correlation spectroscopy** J. Phys. D: Appl. Phys. 43 (2010) 124009
25. Höller, F.; Moss, T.; Griefahn, B.; Koas, W.; Voigt, Ch. C.; Henckel, D.; Hänel, A.; Kappeler, P. M.; Völker, St.; Schwöpe, A.; Franke, St.; Uhrlandt, D.; Fischer, J.; Klenke, R.; Wolter, Ch.; Trockner, K.: **The Dark Side of Light: A Transdisciplinary Research Agenda for Light Pollution Policy** Ecology and Society 15 (2010) 13
26. Hoene, A.; Walschus, U.; Finke, B.; Lucke, S.; Nebe, B.; Schröder, K.; Ohl, A.; Schlosser, M.: **In vivo investigation of the inflammatory response against allylamine plasma polymer coated titanium implants in a rat animal model** Acta Biomaterialia 6 (2010) 676-683
27. Holub, M.; Kalisiak, S.; Borkowski, T.; Myskow, J.; Brandenburg, R.: **The Influence of Direct Non-Thermal Plasma Treatment on Particulate Matter (PM) and NO(x) in the Exhaust of Marine Diesel Engines** Pol. J. Environ. Stud. 19 (2010) 1199-1211
28. Hübner, N.O.; Matthes, R.; Koban, I.; Rändler, C.; Müller, G.; Bender, C.; Kindel, E.; Kocher, T.; Kramer, A.: **Efficacy of Chlorhexidine, Polihexanide and Tissue-Tolerable Plasma against *Pseudomonas aeruginosa* Biofilms Grown on Polystyrene and Silicone Materials** Skin Pharmacol. Physiol. 23 (2010) 28-34
29. Koban, I.; Matthes, R.; Hübner, N.O.; Welk, A.; Meisel, P.; Holtfreter, B.; Sietmann, R.; Kindel, E.; Weltmann, K.-D.; Kramer, A.; Kocher, T.: **Treatment of *Candida albicans* biofilms with low temperature plasma induced by dielectric barrier discharge and atmospheric pressure plasma jet** New J. Phys. 12 (2010) 73039
30. Kozakov, R.; Schöpp, H.; Franke, St.; Kunz, D.: **Modification of light sources appropriate biological action** J. Phys. D: Appl. Phys. 43 (2010) 234007
31. Lademann, O.; Richter, H.; Patzelt, A.; Alborova, A.; Humme, D.; Weltmann, K.-D.; Hartmann, B.; Hinz, P.; Kramer, A.; Koch, S.: **Application of a plasma-jet for skin antisepsis: analysis of the thermal action of the plasma by laser scanning microscopy** Laser Phys. Lett. 6 (2010) 458-462
32. Landsberg, K.; Scharf, Ch.; Darm, K.; Wende, K.; Daeschlein, G.; Kindel, E.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.: **The use of proteomics to investigate plasma-cell interactions** Plasma Med. 1 (2010) 55-63
33. Lang, N.; Röpcke, J.; Steinbach, A.; Wege, S.: **In situ diagnostic of etch plasmas for process control using quantum cascade laser absorption spectroscopy** Eur. Phys. J. Appl. Phys. 49 (2010) 131110
34. Maurer, H.; Basner, R.; Kersten, H.: **Temperature of particulates in low-pressure rf-plasmas in Ar, Ar/H<sub>2</sub> and Ar/N<sub>2</sub> mixtures** Contrib. Plasma Phys. 50 (2010) 954-961
35. Maurer, H.; Hannemann, M.; Basner, R.; Kersten, H.: **Measurement of Plasma-Surface Energy Fluxes in an Argon rf-Discharge by means of Calorimetric Probes and fluorescent Micro-Particles** Phys. Plasmas 17 (2010) 113707

## PUBLIKATIONEN

36. Müller, S.; Zahn, R.-J.; Koburger, T.; Weltmann, K.-D.: **Smell reduction and disinfection of textile materials by dielectric barrier discharges** Nat. Sci. 2 (2010) 1044-1048
37. Nebe, J.B.; Jesswein, H.; Weidmann, A.; Finke, B.; Lange, R.; Beck, U.; Zehler, S.; Schröder, K.: **Osteoblast Sensitivity to topographical and chemical features of titanium** Mat. Sci. Forum 638-642 (2010) 652-657
38. Nevar, A.A.; Savastenko, N.A.; Brüser, V.; Lopatik, D.A.; May, F.; Butsen, A.V.; Tarasenko, N.V.; Burakov V.S.: **Plasma assisted synthesis and treatment of CuFeS<sub>2</sub> nanoparticles** J. Appl. Spectrosc. 77 (2010) 126-131
39. Oehmigen, K.; Hänel, M.; Brandenburg, R.; Wilke, Ch.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.: **The Role of Acidification for Antimicrobial Activity of Atmospheric Pressure Plasma in Liquids** Plasma Process. Polym. 7 (2010) 250-257
40. Polak, M.; Ohl, A.; Quaas, M.; Lukowski, G.; Lüthen, F.; Weltmann, K.-D.; Schröder, K.: **Oxygen and water plasma-immersion ion implantation of copper into titanium for antibacterial surfaces of medical implants** Adv. Eng. Mater. 12 (2010) B511-B518
41. Quade, A.; Polak, M.; Schröder, K.; Ohl, A.; Weltmann, K.-D.: **Formation of PTFE-like films in CF4 microwave plasmas** Thin Solid Films 518 (2010) 4835-5839
42. Rebl, H.; Finke, B.; Rychly, J.; Schröder, K.; Nebe, B.: **Positively charged material surfaces generated by plasma polymerized allylamine enhance vinculin mobility in vital human osteoblasts** Adv. Eng. Mater. 12 (2010) B356-B364
43. Rebl, H.; Finke, B.; Schröder, K.; Nebe, B.J.: **Time-dependent metabolic activity and adhesion of human osteoblast-like cells on sensor chips with a plasma polymer nanolayer** Int. J. Artif. Organs 33 (2010) 738-748
44. Reinehr, T.; Roth, CL.; Enriori, PJ.; Masur, K.: **Changes of dipeptidyl peptidase IV (DPP-IV) in obese children with weight loss: relationships to peptide YY, pancreatic peptide, and insulin sensitivity** J. Pediatr. Endocrinol. Metab. 23(1-2) (2010) 101-108
45. Rouffet, M.E.; Wendt, M.; Goett, G.; Kozakov, R.; Schoepp, H.; Weltmann, K.-D.; Uhrlandt, D.: **Spectroscopic investigation of the high-current phase of a pulsed GMAW process** J. Phys. D: Appl. Phys. 43 (2010) 434003
46. Schäfer, J.; Sigener, F.; Foest, R.; Loffhagen, D.; Weltmann, K.-D.: **On plasma parameters of a self-organized plasma jet at atmospheric pressure** Eur. Phys. J. D 60 (2010) 531-538
47. Schröder, K.; Finke, B.; Jesswein, H.; Lüthen, F.; Diener, A.; Ihrke, R.; Ohl, A.; Weltmann, K.-D.; Rychly, J.; Nebe, J.B.: **Similarities of plasma amino functionalized PEEK and titanium surfaces concerning enhancement of osteoblast cell adhesion** J. Adhes. Sci. Technol. 24 (2010) 905-923
48. Schröder, K.; Finke, B.; Ohl, A.; Lüthen, F.; Bergemann, C.; Nebe, B.; Rychly, J.; Walschus, U.; Schlosser, M.; Liefeth, K.; Neumann, H.-G.; Weltmann, K.-D.: **Capability of Differently Charged Plasma Polymer Coatings for Control of Tissue Interactions with Titanium Surfaces** J. Adhes. Sci. Technol. 24 (2010) 1191-1205
49. 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** Mat. Sci. Forum 638-642 (2010) 700-705
50. Sigener, F.; Rackow, K.; Uhrlandt, D.; Ehlbeck, J.; Lieber, G.: **Barium transport in the hot spot region of fluorescent lamps** J. Phys. D: Appl. Phys. 43 (2010) 385201
51. Stranak, V.; Quaas, M.; Bogdanowicz, R.; Steffen, H.; Wulff, H.; Hubicka, Z.; Tichy, M.; Hippler, R.: **Effect of nitrogen doping on TiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> thin film formation at reactive high-power pulsed magnetron sputtering** J. Phys. D: Appl. Phys. 43 (2010) 285203
52. Vogelsang, A.; Ohl, A.; Foest, R.; Schröder, K.; Weltmann, K.-D.: **Hydrophobic coatings deposited with an atmospheric pressure microplasma jet** J. Phys. D: Appl. Phys. 43 (2010) 485201

53. Vogelsang, A.; Ohl, A.; Steffen, H.; Foest, R.; Schröder, K.; Weltmann, K.-D.:  
**Locally resolved analysis of polymer surface functionalization by an atmospheric pressure argon microplasma jet with air entrainment**  
*Plasma Process. Polym.* 7 (2010) 16-24
54. Vorhaben, T.; Böttcher, D.; Menyes, U.; Brüser, V.; Schröder, K.; Bornscheuer, U.T.:  
**Plasma-Modified Polypropylene as Carrier for the Immobilization of *Candida Antarctica* Lipase B and Pyrobaculum Calidifontis Esterase**  
*ChemCatChem* 2 (2010) 992-996
55. Weltmann, K.-D.; Kindel, E.; von Woedtke, Th.; Hähnel, M.; Stieber, M.; Brandenburg, R.:  
**Atmospheric pressure plasma sources – prospective tools for plasma-medicine**  
*Pure Appl. Chem.* 82 (2010) 1223-1237
56. Welzel, S.; Hempel, F.; Hübner, M.; Lang, N.; Davies, P.B.; Röpcke, J.:  
**Quantum cascade laser absorption spectroscopy as a plasma diagnostic tool: an overview**  
*Sensors* 10 (2010) 6861-6900
57. Welzel, S.; Stepanov, S.; Meichsner, J.; Röpcke, J.:  
**Time resolved studies on pulsed fluorocarbon plasmas using chirped quantum cascade lasers**  
*J. Phys. D: Appl. Phys.* 43 (2010) 124014
58. Wende, K.; Oberbuchner, A.; Harms, M.; Lindequist, U.:  
**Screening for wound healing effects in terrestrial fungi**  
*Planta Med.* 76 (2010) 1320
59. Wende, K.; Landsberg, K.; Lindequist, U.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.:  
**Distinctive activity of a nonthermal atmospheric-pressure plasma jet on eukaryotic and prokaryotic cells in a cocultivation approach of keratinocytes and microorganisms**  
*IEEE Trans. Plasma Sci.* 38 (2010) 2479-2485
60. Wiese, R.; Sushkov, V.; Kersten, H.; Hippler, R.:  
**Fourier Analysis of Particle Motion in a Radio Frequency Plasma Under Pulsed Argon Ion Beam Bombardment**  
*IEEE Trans. Plasma Sci.* 34 (2010) 810-813
61. Wiese, R.; Sushkov, V.; Kersten, H.; Ikkurthi, V.R.; Schneider, R.; Hippler, R.:  
**Behavior of a porous particle in a radiofrequency plasma under pulsed argon ion beam bombardment**  
*New J. Phys.* 12 (2010) 033036
62. Wilhelm, G.; Gött, G.; Schöpp, H.; Uhrlandt, D.:  
**Study of the welding gas influence on a controlled short-arc GMAW process by optical emission spectroscopy**  
*J. Phys. D: Appl. Phys.* 43 (2010) 434004
63. Zijlmans, R. A. B.; Welzel, S.; Gabriel, O.; Yagci G.; van Helden, J. H.; Röpcke, J.; Schram, D.C.; Engeln, R.:  
**Experimental study of surface contributions to moleculeformation in a recombining N<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> plasma**  
*J. Phys. D: Appl. Phys.* 43(11) (2010) 115204

## REFERIERTE ZEITSCHRIFTEN 2011

1. Baeva, M.; Bösel, A.; Ehlbeck, J.; Buscher, W.; Janzen, R.:  
**Microwave Induced Plasma Source for Analytical Applications: Experimental and Simulation Study**  
*J. Chem. Chem. Eng.* 5 (2011) 502-513
2. Baeva, M.; Uhrlandt, D.;  
**Non-equilibrium simulation of the spatial and temporal behavior of a magnetically rotating arc in argon**  
*Plasma Sources Sci. Technol.* 20 (2011) 035008
3. Batrakov, A.; Popov, S.; Methling, R.; Uhrlandt, D.; Weltmann, K.-D.:  
**Time- and Spectrum-resolved Study of a Single Cathode Spot in Vacuum**  
*IEEE Trans. Plasma Sci.* 39/6 (2011) 1296-1302
4. Bender, C.; Partecke, L.-I.; Kindel, E.; Döring, F.; Lademann, J.; Heidecke, C.-D.; Kramer, A.; Hübner, N.-O.:  
**The modified HET-CAM as a model for the assessment of the inflammatory response to tissue tolerable plasma**  
*Toxicol. in Vitro* 25 (2011) 530-537
5. Brandenburg, R.; Grosch, H.; Hoder, T.; Weltmann, K.-D.:  
**Phase resolved cross-correlation spectroscopy on surface barrierdischarges in air at atmospheric pressure**  
*Eur. Phys. J. Appl. Phys.* 55 (2011) 13813
6. Daeschlein, G.; Scholz, S.; von Woedtke, T.; Niggemeier, M.; Kindel, E.; Brandenburg, R.; Weltmann, K.-D.; Jünger, M.:  
**In vitro killing of clinical fungal strains by low-temperature atmospheric-pressure plasma jet**  
*IEEE Trans. Plasma Sci.* 39 (2011) 815-821
7. Ehlbeck, J.; Rackow, K.; Andrasch, M.; Weltmann, K.-D.:  
**Electron density determination by means of tuneable 50 GHz and 150 GHz interferometers**  
*Contrib. Plasma Phys.* 51 (2011) 131-136

