

## 4.3 Ionen- und Plasmaphysik / Angewandte Physik - ein Schwerpunkt aus dem Fachbereich Physik

**Univ.-Prof. Mag. Dr. Paul Scheier**

Institut für Ionenphysik und Angewandte Physik, Universität Innsbruck

Schwerpunktleiter: Univ.-Prof. Mag. Dr. Paul Scheier

Stellvertreter: Ao. Univ.-Prof. Dr. Klaus Schöpf

Aufbauend auf den durch den FWF von 1973–1984 finanzierten „Schwerpunkt Plasmaphysik“ am Institut für Theoretische Physik wurde durch die Schaffung des Institutes für Ionenphysik im Jahre 1987 und durch nachfolgende Beschlüsse in der Fachgruppe Physik das Fachgebiet Ionenphysik / Plasmaphysik als ein zentrales Arbeitsgebiet der Innsbrucker Physik installiert, wobei die Teilgebiete Elementarprozesse in Plasmen, Theoretische und Experimentelle Plasmaphysik, Clusterphysik und Gasanalyseverfahren besonders erfolgreich erforscht werden. Im Jahre 1998 wurde die Arbeitsgruppe Dünne Schichten in das Institut für Ionenphysik eingegliedert, die mit ihren Untersuchungen von plasmaunterstützten Prozessen die Grundlage für anwendungsorientierte innovative Technologie liefert. Im Rahmen der Profilbildung der Universität Innsbruck wurde im Jahr 2004 auf der Basis der zahlreichen bisher erarbeiteten Ergebnisse der institutsübergreifende Forschungsschwerpunkt Ionen- und Plasmaphysik / Angewandte Physik errichtet.

Ziel des institutsübergreifenden Forschungsschwerpunktes sind experimentelle und theoretische Untersuchungen, die zum grundlegenden physikalischen Verständnis der Erzeugung und der Eigenschaften von einzelnen Ionen führen, bis hin zur genauen Beschreibung des kollektiven Verhaltens von Ionen und Elektronen in verschiedenen elektrischen und magnetischen Feldkonfigurationen unter selbstkonsistenter Berücksichtigung aller wesentlichen Aspekte und Komponenten (wie materielle Begrenzungen, äußere Schaltkreise, Stromprofile, stoß- und fluktuationsbedingte Transportphänomene, Reaktionskinetik, Plasmaheizung, magneto-hydrodynamische Aktivitäten). Dabei wird auf enge Zusammenarbeit zwischen Theorie, Experiment und Computersimulation Wert gelegt. Besonders intensiv wird Grundlagenforschung zu Themen wie Elektronenwechselwirkung (Attosekunden-Physik), Massenspektrometrie, Clusterphysik, Fusionsphysik und technische Plasmaphysik betrieben. Andererseits reichen die Forschungsarbeiten auch in die anwendungsbezogenen Bereiche wie Energiephysik und Umweltforschung (Ozon, Treibhauseffekt, Feinstaub), Nanotechnologie, Materialwissenschaft, Strahlenschäden an Biomolekülen und Medizintechnik.

Der Forschungsschwerpunkt Ionen- und Plasmaphysik / Angewandte Physik ist institutsübergreifend (Institut für Ionenphysik und Angewandte Physik und die Arbeitsgruppe Plasma- und Energiephysik (AG PEP) am Institut für Theoretische Physik) und beschäftigt sich mit folgenden zentralen Arbeitsgebieten:

- Erzeugung, Eigenschaften und Nachweis von einzelnen Ionen
- Ionen-Molekülreaktionen
- Biophysik
- Nano- und Clusterphysik
- Umweltphysik und atmosphärische Chemie
- Ultrakalte Chemie, Erzeugung und Eigenschaften von zustandsselektierter Ionen
- Plasmaphysik
- Kollektives Verhalten von Ionen und Elektronen in komplexen Kraftfeldern
- Modellierung und Simulation von magnetisch eingeschlossenen Fusionsplasmen
- Grundlegende und fusionsrelevante Untersuchungen zum Plasma-Wand-Übergang
- Integrierte Tokamak-Modellierung und Theorie emissiver Sonden
- Dünnschichttechnologie
- Hochfrequenztechnik
- Medizintechnik

Aufgrund der großen Praxisnähe und Aktualität der bearbeiteten Forschungsthemen gibt es enge Kontakte zu sehr erfolgreichen wirtschaftlichen Betrieben im Raum Tirol, wie Metallwerke Plansee, Ionicon analytik GmbH, Rohbest Coating GmbH, Sun Systems, Swarovski und TIWAG. Momentan werden 15 DiplomandInnen und 33 DissertantInnen in den Arbeitsgruppen des Forschungsschwerpunkts ausgebildet (Tendenz steigend), was auf die hohe Attraktivität der bearbeiteten Forschungsthemen für StudentInnen hinweist. Durch Einwerben von Drittmitteln aus nationalen und internationalen Quellen ist es möglich 58 wissenschaftliche Mitarbeiter (insgesamt 38 volle Stellen) zu beschäftigen. Eine große Zahl an wissenschaftlichen Veröffentlichungen in sehr renommierten Journalen (Science, Physical Review Letters, Angewandte Chemie Int. Ed., The Journal of the American Chemical Society, u.a., siehe "Ausgewählte Veröffentlichungen") belegt die hervorragenden Forschungsleistungen.

