

Plenarvortrag PV I Mo 14:30 HS G
Laser-generated functional nanomaterials — ●STEPHAN BARCIKOWSKI — Laser Zentrum Hannover e.V.

Today, nanoparticles are widely implemented as functional elements in bioactive materials and nanocomposites. Nowadays, however, only a limited variety of materials that may be integrated into advanced functional materials are available: Nanoparticles synthesized by conventional gas phase processes are often agglomerated to micro powders that are hardly redispersible into functional matrices, and chemical methods often lead to impurities of the nanoparticle colloids caused by additives and precursor reaction products.

In the last decade, laser ablation in liquids has proven to be a unique and efficient technique to generate, fragmentate, and conjugate elemental and nanoalloy nanoparticles. This exciting method bears strong advantages, mainly linked to the electron acceptor properties of the ligand-free colloidal nanoparticles. This charge is of multiple use: for embedding into polymer matrices as well as in-situ or delayed coupling to electron donating moieties like biomolecules.

Aspects of the fundamentals of laser ablation in liquids as well as novel applications, such as the laser-based fabrication of bioactive nanocomposite medical devices and multifunctional-bioconjugated nanoparticles that act as cell penetrating nanomarkers will be exemplarily addressed in this talk. In detail, latest findings on appropriate focusing conditions, cross-effects with particle-laser interaction, flow conditions, kinetics etc. are discussed.

Plenarvortrag PV II Mo 15:15 HS G
Theory of plasma confinement in stellarators — ●PER HELANDER — Max Planck Institute for Plasma Physics, Greifswald, Germany

At the Max Planck Institute for Plasma Physics in Greifswald, a very large stellarator, Wendelstein 7-X, is under construction. In this talk a broad overview of the physics of plasma confinement by three-dimensionally shaped magnetic fields will be provided. The magnetohydrodynamic equilibrium, particle orbits, collisional transport and turbulence will be discussed with an emphasis on basic concepts and optimisation strategies. In contrast to the tokamak, the magnetic field of a stellarator is not axisymmetric and the collisionless particle orbits are therefore in general not well confined. There are however several classes of magnetic fields with weaker symmetry that still guarantee good confinement. These will be described in terms of mathematics and plasma physics, and an outlook on Wendelstein 7-X will be offered.

Plenarvortrag PV III Di 8:30 HS G
Plasma modeling as a tool to understand deposition rate loss in high power impulse magnetron sputtering — ●NILS BRENNING¹, DANIEL LUNDIN², MICHAEL A. RAADU¹, CHUNQING HUO¹, and ULF HELMERSSON² — ¹Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden — ²Linköping University, Linköping, Sweden

The lower deposition rate for high power impulse magnetron sputtering (HiPIMS) compared to direct current magnetron sputtering for the same average power is often reported as a drawback. The often invoked reason is back-attraction of ionized sputtered material to the target, due to a substantial negative potential profile from the location of ionization towards the cathode. Recent Langmuir probe and fast imaging data is used to benchmark two different types of plasma models for different regions of the HiPIMS discharges, with special focus on the problem of electric fields in the high density plasma region and their effect on the transport of ionized sputtered material. We propose two different mechanisms to be dominating in different regions: *ionization driven* in a rather stable ionization region extending a few cm from the target, and "transport driven" in the highly dynamic surrounding bulk plasma.

Plenarvortrag PV IV Di 9:15 HS G
Fortschritte in der Laserplasmaphysik — ●OSWALD WILLI — Institut für Laser und Plasmaphysik, Heinrich Heine Universität Düsseldorf

Bahnbrechende Entwicklungen neuer Lasertechnologien ("chirped pulse amplification") in den letzten Jahren erlauben, Laserpulse bis zu einer Leistung von mehreren Petawatt mit subpikosekunden Pulsdauern zu erzeugen. Diese ultrakurzen, superintensiven Laserpulse erzeugen Energiedichten, die höher sind als die im Innern der Sonne, was einzigartige Möglichkeiten zur Untersuchung fundamentaler physikalischer Prozesse eröffnet. Die Thematik reicht von der Erzeugung und Anwendung von Attosekunden-Pulsen bis zur Untersuchung von exoti-

schen Materiezuständen unter relativistischen Bedingungen. Insbesondere werden neue Photonen- und Teilchenquellen entwickelt und physikalische Prozesse im relativistischen Bereich untersucht. Zum Beispiel werden Elektronen in Plasmen von ein paar Millimetern Länge bis zu einer Energie von einem GeV beschleunigt, hochintensive Protonenpulse erzeugt, die zur Diagnose von elektrischer und magnetischer Felder in dichten Plasmen Anwendung finden und Pulse von intensiven Röntgenquelle mit einer Pulslänge im Femtosekunden-Bereich generiert.