8. Ehlbeck, J.; Schnabel, U.; Polak, M.; Winter, J.; von Woedtke, T.; Brandenburg, R.; von dem Hagen, T.; Weltmann, K.-D.: **Low temperature atmospheric pressure plasma sources for microbial decontamination**  
J. Phys. D: Appl. Phys. 44 (2011) 013002
9. Finke, B.; Hempel, F.; Testrich, H.; Artemenko, A.; Rebl, H.; Kylian, O.; Meichsner, J.; Biederman, H.; Nebe, B.; Weltmann, K.-D.; Schröder, K.:  
**Plasma processes for cell-adhesive titanium surfaces based on nitrogen-containing coatings**  
Surf. Coat. Technol. 205 (2011) S520-S524
10. Franke, St.; Methling, R.; Kaening, M.; Berger, M.; Hitzschke, L.: **Ignition of high pressure discharge lamps supported by microdischarges**  
IEEE Trans. Plasma Sci. 39/11 (2011) 2988-2989
11. Fricke, K.; Steffen, H.; Schröder, K.; von Woedtke, Th.; Weltmann, K.-D.:  
**High rate etching of polymers by means of an atmospheric pressure plasma jet**  
Plasma Process. Polym. 8 (2011) 51-58
12. Golubovskii, Yu.B.; Nekuchaev, V.; Gorchakov, S.; Uhrlandt, D.:  
**Contraction of the positive column of discharges in noble gases**  
Plasma Sources Sci. Technol. 20 (2011) 053002
13. Golubovskii, Yu. B.; Gorchakov, S.; Loffhagen, D.; Timotheev, A. Uhrlandt; D.:  
**On reabsorption and radiation trapping in homogeneous and inhomogeneous gas discharge plasmas**  
Plasma Sources Sci. Technol. 20 (2011) 055013
14. Grosch, H.; Hoder, T.; Weltmann, K.-D.; Brandenburg, R.: **Discharge Formation in Air at Atmospheric Pressure in Surface Barrier Microdischarge Arrangements**  
IEEE Trans. Plasma Sci. 39 (2011) 2174-2175
15. Grzegorzewski, F.; Ehlbeck, J.; Schlüter, O.; Kroh, L.W.; Rohn, S.:  
**Treating lamb's lettuce with a cold plasma - Influence of atmospheric pressure Ar plasma immanent species on the phenolic profile of Valerianella locusta**  
LWT Food Sci. Technol. 44 (2011) 2285-2289
16. Guaitella, O.; Hübner, M.; Marinov, D.; Guerra, V.; Pintasilgo, C. D.; Welzel, S.; Röpcke, J.; Rousseau, A.:  
**Oxidation of NO into NO<sub>2</sub> by surface adsorbed O atoms**  
Contrib. Plasma Phys. 51 (2011) 176-181
17. Hähnel, M.; Diener, A.; Kolukisaoglu, Ü.; Weltmann, K.-D.; Thurow, K.:  
**The influence on cell growth properties in different microtiterplate types by corona-dielectric barrier discharge plasma at atmospheric pressure**  
Plasma Process. Polym. 8 (2011) 70-75
18. Haertel, B.; Wende, K.; von Woedtke, Th.; Weltmann, K.-D.; Lindequist, U.:  
**Non-thermal atmospheric-pressure plasma can influence cell adhesion molecules on HaCaT-keratinocytes**  
Exp. Dermatol. 20 (2011) 282-284
19. Hannemann, M.; Antufjew, A.; Borgmann, K.; Hempel, F.; Ittermann, T.; Welzel, S.; Weltmann, K.-D.; Röpcke, J.; Völzke, H.:  
**Influence of age and sex in exhaled breath samples investigated by means of infrared laser absorption spectroscopy**  
J. Breath Res. 5 (2011) 27101
20. Harhausen, J.; Fuchs, J.C.; Kallenbach, A.:  
**Interpretation of Dalpha video diagnostics data as a contribution to plasma edge characterization**  
Plasma Phys. Control. Fusion 53 (2011) 025002
21. Harhausen, J.; Meyenburg, I.; Ohl, A.; Foest, R.:  
**Characterization of the plasma plume of a PIAD plasma source by means of optical emission spectroscopy**  
Surf. Coat. Technol. 205 (2011) S407-S410
22. Hasse, U.; Palm, G.J.; Hinrichs, W.; Schäfer, J.; Scholz, F.:  
**The growth of single crystal silver wires at the nitrobenzene|water interface**  
Phys. Chem. Chem. Phys. 13 (2011) 12254-12260
23. Helmke, A.; Hoffmeister, D.; Berge, F.; Emmert, S.; Laspe, P.; Mertens, N.; Vioel, W.; Weltmann, K.-D.:  
**Physical and Microbiological Characterisation of *Staphylococcus epidermidis* Inactivation by Dielectric Barrier Discharge Plasma**  
Plasma Process. Polym. 8 (2011) 278-286
24. Hoder, T.; Wilke, Ch.; Loffhagen, D.; Brandenburg, R.:  
**Observation of Striated Structures in Argon Barrier Discharges at Atmospheric Pressure**  
IEEE Trans. Plasma Sci. 39 (2011) 2158-2159
25. Hoder, T.; Loffhagen, D.; Wilke, Ch.; Grosch, H.; Schäfer, J.; Weltmann, K.-D.; Brandenburg, R.:  
**Striated microdischarges in an asymmetric barrier discharge in argon at atmospheric pressure**  
Phys. Rev. E 84 (2011) 46404

26. Hübner, M.; Welzel, S.; Marinov, D.; Guaitella, O.; Glitsch, S.; Rousseau, A.; Röpcke, J.:  
**TRIPLE Q: A three channel quantum cascade laser absorption spectrometer for fast multiple species concentration measurements**  
*Rev. Sci. Instrum.* 82 (2011) 93102
27. Käning, M.; Hitzschke, L.; Schalk, B.; Berger, M.; Franke, St.; Methling, R.:  
**Mercury-Free High Pressure Discharge Lamps Dominated by Molecular Radiation**  
*J. Phys. D: Appl. Phys.* 44 (2011) 224005
28. Kettlitz, M.; Kozakov, R.; Höft, H.; Boos, M.:  
**Molecular radiation from microwave excited high pressure plasmas**  
*IEEE Trans. Plasma Sci.* 39/11 (2011) 2996-2997
29. Kettlitz, M.; Rabach, J.; Zalach, J.:  
**Investigation of acoustic resonances in high power lamps**  
*J. Phys. D: Appl. Phys.* 44 (2011) 145205
30. Kettlitz, M.; Zalach, J.; Gött, G.:  
**Ignition and warm-up of high pressure plasma lamps**  
*IEEE Trans. Plasma Sci.* 39/11 (2011) 2994-2995
31. Kitzmantel, M.; Neubauer, E.; Brüser, V.; Chirtoc, V.; Attard, M.:  
**Influence of manufacturing method and interface activators on the anisotropic thermal behaviour of copper carbon nanofibre composites**  
*Int. Rev. Mech. Eng.* 5 (2011) 321-324
32. Koban, I.; Duske, K.; Jablonowski, L.; Schröder, K.; Nebe, B.; Sietmann, R.; Weltmann, K.-D.; Hübner, N.-O.; Kramer, A.; Kocher, T.:  
**Atmospheric plasma enhances wettability and osteoblast spreading on dentin in vitro: proof-of-principle**  
*Plasma Process. Polym.* 8 (2011) 975-982
33. Koban, I.; Holtfreter, B.; Hubner, N.-O.; Matthes, R.; Sietmann, R.; Kindel, E.; Weltmann, K.-D.; Welk, A.; Kramer, A.; Kocher, T.:  
**Antimicrobial efficacy of non-thermal plasma in comparison to chlorhexidine against dental biofilms on titanium discs in vitro - proof of principle experiment**  
*J. Clin. Periodontol.* 38 (2011) 956-965
34. Kochanowski, A.; Hoene, A.; Patrzyk, M.; Walschus, U.; Finke, B.; Luthringer, B.; Feyerabend, F.; Willumeit, R.; Lucke, S.; Schlosser, M.:  
**Examination of the inflammatory response following implantation of titanium plates coated with phospholipids in rats**  
*J. Mater. Sci. Mater. Med.* 22 (2011) 1015-1026
35. Kozakov, R.; Schoepp, H.:  
**Proposal for the standard evaluation procedure for non-visual action of light**  
*J. Light and Vis. Env.* 35 (2011) 92-95
36. Krüger, C.; Smythe, J.W.; Spencer, J.D.; Hasse, S.; Panske, A.; Chiuchiarelli, G.; Schallreuter, K.U.:  
**Significant Immediate and Long-term Improvement in Quality of Life and Disease Coping in Patients with Vitiligo after Group Climatotherapy at the Dead Sea**  
*Acta Derm.-Venereol.* 91(2) (2011) 152-159
37. Lademann, O.; Kramer, A.; Richter, H.; Patzelt, A.; Meinke, M.C.; Czaika, V.; Weltmann, K.-D.; Hartmann, B.; Koch, S.:  
**Skin Disinfection by Plasma-Tissue Interaction: Comparison of the Effectivity of Tissue-Tolerable Plasma and a Standard Antiseptic**  
*Skin Pharmacol. Physiol.* 24 (2011) 284-288
38. Lademann, O.; Kramer, A.; Richter, H.; Patzelt, A.; Meinke, M.C.; Roewert-Huber, J.; Czaika, V.; Weltmann, K.-D.; Hartmann, B.; Koch, S.:  
**Antisepsis of the follicular reservoir by treatment with tissue-tolerable plasma (TTP)**  
*Laser Phys. Lett.* 8 (2011) 313-317
39. Lademann, O.; Richter, H.; Kramer, A.; Patzelt, A.; Meinke, M.C.; Graf, C.; Gao, Q.; Korotianskiy, E.; Ruehl, E.; Weltmann, K.-D.; Lademann, J.; Koch, S.:  
**Stimulation of the penetration of particles into the skin by plasma tissue interaction**  
*Laser Phys. Lett.* 8 (2011) 758-764
40. Lademann, O.; Richter, H.; Meinke, M.C.; Patzelt, A.; Kramer, A.; Hinz, P.; Weltmann, K.-D.; Hartmann, B.; Koch, S.:  
**Drug delivery through the skin barrier enhanced by treatment with tissue-tolerable plasma**  
*Exp. Dermatol.* 20 (2011) 488-490
41. Lang, N.; Hempel, F.; Strämke, S.; Röpcke, J.:  
**Time-resolved quantum cascade laser absorption spectroscopy of pulsed plasma assisted chemical vapor deposition processes containing BC13**  
*Jpn. J. Appl. Phys.* 50 (2011) 08JB04
42. Masur, K.; Vetter, C.; Hinz, A.; Tomas, N.; Henrich, H.; Niggemann, B.; Zänker, K.S.:  
**Diabetogenic glucose and insulin concentrations modulate transcriptom and protein levels involved in tumour cell migration, adhesion and proliferation**  
*Br. J. Cancer* 104 (2011) 345-352

# PUBLIKATIONEN

43. Maucher, T.; Schnabel, U.; Volkwein, W.; Köhnlein, J.; Winter, J.; Weltmann, K.-D.; Trick, I.; Oehr, C.: **Assembly of Standardized Test Specimen for Microbial Quantification of Plasma Sterilization Processes of fine PTFE Tubes as used in Thermo Sensitive Medical Devices like Flexible Endoscopes** *Plasma Process. Polym.* 8 (2011) 200-207
44. Maurer, H.; Schneider, V.; Wolter, M.; Basner, R.; Trottnerberg, T.; Kersten, H.: **Microparticles as plasma diagnostic tools** *Contrib. Plasma Phys.* 51 (2011) 218-227
45. Methling, R.; Franke, St.; Schöpp, H.; Kaening, M.: **X-ray computer tomography in end-of-life investigations of HID lamps** *LEUKOS* 7 (2011) 237-239
46. Methling, R.; Popov, S.; Batrakov, A.; Uhrlandt, D.; Weltmann, K.-D.: **Time-resolved spectroscopy of single cathode spots: comparison of cathode and anode position** *IEEE Trans. Plasma Sci.* 39/11 (2011) 2860-2861
47. O'Connell, D.; Cox, L. J.; Hyland, W. B.; McMahon, S. J.; Reuter, S.; Graham, W. G.; Gans, T.; Currell, F. J.: **Cold atmospheric pressure plasma jet interactions with plasmid DNA** *Appl. Phys. Lett.* 98 (2011) 043701
48. Oehmigen, K.; Hoder, T.; Wilke, Ch.; Brandenburg, R.; Hänel, M.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.: **Volume Effects of Atmospheric Pressure Plasma in Liquids** *IEEE Trans. Plasma Sci.* 39 (2011) 2646-2647
49. Oehmigen, K.; Winter, J.; Hänel, M.; Wilke, Ch.; Brandenburg, R.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.: **Estimation of possible mechanisms of Escherichia coli inactivation by plasma treated sodium chloride solution** *Plasma Process. Polym.* 8 (2011) 904-913
50. Pipa, A.V.; Bussiahn R.: **Optimization of a Dielectric Barrier Discharge for pulsed UV emission of XeCl at 308 nm** *Contrib. Plasma Phys.* 9 (2011) 850-862
51. Quade, A.; Schröder, K.; Ohl, A.; Weltmann, K.-D.: **Plasma deposition of nanoscale difluoromethylene dominated surfaces** *Plasma Process. Polym.* 8 (2011) 1165-1173
52. Rackow, K.; Ehlbeck, J.; Krohmann, U.; Baeva, M.: **Microwave based characterisation of an atmospheric pressure microwave-driven plasma source for surface treatment** *Plasma Sources Sci. Technol.* 20 (2011) 35019
53. Savastenko, N.A.; Anklam, K.; Quade, A.; Brüser, M.; Schmuhl, A.; Brüser, V.: **Comparative study of plasma-treated non-precious catalysts for oxygen and hydrogen peroxide reduction reactions** *Energy Environ. Sci.* 4 (2011) 3461-3472
54. Savastenko, N.A.; Brüser, V.: **Plasma modification of self-assembled structures of CoTMPP molecules** *Appl. Surf. Sci.* 257 (2011) 3480-3488
55. Savastenko, N.A.; Müller, S.; Anklam, K.; Brüser, M.; Quade, A.; Walter, C.; Brüser, V.: **Effect of plasma treatment on the properties of Fe-based electrocatalysts** *Surf. Coat. Technol.* 205 (2011) S439-S442
56. Schäfer, J.; Horn, S.; Foest, R.; Brandenburg, R.; Vašina, P.; Weltmann, K.-D.: **Complex analysis of SiOxCyHz films deposited by an atmospheric pressure dielectric barrier discharge** *Surf. Coat. Technol.* 205 (2011) S330-S334
57. Schäfer, J.; Vašina, P.; Hnilica, J.; Foest, R.; Weltmann, K.-D.: **Visualization of Revolving Modes in RF and MW Non-thermal Atmospheric Pressure Plasma Jets** *IEEE Trans. Plasma Sci.* 39 (2011) 2350-2351
58. Schallreuter, K.U.; Salem, M.M.A.E.L.; Hasse, S.; Rokos, H.: **The redox-biochemistry of human hair pigmentation** *Pigment Cell Melanoma Res.* 24 (2011) 51-62
59. Schmidtová, T.; Soucek, P.; Vašina, P.; Schäfer, J.: **Study of hybrid PVD-PECVD process of Ti sputtering in argon and acetylene** *Surf. Coat. Technol.* 205 (2011) S299-S302
60. Schneidenbach, H.; Franke, St.; Kaening, M.: **Diagnostic challenges of asymmetrically burning arcs** *IEEE Trans. Plasma Sci.* 39 (2011) 2998-2999
61. Schröder, B.; Brinkmann, R.-P.; Harhausen, J.; Ohl, A.: **Modelling and Simulation of the Advanced Plasma Source** *J. Appl. Phys.* 110 (2011) 043305
62. Schubert, G.; Basner, R.; Kersten, H.; Fehske, H.: **Determination of sheath parameters by test particles upon local electrode bias and plasma switching** *Eur. Phys. J. D* 63 (2011) 431-440
63. Siche, D.; Gogova, D.; Lehmann, S.; Fizia, T.; Fornari, R.; Andrasch, M.; Pipa, A.; Ehlbeck, J.: **PVT-growth of GaN bulk crystals** *J. Crystal Growth* 318 (2011) 406-410