Die betreffenden laufenden Forschungsarbeiten werden auf nationaler Ebene über FWF, FFF, ÖAW, ÖNB, CAST (Center of Academic Spin Off Tirol), LISA (Life Science Austria), KMT (Kompetenzzentrum Medizintechnologie), Tiroler Zukunftsstiftung und international im Rahmen von EU-Projekten, NSF (National Science Foundation) und NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) gefördert. Insgesamt betragen die eingeworbenen Förderungen in etwa 3 Millionen Euro pro Jahr. Auf europäischer Ebene ist der Schwerpunkt Ionen- und Plasmaphysik (Angewandte Physik) in insgesamt **10** Netzwerke eingebunden sowie

in die Assoziation Euratom/ÖAW des Europäischen Fusionsprogrammes (5 der 8 Physikprojekte dieser Assoziation werden in Innsbruck durchgeführt), was die enorme Bedeutung dieses Forschungsgebietes innerhalb der europäischen Forschungslandschaft aufzeigt. Weiters gibt es aktive Kooperationen und Kontakte zum Forschungsschwerpunkt "Advanced Materials" der Universität Innsbruck. Außerhalb Europas dokumentiert sich die Anerkennung unserer Arbeiten durch die Kooperationen mit zahlreichen renommierten Forschungsinstitutionen (Goddard Space Flight Center, Japan National Institute for Fusion Science, Kiev Institute for Nuclear Research, NCAR, NOAA, McMaster University, Princeton Plasma Physics Laboratory, Purdue University, Tohoku University Sendai, University of Illinois Fusion Studies Laboratory, University of California at Berkeley u. a.).

Die ständig steigende Anzahl von in- und ausländischen DiplomandInnen und DissertantInnen (derzeit 48), GastforscherInnen und GastprofessorInnen auf den oben angeführten Fachgebieten belegt die große Ausstrahlung der Innsbrucker Physik Institute, des Forschungsschwerpunktes Ionen- und Plasmaphysik. Aufgrund der zahlreichen Vortragseinladungen zu internationalen Tagungen (etwa 30 pro Jahr) ist der Bereich Ionen- und Plasmaphysik / Angewandte Physik im Fachbereich Physik als ein international äußerst renommierter und sichtbarer Schwerpunkt einzustufen (siehe auch Editorentätigkeiten in Zeitschriften).

Die hervorragende Forschungsleistung wird auch (neben der Verfassung eines modernen Lehrbuches) durch die große Zahl an qualitativ ausgezeichneten Publikationen belegt (174 Arbeiten in referierten Journalen mit einem Gesamtimpaktfaktor von über 600 und über 350 Zitationen in den letzten drei Jahren bei nur 10 involvierten Hochschullehrern an den beiden Instituten). Aufgrund der hohen Relevanz der Forschungen ist es zu zahlreichen Zeitungsartikeln und Interviews in Radio und TV gekommen. In den letzten Jahren erhielten zwei Mitglieder des Schwerpunktes den Erwin-Schrödinger-Preis der Akademie der Wissenschaften, vier Ehrendoktorate wurden an drei Mitglieder verliehen, zwei wurden zu Honorarprofessoren ernannt, und mehrere ehemalige Absolventen wurden auf Lehrstühle an Universitäten bzw. als CEO großer Unternehmungen im In- und Ausland berufen.

Neben 9 Diplomarbeiten und 19 Dissertationen haben Dr. Sara Matt-Leubner und Dr. Alexander Kendl in den letzten drei Jahren ihre Habilitationen erfolgreich abgeschlossen. 2005 erhielt A. Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. Clemens Zierhofer als erster Österreicher den Karl Heinz Beckurts-Preis.

Als besonders wichtiger Spin-off-Effekt zu erwähnen ist die Gründung mehrerer erfolgreicher High-Tech Unternehmungen im Raum Tirol durch (auch ehemalige) Mitglieder des Instituts für Ionenphysik (V&F, Watercryst chemiefreie Wasserbehandlung GmbH, Ionicon analytik GmbH, PhysTech, Ionimed), was nicht nur zur Erhöhung des BNP, sondern auch zur Schaffung von Arbeitsplätzen für Absolventen führt.

