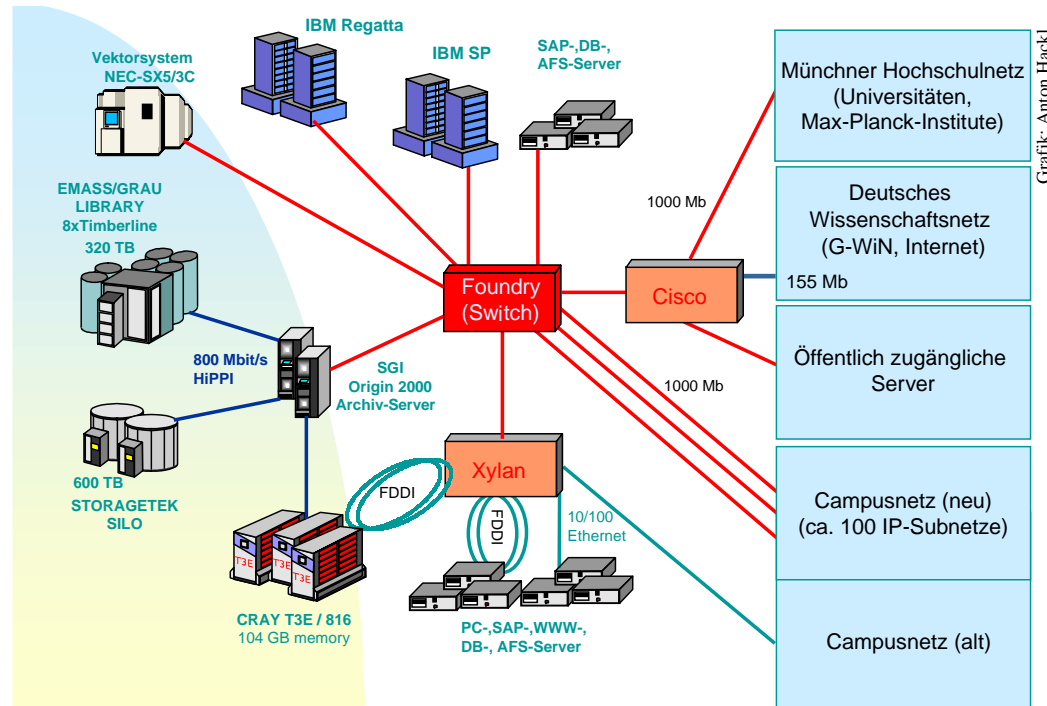


Wissenschaftliche Infrastruktur

Rechner- und Netzkonfiguration des Rechenzentrums Garching



Grafik: Anton Hackl

Das Rechenzentrum Garching

Das Rechenzentrum Garching ist eine gemeinsame Einrichtung der Max-Planck-Gesellschaft und des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik mit Sitz in Garching. Während die theoretischen Gruppen der Max-Planck-Gesellschaft vor allem an den hier installierten Hochleistungsrechnern interessiert sind, werden die größeren Experimente der Garchinger Max-Planck-Institute mit ihrem hohen Datenaufkommen vor allem durch die Bereitstellung von Archivspeichern versorgt. Diese Anforderungen spiegeln sich in der Konfiguration des Rechenzentrums wider, das seit Jahrzehnten automatische Bandroboter und Supercomputer betreibt. Für die effiziente Nutzung der Supercomputer wird komplexe Anwendungsunterstützung angeboten.

Neben dem 1996 installierten Hochleistungsparallelrechner Cray T3E mit 816 Prozessoren nach dem Endausbau 1998 wird ein schneller Vektorrechner NEC SX-5 mit drei Prozessoren betrieben. In Nachfolge des

Cray T3E-Systems begann Ende 2001 die Installation eines IBM-Rechensystems, das bis Ende 2002 auf das neue Hochleistungssystem mit einer Peakleistung von 3,8 Teraflops pro Sekunde und 1,8 TeraByte Hauptspeicher aufgerüstet werden wird.

Das Archivsystem besteht aus Robotersystemen der Firmen STK und Grau/Adig. Die Gesamtkapazität der Systeme liegt bei rund einem PetaByte. Neben der Datenarchivierung für die Großexperimente WENDELSTEIN 7-AS und ASDEX Upgrade im IPP werden Satellitendaten des Max-Planck-Instituts für Extraterrestrische Physik gespeichert, Supercomputer-Simulationsdaten sowie Daten von weiteren bundesweit verteilten Max-Planck-Instituten.