64. Silva, N.R.F.A.; Coelho, P.G.; Valverde, G.B.; Becker, K.; Ihrke, R.; Quade, A.; Thompson, V.: **Surface characterization of Ti and Y-TZP following non-thermal plasma exposure** J. Biomed. Mater. Res. B 99B (2011) 199-206
65. Stano, M.; Pinhao, N.; Loffhagen, D.; Kucera, M.; Donko, Z.; Matejcik, S.: **Effect of small admixtures of N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> or O<sub>2</sub> on the electron drift velocity in argon: experimental measurements and calculations** Eur. Phys. J. D 65 (2011) 489-498
66. Stenzel, O.; Gäbler, D.; Wilbrandt, S.; Kaiser, N.; Steffen, H.; Ohl, A.: **Plasma ion assisted deposition of aluminium oxide and aluminium oxifluoride layers for applications in the ultraviolet spectral range** Opt. Mater. 33 (2011) 1681-1687
67. Vašina, P.; Soucek, P.; Schmidtová, T.; Eliáš, M.; Buršíková, V.; Jílek, M.; Jílek Jr., M.; Schäfer, J.; Buršík, J.: **Depth profile analyses of nc-TiC/a-C(:H) coating prepared by balanced magnetron sputtering** Surf. Coat. Technol. 205 (2011) S53-S56
68. Vogelsang, A.; Ohl, A.; Foest, R.; Schröder, K.; Weltmann, K.-D.: **Deposition of thin films from amino group containing precursors with an atmospheric pressure microplasma jet** Plasma Process. Polym. 8 (2011) 77-84
69. Völzke, H.; Alte, D.; Schmidt, C. O.; Radke, D.; Lorbeer, R.; Friedrich, N.; Aumann, N.; Lau, K.; Piontek, M.; Born, G.; Havemann, C.; Ittermann, T.; Schipf, S.; Haring, R.; Baummeister, S.; Wallaschofski, H.; Nauck, M.; Frick, S.; Arnold, A.; Jünger, M.; Mayerle, J.; Kraft, M.; Lerch, M. M.; Dörr, M.; Empen, K.; Felix, S. B.; Obst, A.; Koch, B.; Gläser, S.; Ewert, R.; Fietze, I.; Penzel, T.; Dören, M.; Rathmann, W.; Haerting, J.; Hannemann, M.; Röpcke, J.; Schminke, U.; Jürgens, C.; Tost, F.; Rettig, R.; Kors, J. A.; Ungerer, S.; Hegenscheid, K.; Kühn, J.; Kühn, J.; Hosten, N.; Puls, R.; Henke, J.; Gloger, O.; Teumer, A.; Homuth, G.; Völker, U.; Kohlmann, T.; Schwahn, C.; Grabe, H. J.; Rosskopf, D.; Kroemer, H. J.; Kocher, T.; Biffar, R.; Hoffmann, W.; John, U.: **Cohort Profile: The Study of Health in Pomerania** Int. J. Epidemiol. 40 (2011) 294-307
70. Walschus, U.; Hoene, A.; Kochanowski, A.; Neukirch, B.; Patrzyk, M.; Wilhelm, L.; Schröder, K.; Schlosser, M.: **Quantitative immunohistochemical examination of the local cellular reactions following implantation of biomaterials** J. Microsc. 242 (2011) 94-99
71. Walter, C.; Brüser, V.; Weltmann, K.-D.: **Novel method to produce cobalt-polypyrrole catalysts for oxygen reduction reaction by dual plasma process** Surf. Coat. Technol. 205 (2011) S258-S260
72. Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.: **Basic requirements for plasma sources in medicine** Eur. Phys. J. Appl. Phys. 55 (2011) 13807
73. Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.: **Campus PlasmaMed - from basic research to clinical proof** IEEE Trans. Plasma Sci. 39 (2011) 1015-1025
74. Welzel, S.; Guaitella, O.; Pintassilgo, C.D.; Rousseau, A.; Röpcke, J.: **NO kinetics in pulsed low-pressure nitrogen plasmas studied by time resolved quantum cascade laser absorption spectroscopy** Plasma Sources Sci. Technol. 20 (2011) 15020
75. Welzel, S.; Röpcke, J.: **Non-symmetrical line broadening effects using short-pulse QCL spectrometers as determined with sub-nanosecond time-resolution** Appl. Phys. B 102 (2011) 303-311
76. Wendt, M.: **Net emission coefficients of argon iron plasmas with electron Stark widths scaled to experiments** J. Phys. D: Appl. Phys. 44 (2011) 125201
77. Winter, J.; Lange, H.: **Spot mode operation of a low pressure helium-xenon glow discharge** IEEE Trans. Plasma Sci. 39(11) (2011) 2540
78. Winter, T.; Winter, J.; Polak, M.; Kusch, K.; Mäder, U.; Sietmann, R.; Ehlbeck, J.; van Hijum, S.; Weltmann, K.-D.; Hecker, M.; Kusch, H.: **Characterization of the global impact of low temperature gas plasma on vegetative microorganisms** Proteomics 11 (2011) 3518-3530
79. Wirth, S.; Harnisch, F.; Quade, A.; Brüser, M.; Brüser, V.; Schröder, U.; Savastenko, N.A.: **Enhanced activity of non-noble metal electrocatalysts for the oxygen reduction reaction using low temperature plasma treatment** Plasma Process. Polym. 8 (2011) 914-922
80. Wyrwa, R.; Finke, B.; Rebl, H.; Mischner, N.; Quaas, M.; Schäfer, J.; Nebe, J.B.; Schröder, K.; Weltmann, K.-D.; Schnabelrauch, M.: **Design of plasma surface-activated, electrospun poly-lactide non-wovens with improved cell acceptance** Adv. Eng. Mater. 13 (2011) B165-B171

# PUBLIKATIONEN

81. Zalach, J.; Araoud, Z.; Charrada, K.; Franke, St.; Schöpp, H.; Zisis, G.: **Experimental and theoretical investigations on the warm-up of a high-pressure mercury discharge lamp** Phys. Plasmas 18 (2011) 033511
82. Zalach, J.; Araoud, Z.; Franke, St.; Charrada, K.: **Experimental and theoretical wall temperatures of Hg HID lamps** IEEE Trans. Plasma Sci. 39 (2011) 2986-2987
83. Zalach, J.; Kettlitz, M.: **Arc diagnostics by simple optical means** IEEE Trans. Plasma Sci. 39/11 (2011) 2984-2985
84. Zimmermann, H.; Mizuno, T.: **Infrared Laser Absorption Spectroscopy with Quantum Cascade Lasers in Industrial Applications** Rev. Laser Eng. 39 (2011) 753-756
85. Zimmermann, S.; Ahner, N.; Blaschta, F.; Schaller, M.; Zimmermann, H.; Rülke, H.; Lang, N.; Röpcke, J.; Schulz, S.E.; Gessner, T.: **Influence of the additives Argon, O<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> and CO on plasma conditions and process results during the etch of SiCOH in CF<sub>4</sub> plasma** Microelectron. Eng. 88 (2011) 671-676
4. Schröder, K.; Ohl, A.; Nitschke, M.: **Plasmaprozesse zur Beeinflussung der Biokompatibilität von Oberflächen** Vakuum – Plasma - Technologien : Beschichtung und Modifizierung von Oberflächen, Bad Saulgau : Leuze 2010, 978-3-87480-257-4
5. Schröder, K.; Finke, B.; Jesswein, H.; Lüthen, F.; Diener, A.; Ihrke, R.; Ohl, A.; Weltmann, K.-D.; Rychly, J.; Nebe, J.B.: **Similarities of plasma amino functionalized PEEK and titanium surfaces concerning enhanced osteoblast cell adhesion** Surface and Interfacial Aspects of Cell Adhesion, Leiden [u.a.] : Brill 2010, 978-90-04-1907-8
6. Witt, G.; Häckel, M.: **PMO-Implementierung in öffentlichen Forschungseinrichtungen** Handbuch Project Management Office : mit PMO zum strategischen Management der Projektlandschaft, Düsseldorf : Symposium Publ. 2010, 978-3-93970765-3

## MONOGRAPHIEN 2010

1. Ehlbeck, J.; Brandenburg, R.; Stieber, M.; Krohmann, U.; von Woedtke, Th.; Weltmann, K.-D.: **Antimikrobielle Behandlung mit Atmosphärendruckplasmen** Vakuum - Plasma – Technologien : Beschichtung und Modifizierung von Oberflächen, Bad Saulgau : Leuze 2010, 978-3-87480-257-4
2. Röpcke, J.; Engeln, R.; Schram, D.; Rousseau, A.; Davies, P. B.: **Kinetic and Diagnostic Studies of Molecular Plasmas Using Laser Absorption Techniques** Introduction to Complex Plasma, Heidelberg [u.a.] : Springer 2010, 978-3-642-10591-3
3. Schoepp, H.; Uhrlandt, D.; Goett, G.: **Plasmaphysikalische Untersuchungen am Schweißlichtbogen** DVS Jahrbuch Schweißtechnik 2011, Düsseldorf : DVS-Verl. 2010

## MONOGRAPHIEN 2011

1. Jupé, M.; Malobabic, S.; Schmitz, C.; Gouldieff, C.; Stefan, H.; Wiese, R.; Ristau, D.: **Investigation of Ion Beam properties and Coating Material during IBS** Advances in Optical Thin Films IV ; Proceedings of SPIE Volume 8168, Bellingham, Wash. : SPIE 2011, 978-08194-8794-0
2. Röpcke, J.; Rousseau, A.; Davies, P. B.: **Kinetic and Diagnostic Studies of Carbon Containing Plasmas and Vapors Using Laser Absorption Techniques Spectroscopy, Dynamics and Molecular Theory of Carbon Plasmas and Vapors**, Singapore [u.a.] : World Scientific 2011, 978-981-283764-6
3. Savastenko, N.A.; Tarasenko, N.V.: **Optical Emission Spectroscopy of C<sub>2</sub> and C<sub>3</sub> Molecules in Laser Ablation Carbon Plasma** Spectroscopy, Dynamics and Molecular Theory of Carbon Plasmas and Vapor, Singapore [u.a.] : World Scientific 2011, 978-981-283764-6
4. Stenzel, O.; Wilbrandt, S.; Kaiser, N.; Schmitz, C.; Turowski, M.; Ristau, D.; Awakowicz, P.; Brinkmann, R.-P.; Musch, T.; Rolfes, I.; Steffen, H.; Foest, R.; Ohl, A.; Köhler, T.; Dolgnos, G.; Frauenheim, T.: **Plasma and optical thin film technologies** Advances in Optical Thin Films IV ; Proceedings of SPIE Volume 8168, Bellingham, Wash. : SPIE 2011, 978-08194-8794-0

5. Brandenburg, R.; Barankova, H.; Bardos, L.; Chmielewski, A.; Dors, M.; Grosch, H.; Holub, M.; Jögi, I.; Laan, M.; Mizeraczyk, J.; Pawelec, A.; Stamate, E.:  
**Plasma-based depollution of exhausts: principles, state of the art and future prospects**  
 Air Pollution, Book 3, InTech 2011, 978-953-307-526-6
6. Hempel, F.; Steffen, H.; Busse, B.; Finke, B.; Nebe, J.B.; Quade, A.; Rebl, H.; Bergemann, C.; Weltmann, K.-D.; Schröder, K.:  
**On the Application of Gas Discharge Plasmas for the Immobilization of Bioactive Molecules for Biomedical and Bioengineering Applications**  
 Biomedical Engineering - Frontiers and Challenges , InTech, Open Access Publ. 2011, 978-953-307-309-5
7. Savastenko, N.A.; Brüser, V.:  
**Enviromental Impact Reduction through Clean Technologies: Application of Plasma Technology for the Development of Fuel Cell Electrocatalysts**  
 Scientific and Methodological Support of the Environmental Protection: Problems and Perspectives, Minsk : Scientific and Research Center "Ecology" 2011, 978-985-654269-8
8. Walschus, U.; Schröder, K.; Finke, B.; Nebe, B.; Meichsner, J.; Hippler, R.; Bader, R.; Podbielski, A.; Schlosser, M.:  
**Application of low-temperature plasma processes for biomaterials**  
 Biomaterials Applications for Nanomedicine, InTech, Open Access Publ. 2011, 978-985-654269-8
4. Batrakov, A.; Methling, R.; Popov, S.; Uhrlandt, D.; Weltmann, K.-D.:  
**Time-Resolved Light Emission of a Cathode Spot Ignited in Vacuum and under Plasma**  
 Proc. 15th SHCE and 9th CMM (2010)
5. Batrakov, A.; Popov, S.; Methling, R.; Uhrlandt, D.; Weltmann, K.-D.:  
**Temporal and spatial behaviour of the single cathode spot ignition in vacuum**  
 Proc. 24th ISDEIV (2010)
6. Becker, M. M.; Loffhagen, D.:  
**Analysis of an Argon Glow Discharge at Atmospheric Pressure**  
 Proc. 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications (2010) 380
7. Becker, M.M.; Loffhagen, D.:  
**Flux-corrected-transport methods for modelling of gas discharge plasmas**  
 Proc. Appl. Math. Mech. 10 (2010) 641-642
8. Brandenburg, R.; Grosch, H.; Hoder, T.; Weltmann, K.-D.:  
**Phase Resolved CCS studies on Surface Barrier Discharges**  
 Proc. 12th Hakone 1 (2010) 168-172
9. Brandenburg, R.; Hoder, T.; Wagner, H.-E.; Kozlov, K.:  
**Investigation of discharge development and plasma parameters by means of fast optical and spectroscopic methods**  
 Proc. 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications 1 (2010) 10-17
10. Bussiahn, R.; Brandenburg, R.; Gerling, T.; Kindel, E.; Kocher, H.; Lange, H.; Lembke, N.; von Woedtke, Th.; Weltmann, K-D.:  
**Characterisation of a Cold Intermittent Negative DC Corona Discharge Plasma for Biomedical Applications**  
 Proc. 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications 1 (2010) 428-431
11. Ehlbeck, J.; Rackow, K.; Andrasch, M.; Weltmann, K-D.:  
**Electron density determination by means of tunable 50 GHz and 150 GHz interferometers**  
 Proc. 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications (2010) 540
12. Ehlbeck, J.; Rackow, K.; Sigener, F.; Uhrlandt, D.; Weltmann, K.-D.; Hadath, S.; Lieder, G.:  
**Laser induced fluorescence measurements on W- and Ba atoms eroded from fluorescent lamp electrodes**  
 J. Phys.: Conf. Series 227 (2010) 012025