Personalstand des Forschungsschwerpunkts Ionen- und Plasmaphysik / Angewandte Physik per 31.12.2007:

Univ. Prof.	2
Univ. Doz.	8
V. Ass.	3
Sonstige Bedienstete	5
Drittmittelstellen	38
Anzahl der Bediensteten	58

- Drittmittelinwerbung in den letzten drei Jahren: 10.2 Millionen Euro;
- Studentenzahlen und Abschlüsse pro Jahr: insgesamt 38/10;
- Patente in den letzten drei Jahren: 3.
- Wissenschaftliche Veröffentlichungen in den letzten drei Jahren: 174 (davon 15 mit einem Impaktfaktor größer als 5)

#### Ausgewählte Publikationen der letzten drei Jahre:

1. S. Denifl et al., Inelastic Electron Interaction with Chloroform Clusters embedded in Helium Droplets. *J. Am. Chem. Soc.* **130** (2008) 5065
2. F. Zappa, et al., Ultracold Water Cluster Anions. *J. Am. Chem. Soc.* **130** (2008) 5573
3. H. D. Flosadottir et al., Combined Experimental and Theoretical Study on the Nature and the Metastable Decay Pathways of the Amino Acid Ion Fragment [M-H]<sup>-</sup>. *Angew. Chem. Int. Ed.* **46** (2007) 8057
4. S. Denifl et al., Influence of Functional Groups on the Site-Selective Dissociation of Adenine upon Low-Energy Electron Attachment. *Angew. Chem. Int. Ed.* **46** (2007) 5238
5. I. Mähr, et al., Multiply Charged Neon Clusters. Failure of the Liquid Drop Model? *Phys. Rev. Lett.* **98** (2007) 023401
6. S. Denifl, et al., Mass Spectrometric Investigation of Anions Formed upon Free Electron Attachment to Nucleobase Molecules and Clusters Embedded in Superfluid Helium Droplets. *Phys. Rev. Lett.* **97** (2006) 043201
7. S. Ptasinska, et al., Decomposition of Thymidine by Low-Energy Electrons. Implications for the Molecular Mechanisms of Single-Strand Breaks in DNA. *Angew. Chem. Int. Ed.* **45** (2006) 1893

8. S. Ptasinska, et al., Bond- and Site-Selective Loss of H<sup>-</sup> from Pyrimidine Bases. *Phys. Rev. Lett.* **95** (2005) 093201
9. S. Ptasinska, et al., Bond-Selective H<sup>-</sup> Ion Abstraction from Thymine. *Angew. Chem. Int. Ed.* **44** (2005) 1647
10. S. Ptasinska, et al., Bond- and Site-Selective Loss of H Atoms from Nucleobases by Very-Low-Energy Electrons (<3 eV). *Angew. Chem. Int. Ed.* **44** (2005) 6941

### **Forschungspreise und Ehrungen:**

- Markus Hörhager, 1986: Promotion sub auspiciis praesidentis
- Univ.-Doz. Dr. Siegbert Kuhn, Sept. 1992: Verleihung des Berufstitels "außerordentlicher Universitätsprofessor" durch den Bundespräsidenten
- Univ.-Prof. Dr. Tilmann Märk, Erwin-Schrödinger-Preis der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (1994).
- Univ.-Prof. Dr. Werner Lindinger, Erwin-Schrödinger-Preis der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (1997).
- Ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Paul Scheier, Forschungspreis des Fürstentums Liechtenstein (2002).
- Ao. Univ.-Prof. Dr. Siegbert Kuhn, Honorarprofessur der Alexandru-Ioan-Cuza-Universität in Iași, Rumänien (2003).
- Ao. Univ.-Prof. Dr. Roman Schrittwieser, Honorarprofessur der Alexandru-Ioan-Cuza-Universität in Iași, Rumänien (2003).
- Univ.-Prof. Dr. Tilmann Märk, Ehrendoktorat der Université Claude Bernard in Lyon, Frankreich (2004)
- Univ.-Prof. Dr. Tilmann Märk, J. Heyrovsky Ehrenmedaille der Tschechischen Akademie der Wissenschaften (2004)
- Univ.-Prof. Dr. Erwin Hochmair, Ehrendoktorat der TU München, Deutschland (2004)
- PD. Dr. Ingeborg Hochmair-Desoyer, Ehrendoktorat der TU München, Deutschland (2004)
- Ao. Univ.-Prof. Dipl. Ing. Dr. Clemens Zierhofer, Karl Heinz Beckurts-Preis, Deutschland (2005)
- Univ.-Prof. Dr. Tilmann Märk, Ehrendoktorat der Comenius-Universität Bratislava, Slowakei (2006)
- Dr. Stephan Denifl, APART Stipendium der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (2008).

*Abb. 4.3.1: Das Victor-Franz-Hess-Haus am Standort Technikerstraße der Universität Innsbruck am Fuße der Nordkette beherbergt derzeit die Labor- und Büroräume der Innsbrucker Ionen- und Plasmaphysik. (Foto: A. Kendl)*



