

## 4.2 Europäische Fusionsforschung in Österreich: Die Assoziation EURATOM-ÖAW an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

**Univ.-Prof. Dr. Dr.h.c. Harald W. Weber**

Atominstitut der Österreichischen Universitäten,  
Stadionallee 2, 1020 Wien

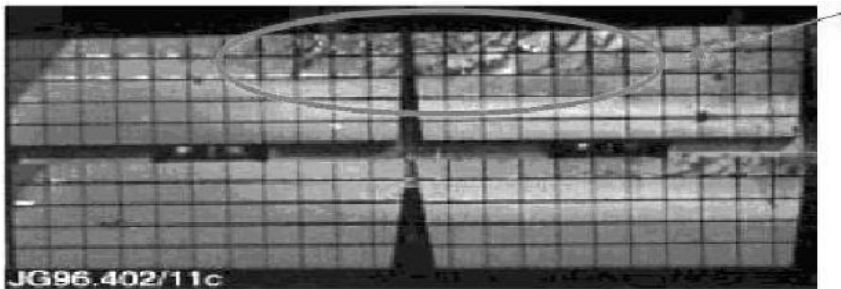
Die Assoziation EURATOM-ÖAW koordiniert seit ihrer Gründung im Jahr 1996 alle österreichischen F&E Projekte zum Thema Kernfusionsforschung an Universitäten, außeruniversitären Forschungseinrichtungen und in einschlägig tätigen Industrieunternehmen. Als Trägerorganisation fungiert die Österreichische Akademie der Wissenschaften unter der Schirmherrschaft des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung.

### **Die Universität Innsbruck – eine langjährige Partnerinstitution**

Die Universität Innsbruck leistet seit Bestehen der Assoziation EURATOM-ÖAW international anerkannte Beiträge auf den Gebieten der Plasmatheorie (Modellierung und Computersimulation, Institut für Theoretische Physik, S. Kuhn, K. Schöpf), Plasma-Wand-Wechselwirkung (Institut für Ionenphysik und Angewandte Physik, T. Märk) und Plasmadiagnostik (Institut für Ionenphysik und Angewandte Physik, R. Schrittwieser).

An dieser Stelle ist besonders die Rolle von Prof. Ferdinand Cap für das Zustandekommen der Assoziation EURATOM-ÖAW hervorzuheben. Wie der damalige Head of Research Unit, Prof. Hannspeter Winter, anlässlich eines Festkolloquiums zum 80. Geburtstag von Ferdinand Cap im September 2004 ausführte, kann Cap „...ohne jede Einschränkung als ‚Doyen der österreichischen Plasmaphysik‘ bezeichnet werden; er hat sich bereits frühzeitig und teilweise gegen starke Widerstände für eine maßgebliche Beteiligung österreichischer Wissenschaftler an der internationalen Fusionsforschung eingesetzt, hat dazu entsprechende Studien und Memoranden verfasst, zahlreiche Vorträge im In- und Ausland gehalten, Kooperationen angeregt und schließlich lange Jahre in der Kommission zur Koordinierung der Kernfusionsforschung an der österreichischen Akademie der Wissenschaften mitgewirkt. Die wertvollen Beiträge der Innsbrucker Plasmaphysik zur internationalen Fusionsforschung in experimentellen wie theoretischen Teilgebieten seit Gründung der Assoziation im Jahre 1996 sind zu einem guten Teil durch diese unermüdlichen Bemühungen angeregt worden.“

Die wichtigsten Forschungsgebiete der Assoziation EURATOM-ÖAW liegen in den Bereichen Plasmaphysik (Modellierungen, Transport, Turbulenzen, Plasmarandschicht), Fusions-technologie (Materialforschung, Divertor, supraleitende Magnetspulen) und sozioökonomische Studien (Risikomanagement, Entwicklung von Energiemodellen und Szenarien, Potentialanalysen von Ressourcen). Beteiligte Forschungsinstitute sind die Technische Universität Wien, das Atominstitut der Österreichischen Universitäten, die Technische Universität Graz, das Erich-Schmid-Institut für Materialwissenschaft der ÖAW in Leoben, die Universität Wien, die Universität Innsbruck sowie die Universität Salzburg. Die Assoziation pflegt darüber hinaus engen Kontakt mit namhaften österreichischen Unternehmen und der Österreichischen Wirtschaftskammer, um einschlägig tätige Industriebetriebe über neueste Entwicklungen und Perspektiven zu informieren.



