



PRESSEINFORMATION

2/1985

Sperrfrist: 05.07.85, 12.00 Uhr

25 JAHRE INSTITUT FÜR PLASMAPHYSIK

Am 5. Juli 1985 feiert das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) in Garching bei München sein 25-jähriges Bestehen. Das Institut wurde am 28. Juni 1960 als "Institut für Plasmaphysik GmbH" durch die Max-Planck-Gesellschaft und Werner Heisenberg als Gesellschafter gegründet. 1971 in das "Max-Planck-Institut für Plasmaphysik" umgewandelt, beschäftigt es heute etwa 1100 Mitarbeiter, davon ein Viertel Wissenschaftler.

Anfangsjahre

Das Programm des Instituts war von Anfang an auf ein konkretes Ziel ausgerichtet: die Erforschung der gesteuerten Kernfusion zum Zwecke der Energiegewinnung. Dabei konnte man auf den Erfahrungen mehrerer Arbeitsgruppen aufbauen, die alle bereits wesentliche Vorarbeit auf dem Gebiet der Plasmaphysik geleistet hatten: Zwei Gruppen des neugegründeten Instituts - die Abteilung für theoretische Plasmaphysik unter Arnulf Schlüter sowie eine experimentelle Abteilung unter Leitung von Gerhart von Gierke - kamen aus dem Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik in Göttingen, wo seit Mitte der fünfziger Jahre theoretische und experimentelle Plasmaphysik betrieben wurde. Außerdem wurde eine Gruppe des Laboratoriums für Technische Physik der TU München unter Ewald Fünfer, die dort mit stromstarken schnellen Gasentladungen experimentiert hatte, in das Institut eingegliedert sowie eine experimentelle Gruppe der Universität Kiel unter Leitung von Rudolf Wienecke, die sich mit der Physik von Bogenentladungen und Plasmadiagnostik beschäftigt hatte. Eine Abteilung Technik wurde unter Karl-Heinz Schmitter eingerichtet.

Zur Zeit der Institutsgründung war jedoch noch völlig offen, auf welchem Weg

das gesteckte Ziel am besten zu erreichen sei. Die zu lösenden Probleme waren vielfältiger Art: Es galt zu untersuchen, mit welchen Heizmethoden ein Plasma in den Bereich der zur Fusion notwendigen hohen Temperaturen geführt, wie es eingeschlossen und stabil gehalten, auf welche Weise das Plasmagefäß vor der Zerstörung durch das heiße Plasma geschützt und umgekehrt das Plasma vor Verunreinigungen aus der Gefäßwand bewahrt werden kann.

