

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

RUB

# RUBIN

WISSENSCHAFTSMAGAZIN

SONDERAUSGABE

*Sonderausgabe*

## ANGEWANDTE PLASMA- FORSCHUNG

BIOKATALYSE UND  
PLASMEN KOMBINIEREN

KLIMAKILLER IN ROHSTOFFE  
UMWANDELN

DAS INNERE VON PLASMEN  
LIVE ÜBERWACHEN

# 31  
Jahrgang

Sonderausgabe  
2021

# DIE ZUKUNFT DER PLASMAFORSCHUNG



*Technische Chemie*

## PLASMAGENERATOREN STEUERN KATALYTISCHE PROZESSE

In zehn Jahren werden Forschende die Wechselwirkungen zwischen Katalysatoren, die bei chemischen Reaktionen die Geschwindigkeit beeinflussen, und Plasmen verstanden haben. Dies ermöglicht, bei Atmosphärendruck das Plasma so anzuregen, dass seine Eigenschaften die Reaktionen auf der Katalysatoroberfläche gezielt beschleunigen. Auf diese Weise werden Chemiker nicht nur den Umsatz der Ausgangsstoffe erhöhen, sondern auch deren Anteil, der zum gewünschten Produkt umgewandelt wird. Die Vision ist somit, dass Plasmageneratoren katalytische Prozesse steuern. Es werden neue kompakte Plasma-Katalysator-Module entste-

hen, durch die große Gasströme bei geringem Druckabfall fließen können. Dies ermöglicht, Abgasströme zu reinigen und andere wichtige industrielle Reaktionen durchzuführen. Damit die Module ressourcensparend arbeiten, müssen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler noch ihre Energieeffizienz erhöhen. Zukünftig werden Katalyse-, Plasma- und Reaktionstechnikexperten Hand in Hand arbeiten, um die Plasma-Katalysator-Module zu entwickeln. Computergestützte Plasma-, Geschwindigkeits- und Strömungssimulationen werden helfen, sie zu optimieren.

*Prof. Dr. Martin Muhler*



*Angewandte Mikrobiologie*

## PLASMEN HELFEN BEI WUNDHEILUNG, KREBSTHERAPIE UND SCHADSTOFFABBAU

**R**eaktive Sauerstoff- und Stickstoffspezies (RONS) haben in der Biologie unterschiedliche Funktionen: In geringen Konzentrationen fungieren sie als Signalstoffe, zum Beispiel bei der Wundheilung. In hohen Konzentrationen zerstören sie Biomoleküle, was Immunzellen zur Abtötung von Erregern nutzen. Nicht-Gleichgewichtsplasmen, in denen zwar die Elektronen hohe Temperaturen haben, die Gastemperatur aber niedrig bleibt, können solche RONS erzeugen, ohne die behandelten Proben zu erwärmen. Diese nicht-thermischen Plasmen werden bereits jetzt zu Sterilisationszwecken genutzt. Ihr therapeutischer Einsatz in Wundbehandlung und Krebstherapie befindet sich in der Erprobungsphase.

In zehn Jahren werden wir die Mechanismen, die der Entstehung der verschiedenen Reaktivteilchen im Plasma sowie ihren biologischen Wirkungen zugrunde liegen, detaillierter verstehen. Auf dieser Basis können dann Plasmareaktoren konzipiert werden, die RONS in gewünschten Konzentrationen und Mischungsverhältnissen bereitstellen: für Anwendungen wie enzym-katalysierte Reaktionen oder den Abbau von Schadstoffen durch Zusammenwirken von Plasmen und Mikroben.

*Prof. Dr. Julia Bandow*



Fotos: dg

*Elektrodynamik und Plasmatechnik*

## PLASMASIMULATION UNTERSTÜTZT ENTWICKLUNG SCHNELLERER PROZESSOREN

**P**lasmassimulationen werden eine immer wichtigere Rolle bei der Entwicklung von Plasmaprozessen spielen – insbesondere für die Herstellung nanoelektronischer Schaltungen. Ohne das fundamentale Verständnis der einzigartigen Eigenschaften von Niedertemperaturplasmen werden kaum kleinere und schnellere Prozessoren und Speicher hergestellt werden können. Die dafür notwendigen Erkenntnisse stammen zunehmend aus Plasmassimulationen und entsprechenden Experimenten.