*Abb. 4.2.1: Materialschäden durch ELM-Ereignisse (Edge Localized Modes). ELM-Ereignisse stören die Plasmaperipherie, wodurch enorme Belastungen am Divertor und an anderen Wandflächen einer Kernfusionsanlage entstehen. Modellierungen mit speziell entwickelten Computer Codes sollen helfen, diese Schäden zu quantifizieren und zu minimieren. Quelle: EFDA Garching.*

Durch die Einigung auf den Standort des „next-step“ Experiments ITER, das die wissenschaftliche und technologische Nutzbarkeit der Kernfusion zur Stromerzeugung demonstrieren und 500 MW Fusionsenergie erzeugen soll, auf das französische Cadarache sowie die im Dezember 2006 erfolgte Unterzeichnung des ITER-Vertrages durch die sieben Partner (EU, China, Indien, Japan, Korea, Russische Föderation, USA) befindet sich die internationale Fusionsforschung in einer neuen und entscheidenden Phase. Durch den Bau von ITER ergeben sich nicht nur für die österreichische Forschungslandschaft, sondern auch für die österreichische Industrie vielfältige und langfristige Möglichkeiten der Beteiligung. Die Assoziation EURATOM-ÖAW wird sich in Zukunft – neben ihren bisherigen Aufgaben – besonders um die Weitergabe und Aufbereitung dieser Informationen bemühen.

Das 7. Rahmenprogramm der Europäischen Union im Bereich Fusionsforschung ist in verstärktem Maße auf internationale Kooperationen und ITER ausgerichtet. Es ist ein erklärtes Ziel der europäischen Fusionsforschung, das wissenschaftliche Know-How in den EURATOM Assoziationen für die Dauer der ITER-Bauphase und danach durch die Qualifizierung von hoch spezialisierten Forschern und Technikern zu erhalten und zu stärken. Die Einbindung und Förderung von jungen Forschern und Technikern war stets auch ein wichtiges Anliegen der Assoziation. So werden im Durchschnitt 35 Doktoranden und Post-Docs pro Jahr aus den Mitteln der EU Fusionsförderung angestellt. Die Forschergemeinschaft der Assoziation EURATOM-ÖAW ist durch zahlreiche internationale Kooperationen und langjährige Mitarbeit bei gemeinsamen europäischen Aktivitäten (z.B. EFDA Task-Forces, Teilnahme an den Experimenten bei JET) für zukünftige Entwicklungen, insbesondere im Zusammenhang mit Bau und Betrieb von ITER, gut vorbereitet. Die konstruktive Mitarbeit der Universität Innsbruck wird auch in Zukunft von entscheidender Bedeutung sein.

## **Forschung im Rahmen der Assoziation EURATOM-ÖAW**

### **Plasmatheorie (Modellierung, Transport, Simulation)**

An der Universität Innsbruck arbeiten Prof. Siegbert Kuhn und Dr. David Tskhakaya am Institut für Theoretische Physik und PD Dr. Alexander Kendl am Institut für Ionenphysik und Angewandte Physik an der Interpretation von experimentellen Ergebnissen aus Fusionsforschungsanlagen. Die Gruppen um Prof. Kuhn und PD Dr. Kendl sind in die Aktivitäten der europäischen Task Force “Integrated Tokamak Modelling” und zahlreiche internationale Kooperationen eingebunden. Die Gruppe um Prof. Klaus Schöpf (ebenfalls Institut für Theoretische Physik, Universität Innsbruck) ist auf die Modellierung von schnellen Ionen in Tokamak- und Stellaratorplasmen spezialisiert. Ziel dieser Forschungsarbeit ist die Erklärung von Transportmechanismen von schnellen Ionen. Im Rahmen dieser Arbeit werden experimentelle Ergebnisse der Fusionsforschungsanlage JET mit dem Ziel analysiert, daraus Vorhersagen auf das Transportverhalten von schnellen Ionen in ITER abzuleiten.

Prof. Gerald Kamelander, vormals Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf, seit 2005 selbständig, analysiert mit einer Gruppe junger Forscher fortgeschrittene ITER Plasma-Szenarien und führt Simulationen zur Plasmaheizung mit Pellets durch. Auch diese Gruppe arbeitet in enger Kooperation mit JET und CEA in Cadarache.