## TAGUNGSBEITRÄGE 2010

1. Baeva, M.; Bösel, A.; Ehlbeck, J.; Loffhagen, D.; Buscher, W.; Janzen, R.:  
**Experimental study and modelling of a waveguide-based microwave plasma source**  
 Proc. 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications (2010) 376
2. Baeva, M.; Uhrlandt, D.:  
**Two-Temperature Modeling Of A DC Plasma Torch In Atmospheric Pressure Argon Gas**  
 Proc. 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications (2010) 182
3. Barkowsky, K.; Kozakov, R.; Kunz, D.; Stoll, C.; Schöpp, H.:  
**Incidence and viewing angle for biologically reasonable lighting**  
 Proc. LS12-WLED3 (2010)

13. Fricke, K.; Steffen, H.; Schröder, K.; von Woedtke, Th.; Weltmann, K.-D.:  
**Ätzen von Polymeren mit Jetplasmen bei Normalsdruck**  
Tagungsbd. 18. NDVaK (2010) 91-94
14. Fritzsche, A.; Zietz, C.; Mittelmeier, W.; Schröder, K.; Bader, R.:  
**Anforderungen an Implantate in der Orthopädischen Chirurgie: Welche Materialien bieten Potenzial?**  
Proc. Workshop Plasmamedizin (2010) 7 Seiten
15. Gaychet, S.; Grosch, H.; Hoder, T.; Bessieres, D.; Bourdon, A.; Lemont, F.; Brandenburg, R.; Soulem, N.; Paillol, J.-H.:  
**Investigation of the trichel discharge in air at atmospheric pressure by intensified CCD camera and cross correlation spectroscopy**  
Proc. 12th Hakone 1 (2010) 198-201
16. Goett, G.; Kozakov, R.; Schoepp, H.:  
**Plasmadiagnostik am Beispiel des Schweißlichtbogens**  
Proc. Große Schweißtechnische Tagung (2010)
17. Goett, G.; Schoepp, H.; Heinz, G.; Hofmann, F.:  
**Spectral selective control-unit for the pulsed welding-arc**  
Proc. 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications (2010) 602-605
18. Grosch, H.; Hoder, T.; Weltmann, K.-D.; Brandenburg, R.:  
**Surface barrier discharge development in air Investigated with high spatial and temporal resolution**  
Proc. 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications 1 (2010) 240-243
19. Hoder, T.; Becker, M.M.; Grosch, H.; Loffhagen, D.; Schäfer, J.; Wilke, Ch.; Brandenburg, R.:  
**Investigation of a striated microdischarge in argon barrier discharges at atmospheric pressure**  
Proc. 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications 1 (2010) 244-247
20. Hoder, T.; Cernak, M.; Wagner, H.-E.:  
**Surface discharge development in coplanar barrier discharge at overvoltage and reduced pressure in air**  
Proc. 12th Hakone 1 (2010) 207-211
21. Hübner, M.; Guaitella, D.; Rousseau, A.; Röpcke, J.:  
**Application of a multi stage packed-bed reactor for destruction of volatile organic compounds under atmospheric conditions**  
Proc. 20th ESCAMPIG CD-Rom (2010) HT 7
22. Hübner, M.; Marinov, D.; Guaitella, D.; Rousseau, A.; Röpcke, J.:  
**A 3 quantum cascade laser spectrometer for fast in situ determination of absolute number densities**  
Proc. 20th ESCAMPIG CD-Rom (2010) P 2.12
23. Kaening, M.; Hitzschke, L.; Schalk, B.; Berger, M.; Franke, St.; Methling, R.:  
**Mercury-free HID lamps**  
Proc. LS12-WLED3 (2010)
24. Kettlitz, M.; Kozakov, R.; Schneidenbach, H.; Methling, R.:  
**Microwave excitation of high pressure metal halide lamps**  
Proc. LS12-WLED3 (2010) 31-32
25. Kettlitz, M.; Wendt, M.; Peters, S.; Kloss, A.:  
**Breakdown Along Quartz And Ceramic Surfaces In High Pressure Xenon Atmosphere**  
Proc. 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications (2010) 320
26. Kozakov, R.; Kunz, D.; Stoll, C.; Hitzschke, L.; Meltke, J.; Deitmann, A.; Roth, G.; Rudolph, H.; Barkowsky, K.; Schöpp, H.:  
**Plasma lamps for biological rhythms (Placar)**  
Proc. LS12-WLED3 (2010)
27. Kozakov, R.; Schoepp, H.; Barkowsky, K.; Stoll, C.; Kunz, D.; Rudolph, H.:  
**Abendliche Melatonin-Suppression unter herkömmlichen Lichtsituationen**  
Proc. Licht (2010)
28. Kozakov, R.; Schöpp, H.; Barkowsky, K.; Stoll, C.; Kunz, D.:  
**On the standard evaluation procedure for biological action of light**  
Proc. LS12-WLED3 (2010)
29. Landsberg, K.; Wende, K.; Kindel, E.; Brandenburg, R.; Lindequist, U.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.:  
**Selective inactivation of *Staphylococcus epidermidis* on human keratinocytes by non-thermal atmospheric pressure plasma jet (APPJ)**  
Proc. 12th Hakone 2 (2010) 544-548
30. Lang, N.; Hempel, F.; Röpcke, J.; Strämke, S.:  
**In situ plasma process monitoring of BCI3 using quantum cascade laser absorption spectroscopy**  
Proc. 63rd GEC & ICRP CD-ROM (2010) CTP-075
31. Lang, N.; Röpcke, J.; Wege, S.:  
**Quantum cascade laser absorption spectroscopy for in situ process control in plasma etch processes**  
Proc. 10th European AEC-APC Conference CD-ROM (2010)
32. Lang, N.; Zimmermann, H.; Macherius, U.; Zimmermann, S.; Ahner, N.; Blaschta, F.; Schaller, M.; Schulz, S.E.; Röpcke, J.:  
**In situ monitoring of plasma etch processes of low-k dielectrics using quantum cascade laser absorption spectroscopy**  
Proc. 32nd Int. Symp. On Dry Process (2010) 77

33. Loffhagen, D.; Uhrlandt, D.; Hencken, K.: **Monte Carlo Simulation of the Breakdown in Copper Vapor at Low Pressure**  
Proc. 24th ISDEIV (2010)
34. Lopatik, D.; Sikimic, B.; Hempel, F.; Böke, M.; Stefanovic, I.; Sadeghi, I.; Winter, J.; Röpcke, J.: **On the hydrocarbon chemistry in dust producing rf plasmas**  
Proc. 20th ESCAMPIG CD-ROM (2010) P 3.07
35. Marinov, D.; Hübner, M.; Guaitella, O.; Guerra, V.; Pintassilgo, C.D.; Röpcke, J.; Rousseau, A.: **Reactivity of atoms adsorbed on catalytic surfaces under plasma exposure**  
Proc. 63rd GEC & ICRP CD-ROM (2010) NR2-002
36. May, F.; Brüser, V.; Quade, A.: **Modifikation sulidischer Minerale durch die Behandlung in MW-Plasmen**  
Tagungsbd. Thüringer Grenz- und Oberflächentage (2010)
37. May, F.; Brüser, V.; Quade, A.: **Plasma-Modification of Mineral Surfaces for Optimizing Froth-Flotation**  
Proc. 63rd GEC & ICRP (2010)
38. Meichsner, J.; Rebl, H.; Nebe, B.; Finke, B.; Testrich, H.: **Plasma Polymerisation of Ethylenediamine (EDA) for Bioactive Implant Coating**  
Tagungsbd. 18. NDVaK (2010) 42-47
39. Methling, R.; Franke, St.; Hitschke, L.; Kaening, M.; Schalk, B.: **Molecular radiation from overloaded Hg-free HID**  
Proc. LS12-WLED3 (2010)
40. Oehmigen, K.; Brandenburg, R.; Winter, J.; Hähnel, M.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.: **Plasma-water-interactions in ambient air: chemical and antimicrobial impacts**  
Proc. 12th Hakone 2 (2010) 549-553
41. Polak, M.; Winter, J.; Stieber, M.; Schnabel, U.; Ehlbeck, J.; Weltmann, K.-D.: **Innovative setup for generating an atmospheric pressure DBD in long thermolabile flexible tubes**  
Proc. 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications (2010) 436
42. Rackow, K.; Sigeneger, F.; Ehlbeck, J.; Uhrlandt, D.; Weltmann, K.-D.; Lieder, G.; Lieberer, M.: **Emitter erosion in fluorescent lamps**  
Proc. LS12-WLED3 (2010) 415
43. Rouffet, M. E.; Wendt, M.; Goett, G.; Kozakov, R.; Schoepp, H.; Weltmann, K. D.; Uhrlandt, D.: **Study Of The High-Current Phase Of A Pulsed Gas Metal Arc Welding Process By Emission Spectroscopy**  
Proc. 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications (2010) 198
44. Röpcke, J.; Davies, P.B.; Hempel, F.; Hübner, M.; Glitsch, S.; Lang, N.; Nägele, M.; Rousseau, A.; Wege, S.; Welzel, S.: **On Recent Progress Using QCLs for Molecular Trace Gas Detection - from Basic Research to Industrial Applications**  
Proc. LACSEA CD (2010) LMA1
45. Röpcke, J.; Glitsch, S.; Davies, P.; Hempel, F.; Lang, N.; Rousseau, A.; Wege, S.; Welzel, S.: **Quantum Cascade Laser Absorption Spectroscopy – a New Method to Study Molecular Plasma Components**  
J. Phys.: Conf. Series 227 (2010) 012005
46. Schmidt, M.; Brandenburg, R.; Basner, R.; Weltmann, K.-D.: **NOx treatment with sliding discharge plasmas**  
Proc. 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications 1 (2010) 444-447
47. Schneidenbach, H.; Kozakov, R.; Uhrlandt, D.: **Temperature And Electron Density Determination From Radiance Measurements In An Ablation Controlled PTFE Arc Considering Radiation Absorption**  
Proc. 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications (2010) 364
48. Sigeneger, F.; Golubovskii, Yu.; Gorchakov, S.; Timofeev, A.; Loffhagen, D.; Uhrlandt, D.: **A new versatile approximation method for the line radiation description**  
Proc. 20th ESCAMPIG CD-ROM (2010) P2.61
49. Sigeneger, F.; Schäfer, J.; Foest, R.; Loffhagen, D.; Weltmann, K.-D.: **Modelling of a filamentary rf discharge at atmospheric pressure**  
Proc. 20th ESCAMPIG CD-ROM (2010) P2.60
50. Stano, M.; Pinhão, N.; Donkó, Z.; Kucera, M.; Loffhagen, D.; Matejcík, M. Š.: **Electron Drift Velocity Measurement in Argon with Small Admixture of N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> or O<sub>2</sub>**  
J. Phys. D: Appl. Phys. CD-ROM (2010) P1.29
51. Walter, C.; Müller, S.; Brüser, V.; Quade, A.; Weltmann, K.-D.: **Novel method to produce catalysts for oxygen reduction by dual plasma process**  
Proc. 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications (2010) 418-421

# PUBLIKATIONEN

52. Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.:  
**Basic requirements for plasma sources in medicine**  
Proc. 12th Hakone 1 (2010) 56-65
53. Wendt, M.; Schöpp, H.; Uhrlandt, D.:  
**Net Emission Coefficients For Argon-Iron Plasmas With Stark Widths Scaled To A Welding Arc Experiment**  
Proc. 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications (2010) 190
54. Winter, J.; Lange, H.:  
**Laser atom absorption spectroscopy in the cathode region of a dc glow discharge with thermionic cathode**  
Proc. 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications (2010) 406
55. Zimmermann, S.; Ahner, N.; Blaschta, F.; Schaller, M.; Zimmermann, H.; Rülke, H.; Lang, N.; Röpcke, J.; Schulz, S.E.; Gessner, T.:  
**Improvement of etch processes for SiCOH materials with novel in situ diagnostic and evaluation methods**  
Mater. Res. Soc. Conf. Proc. AMC XXVI 25 (2010) 101-110
6. Churkin, S.; Ivanov, D.; Frolov, V.; Uhrlandt, D.:  
**Improvement of the efficiency of an air plasma spraying technology**  
Proc. 19th Symp. on Physics of Switching Arc FSO (2011) 149-152
7. Finke, B.; Rebl, H.; Nebe, J.B.; Weltmann, K.-D.; Schröder, K.:  
**Analysis of the aging behaviour of plasma polymer-coated titanium surfaces and correlation with the response of osteoblastic cells**  
Proc. 20th ISPC (2011) Nr. 299
8. Fricke, K.; Tresp, H.; Bussiahn, R.; Schröder, K.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.:  
**Modification of the physicochemical surface properties of polymers during the plasma-based decontamination**  
Proc. 20th ISPC (2011) Nr. 184
9. Gerling, T.; Hoder, T.; Brandenburg, R.; Bussiahn, R.; Kindel, E.; Weltmann, K.-D.:  
**Time resolved investigation of an intermittent negative DC-corona in flowing argon at atmospheric pressure**  
Proc. 30th ICPIG (2011)
10. Gött, G.; Schöpp, H.:  
**Erweiterter spektralselektiver Prozessregler am Impulslichtbogen**  
DVS-Berichte DVS 275 (2011) 607-611
11. Gött, G.; Uhrlandt, D.; Kozakov, R.; Schöpp, H.:  
**Diagnostics of a pulsed gas metal arc**  
Proc. 64th Ann. Ass. & Int. Conf. of the Int. Inst. of Welding (2011) 5
12. Gött, G.; Uhrlandt, D.; Kozakov, R.; Schöpp, H.:  
**Spectral diagnostics of a pulsed gas metal arc welding process**  
Proc. 64th Ann. Ass. & Int. Conf. of the Int. Inst. of Welding (2011) 5
13. Hempel, F.; Finke, B.; Testrich, H.; Meichsner, J.; Rebl, H.; Nebe, B.; Weltmann, K.-D.; Schröder, K.:  
**On the Aging of Nitrogen-Containing Plasma Polymer Layers on Titanium Implant Model Surfaces and Correlation with the Response of Osteoblastic Cells**  
Proc. 30th ICPIG (2011) D16-362
14. Höft, H.; Kettlitz, M.; Brandenburg, R.; Hoder, T.; Reuter, S.; Weltmann, K.-D.:  
**Spatio-temporal development of pulsed dielectric barrier microdischarges**  
Proc. FLTPD VI 2005 (0)