Bei der Vernetzung der Computersysteme des Rechenzentrums dominiert die Netzwerktechnik Gigabit-Ethernet. Damit ist der Datenaustausch mit einer theoretischen Geschwindigkeit von etwa 125 Millionen Zeichen - zum Beispiel Buchstaben - pro Sekunde möglich. Mit dieser Technik werden im zentralen Bereich alle Hochleistungsrechner, also AFS-, ADSM-, NT- und Internet-Server, verbunden, um mit maximaler Ge-

schwindigkeit von allen Benutzern erreichbar zu sein. Als aktive Koppellemente kommen sogenannte „Switches“ zum Einsatz, die die Daten blockierungsfrei vermitteln. Damit sich die verschiedenen Betriebssysteme - Unix, WindowsNT, u.s.w. - untereinander verstehen und die Daten richtig interpretieren können, werden Kommunikationsprotokolle als eine Art „Computer-Esperanto“ eingesetzt. Im Rechenzentrum und im IPP handelt es sich dabei fast ausschließlich um die Protokollfamilie TCP/IP, die auch im Internet verwendet wird.

Für die Forschungsabteilungen des IPP mit ihrer Vielzahl von Personal Computern, Workstations und Netzwerkgeräten ist eine Netzstruktur mit Einteilung in kleinere selbstständige Einheiten eingerichtet, sogenannte Subnetze, die auf die unterschiedlichen Anforderungen abgestimmt sind. Basis ist ein Kabelnetz, das jedes Endgerät direkt mit der passenden Netzwerktechnik über ein Glasfaser- oder Kupferkabel an einen Switch anschließt. Diese Bereichs-Switches sind mittels Glasfaser und Gigabit-Ethernet mit dem

zentralen Switch im Rechenzentrum verbunden und bilden so ein Hochgeschwindigkeitsrückgrat. Die externe Anbindung des Instituts zur Kommunikation mit anderen Max-Planck-Instituten und internationalen Partnern geschieht über das Internet mit dem Deutschen Wissenschaftsnetz DFN als Provider. Die Anschlussgeschwindigkeit über einen Cisco-Router liegt bei 155 Megabits pro Sekunde.

Die Datenverarbeitungsgruppe des Rechenzentrums Garching unterstützt die Großexperimente des IPP bei der Datenerfassung, -archivierung und -verarbeitung. Zur Zeit entwickelt sie das Datenerfassungssystem für den Stellarator WENDELSTEIN 7-X, der im Teilinstitut Greifswald aufgebaut wird. Das System muss die gesamte Menge der am Experiment von den Plasmadiagnostiken gewonnenen Daten aufnehmen und archivieren. Angesichts der in WENDELSTEIN 7-X geplanten Plasmaentladungen von rund 30 Minuten Dauer ist die erzeugte Datenmenge sehr groß, so dass neuartige Verfahren für die Datenerfassung entwickelt werden müssen.

Zentrale Technische Einrichtungen

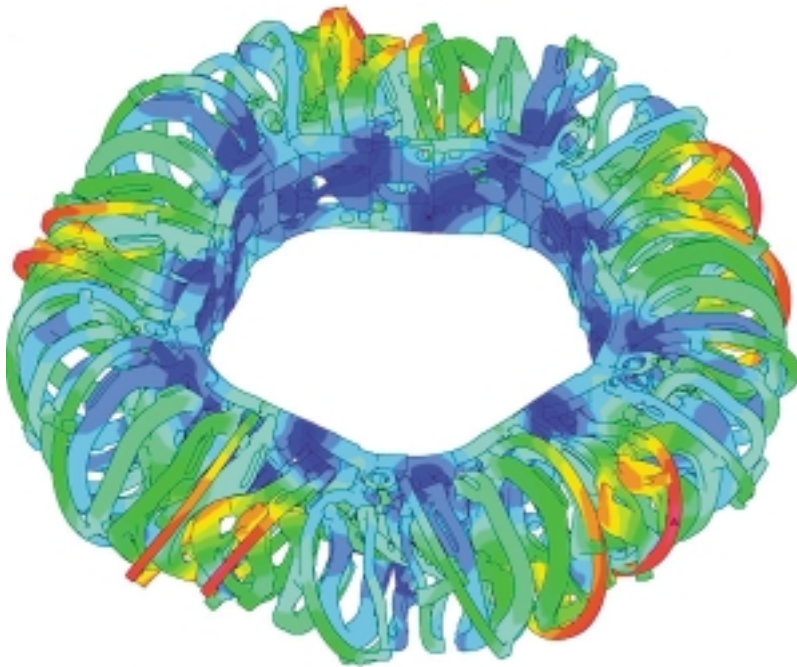
Zur Unterstützung der wissenschaftlichen Bereiche beim Entwurf, Aufbau und Betrieb der Experimente und ihrer zahlreichen Diagnostiken sind in den Zentralen Technischen Einrichtungen (ZTE) an den beiden Standorten Garching und Greifswald etwa 190 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zusammengefasst. Sie erbringen technische Dienstleistungen von der Entwicklung über die betriebliche Versorgung bis zur handwerklichen Ausführung. Hinzu kommen rund 30 Auszubildende in den gewerblichen Fachrichtungen Feinmechanik und Energieelektronik. Die Fachkräfte der ZTE konzentrieren sich auf Aufgaben, die von der Industrie nicht in der für die Forschung benötigten Weise erbracht werden können, sei es, weil die Wege zu lang, die Verständigung zu aufwändig oder die Termine zu kurzfristig sind. Dabei wird versucht, die Arbeit zwischen den Gruppen am Experiment, den ZTE und der Industrie optimal aufzuteilen. Alle von den Projekten und wissenschaftlichen Bereichen bei den ZTE in Auftrag gegebenen Leistungen werden abgerechnet.