Die Gruppe um Prof. Winfried Kernbichler (Institut für Theoretische Physik, Technische Universität Graz) entwickelt neue numerische Methoden und schnelle Computer Codes für die Untersuchung von Plasmatransport und Plasmaheizung in Zusammenarbeit mit FZ Jülich, IPP Greifswald and IPP Kharkov.

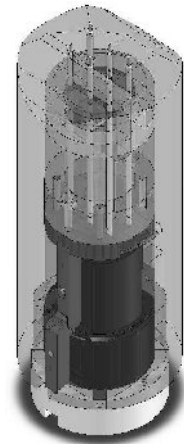
### Plasmarandschicht und Diagnostik

Die Randschicht eines magnetisch eingeschlossenen Plasmas ist durch sehr unterschiedliche Dichte- und Temperaturverhältnisse gekennzeichnet. Der Transport von Teilchen aus dem Inneren des Plasmas wird sehr stark von Verunreinigungen in der Randschicht beeinflusst; die Entstehung dieser Verunreinigungen hängt wiederum sehr stark von den Bedingungen in der Plasmarandschicht ab.

Prof. Friedrich Aumayr (Institut für Allgemeine Physik, Technische Universität Wien) entwickelt mit seiner Gruppe schnelle Heliumstrahlspektroskopie und Natriumstrahldiagnostik in Zusammenarbeit mit JET und ASDEX Upgrade. Weitere Forschungsgebiete dieser Gruppe sind Modellrechnungen und die Untersuchung von Molekülstößen mit fusionsrelevanten Oberflächenmaterialien in Zusammenarbeit mit Prof. Tilmann Märk und Prof. Paul Scheier (Institut für Ionenphysik und Angewandte Physik, Universität Innsbruck). Weitere Spezialgebiete der Gruppe um Prof. Märk sind Messungen und Modellierung von Wirkungsquerschnitten für Elektronen- und Protonenstoß-Ionisierung von fusionsrelevanten Atomen und Molekülen (z.B. Wolfram).

Prof. Roman Schrittwieser (Institut für Ionenphysik und Angewandte Physik, Universität Innsbruck) und seine Gruppe führen Messungen von Plasmapotential und Plasmaturbulenz mit Hilfe von speziell entwickelten Sonden an mehreren europäischen Fusionsexperimenten (z.B. ASDEX Upgrade) durch.

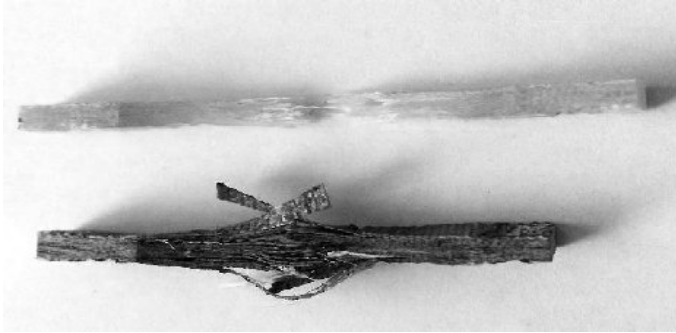
*Abb. 4.2.2: Sonden für die Messung von Plasmametern (elektrische Feldmessung in der Plasmarandschicht von ASDEX Upgrade, IPP Garching). Aus den Ergebnissen der Messungen können Werte für Turbulenzen im Randschichtplasma abgeleitet werden. Institut für Ionenphysik und Angewandte Physik.*



### Technologische Entwicklung

#### ***Test neuartiger Isolationsmaterialien für die ITER Magnete***

Da die derzeit verfügbaren Isolationsmaterialien der im ITER Design Report festgelegten Neutronenfluenz nicht standhalten (Abb. 3), beschäftigt sich eine Gruppe unter der Leitung von Prof. Harald W. Weber (Atominstut, Technische Universität Wien) mit der Entwicklung von neuartigen Isolationsmaterialien für die Magnetsysteme von ITER und Demo, die von der Industrie gefertigt und im Triga Reaktor des Atominstutts getestet und analysiert werden.