Im Vortrag werden die neusten Entwicklungen in der Laser-Plasma-Wechselwirkung diskutiert, insbesondere die Beschleunigung von Elektronen- und Protonenpulsen und die Erzeugung von intensiven Röntgenpulsen.

Plenarvortrag PV V Mi 8:30 HS G
Microplasmas: Challenges and Opportunities — ●ACHIM VON KEUDEL — Ruhr-Universität Bochum

Microplasmas have gained significant interest in recent years. Although operated at atmospheric pressures, microplasmas have pronounced non-equilibrium characteristics, i.e. they possess energetic electrons while ions and neutrals remain cold. This is largely due to their confinement into narrow spaces - the discharge vessels have dimensions in the range of a few 10 to a few 100 micrometers. High operation pressures make elaborate vacuum systems obsolete and very high densities of electrons and reactive species are achievable. Non-equilibrium microplasmas have a multitude of possible applications ranging from new light sources to the option of strictly localized modification or functionalization of sensitive surfaces such as biological matter, for example. The fundamental understanding of these plasmas is still incomplete due to the inherently extreme boundary conditions these plasmas present for diagnostics and modeling. New cutting edge diagnostics have to be developed and existing techniques have to be modified to achieve extreme space and time resolution. New diagnostic concepts ranging from laser absorption techniques to modulated beam mass spectrometry are introduced and recent results on micro-hollow cathode plasmas, microstructure arrays and plasma jets are presented.

Plenarvortrag PV VI Mi 9:15 HS G
Fluktuationseigenschaften und Stabilitätskriterien in stossfreien magnetisierten Plasmen — ●REINHARD SCHLICKEISER — Ruhr-Universität Bochum, Institut für Theoretische Physik, Lehrstuhl IV: Weltraum- und Astrophysik, Bochum

Neue analytische Ergebnisse zu den Eigenschaften und Stabilitätskriterien linearer Fluktuationen in stossfreien magnetisierten und unmagnetisierten Plasmen werden vorgestellt. Ausgangspunkt ist der speziell relativistisch korrekte dielektrische Tensor für gyrotrope Teilchenverteilungsfunktionen in einem homogenen Magnetfeld, der insbesondere auch die Onsager-Relationen erfüllt.

Ohne die genaue Form der gyrotropen Verteilungsfunktionen festzulegen, können allgemeine Eigenschaften der erlaubten Fluktuationen bestimmt werden. In unmagnetisierten Plasmen können Instabilitäten von aperiodischen elektrostatische und transversale Fluktuationen nur für symmetrischen Verteilungsfunktionen $f(-p_{\parallel}, p_{\perp}) = f(p_{\parallel}, p_{\perp})$ auftreten. Für isotrope Verteilungsfunktionen existieren darüber hinaus keine Instabilitäten von wellenförmigen und aperiodischen elektrostatischen und transversalen Fluktuationen in unmagnetisierten Plasmen. In magnetisierten Plasmen sind bei paralleler Ausbreitung isotrope Plasmaverteilungen immer stabil gegenüber der Anregung transversaler Fluktuationen (relativistische Verallgemeinerung des Brinca-Theorems) und elektrostatischer Fluktuationen (relativistische Verallgemeinerung des Newcomb-Gardner-Theorems).

Abendvortrag PV VII Mi 20:00 HS G
Fusion – die neue Energie? — ●THOMAS KLINGER — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Greifswald

Bis zum Jahr 2100 wird sich der weltweite Bedarf an elektrischer Energie sehr wahrscheinlich versechsfachen, und das nur vor dem Hintergrund extremer Anstrengungen zur Einsparung und Effizienzsteigerung. Es gibt keine einfachen Lösungen für dieses Problem. Fusion, das heißt die Verschmelzung leichter Wasserstoffkerne zu Helium, könnte ein Teil der Lösung sein. Es handelt sich dabei um eine bestechend einfache Idee und um eine äußerst komplexe Physik - die Physik heißer magnetisierter Plasmen - und anspruchsvolle Technologien. Daher müssen jetzt Fusionsphysik und Fusionstechnologien entwickelt werden, um den gewaltigen Hunger nach Energie auch auf lange Sicht stillen zu können. In diesem Vortrag wird kurz auf die globale Energieproblematik eingegangen, um dann einen allgemeinverständlichen Überblick über den Stand der Fusionsforschung und den Aufbau neuer

Plenarvorträge (PV)

Großexperimente in Europa und Asien zu geben.