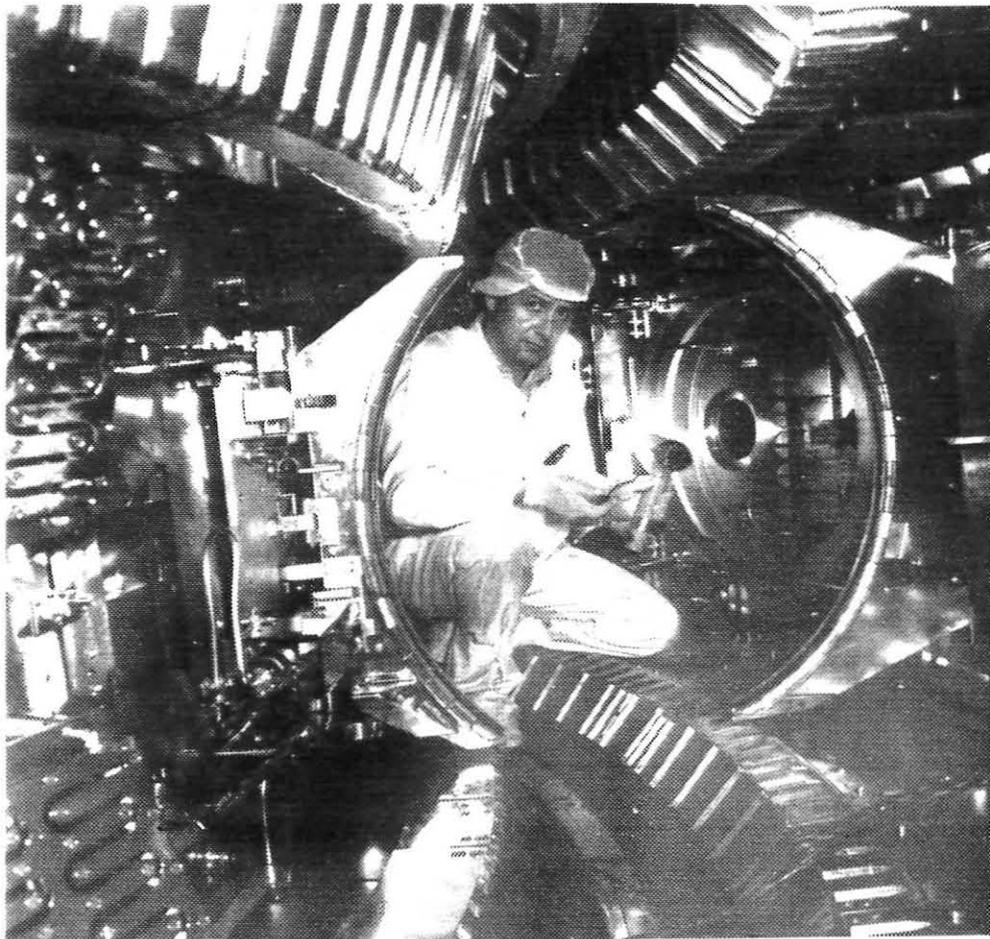


Abbildung 1: Blick in das ringförmige Plasmagefäß des Fusionsexperimentes ASDEX: Die engen Schlitze oben und unten führen zu den Divertorkammern, in die Verunreinigungen aus den Randschichten des Plasmas abgelenkt werden. Auf diese Weise werden in ASDEX besonders saubere Plasmen mit hohen Energie-Einschlußzeiten möglich.

Angesichts der großen Spannweite der Problemkreise waren die theoretischen und experimentellen Arbeiten des IPP in den Anfangsjahren so breit wie möglich angelegt: Man studierte das Verhalten des Plasmas sowohl in stromstarken Bogenentladungen als auch bei den verschiedensten Methoden magnetischen Plasmaeinschlusses in geradlinigen Anordnungen (Spiegelmaschinen, Pinche) sowie in

ringförmigen Konfigurationen (Stellaratoren). Hinzu kamen Studien zur magneto-hydrodynamischen Energieumwandlung (MHD-Generator, bis 1972) und Untersuchungen an relativistischen Plasmaringbeschleunigern (bis 1979). 1967 begann man mit Grundlagenforschungen zur Laserfusion, die jedoch 1976 in das heutige Max-Planck-Institut für Quantenoptik ausgegliedert wurden.

Mit Hilfe der Vielzahl unterschiedlicher Apparaturen konnten sowohl Plasmen mit langer Lebensdauer und niedrigen Temperaturen um 2000 Grad als auch Plasmen sehr hoher Temperatur um 10 Millionen Grad, aber extrem kurzer Lebensdauer von wenigen Millionstel Sekunden erzeugt und untersucht werden. Im Gegensatz zu den heutigen Großexperimenten des Instituts waren die damaligen Apparaturen von vergleichsweise geringem Umfang. Manche Plasmen füllten Gefäße, die kaum größer waren als eine Leuchtstoffröhre.

Prof. Arnulf Schlüter, Wissenschaftlicher Direktor von 1965 bis 1973, stellte zum 10-jährigen Bestehen des IPP fest, daß das Programm der ersten zehn Jahre "aus dem Bestreben entstanden war, zwischen den Extremen einer zu breiten Streuung der Fragestellungen und einer zu engen Spezialisierung einen der Größe des Instituts angemessenen Mittelweg zu gehen".

Aufgrund der gewonnenen Erfahrungen entschied man, einige Experimentiereinrichtungen (zum Beispiel Spiegelmaschinen und Bogenentladungen) nicht weiter zu behandeln und das Programm auf den magnetischen Plasmaeinschluß in ringförmigen Anordnungen zu konzentrieren. Dabei wollte man die Problemkreise Heizung und Einschluß zunächst grundsätzlich und völlig unabhängig voneinander untersuchen. Erst spätere Experimente sollten dann auf hohe Temperatur und guten Plasmaeinschluß zugleich hinarbeiten. Die Plasmaaufheizung wurde in Pinch-Experimenten, der Einschluß in Stellaratoren studiert:

Mit Theta-Pinch-Experimenten wurden 1964 für einige Mikrosekunden fusionsrelevante Temperaturen von 60 Millionen Grad erzeugt.