*Abb. 4.2.3: Bruchverhalten nach Zugbelastung bei 77 K eines konventionellen Glasfaser – Epoxydharz Verbundwerkstoffs vor (oben) und nach (unten) Neutronen- und Gammabestrahlung zur ITER „Designfluenz“ von  $1 \times 10^{22} \text{ m}^{-2}$  ( $E > 0.1 \text{ MeV}$ ). Quelle: Atominstytut.*

### ***Hochtemperatursupraleiter für Fusionsmagnete***

Hochtemperatursupraleiter sind für den Einsatz im Magnetsystem einer Fusionsanlage auf Grund ihres hohen kritischen Magnetfeldes und der ausgezeichneten Strombelastbarkeit bei tiefen Temperaturen besonders geeignet. Eine Gruppe unter der Leitung von Prof. Harald W. Weber (Atominstytut, Technische Universität Wien) untersucht die Materialeigenschaften verschiedener Supraleiter mit besonderem Augenmerk auf die kritische Stromdichte unter realistischen Betriebsbedingungen zukünftiger Kernfusionsanlagen, wie z.B. DEMO.

### ***Analyse von hochschmelzenden Werkstoffen***

Wolframlegierungen sind aufgrund ihrer Hitzebeständigkeit Kandidatenmaterialien für die erste Wand in zukünftigen Fusionsanlagen. Im Rahmen eines Projekts unter der Leitung von Prof. Reinhard Pippan (Erich-Schmid-Institut, Leoben, Österreichische Akademie der Wissenschaften) wird untersucht, inwieweit die Duktilität von Wolframlegierungen durch mechanische Bearbeitung (Ziehen, Walzen) verbessert werden können.

Am Atominstytut untersucht eine Gruppe unter der Leitung von Prof. Helmut Rauch die Auswirkung von Neutronen- und Gamma-Strahlung auf Siliziumkarbidproben.

### ***Evaluation von Kerndaten***

Das Ziel dieses Projekts (Prof. Helmut Leeb, Atominstytut, Technische Universität Wien) ist die Entwicklung theoretischer Methoden für die Erstellung von evaluierten Kerndaten-Files bis 60 MeV (Energiebereich der geplanten Neutronenquelle IFMIF).

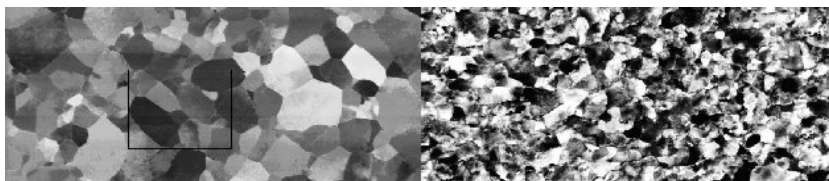


Abb. 4.2.4: Struktur von reinem Wolfram, links: vor, rechts: nach mechanischer Behandlung (severe plastic deformation). Quelle: ÖAW-ESI.

### **Sozioökonomische Studien**

Sozioökonomische Begleitstudien erfolgen in Zusammenarbeit mit EFDA Garching zu den Themen öffentliche Meinung, Einschätzung von Risiken, und zukünftige Energieszenarien (Universität Wien, Technische Universität Graz, Universität Salzburg).

### **Danksagung**

Ich möchte an dieser Stelle allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der beteiligten Institutionen, insbesondere jedoch den „Innsbruckern“, meinen aufrichtigen Dank für ihre konstruktive Mitarbeit an den EURATOM Programmen der österreichischen Assoziation aussprechen. Mein besonderer Dank gilt Frau Mag. Monika Fischer und Mag. Andreas Sumper, die für einen reibungslosen Ablauf der Administration unserer Assoziation sorgen, sowie Frau Mag. Monika Fischer für die Zusammenstellung der Eckdaten dieses Beitrages.

### **Persönlichkeiten**

	<p>Univ.-Prof. Dr. <b>Harald W. Weber</b> Head of Research Unit der Assoz. EURATOM-ÖAW; Vorstand, Atominstitut (TU Wien), Stadionallee 2, 1020 Wien</p>		<p>Univ.-Prof. Dr. <b>Hannspeter Winter</b> (1941 - 2006) Head of Research Unit der Assoz. EURATOM-ÖAW vom Tag der Gründung (15.11.1996) bis 8.11.2006</p>
---	---	---	--

*Anmerkung: Die Forschungsarbeit im Rahmen der Assoziation EURATOM-ÖAW erfolgt im Rahmen des European Fusion Development Agreement (EFDA) und wird gemäß den Bestimmungen des Assoziationsvertrags zwischen EURATOM und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften von der Europäischen Kommission unterstützt. Der Inhalt dieses Artikels entspricht nicht notwendigerweise der Position der Europäischen Kommission.*