## TAGUNGSBEITRÄGE 2011

1. Baeva, M.; Rackow, K.; Becker, M. M.; Ehlbeck, J.; Loffhagen, D.:  
**Characterization of atmospheric pressure microwave plasma in N<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O gas mixtures**  
Proc. 30th ICPIG (2011)
2. Baeva, M.; Zalach, J.; Petrov, G.; Ushin, B.; Ivanov, D.; Frolov, V.; Uhrlandt, D.:  
**Study of plasma torches used for air plasma spraying of protective and decorative coatings**  
Proc. 19th Symp. on Physics of Switching Arc FSO (2011) 105-108
3. Baier, M.; Görzen, M.; Fröhling, A.; Geyer, M.; Herppich, W.; Ehlbeck, J.; Knorr, D.; Schlüter, O.:  
**Fresh produce decontamination by an atmospheric pressure plasma-jet.**  
Proc. 11th ICEF 3 (2011) 1643-1644
4. Becker, M. M.; Hoder, T.; Wilke, C.; Brandenburg, R.; Loffhagen, D.:  
**Hydrodynamic modelling of microdischarges in asymmetric barrier discharges in argon.**  
Proc. 30th ICPIG (2011)
5. Blazek, J.; Bartos, P.; Basner, R.; Kersten, H.:  
**Distribution of charge on clusters in a magnetron discharge**  
Proc. 30th ICPIG (2011)

15. Kettlitz, M.; Höft, H.; Hoder, T.; Brandenburg, R.; Reuter, S.; Weltmann, K.-D.:  
**Investigation on the spatio-temporal development of pulsed dielectric barrier microdischarges in air**  
 Proc. 30th ICPIG 179\_C10 (2011) 1-4
16. Kolipaka, K.L.; Brüser, V.; Quade, A.; Schäfer, J.; Wulff, H.; Faupel, F.:  
**Structural and optical characterization of spinel type cobalt oxide nanoparticles embedded in amorphous silicon oxide matrix prepared by a hybrid PVD /PECVD process**  
 Proc. 20th ISPC (2011) Nr. 277
17. Kozakov, R.; Gött, G.; Eichhoff, D.; Kurz, A.; Uhrlandt, D.:  
**Spectroscopic diagnostics of a switching arc in carbon dioxide atmosphere**  
 Proc. 19th Symp. on Physics of Switching Arc FSO (2011) 251-254
18. Lang, N.; Zimmermann, S.; Uhlig, B.; Schaller, M.; Röpcke, J.; Schulz, S.E.:  
**Using the Quantum Cascade Laser Absorption Spectroscopy for ultra low-k etch process optimization**  
 Proc. 4th PESM CD-ROM (2011)
19. Lang, N.; Zimmermann, S.; Uhlig, B.; Schaller, M.; Schulz, S.; Röpcke, J.:  
**In situ monitoring of plasma etch processes of ultra low-k dielectrics using optical diagnostic methods**  
 Proc. 11th European AEC-APC Conf. CD-ROM (2011)
20. Lang, N.; Zimmermann, S.; Uhlig, B.; Schaller, M.; Schulz, S.; Röpcke, J.:  
**In situ analysis of ultra low-k etch processing using quantum cascade laser absorption spectroscopy**  
 Proc. 30th ICPIG CD-ROM (2011)
21. Röpcke, J.; Davies, P.B.; Glitsch, S.; Hempel, F.; Hübner, M.; Lang, N.; Lopatik, D.; Rousseau, A.; Welzel, S.:  
**Applications of MIR-Laser Absorption Techniques for Plasma Diagnostics in Basic Research and Industry**  
 Proc. 4th IC-PLANTS (2011) I-04
22. Röpcke, J.; Davies, P.B.; Glitsch, S.; Hempel, F.; Hübner, M.; Lang, N.; Rousseau, A.; Welzel, S.:  
**On Progress using Mid-Infrared Absorption Techniques for Plasma Diagnostics – from Basic Research to Industrial Applications**  
 Proc. 18th SAPP Conf. CD-ROM (2011)
23. Uhlig, B.; Lang, N.; Zimmermann, S.; Schaller, M.:  
**Correlation between in situ and ex situ analysis of ultra low-k dielectric etch processes**  
 Proc. 11th European AEC-APC Conf. CD-ROM (2011)
24. Uhrlandt, D.:  
**Physikalische Lichtbogenforschung- Einführung und Überblick**  
 Proc. Große Schweißtechnische Tagung DVS 275 (2011) 516-520
25. Uhrlandt, D.; Weltmann, K.-D.; Schein, J.; Füssel, U.; Kruscha, J.; Reisgen, U.; Wilden, J.:  
**Analysemethoden und erweitertes Verständnis für den MSG-Prozess**  
 Proc. Große Schweißtechnische Tagung DVS 275 (2011) 593-596
26. Weltmann, K.-D.; Kozakov, R.; Gött, G.; Rouffet, M.; Wendt, M.; Schöpp, H.; Uhrlandt, D.:  
**Physikalische Eigenschaften des MSG-Lichtbogens**  
 Proc. Große Schweißtechnische Tagung DVS 275 (2011) 521-526
27. Wilhelm, G.; Sperl, A.; Kozakov, R.; Gött, G.; Schöpp, H.; Uhrlandt, D.:  
**Spectroscopic diagnostic of arc and weldpool in gas metal short arc welding processes**  
 Proc. 19th Symp. on Physics of Switching Arc FSO (2011) 351-354

## EINGELADENE VORTRÄGE 2010

1. Brandenburg, R.:  
**Investigation of discharge development and plasma parameters by means of fast optical and spectroscopic methods**  
eingeladener Vortrag, 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications, Greifswald/Germany 2010
2. Brandenburg, R.:  
**Progress in spatio-temporally resolved spectroscopic studies of microdischarges in filamentary barrier discharges**  
eingeladener Vortrag, Int. Workshop on Diagnostics of Microplasmas, Bochum/Germany 2010
3. Brandenburg, R.; Holub, M.; Weltmann, K.-D.:  
**On the uniformity of plasmas for biomedical applications**  
eingeladener Vortrag, 3rd ICPM, Greifswald/Germany 2010
4. Ehlbeck, J.:  
**Plasma in der Lebensmitteltechnik - Chemie und Technologie**  
eingeladener Vortrag, 41. Plenarsitzung der SKLM, Wien/Österreich 2010
5. Ehlbeck, J.:  
**Plasma and some of its applications**  
eingeladener Vortrag, Int. Society on Pulsed Power Applications PhD Congress, Karlsruhe/Germany 2010
6. Goett, G.; Kozakov, R.; Schoepp, H.:  
**Plasmadiagnostik am Beispiel des Schweißlichtbogens**  
eingeladener Vortrag, Große Schweißtechnische Tagung, Nürnberg/Deutschland 2010
7. Harhausen, J.; Foest, R.; Ohl, A.; Steffen, H.:  
**Niedertemperatur-Plasmen in der Feinoptik**  
eingeladener Vortrag, DPG Frühjahrstagung Plasmaphysik, Hannover/Deutschland 2010
8. Loffhagen, D.; Sigeneger, F.:  
**Dynamic behaviour of dc discharges**  
eingeladener Vortrag, DPG Frühjahrstagung Plasmaphysik, Hannover/Deutschland 2010
9. Rackow, K.; Sigeneger, F.; Ehlbeck, J.; Uhrlandt, D.; Weltmann, K.-D.; Lieder, G.; Lieberer, M.:  
**Emitter erosion in fluorescent lamps**  
eingeladener Vortrag, 12th Int. Symp. Sci. Technol. Light Sources, Eindhoven/Netherlands 2010
10. Röpcke, J.; Davies, P.B.; Engeln, R.; Glitsch, S.; Hempel, F.; Hübner, M.; Lang, N.; Lopatik, D.; Nägele, M.; Rousseau, A.; Wege, S.; Welzel, S.:  
**On recent progress using MIR absorption techniques for plasma diagnostics - from basic research to industrial applications**  
eingeladener Vortrag, 4th Int. Workshop Infrared Plasma Spectroscopy, Rolduc/Netherlands 2010
11. Röpcke, J.; Davies, P.B.; Hempel, F.; Hübner, M.; Glitsch, S.; Lang, N.; Nägele, M.; Rousseau, A.; Wege, S.; Welzel, S.:  
**On Recent Progress Using QCLs for Molecular Trace Gas Detection - from Basic Research to Industrial Applications**  
eingeladener Vortrag, LACSEA, San Diego/USA 2010
12. von Woedtke, Th:  
**Plasma Sources for Plasma Medicine – performance control and risk estimation**  
eingeladener Vortrag, Workshop EU FP Thematic NCP-NMP, Taiwan 2010
13. von Woedtke, Th:  
**Micro-plasma system for biomedical uses**  
eingeladener Vortrag, WS on Developm. and Appl. of Novel Mat. and Mech. to Dent. Care, Taiwan 2010
14. Weltmann, K.-D.:  
**The research Cluster for Plasma Medicine in Northern Germany**  
eingeladener Vortrag, 3rd ICPM, Greifswald/Germany 2010
15. Weltmann, K.-D.:  
**Critical parameters of atmospheric pressure plasma sources for medical applicability**  
eingeladener Vortrag, 24th SPPT, Prag/Czech. Rep.
16. Weltmann, K.-D.:  
**Basic Requirements for Plasma Sources in Medicine**  
eingeladener Vortrag, 12th Hakone, Trencianske Teplice/Slovakia 2010
17. Weltmann, K.-D.:  
**CAMPUS PlasmaMed – From Basic Research To Clinical Proof**  
eingeladener Vortrag, 37th ICOPS, Norfolk/USA 2010
18. Weltmann, K.-D.; Brandenburg, R.; Ehlbeck, J.; Kindel, E.; Stieber, M.; v. Woedtke, Th.:  
**Plasma Sources – Tools for Plasma Medicine – A Scientific Overview**  
eingeladener Vortrag, 10. Internationaler Kongress der DGKH, Berlin/Deutschland 2010
19. Weltmann, K.-D.; Brandenburg, R.; Ehlbeck, J.; Kindel, E.; Stieber, M.; von Woedtke, Th.:  
**Plasma Sources – tools for plasma medicine – a scientific overview**  
eingeladener Vortrag, 10. Internationaler Kongress der DGKH, Berlin/Deutschland 2010
20. Weltmann, K.-D.; v. Woedtke, Th.; Brandenburg, R.:  
**Biomedical applications of plasma technology – CHANCES AND CHALLENGES**  
eingeladener Vortrag, 3rd Int. Symp. of PLACIA, Nagoya/Japan 2010

21. Weltmann, K.-D.; v. Woedtke, Th.; Kindel, E.; Brandenburg, R.:  
**Plasma Sources for Medical Applications - Opportunities, Challenges and Responsibilities**  
eingeladener Vortrag, 20th ESCAMPIG, Novi Sad/Serbia 2010
22. Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.:  
**Campus PlasmaMed – From basic research to clinical proof**  
eingeladener Vortrag, 37th ICOPS, Norfolk/USA 2010
8. Röpcke, J.:  
**Applications of Infrared Absorption Techniques for Plasma Diagnostics in Basic Research and Industry**  
eingeladener Vortrag, 38th EPS Conf. Plasma Physics, Strasbourg/France 2011
9. Röpcke, J.:  
**On the reactivity of plasma stimulated catalytic surfaces**  
eingeladener Vortrag, Int. Symp. Plasma-assisted Catalysis, Antwerp/Belgium 2011