Im Stellarator WENDELSTEIN IIa konnte 1969 mit relativ kalten Modellplasmen von geringer Dichte im Detail nachgewiesen werden, daß in Stellaratoren der gute Plasmaeinschluß - den die klassische Theorie erwarten läßt - tatsächlich möglich ist. Nachdem der Stellarator zuvor in den Vereinigten Staaten wegen unbefriedigenden Einschlußverhaltens verworfen worden war, haben diese Arbeiten die Tauglichkeit des Stellarator-Prinzips endgültig bestätigt.

Konzentration

Die Erfolge bei der Untersuchung von Plasmaheizung und -einschluß gaben in der Folgezeit den Anstoß, nun die Kombination beider Fragen zu versuchen, d.h. ein heißes und dichtes Plasma für längere Zeit einzuschließen. Als sich außerdem herausstellte, daß Fortschritte deutlich von der Größe der Experimente abhängen, wurden unter Prof. Rudolf Wienecke, Wissenschaftlicher Direktor von 1973 bis 1981, die Kräfte des Instituts auf die Untersuchung weniger, dafür aber größerer Apparaturen konzentriert. Prof. Wienecke (1975): "In den sechziger Jahren wurde in Garching eine breite Grundlagenforschung betrieben. In dieser Zeit waren noch nicht allzuviele der Hindernisse bekannt, die auf dem Weg zu einem Fusionsreaktor liegen. Mittlerweile sind weltweit neue Erkenntnisse gewonnen worden, so daß wir jetzt zu größeren Maschinen und Anlagen übergehen können. Von den vielen hoffnungsvollen Vorschlägen sind wenige Möglichkeiten übriggeblieben".

Das Institut verfolgte nunmehr drei Arbeitsrichtungen:

Die Arbeiten an den Pinch-Experimenten (Thetapinch Isar 1, Hoch-Beta Stellarator Isar T1, Belt-Pinch), in denen Plasmen hoher Dichte, aber sehr kurzer Lebenszeit erzeugt werden, wurden zunächst beibehalten.

Im Stellarator-Programm wurde der magnetische Einschluß eines Plasmas von relativ kleiner Dichte, aber langer Lebenszeit untersucht. 1973 konnte am Stellarator WENDELSTEIN IIB die stabilisierende Wirkung der Stellaratorfelder auch für höhere Temperaturen und Plasmadrücke nachgewiesen werden.

Neu in das Institutsprogramm aufgenommen wurden Untersuchungen am Tokamak, einem Ende der 50-er Jahre in der Sowjetunion entwickelten Experimenttyp. Im Gegensatz zum Stellarator benutzt der Tokamak einen Ringstrom im Plasma zugleich für Einschluß und Heizung; er galt deshalb als besonders einfach und effektiv. 1973 gelingt es in dem Tokamakexperiment PULSATOR erstmals, die gefürchteten Stromabbrüche ("disruptions") im Plasma durch verschraubte Zusatzfelder gezielt zu beeinflussen. 1975 kann mit PULSATOR die bis dahin für Tokamaks angenommene Dichtegrenze überschritten und in den Bereich hoher Werte für Einschlußzeit und Plasmadruck vorgedrungen werden.

Großexperimente

Nochmals größer wurden die Anlagen, als die Experimente WENDELSTEIN VII-A (1976) und ASDEX (1980) gebaut wurden. Der Betrieb dieser Experimente, mit denen auch gegenwärtig noch gearbeitet wird, erforderte Projektgruppen von etwa 40 Wissenschaftlern. Das Volumen der mit diesen Apparaturen erzeugten Plasmen liegt bereits im Bereich von etwa einem Kubikmeter, die ringförmigen Plasmagefäße selbst besitzen Durchmesser von mehreren Metern.