Plenarvortrag PV VIII Do 8:30 HS G
Laserzündung — •ERNST WINTNER — Institut für Photonik, TU Wien

Der Laser stellt eine attraktive Alternative für Zündquellen bei verschiedenen Verbrennungsanwendungen dar. Die Liste der potenziellen Anwendungen umfasst in erster Linie Verbrennungsmotoren, insbesondere Gasmotoren, aber auch direkt einspritzende Ottomotoren. Weiters gibt es Anwendungen im Bereich der (Wieder)-Entzündung von Flugzeugturbinen, und mit besonderer Attraktivität, die Zündung von Raketentriebwerken. Dass natürlich fast beliebige chemische Verbrennungsreaktionen via Laser initiiert werden können, soll nicht unerwähnt bleiben.

Bei der Laserzündung kann man mehrere Varianten unterscheiden: u.a. die resonante Zündung bei Vorliegen von starker Absorption der in Frage kommenden Laserwellenlänge, sowie nicht-resonante Zündung, bei der die Bildung eines Plasmas entscheidend ist, was auch wesentlich Anforderungen an die Spezifikation der Zündpulse zur Folge hat. In diesem Zusammenhang ist die Untersuchung der Druck-, Konzentrations- und Wellenlängenabhängigkeit der Plasmabildung von großer Bedeutung.

Die wesentlichen Vorteile sind eine beliebige Positionierung des Zündplasmas, die Absenz von Quench-Prozessen wie z.B. die exzessive Wärmeableitung durch Metallelektroden, die Erosionsfreiheit mangels Elektroden, die mögliche präzise zeitliche Steuerung der Zündung sowie, und das ist bei großen Gasmotoren besonders wichtig, die Zündung extrem magerer Gemische zum Zwecke der weitgehenden Vermeidung von NO_x im Abgas von Verbrennungsmotoren.

Nach derzeitigem Stand der Entwicklung erweist sich ein longitudinal diodengepumpter, gütegeschalteter Nd:YAG Laser mit einer Wellenlänge von $\sim 1\mu\text{m}$ als meistversprechend. Mit entsprechenden Di-

odenlaserpumpquellen konnten Pulsspezifikationen von $>20\text{ mJ}$, $<1\text{ ns}$ bei Wiederholraten bis ca. 50 Hz erzielt werden. Verschiedene Zündsysteme wurden evaluiert und die Möglichkeit der Faserübertragung von zündfähigen Laserpulsen studiert.

Plenarvortrag PV IX Do 9:15 HS G
Lichtbögen / Oberflächenbehandlung elektrischer Kontakte — •THOMAS SCHOENEMANN — INP Greifswald e.V. / Universität Rostock

Lichtbogenplasmen sind seit Jahrzehnten Gegenstand der Forschung und treten in einer Vielzahl praktischer Anwendungen auf.

In einem Übersichtsvortrag wird ausgehend von typischen Anwendungen wie Schaltlichtbögen in der Energietechnik, Schweißlichtbögen zur Materialbearbeitung, Lichtbögen zur Metallgewinnung und z.B. Lichtbögen in HID (High Intensity Discharge) - Lampen der heutige Stand der Technik aufgezeigt.

Fortschritte auf dem Gebiet der Diagnostik und Messtechnik führten in den letzten Jahren zu neuen Erkenntnissen der Plasmaphänomene. So ist es heute möglich, Lichtbögen räumlich und zeitaufgelöst in 1D, 2D und auch 3D Geometrien zu simulieren resp. zu modellieren.

Insbesondere der Übergang zur 3-dimensionalen Modellierung liefert neue Erkenntnisse zum räumlichen Verhalten des Lichtbogens sowie seiner Wechselwirkung mit der Umgebung. So verursachen Lichtbögen z.B. an Oberflächen von Elektroden einen Abbrand von Material, was zusätzlich zu einer Verkürzung der Lebensdauer führt. Beispielförmig werden Experimente und Ergebnisse zur Verbesserung der Oberflächeneigenschaften verschiedener Kontaktmaterialien vorgestellt.

Zusammenfassend wird die Komplexität des Lichtbogens, die Vielfalt seiner Anwendungsmöglichkeiten und die damit verbundenen wissenschaftlich und technisch offenen Fragestellungen diskutiert, die Gegenstand künftiger Forschungen sind resp. sein könnten.