## EINGELADENE VORTRÄGE 2011

1. Becker, M. M.; D. Loffhagen, D.:  
**Modelling of microdischarges in asymmetric barrier discharges in argon**  
eingeladener Vortrag, 31. Dynamics Days Europe, Oldenburg/Germany 2011
2. Brandenburg, R.; Hoeft, H.; Kettlitz, M.; Hoder, T.; Reuter, S.; Weltmann, K.-D.:  
**Filamentary Plasmas at Atmospheric Pressure: Basics and Environmental Applications**  
eingeladener Vortrag, 4th Centr. Eur. Symp. on Plasma Chem., Zlatibor/Serbia 2011
3. Foest, R.:  
**Mikroplasmen in der Oberflächentechnologie**  
eingeladener Vortrag, 15. Fachtagung Plasmatechnologie, Stuttgart/Deutschland 2011
4. Foest, R.; Schäfer, J.; Sigeneger, F.; Weltmann, K.-D.:  
**Miniaturisierte Plasmajets für die Oberflächenbehandlung**  
eingeladener Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Kiel/Deutschland 2011
5. Harhausen, J.; Foest, R.; Ohl, A.; Steffen, H.:  
**Untersuchungen zur Advanced Plasma Source – Plasma-expansion und Konsequenzen für die Prozessführung**  
eingeladener Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Kiel/Deutschland 2011
6. Masur, K.; Wende, K.; Blackert, S.; Harms, M.; Reuter, S.; Barton, A.; Bundscherer, L.; Hasse, S.; Weltmann, K.D.:  
**Effects of Reactive Oxygen Species(ROS) from Cold Plasmas on Cellular Activities**  
eingeladener Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Kiel/Deutschland 2011
7. Masur, K.; Wende, K.; Hasse, S.; Barton, A.; Bundscherer, L.; Reuter, S.; Weltmann, K.D.:  
**Basic research for wound treatment by TTP within the Center for Innovation Competence „plasmatis“**  
eingeladener Vortrag, The Infected Wound - Int. Symp. (DGKH), Berlin/Germany 2011
10. Röpcke, J.; Davies, P.B.; Glitsch, S.; Hempel, F.; Hübner, M.; Lang, N.; Lopatik, D.; Rousseau, A.; Welzel, S.:  
**Applications of MIR-Laser Absorption Techniques for Plasma Diagnostics in Basic Research and Industry**  
eingeladener Vortrag, 4th Int. Conf. Plasma-Nano Technol. & Science (IC-PLANTS), Takayama/Japan 2011
11. Röpcke, J.; Davies, P.B.; Glitsch, S.; Hempel, F.; Hübner, M.; Lang, N.; Rousseau, A.; Welzel, S.:  
**On progress using mid-infrared absorption techniques for plasma diagnostics - from basic research to industrial applications**  
eingeladener Vortrag, 18th SAPP Conf., Vratna/Slovakia 2011
12. Schoenemann, T.:  
**Lichtbögen / Oberflächenbehandlung elektrischer Kontakte**  
eingeladener Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Kiel/Deutschland 2011
13. Uhrlandt, D.; Kozakov, R.; Gött, G.; Schöpp, H.:  
**Optical diagnostics in pulsed gas metal arc welding processes**  
eingeladener Vortrag, Thermal plasmas for industrial applications, Muldersdrift/South Africa 2011
14. von Woedtke, Th., Weltmann, K.-D.:  
**Atmosphärendruck-Plasmaquellen für biomedizinische Anwendungen: Anforderungen an die plasmadiagnostische und biologische Charakterisierung**  
eingeladener Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Kiel/Deutschland 2011
15. von Woedtke, Th.; Weltmann, K.-D.:  
**In vitro characterization of plasma sources as fundamental requirement for biomedical applications**  
eingeladener Vortrag, 6th Int. Workshop on Microplasmas, Paris/France 2011
16. Weltmann, K.-D.:  
**Innovations in plasma sources**  
eingeladener Vortrag, The Infected Wound - Int. Symp. (DGKH), Berlin/Germany 2011

# VORTRÄGE

17. Weltmann, K.-D.:  
**Von der Implantatbehandlung zur Wundbehandlung eingeladener Vortrag, 15. Fachtagung Plasmatechnologie, Stuttgart/Deutschland 2011**
18. Weltmann, K.-D.:  
**Prospects, problems and chances of the use of plasmas in life-sciences**  
eingeladener Vortrag, NATO ARW Plasma for Bio-Decont., Med. and Food Security, Jasná/Slovakia 2011
19. Weltmann, K.-D.; Bender, C.; Bussiahn, R.; Daeschlein, G.; Jünger, M.; Kindel, E.; Koban, I.; Kocher, T.; Kramer, A.; Nebe, B.; Schröder, K.; v. Woedtke, Th.:  
**Potentielle medizinische Anwendungen von physikalischem Plasma**  
eingeladener Vortrag, 32. Norddeutsche Chemotherapie Konferenz, Boltenhagen/Deutschland 2011
20. Weltmann, K.-D.; Brandenburg, R.; v. Woedtke, Th.:  
**Plasma dynamics and life science**  
eingeladener Vortrag, 30th ICPIG, Belfast/Ireland 2011
21. Weltmann, K.-D.; Bussiahn, R.; v. Woedtke, Th.:  
**Applications for plasma sources in medicine**  
eingeladener Vortrag, 3rd Int. EJC-PISE Workshop, Kolobrzeg/Poland 2011
5. Becker, M. M.; Loffhagen, D.:  
**Analysis Of An Argon Glow Discharge At Atmospheric Pressure**  
Vortrag, 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications, Greifswald/Germany 2010
6. Becker, M.; Loffhagen, D.:  
**Flux-corrected-transport methods for modeling of gas discharge plasmas**  
Vortrag, 81st Ann. Meet. Int. Assoc. of Appl. Mathem. and Mech. (GAMM), Karlsruhe 2010
7. Bougoutaya, A.:  
**Untersuchungen zur Aufladung und Abscheidung von polydisperisen Aerosolen durch Barrierenentladungen**  
Vortrag, DPG Frühjahrstagung Plasmaphysik, Hannover/Deutschland 2010
8. Brandenburg, R.; Grosch, H.; Hoder, T.; Weltmann, K.-D.:  
**Phase Resolved CCS studies on Surface Barrier Discharges**  
Vortrag, 12th Hakone, Trencianske Teplice/Slovakia 2010
9. Bussiahn, R.:  
**Characterisation of a Cold Intermittent Negative DC Corona Discharge Plasma for Biomedical Applications**  
Vortrag, 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications, Greifswald/Germany 2010
10. Ehlbeck, J.:  
**Electron density determination by means of tow different interferometers**  
Vortrag, Int. Conf. on Plasma Diagnostics 2010, Pont-a-Mousson/France 2010
11. Ehlbeck, J.; Rackow, K.; Andrasch, M.; Weltmann, K.-D.:  
**Electron density determination by means of tunable 50 GHz and 150 GHz interferometers**  
Vortrag, 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications, Greifswald/Germany 2010
12. Finke, B.; Wyrwa, R.; Rebl, H.; Mischner, N.; Schröder, K.; Quaas, M.; Weltmann, K.-D.; Schnabelrauch, M.; Nebe, J.B.:  
**Plasma functionalized electrospun polylactide non-wovens with improved cell adhesion characteristics**  
Vortrag, 3rd ICPM, Greifswald/Germany 2010
13. Fricke, K.; Schröder, K.; von Woedtke, Th.; Weltmann, K.-D.:  
**Cold Atmospheric Pressure Plasma for the Modification and Etching of Biomedical relevant Surfaces**  
Vortrag, MSE, Darmstadt/Germany 2010
14. Fricke, K.; Schröder, K.; von Woedtke, Th.; Weltmann, K.-D.:  
**Modification and Bio-Decontamination of Polymers utilizing Cold Atmospheric Plasma**  
Vortrag, 3rd ICPM, Greifswald/Germany 2010

## VORTRÄGE 2010

1. Andrasch, M.; Ehlbeck, J.; Harhausen, J.; Foest, R.; Weltmann, K.D.:  
**Elektronendichthemessung eines induktiv gekoppelten Plasma mittels Eintor-Mikrowelleninterferometrie**  
Vortrag, DPG Frühjahrstagung Plasmaphysik, Hannover/Deutschland 2010
2. Baeva, M.; Bösel, A.; Ehlbeck, J.; Loffhagen, D.:  
**MIP source for analytical applications: experimental and simulation study**  
Vortrag, 63rd GEC & ICRP, Paris/France 2010
3. Baeva, M.; Bösel, A.; Ehlbeck, J.; Loffhagen, D.; Buscher, W.; Janzen, R.:  
**Experimental study and modelling of a waveguide-based microwave plasma source**  
Vortrag, 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications, Greifswald/Germany 2010
4. Baeva, M.; Uhrlandt, D.:  
**Two-Temperature Modeling Of A DC Plasma Torch In Atmospheric Pressure Argon Gas**  
Vortrag, 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications, Greifswald/Germany 2010
10. Ehlbeck, J.; Rackow, K.; Andrasch, M.; Weltmann, K.-D.:  
**Electron density determination by means of tow different interferometers**  
Vortrag, Int. Conf. on Plasma Diagnostics 2010, Pont-a-Mousson/France 2010
11. Ehlbeck, J.; Rackow, K.; Andrasch, M.; Weltmann, K.-D.:  
**Electron density determination by means of tunable 50 GHz and 150 GHz interferometers**  
Vortrag, 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications, Greifswald/Germany 2010
12. Finke, B.; Wyrwa, R.; Rebl, H.; Mischner, N.; Schröder, K.; Quaas, M.; Weltmann, K.-D.; Schnabelrauch, M.; Nebe, J.B.:  
**Plasma functionalized electrospun polylactide non-wovens with improved cell adhesion characteristics**  
Vortrag, 3rd ICPM, Greifswald/Germany 2010
13. Fricke, K.; Schröder, K.; von Woedtke, Th.; Weltmann, K.-D.:  
**Cold Atmospheric Pressure Plasma for the Modification and Etching of Biomedical relevant Surfaces**  
Vortrag, MSE, Darmstadt/Germany 2010
14. Fricke, K.; Schröder, K.; von Woedtke, Th.; Weltmann, K.-D.:  
**Modification and Bio-Decontamination of Polymers utilizing Cold Atmospheric Plasma**  
Vortrag, 3rd ICPM, Greifswald/Germany 2010

15. Fritsche, A.; Luehen, F.; Lembke, U.; Finke, B.; Wieding, J.; Rychly, J.; Bader R.:  
**Quantification of the Adhesion Behavior of Osteoblastic Bone Cells on Different Implant Surfaces**  
Vortrag, CORS, Kyoto/Japan 2010
16. Grosch, H.:  
**Spatio-temporal Development of a Surface Barrier Discharge at Atmospheric Pressure in Air**  
Vortrag, DPG Frühjahrstagung Plasmaphysik, Hannover/Deutschland 2010
17. Grosch, H.; Hoder, T.; Weltmann, K.-D.; Brandenburg, R.:  
**Surface barrier discharge development in air Investigated with high spatial and temporal resolution**  
Vortrag, 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications, Greifswald/Germany 2010
18. Hähnel, M.; Weltmann, K.-D.:  
**Quantification of stable products produced by a non-thermal plasma jet under different environmental parameters and admixtures**  
Vortrag, 3rd ICPM, Greifswald/Germany 2010
19. Hoder, T.; Becker, M.M.; Grosch, H.; Loffhagen, D.; Schäfer, J.; Wilke, C.; Brandenburg, R.:  
**Investigation of striated microdischarge in argon barrier discharges at atmospheric pressure**  
Vortrag, 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications, Greifswald/Germany 2010
20. Hübner, M.; Guaitella, D.; Rousseau, A.; Röpcke, J.:  
**Application of a multi stage packed-bed reactor for destruction of volatile organic compounds under atmospheric conditions**  
Vortrag, 20th ESCAMPIG, Novi Sad/Serbia 2010
21. Hübner, M.; Marinov, D.; Guatiella, V.; Pintassilgo, C. D.; Rousseau, A.; Röpcke, J.:  
**Fast simultaneous measurements of the time evolution of NO, NO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O in a pulsed DC discharge using a 3 channel QCLAS system**  
Vortrag, 4th Int. Workshop Infrared Plasma Spectroscopy, Rolduc/Netherland 2010
22. Hübner, M.; Röpcke, J.:  
**Removal of volatile organic compounds using a multi stage packed-bed reactor under atmospheric conditions**  
Vortrag, DPG Frühjahrstagung Plasmaphysik, Hannover/Deutschland 2010
23. Kettlitz, M.; Wendt, M.; Peters, S.; Kloss, A.:  
**Breakdown Along Quartz And Ceramic Surfaces In High Pressure Xenon Atmosphere**  
Vortrag, 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications, Greifswald/Germany 2010
24. Kolipaka, K.L.; Brüser, V.; Quade, A.; Wulff, H.; Faupel, F.:  
**Deposition and analysis of Cobalt - amorphous SiCNH nanocomposites**  
Vortrag, NANO, Rome/Italy 2010
25. Krüger, T.:  
**Beladung und Plasmaregeneration von mineralischen Gasadsorbern**  
Vortrag, DPG Frühjahrstagung Plasmaphysik, Hannover/Deutschland 2010
26. Kunz, F.; Klinkenberg, E.-D.; Finke, B.; Nebe, J.B.:  
**Impact of osteoblast's actin cytoskeleton for the occupation of implant surfaces in 3D-scaffolds**  
Vortrag, DGZ, Jena/Deutschland 2010
27. Landsberg, K.; Neumann, M.; Hähnel, M.; Scharf, Ch.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.:  
**Atmospheric pressure plasma shows rapid regeneration of human cells**  
Vortrag, 3rd ICPM, Greifswald/Germany 2010
28. Lang, N.; Hempel, F.; Hübner, M.; Lopatik, D.; Röpcke, J.:  
**On the status and the potential of MIR absorption spectroscopy for diagnostics of microplasmas**  
Vortrag, Int. Workshop on Diagnostics of Microplasmas, Bochum/Germany 2010
29. Lang, N.; Röpcke, J.; Wege, S.:  
**Quantum cascade laser absorption spectroscopy for in situ process control in plasma etch processes**  
Vortrag, 10th AEC-APC Conference, Catania/Sicily 2010
30. Lang, N.; Röpcke, J.; Zimmermann, H.; Macherius, U.; Zimmermann, S.; Schaller, M.; Schulz, S. E.:  
**In situ monitoring during plasma etch of low-k dielectrics with quantum cascade laser absorption spectroscopy**  
Vortrag, 4th Int. Workshop Infrared Plasma Spectroscopy, Rolduc/Netherland 2010
31. Loffhagen, D.; Uhrlandt, D.; Hencken, K.:  
**Monte Carlo Simulation of the Breakdown in Copper Vapor at Low Pressure**  
Vortrag, 24th ISDEIV, Braunschweig/Germany 2010
32. Lopatik, D.; Sikimic, B.; Hempel, F.; Böke, M.; Stefanovic, I.; Sadeghi, N.; Winter, J.; Röpcke, J.:  
**Plasma chemistry and reaction kinetics in dust producing RF plasmas**  
Vortrag, 4th Int. Workshop Infrared Plasma Spectroscopy, Rolduc/Netherland 2010
33. Maurer, H.; Basner, R.; Kersten, H.:  
**Temperature of micro-particles in low-pressure rf-discharge**  
Vortrag, 37th ICOPS, Norfolk/USA 2010