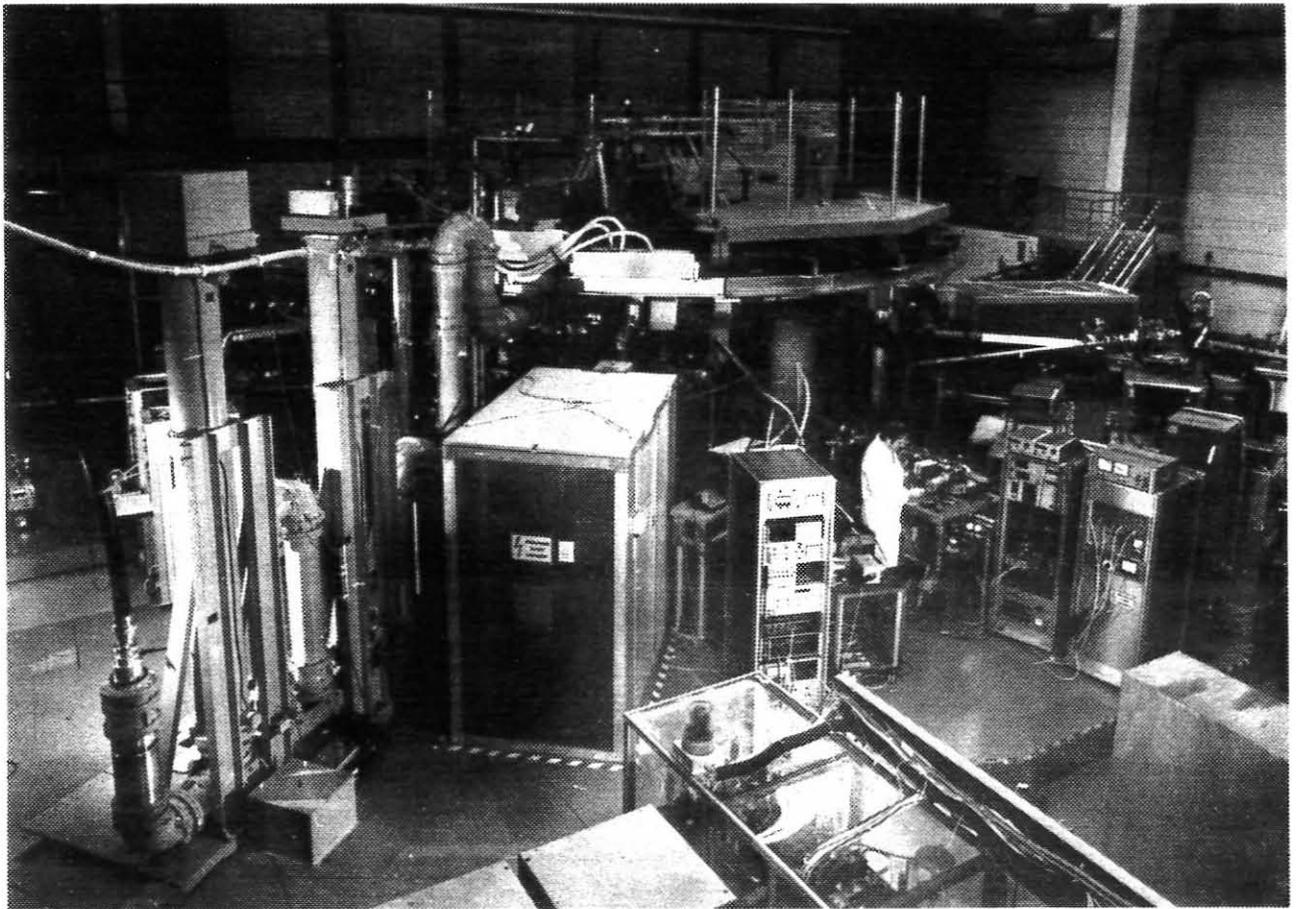


Abbildung 2: Mit dem Stellarator WENDELSTEIN VII-A des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik wurde 1980 erstmals das reine Stellaratorprinzip - Plasmaeinschluß allein durch äußere Magnetfelder - demonstriert.

Im Stellarator WENDELSTEIN VII-A gelang es 1976, durch zusätzliche Magnetfelder ein Abbrechen des Plasmastroms, der damals auch in Stellaratoren zum Erzeugen und Heizen des Plasmas benutzt wurde, vollständig zu verhindern. Vier Jahre später konnte mit der inzwischen entwickelten leistungsfähigen Heizung

durch Neutralteilcheninjektion das Plasma ohne Strom aufgeheizt und damit stationärer Betrieb des Stellarators erreicht werden. Dabei konnte die bis dahin weltweit beobachtete drastische Verschlechterung des Plasmaeinschlusses bei Zusatzheizung vermieden werden. 1984 gelang es dann, das Plasma durch Heizung mit Hochfrequenzwellen der Elektronen-Zyklotronfrequenz völlig stromfrei sowohl zu erzeugen als auch zu heizen.