Insbesondere um Strategien zur Regelung der Prozesse zu entwickeln, benötigen wir die Hilfe angepasster mathematischer Modelle. Hierbei werden auch die modernen Verfahren des maschinellen Lernens ihre Anwendung finden. Wir werden aber auch in zehn Jahren noch nicht in der Lage sein, ein Plasma vollständig zu simulieren – auch nicht mit allen Supercomputern der Welt. Ein Laborplasma besteht aus unvorstellbaren  $10^{18}$  Teilchen. Um nur einen einzigen Zustand zu speichern, wären eine Million Ein-Terabyte-Festplatten nötig. Hier helfen nur mathematische Modelle, die einerseits die Komplexität auf ein Minimum reduzieren, andererseits aber die entscheidenden Aspekte berücksichtigen. Es bleibt viel zu tun.

*Prof. Dr. Thomas Mussenbrock*

# DIE ZUKUNFT DER PLASMAFORSCHUNG



*Plasmamedizin*

## GEMEINSAM ANS ZIEL

Eine der interessantesten und wichtigsten Eigenschaften des Faches Plasmamedizin ist ihr interdisziplinärer Charakter, der Naturwissenschaftler, Ingenieure und Kliniker zusammenführt. In den vergangenen zehn Jahren ist die Anzahl der unterschiedlichen wissenschaftlichen Fachrichtungen, die in diesem Arbeitsbereich vertreten sind, kontinuierlich gewachsen. Diese Interdisziplinarität ist in vielen Fällen eine treibende Kraft hinter den klinischen Studien gewesen, zum Beispiel bei der Wundbehandlung.

Über die nächsten zehn Jahre, während die Plasmamedizin weiterwächst und neue Forscherinnen und Forscher anzieht, erwarte ich eine Verstärkung dieses Trends: Der Forschungsbereich wird voraussichtlich noch interdisziplinärer, als er heute ist.

Dies wird zu neuen Perspektiven auf existierende Fragen, neuen therapeutischen Konzepten und innovativen Forschungsmethoden führen. Meiner Meinung nach werden diese Faktoren ausschlaggebend sein für neue wissenschaftliche Entdeckungen und die Überführung der entstehenden Verfahren – wie der Plasma-basierten Krebstherapie – in die klinische Praxis.

*Prof. Dr. Andrew Gibson*



Fotos: dg

### *Plasmaphysik*

## GRUNDLAGENFORSCHUNG TRIFFT TECHNOLOGIE

**P**lasmaphysik beschäftigt sich mit dem Verhalten ionisierter Gase. Dabei vereinen sich statistische Physik, Fluidodynamik, Elektrodynamik sowie Atom- und Molekülphysik zu einem ganz eigenen Fach. Plasmen bestimmen sowohl die Sternentwicklung auf astronomischen Skalen als auch das Ätzen von Nanostrukturen in der Halbleiterindustrie. Schon heute treiben plasmabasierte Triebwerke Satelliten im All an, und sehr heiße magnetisierte Plasmen werden vielleicht in der Zukunft saubere Energie durch kontrollierte Kernfusion bereitstellen. Winzige kalte Plasmen bei Atmosphärendruck bieten ein weites Anwendungsfeld von der CO<sub>2</sub>-Umwandlung bis zur Medizin oder Biologie.

Große Fortschritte bei der Messung der inneren Parameter von Plasmen und deren Simulation haben in jüngster Zeit zu einem deutlich besseren Verständnis dieser komplexen Systeme beigetragen. Wo auch immer die Reise in die Zukunft hingeht, sie wird nicht ohne Plasmen verlaufen.

*Prof. Dr. Uwe Czarnetzki*

### *Mikrosystemtechnik*

## PLASMEN ERMÖGLICHEN HERSTELLUNG KLEINER STRUKTUREN

**P**lasmen sind das Werkzeug schlechthin für die Mikrosystemtechnik. Auf immer kleiner werdenden elektronischen Chips lassen sich Strukturen nur noch mit trockenen, Plasma-unterstützten Prozessen erzeugen. Nasschemische Verfahren funktionieren in dieser Größenskala nicht mehr. Die Oberflächenspannung verklebt kleine, bewegliche Strukturen beim Trocknen so, wie auch zwei Glasscheiben mit einem sehr dünnen Wasserfilm dazwischen kaum noch zu trennen sind. Neue Materialien wie Gläser oder 2D-Halbleiter erfordern neue Prozesse zum Abscheiden und Strukturieren.