34. May, F.:  
**Modifikation sulfidischer Minerale durch die Behandlung in MW-Plasmen**  
Vortrag, DPG Frühjahrstagung Plasmaphysik, Hannover/Deutschland 2010
35. May, F.; Brüser, V.; Quade, A.:  
**Plasma-Modification of Mineral Surfaces for Optimizing Froth-Flotation**  
Vortrag, 63rd GEC & ICRP, Paris/France 2010
36. Oehmigen, K.; Hoder, T.; Brandenburg, R.; Wilke, C.; Hähnel, M.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.:  
**Formation of reactive species and biological effects resulting from liquid treatment by atmospheric pressure plasma**  
Vortrag, 37th ICOPS, Norfolk/USA 2010
37. Oehmigen, K.; Hoder, T.; Hähnel, M.; Wilke, Ch.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.:  
**Kinetics of reactive species generation in liquids during DBD treatment and resulting antimicrobial bulk effects**  
Vortrag, 3rd ICPM, Greifswald/Germany 2010
38. Oehmigen, K.; Hähnel, M.; Hoder, T.; Wilke, Ch.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.:  
**Plasma-liquid interactions: chemistry and antimicrobial effects**  
Vortrag, DPhG-Jahrestagung, Braunschweig/Deutschland 2010
39. Polak, M.; Ohl, A.; Quaas, M.; Lukowski, G.; Lüthen, F.; Zietz, C.; Nebe, B.; Weltmann, K.-D.:  
**Oxygen and water plasma immersion ion implantation of copper into titanium for antibacterial surfaces of medical implants**  
Vortrag, 3rd ICPM, Greifswald/Germany 2010
40. Polak, M.; Winter, J.; Stieber, M.; Schnabel, U.; Ehlbeck, J.; Weltmann, K.-D.:  
**Innovative setup for generating an atmospheric pressure DBD in long thermolabile flexible tubes**  
Vortrag, 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications, Greifswald/Germany 2010
41. Reuter, S.; Wende, K.; Masur, K.; Blackert, S.; Harms, M.; Holtz, S.:  
**Diagnostics on atmospheric pressure plasmas and their relevance for plasma medicine**  
Vortrag, 63rd GEC & ICRP, Paris/France 2010
42. Reuter, S.; Wende, K.; Masur, K.; Blackert, S.; Harms, M.; Holtz, S.:  
**Diagnostics on atmospheric pressure plasmas and their relevance for plasma medicine**  
Vortrag, 63rd GEC & ICRP, Paris/France 2010
43. Rouffet, M. E.; Wendt, M.; Goett, G.; Kozakov, R.; Schoepp, H.; Weltmann, K. D.; Uhrlandt, D.:  
**Study Of The High-Current Phase Of A Pulsed Gas Metal Arc Welding Process By Emission Spectroscopy**  
Vortrag, 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications, Greifswald/Germany 2010
44. Röpcke, J.; Hübner, M.; Marinov, D.; Guaitella, O.; Rousseau, A.; Pintassilgo, C.; Guerra, V.:  
**On plasma based species deposition at a Pyrex surface studied by post plasma NxOy conversion**  
Vortrag, 63rd GEC & ICRP, Paris/France 2010
45. Schmidt, M.; Brandenburg, R.; Basner, R.; Weltmann, K.-D.:  
**NOx treatment with sliding discharge plasmas**  
Vortrag, 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications, Greifswald/Germany 2010
46. Schneidenbach, H.; Kozakov, R.; Uhrlandt, D.:  
**Temperature And Electron Density Determination From Radiance Measurements In An Ablation Controlled PTFE Arc Considering Radiation Absorption**  
Vortrag, 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications, Greifswald/Germany 2010
47. Schneider, V.; Maurer, H.; Basner, R.; Wolter, M.; Trottemberg, T.; Kersten, H.:  
**Microparticles as diagnostic tools**  
Vortrag, Plasma Diagnostics, Pont-a-Mousson/France 2010
48. von Woedtke, Th.; Landsberg, K.; Haertel, B.; Oehmigen, K.; Wende, K.; Blackert, S.; Harms, M.; Lindequist, U.; Weltmann, K.-D.:  
**Cell-based in vitro models as useful tools for physical plasma sources characterization**  
Vortrag, 10. Internationaler Kongress der DGKH, Berlin/Deutschland 2010
49. Walter, C.:  
**Novel method to produce catalysts for oxygen reduction reaction by dual plasma process**  
Vortrag, DPG Frühjahrstagung Plasmaphysik, Hannover/Deutschland 2010
50. Walter, C.; Brüser, V.; Quade, A.; Weltmann, K.-D.:  
**Novel method to produce catalysts for oxygen reduction reaction by dual plasma process**  
Vortrag, 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications, Greifswald/Germany 2010
51. Wende, K.; Blackert, S.; Haertel, B.; Holtz, S.; Harms, M.; von Woedtke, Th.; Lindequist, U.:  
**Non-thermal atmospheric-pressure plasma as new strategy in wound healing: interaction of atmospheric pressure plasma in HaCaT human keratinocytes**  
Vortrag, 3rd ICPM, Greifswald/Germany 2010

52. Wendt, M.; Schöpp, H.; Uhrlandt, D.:  
**Net Emission Coefficients For Argon-Iron Plasmas With Stark Widths Scaled To A Welding Arc Experiment**  
 Vortrag, 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications, Greifswald/Germany 2010
53. Winter, J.; Lange, H.:  
**Laser Atom Absorption Spectroscopy in the Cathode Region of a DC Glow Discharge with Thermionic Cathode**  
 Vortrag, 18th Int. Conf. Gas Discharges and their Applications, Greifswald/Germany 2010
54. Winter, J.; Polak, M.; Schneider, R.; Schnabel, U.; Ehlbeck, J.; Weltmann, K.-D.:  
**Innovative plasma generation in flexible endoscope tubes for plasma decontamination and wound disinfection**  
 Vortrag, 3rd ICPM, Greifswald/Germany 2010
55. Winter, J.; Polak, M.; Stieber, M.; Schnabel, U.; Ehlbeck, J.; Weltmann, K.-D.; Schneider, R.:  
**Innovative Plasma Generation in Flexible Endoscope Tubes for Decontamination and Wound Disinfection**  
 Vortrag, 3rd ICPM, Greifswald/Germany 2010
56. Winter, J.; Polak, M.; Stieber, M.; Schnabel, U.; Ehlbeck, J.; Weltmann, K.-D.; Schneider, R.:  
**Innovative setup for generating an atmospheric pressure DBD in long thermolabile flexible tubes**  
 Vortrag, 11th Int. Bioelectrics Consortium Teleconference, Greifswald/Germany 2010
4. Finke, B.; Polak, M.; Hempel, F.; Rebl, H.; Zietz, C.; Stranak, V.; Lukowski, G.; Hippler, R.; Bader, R.; Nebe, J.B.; Weltmann, K.-D.; Schröder, K.:  
**Antimicrobial potential of titanium surfaces generated by Cu-PIII and dual HIPIMS**  
 Vortrag, EURO BioMat, Jena/Germany 2011
5. Finke, B.; Polak, M.; Hempel, F.; Schröder, K.; Lukowski, G.; Mueller, W.-D.; Weltmann, K.-D.:  
**Electrochemical Assessment of Cu-PIII Treated Titanium Samples for Antimicrobial Surfaces**  
 Vortrag, THERMEC, Quebec/Canada 2011
6. Foest, R.; Schäfer, J.; Sigeneger, F.; Peters, S.; Weltmann, K.-D.:  
**Miniaturized non-thermal plasma jet at atmospheric pressure: Self-organization and film deposition**  
 Vortrag, Int. Workshop Physics of Complex Plasmas, Potsdam/Germany 2011
7. Fricke, K.; Duske, K.; Quade, A.; Nebe, B.; Schröder, K.; von Woedtke, Th.:  
**Comparison of low-temperature plasma processes on the surface properties of polystyrene and their impact on the growth of osteoblastic cells**  
 Vortrag, 8th Int. Symp. on Polym. Surf. Modification, Danbury/USA 2011
8. Fricke, K.; Tresp, H.; Bussiahn, R.; Schröder, K.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.:  
**Modification of the physicochemical surface properties of polymers during the plasma-based decontamination**  
 Vortrag, 20th ISPC, Philadelphia/USA 2011
9. Grünwald, H.:  
**Simple and cheap process for protecting plastics from wiping**  
 Vortrag, SVC Techn. Conf., Chicago/USA 2011
10. Gött, G.; Schöpp, H.:  
**Erweiterter spektralselektiver Prozessregler am Impulslichtbogen**  
 Vortrag, Große Schweißtechnische Tagung, Nürnberg/Deutschland 2010
11. Gött, G.; Uhrlandt, D.; Kozakov, R.; Schöpp, H.:  
**Diagnostics of a Pulsed Gas Metal Arc**  
 Vortrag, 64th Ann. Ass. & Int. Conf. of the Int. Inst. of Welding, Chennai/India 2011
12. Gött, G.; Uhrlandt, D.; Kozakov, R.; Schöpp, H.:  
**Spectral Diagnostics of a Pulsed Gas Metal Arc Welding Process**  
 Vortrag, 64th Ann. Ass. & Int. Conf. of the Int. Inst. of Welding, Chennai/India 2011

## VORTRÄGE 2011

1. Becker, M. M.; D. Loffhagen, D.:  
**Hydrodynamic modelling of microdischarges in asymmetric barrier discharges.**  
 Vortrag, Int. Workshop Physics of Complex Plasmas, Potsdam/Germany 2011
2. Brandenburg, R.; Gerling, T.; Bussiahn, R.; Kindel, E.; Hoder, T.; Wilke, Ch.; von Woedtke, T.; Weltmann, K.-D.:  
**Characterization of an Intermittent Negative DC - Corona Discharge in Argon Designed for Medical Applications**  
 Vortrag, NATO ARW Plasma for Bio-Decont., Med. and Food Security, Jasna/Slovakia 2011
3. Brandenburg, R.; Hoeft, H.; Kettlitz, M.; Hoder, T.; Reuter, S.; Weltmann, K.-D.:  
**On the spatio-temporal development of microdischarges in pulsed driven volume dielectric barrier discharges**  
 Vortrag, 38th EPS Conf. Plasma Physics, Strasbourg/France 2011

13. Hammer, M.:  
**Forces between asymmetric bilayers mimicking the outer membrane of Gram-negative bacteria - Surface Force Apparatus studies**  
Vortrag, Treffen Norddeutscher Biophysiker, Borstel/Deutschland 2011
14. Harder, T.:  
**PT-Grid - Science Services Network für die Wissenschaft und den Technologietransfer**  
Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Kiel/Deutschland 2011
15. Harder, T.; Spille-Kohoff, A.; Sigeneger, F.; Pflug, A.; Brinkmann, R.-P.:  
**Plasma-Technologie-Grid: Serviceplattform für Wissenschaft und Industrie**  
Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Kiel/Deutschland 2011
16. Harhausen, J.; Brinkmann, R.-P.; Foest, R.; Ohl, A.; Schröder, B.:  
**On Generation and Propagation of the Plasma Ion Beam for Plasma Ion Assisted Deposition (PIAD) of Optical Coatings**  
Vortrag, 64th GEC, Salt Lake City/USA 2011
17. Hempel, F.; Polak, M.; Finke, B.; Rebl, H.; Zietz, C.; Lukowski, G.; Bader, R.; Nebe, B.; Schröder, K.:  
**On the antimicrobial properties of titanium surfaces treated by plasma-immersion ion implantation of copper**  
Vortrag, 7. ThGOT, Zeulenroda/Deutschland 2011
18. Hoder, T.; Brandenburg, R.; Gerling, T.; Paillol, J.; Kozlov, K.V.; Wagner, H.-E.:  
**Cross-Correlation Spectroscopy Applied to Streamer Discharges at Atmospheric Pressure**  
Vortrag, 19th Symp. on Phys. of Switching Arc, Nove Mesto na Morave/Czech Republic 2011
19. Höft, H.; Kettilitz, M.; Brandenburg, R.; Hoder, T.; Reuter, S.; Weltmann, K.-D.:  
**Räumlich und zeitlich aufgelöste Entwicklung von gepulstbetriebenen dielektrisch behinderten Mikroentladungen**  
Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Kiel/Deutschland 2011
20. Kolipaka, K.L.; Brüser, V.; Quade, A.; Schäfer, J.; Wulff, H.; Faupel, F.:  
**Structural and optical characterization of spinel type cobalt oxide nanoparticles embedded in amorphous silicon oxide matrix prepared by a hybrid PVD /PECVD process**  
Vortrag, 20th ISPC, Philadelphia/USA 2011
21. Kruth, A.; Quade, A.; Lindemann, U.; Kellner U.; Beveries, T.; Hansen, S.; Brüser, V.; Weltmann, K.-D.:  
**Plasma Engineering of Nanoparticulate Photocatalytic Systems for Water Splitting: Preparation and Surface Sensitisation of TiO<sub>2</sub> Photocatalysts**  
Vortrag, E-MRS, Nice/France 2011
22. Lang, N.; Zimmermann, S.; Uhlig, B.; Schaller, M.; Schulz, S.E.; Röpcke, J.:  
**In situ monitoring of plasma etch processes of ultra low-k dielectrics using optical diagnostic methods**  
Vortrag, 11th AEC-APC Conf., Dresden/Germany 2011
23. Lopatik, D.; Marinov, D.; Guaitella, O.; Hübner, M.; Rousseau, A.; Röpcke, J.:  
**On plasma- and UV-induced VOC oxidation on TiO<sub>2</sub> surface pre-treated by plasma exposure monitored by QCLAS**  
Vortrag, 9th FLTPD, Zinnowitz/Germany 2011
24. May, F.; Brüser, V.; Gock, E.; Vogt, V.:  
**Plasma-Surface-Modification: a Pre-Treatment for Optimizing Froth-Flotation Properties**  
Vortrag, 4th Int. Flotation Conf., Cape Town/South Africa 2011
25. May, F.; Brüser, V.; Quade, A.; Gock, E.; Mleczko, N.:  
**Improvement of Froth Flotation by Plasma-Pre-Treatment of the involved Mineral-Mixture**  
Vortrag, 8th Eur. Congr. of Chem. Eng., Berlin/Germany 2011
26. Oehmigen, K.; Winter, J.; Wilke, Ch.; Weltmann, K.-D.; von Woedtke, Th.:  
**Treatment of Water and E. coli Suspensions by Dielectric Barrier Discharge in Argon/Oxygen Atmospheres**  
Vortrag, 38th Int. Conf. on Plasma Science, Chicago/USA 2011
27. Peters, S.; Schäfer, J.; Foest, R.; Gerling, T.; Hoder, T.; Weltmann, K.-D.:  
**High Speed Monitoring of the Discharge Regimes of a Non-Thermal Atmospheric Pressure Plasma Jet**  
Vortrag, 38th Int. Conf. on Plasma Science, Chicago/USA 2011
28. Reuter, S.; Wende, K.; Blackert, S.; Harms, M.; Masur, K.; Schulz-von der Gathen, V.; v.Woedtke, Th.; Weltmann, K-D.:  
**Formation of Reactive Oxygen Species (ROS) and Their Effect on DNA**  
Vortrag, 20th ISPC, Philadelphia/USA 2011