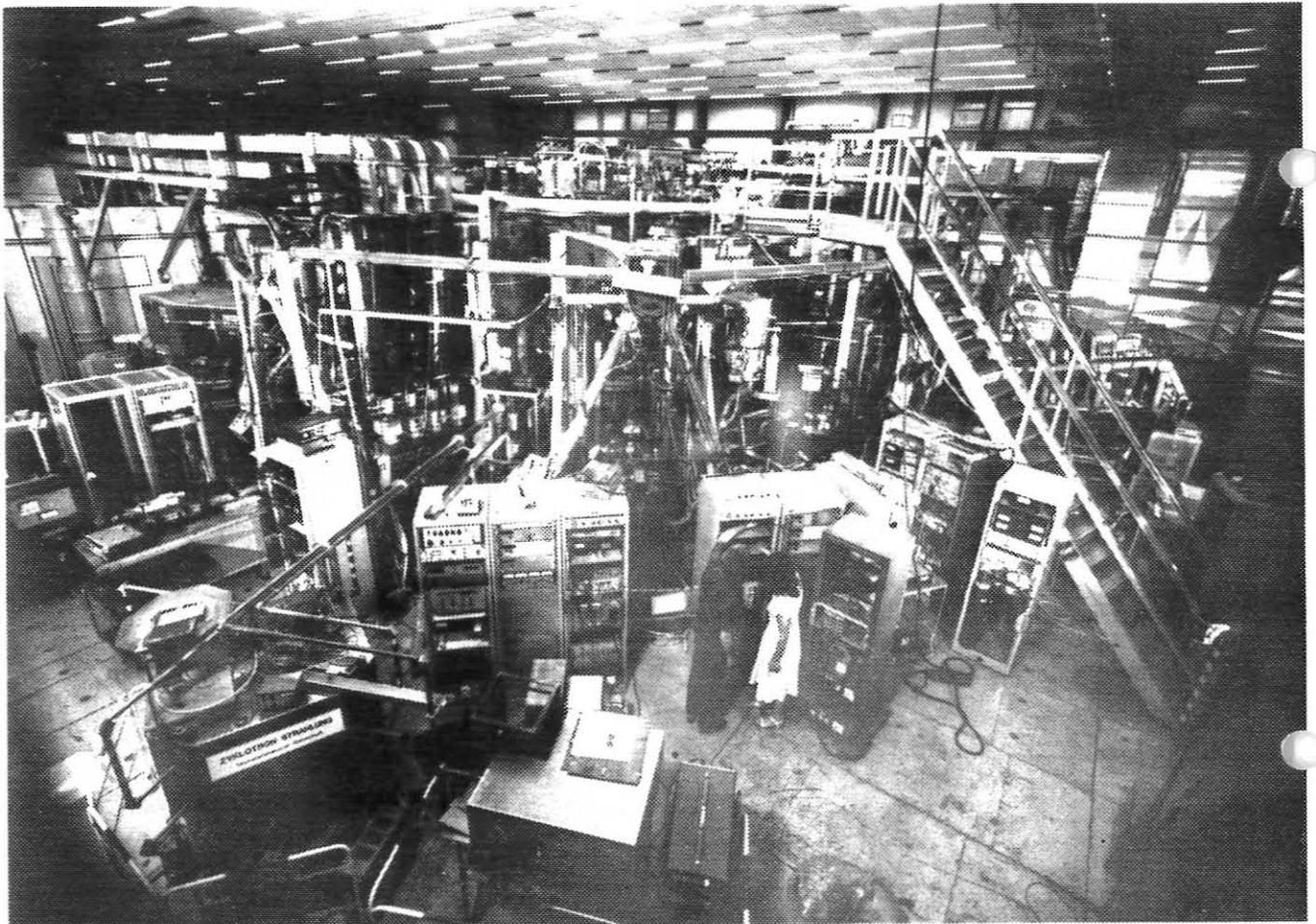


Abbildung 3: An ASDEX, einem Fusionsexperiment vom Tokamak-Typ, wird am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik die Reinhaltung eines heißen Plasmas mit Hilfe eines magnetischen Divertors untersucht. Damit gelang es 1982, bei starker Zusatzheizung in einen Betriebsbereich mit gutem Energieeinschluß ("H-Regime") vorzudringen.