Der Schlüssel dazu sind speziell adaptierte Plasmen! Zudem benötigen wir wesentliche Fortschritte bei den Methoden, um in Echtzeit die inneren Parameter eines Plasmas zu messen und bei der damit verbundenen Prozessregelung. Nur so können wir auch in der Serienfertigung reproduzierbare Ergebnisse erreichen. Außerdem bieten Plasmaverfahren ressourcenschonende, umweltfreundliche Fertigungsmethoden mit minimalem Materialeinsatz – auch bei der Beschichtung mit neuartigen Werkstoffen. Diese Zukunft beginnt jetzt, mit dem Aufbau von Forschungsanlagen an der Grenze zwischen Grundlagen- und angewandter Forschung und der Disziplinen-übergreifenden Kooperation, um den Einsatz von innovativen Materialien zu ermöglichen.

*Prof. Dr. Martin Hoffmann*

# REDAKTIONSSCHLUSS



Eine leuchtende Tasse – dank Plasmen kein Problem. Auf dieses Objekt stieß das SFB-Team durch Zufall und integrierte es kurzerhand in seine Experimente für Schülerinnen und Schüler. Im Untersetzer der Tasse befindet sich eine Spule, an die Wechselspannung angelegt ist. So wird ein elektrisches Feld induziert, das die freien Elektronen in der Gasschicht zwischen den Glaswänden beschleunigt. Sie stoßen mit Gasatomen zusammen, die dadurch angeregt und ionisiert werden. Positive und negative Ladungen der Gasteilchen werden kurzzeitig getrennt. Bei der Abregung der Gasatome wird ein Lichtteilchen frei – die Tasse scheint zu leuchten.

## IMPRESSUM

**HERAUSGEBER:** Sonderforschungsbereich 1316 „Transiente Atmosphärenendruckplasmen – vom Plasma zu Flüssigkeiten zu Festkörpern“ und Sonderforschungsbereich/Transregio 87 „Gepulste Hochleistungsplasmen zur Synthese nanostrukturierter Funktionsschichten“ in Verbindung mit dem Dezernat Hochschulkommunikation der Ruhr-Universität Bochum (Hubert Hundt, v.i.S.d.P.)

**REDAKTIONSANSCHRIFT:** Dezernat Hochschulkommunikation, Redaktion RUBIN, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228, Fax: 0234/32-14136, rubin@rub.de, news.rub.de/rubin

**REDAKTION:** Dr. Julia Weiler (iwe, Redaktionsleitung), Meike Drießen (md), Lisa Bischoff (lb)

**INHALTICHE KOORDINATION:** Dr. Marina Prenzel, Dr. Marc Böke, Prof. Dr. Achim von Keudell, Prof. Dr. Peter Awakowicz

**FOTOGRAFIE:** Damian Gorczany (dg), Hofsteeter Str. 86, 44809 Bochum, Tel.: 0176/29706008, damiangorczany@yahoo.de

**FOTOGRAFIE COVER, UMSCHLAG INNEN UND INHALTSVERZEICHNIS:** Damian Gorczany

**GRAFIK, ILLUSTRATION, LAYOUT UND SATZ:** Agentur der RUB, www.rub.de/agentur

**DRUCK:** Lensing Druck GmbH & Co. KG, Feldbachacker 16, 44149 Dortmund, Tel.: 0231/80592000, info@lensingdruck.de

**AUFLAGE:** 4.500

**BEZUG:** Die reguläre Ausgabe von Rubin erscheint zweimal jährlich und ist erhältlich im Dezernat Hochschulkommunikation der Ruhr-Universität Bochum. Das Heft kann kostenlos abonniert werden unter news.rub.de/rubin/abo. Das Abonnement kann per E-Mail an rubin@rub.de/rubin/abo. Das Abonnement kann per Mail auch bei Research Department „Plasmas with Complex Interactions“ (Dr. Marina Prenzel, rd-plasma@rub.de),

**ISSN:** 0942-6639

Nachdruck bei Quellenangabe und Zusenden von Belegexemplaren