29. Reuter, S.; Winter, J.; Hammer, M.; Schroeder, M.; Knaake, N.; Lange, H.; Schulz von der Gathen, V.; Weltmann, K.-D.:  
**Detection of Reactive Oxygen Species in Atmospheric Pressure Plasmajets and their Role in Plasma Liquid Interaction**  
 Vortrag, 9th FLTPD, Zinnowitz/Germany 2011
30. Schmidt-Bleker, A.; Reuter, S.; Winter, J.; Lange, H.; Weltmann, K.D.:  
**Investigation of ambient air species diffusion into the effluent of an atmospheric pressure plasma jet by measurements and modeling**  
 Vortrag, 64th GEC, Salt Lake City/USA 2011
31. Sigenerger, F.; Baeva, M.; Becker, M.; Wegner, A.; Harder, T.:  
**Anwendung von MHD-Modellen thermischer Plasmen im Plasma-Technologie-Grid**  
 Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Kiel/Deutschland 2011
32. Theel, C.:  
**Technology Transfer as Recruiting Instrument and Facilitator of Entrepreneurship**  
 Vortrag, TII Conf. Innov., Prosp. and Quality of Life, Nizhny Novgorod/Russia 2011
33. Uhrlandt, D.:  
**Physikalische Lichtbogenforschung- Einführung und Überblick**  
 Vortrag, Große Schweißtechnische Tagung, Nürnberg/Deutschland 2010
34. Uhrlandt, D.; Weltmann, K.-D.; Schein, J.; Füssel, U.; Kruscha, J.; Reisgen, U.; Wilden, J.:  
**Analysemethoden und erweitertes Verständnis für den MSG-Prozess**  
 Vortrag, Große Schweißtechnische Tagung, Nürnberg/Deutschland 2010
35. von Woedtke, Th.; Oehmigen, K.; Brandenburg, R.; Hodder, T.; Wilke, Ch.; Hähnel, M.; Weltmann, K.D.:  
**Plasma-liquid-interactions: chemistry and antimicrobial effects**  
 Vortrag, NATO ARW Plasma for Bio-Decont., Med. and Food Security, Jasné/Slovakia 2011
36. Walter, C.; Brüser, V.; Quade, A.; Weltmann, K.-D.:  
**Plasma-assisted synthesis of cobalt-polypyrrole-based electrocatalysts for oxygen reduction reaction**  
 Vortrag, 2nd Indo-German Catalysis Conf., Rostock/Germany 2011
37. Walter, C.; Kummer, K.; Vyalikh, D.; Quade, A.; Brüser, V.; Weltmann, K.-D.:  
**Catalysts for the oxygen reduction reaction produced by a dual plasma method – analysing the influence of different gas compositions in the plasma process**  
 Vortrag, E-MRS, Nice/France 2011
38. Walter, C.; Kummer, K.; Vyalikh, D.; Quade, A.; Brüser, V.; Weltmann, K.-D.:  
**Novel method to produce catalysts for oxygen reduction reaction by dual plasma process**  
 Vortrag, DPG-Frühjahrstagung SAMOP, Dresden/Deutschland 2011
39. Weltmann, K.-D.; Kozakov, R.; Gött, G.; Rouffet, M.; Wendt, M.; Schöpp, H.; Uhrlandt, D.:  
**Physikalische Eigenschaften des MSG-Lichtbogens**  
 Vortrag, Große Schweißtechnische Tagung, Nürnberg/Deutschland 2010
40. Weltmann, K.-D.; Kozakov, R.; Gött, G.; Wendt, M.; Schöpp, H.; Uhrlandt, D.:  
**Physikalische Eigenschaften des MSG-Lichtbogens**  
 Vortrag, SLV, Rostock/Deutschland 2011
41. Wiese, R.; Wiese, G.; Bartsch, R.; Kersten, H.; Kähler, S.:  
**Eine aktive Thermosonde zur richtungsabhängigen Messung des Energieeinstroms bei plasmatechnologischen Prozessen**  
 Vortrag, 19. NDVaK, Dresden/Deutschland 2011
42. Winter, J.; Polak, M.; Ehlbeck, J.; Hasse, S.; Schnabel, U.; Reuter, S.; Masur, K.; Schneider, R.; Weltmann, K.-D.:  
**Plasma Generation in Endoscope Biopsy Channels for Decontamination and Biomedical Aspects**  
 Vortrag, 38th Int. Conf. on Plasma Science, Chicago/USA 2011
43. Winter, J.; Polak, M.; Schnabel, U.; Ehlbeck, J.; Weltmann, K.-D.; Schneider, R.:  
**Innovative plasma generation in flexible biopsy channels for inner tube decontamination**  
 Vortrag, DPG-Frühjahrstagung Plasmaphysik, Kiel/Deutschland 2011

# PATENTE/PROMOTIONEN, DIPLOM- UND MASTERARBEITEN

Patente 2010/2011 werden nicht aufgeführt

## PROMOTIONEN 2011

1. Polak, M.:

Oberflächenmodifikation von Titandioxid mittels Kupfer-Plasma-Immersions-Ionen-Implantation und Charakterisierung der physikochemischen und mikrobiologischen Eigenschaften

Promotion, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald,  
24.01.2011

Müller, Steffen

Plasmachemische Erzeugung und Oberflächenanalytische Charakterisierung von Metall-Polymerenschichten

18.10.2010

Neumann, Marco

Keratinozyten als einfaches in-vitro-Modell zur Untersuchung von Plasma-Zell-Wechselwirkungen

18.08.2010

Schumann, Thomas

Bestimmung der Dichte des OH-Radikals in einer mikrowellenangeregten Plasmaquelle mittels Laserinduzierter Fluoreszenz

30.07.2010

Senske, Christian

Konstruktion und Fertigung einer hochpräzise geregelten Wasserkühlung für Laseranwendungen

31.03.2010

Wiese, Georg

Einfluss einer kapazitiv gekoppelten Niederdruck-RF-Entladung auf sulfidischen Oberflächen

12.07.2010

## DIPLOM- UND MASTERARBEITEN 2010

Boos, Matti

Untersuchung der Abstrahlung mikrowellenangeregter Hochdruckplasmen

21.10.2010

Bougoutaya, Abdelali

Untersuchungen zur Aufladung von polydispersen Aerosolen durch Barrierenentladungen und deren Abscheidung an Oberflächen

15.12.2010

Gerling, Torsten

Emissionsspektroskopische Charakterisierung von Atmosphärendruck-Plasmen

27.09.2010

Grosch, Helge

Untersuchung transienter Atmosphärendruck-Mikroentladungen mittels schneller optischer und spektroskopischer Verfahren

März 2010

Krüger, Tila

Plasmagestützte Regeneration von mit Ammoniak beladenem Klinoptilolith

02.07.2010

Lorenz, Martin

Design eines 150 GHz Interferometers

18.08.2010

Meister, Christoph

Entwicklung einer gemeinsamen Baugruppe für QC-Laser und IR-Detektoren

31.10.2010

Mleczko, Norman

Untersuchung des Einflusses von reaktiven RF-Plasmen auf die Oberflächen von sulfidischen Mineralien

01.10.2010

## DIPLOM- UND MASTERARBEITEN 2011

Akimalieva, Altyn

Grundlagenuntersuchungen zum Einfluss einer Plasma-

stufe auf die Filterwirkung von Aktivkohle für Ethanol

08.02.2011

Hamann, Stephan

Untersuchung des Einflusses von reaktiven HF-Plas-

men (13,56 MHz) auf die Oberflächen von sulfidischen

Mineralien

18.07.2011

Krafczyk, Stephan

Erarbeitung einer Plasmaquelle zur Behandlung von

Oberflächen

16.08.2011

Meyenburg, Ingo

Charakterisierung des Plasmas einer Niederdruck-

Glühkathoden-Glimmentladung durch optische Emissi-

onsspektroskopie

28.01.2011

Sperl, Andreas

Temperaturen der Schmelzbadoberfläche beim CMT-

Prozess

30.04.2011

Treppner, Stefanie

Anwendung des Scratch Assay zur Charakterisierung

des Regenerationsverhaltens von mit Atmosphären-

druckplasma behandelten Zellkulturen

07.11.2011

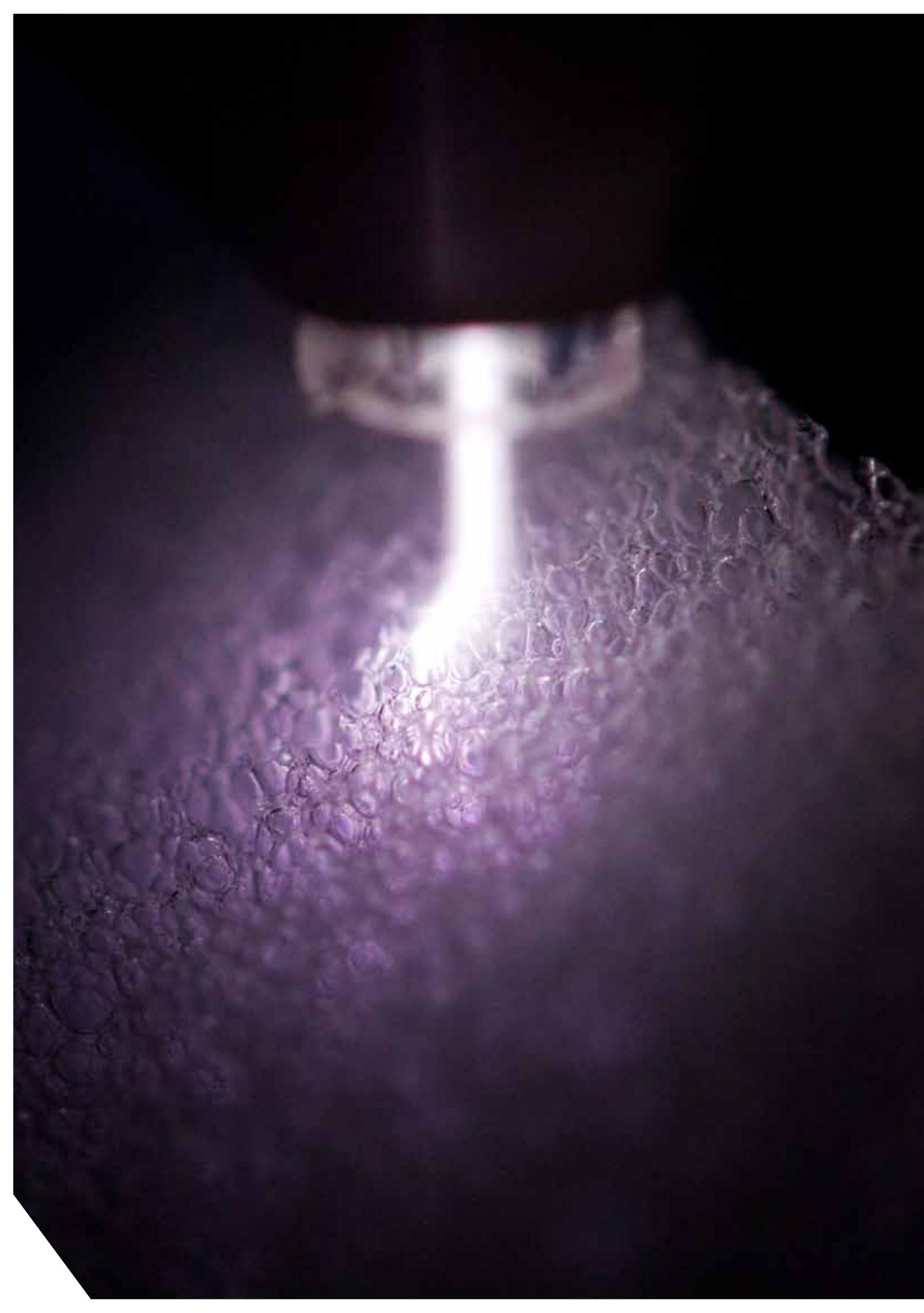
Tresp, Helena

Optische Emissionsspektroskopie zur Detektierung reak-

tiver Spezies in Atmosphärendruck Plasmajets und deren

Einfluss auf die Oberflächenmodifizierung von Polymeren

23.08.2011



# JAHRESBERICHT 2010/2011

LEIBNIZ-INSTITUT FÜR PLASMAFORSCHUNG UND TECHNOLOGIE E.V.

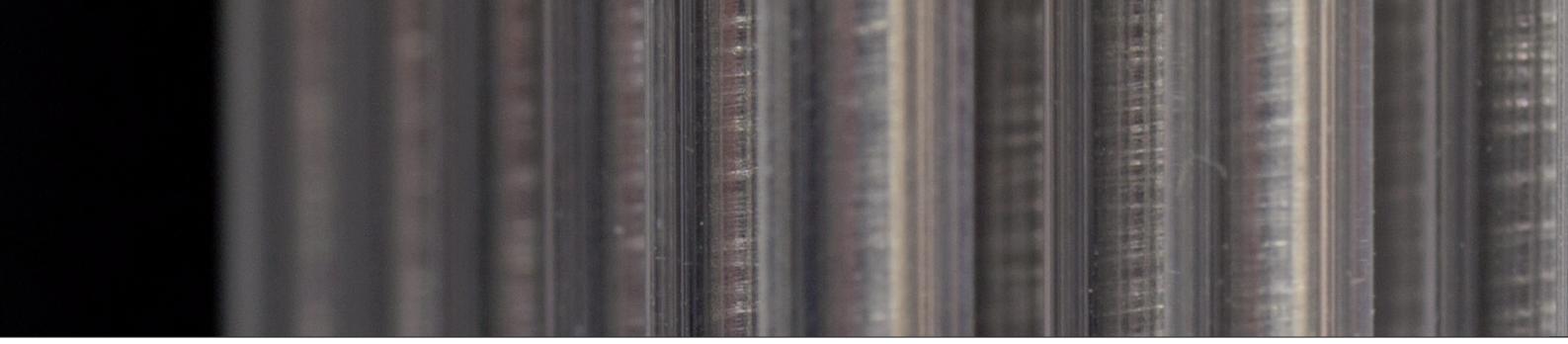
Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V.

Felix-Hausdorff-Str. 2 // 17489 Greifswald

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

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





# JAHRESBERICHT 2010/2011

LEIBNIZ-INSTITUT FÜR PLASMAFORSCHUNG UND TECHNOLOGIE E.V.