Der Tokamak ASDEX (Axialsymmetrisches Divertorexperiment) erzeugte nach seiner Fertigstellung im Jahre 1980 bemerkenswert saubere Plasmen mit einer hohen Lebensdauer bis zu 12 Sekunden und Temperaturen von 30 Millionen Grad. Dies gelang mit Hilfe eines Divertors, einem System zusätzlicher Magnetspulen,

deren Feld Verunreinigungen vom Rand des Plasmas auf Auffangplatten in separate Nebenkammern ablenkt. Als 1981 Pelletinjektion und Neutralteilchenheizung angewandt wurden, erweiterte sich der Temperaturbereich bis 50 Millionen Grad. Entgegen allen bisherigen internationalen Erfahrungen konnte ASDEX 1982 bei starker Neutralteilchenheizung in einen Betriebsbereich mit gutem Energieeinschluß ("H-Regime") vorstoßen. Ein Jahr später kann durch Einstrahlen von Hochfrequenzwellen der unteren Hybridfrequenz der ansonsten benutzte Transformator zur Erzeugung des Plasmastroms ersetzt werden. Damit eröffnet sich auch für den Tokamak die Möglichkeit stationären Betriebs. 1984 wurde an ASDEX ein drittes Heizverfahren - Heizung mit Wellen der Ionen-Zyklotronfrequenz - erfolgreich in Betrieb genommen.

Das Institut ist zudem an dem europäischen Fusionsexperiment JET (Joint European Torus), dem bislang größten Tokamak in Europa, beteiligt und beherbergt seit 1982 die europäische Studiengruppe für die Entwicklung des NET (Next European Torus), den Nachfolger von JET.

Zwischen 1978 und 1980 wurden die Arbeiten an den Pinch-Experimenten eingestellt und das Zündexperiment "ZEPHYR" geplant, das es erlaubt hätte, die Alpha-Teilchen-Heizung in einem brennenden Plasma zu untersuchen. Wie sich jedoch im Laufe der Planung herausstellte, war die notwendige Größe der Apparatur nicht mit dem verfügbaren Etat verträglich.

Gegenwärtige Arbeiten

In der jetzigen Phase der Institutsentwicklung - seit 1981 mit Prof. Klaus Pinkau als Wissenschaftlichem Direktor - ist die Fusionsforschung bereits so weit fortgeschritten, daß die Bedeutung jeder konkreten Aufgabe an ihrem jeweiligen Bezug zur Fusionsreaktorentwicklung gemessen werden muß: Ab 1981 konzentrierte sich die Arbeit im IPP - neben den Untersuchungen an ASDEX und WENDELSTEIN VII-A - auf die Planung der Nachfolgeexperimente ASDEX Upgrade und WENDELSTEIN VII-AS.

Mit WENDELSTEIN VII-AS, der Ende 1986 in Betrieb gehen soll, sollen die grundlegenden physikalischen Prinzipien der inzwischen entwickelten fortgeschrittenen Stellaratorkonfiguration untersucht werden. Die Demonstration der Reak-

tortauglichkeit eines Stellarators ist dann dem Nachfolger WENDELSTEIN VII-X vorbehalten.

Planungen für ASDEX Upgrade wurden notwendig, weil der in ASDEX erfolgreich benutzte Divertor auch zur Verunreinigungskontrolle in einem zukünftigen Reaktor geeignet ist. Auch für NET wird daher bereits ein Divertor eingeplant. ASDEX Upgrade wird deshalb einen Divertor unter reaktorähnlichen Bedingungen testen und soll 1988 in Betrieb gehen.

Prof. Pinkau 1985: "Vor 25 Jahren wurde unser Institut mit dem Auftrag gegründet, die Plasmaphysik auf die Entwicklung der kontrollierten Kernfusion zum Zwecke der Energiegewinnung auszurichten. An dieses Ziel hat sich die europäische Fusionsforschung mit großem Fortschritt innerhalb der letzten Jahre herangearbeitet. Viele dieser Fortschritte sind Ergebnisse der Arbeit unseres Instituts. Waren wir zu Beginn der Institutsarbeit noch weit von den Plasmawerten entfernt, die zum Brennen gebraucht werden, weichen unsere heutigen Werte teilweise bereits um weniger als eine Größenordnung von den Soll-Daten ab. Es sollte uns gelingen, auch diese letzte Hürde zu nehmen".

Anmerkung der Redaktion:

Dieser Text steht Ihnen zur beliebigen Auswertung zur Verfügung. Reproduktionsfähige Abzüge der Fotos (auch in Farbe) erhalten Sie unter Tel. Nr. (089) 3299-288.