In den „**Technischen Diensten Greifswald**“ sind zur Zeit etwa 50 Mitarbeiterinnen



und Mitarbeiter beschäftigt. Die Abteilung ist aus der Gruppe Standortentwicklung hervorgegangen, die im Jahr 2000 mit der Übergabe der Institutsgebäude an das IPP in die ZTE eingegliedert wurde. Die Technischen Dienste mit den Abteilungen Maschinenbau, Elektrotechnik, Elektronik und Haustechnik sind personell noch im Aufbau begriffen. Dabei sind die Betreuung der Liegenschaft und die Stromversorgung bereits vollständig

Hochspannungsschaltfeld der Gleichstromanlage für die Zusatzheizung in Greifswald, konstruiert im IPP.



Verformungsrechnung für die Magnetspulen von WENDELSTEIN 7-X, berechnet in den Konstruktionsbüros der ZTE.

arbeitsfähig; die umfangreiche Versorgung mit Hochspannungsgleichstrom wird gerade aufgebaut. Auch die Ausbildung mit jährlich drei Feinmechanikern hat begonnen. Die Werkstätten sind inzwischen technisch komplett ausgerüstet; Laboratorien für Vakuumtechnik, Kunststofftechnik und Reinigung sind im Aufbau. Für die Experimente WEGA und VINETA, die vor allem der Physiker- ausbildung und der plasmaphysikalischen Grundlagenforschung dienen, wurden vielfältige Arbeiten von der Montage über die Stromversorgung und Kühlung bis zur Diagnostikausrüstung ausgeführt. Ebenso wurden erste Arbeiten für WENDELSTEIN 7-X ausgeführt oder bei der Industrie betreut. Die Vorbereitungen für die Montage der Module von WENDELSTEIN 7-X haben begonnen.

Die **Zentralen Technischen Einrichtungen in Garching** bestehen aus sechs Abteilungen: Zwei sorgen für den Betrieb der Liegenschaft und die Stromversorgung der Experimente, drei Abteilungen befassen sich mit Entwicklungsaufgaben; in der größten Abteilung werden elektrische und mechanische Geräte und Bauteile gefertigt.

In der Abteilung „Konstruktion und Berechnung“ arbeiten zur Zeit zehn Konstrukteure, drei Berechnungsingenieure und drei Ingenieure für die Betreuung der CAD-Hard- und Software. Das Programm CADDSS5 dient dem interaktiven dreidimensionalen CAD-Entwurf und ist eine Voraussetzung zum Beispiel für die Konstruktion von Stellarator- experimenten. Zur Berechnung thermomechanisch hochbelasteter Baugruppen werden die Programme PATRAN, ADINA, ANSYS und MARC benutzt. Die Abteilung arbeitet derzeit überwiegend für den Stellarator



WENDELSTEIN 7-X, außerdem für ASDEX Upgrade, die Ionen- und Elektronen-Zyklotronheizung sowie ITER. Wegen der zur Zeit großen Nachfrage nach Konstruktionsleistungen sind externe Ingenieurbüros in die Arbeiten eingebunden. Schwerpunkte der Berechnungen sind Belastungen der Stützstruktur und des Plasmagefäßes von WENDELSTEIN 7-X. Für ITER werden Gefäßabstützung und thermische Belastung von Divertor und erster Wand im Detail untersucht.

Die Abteilung „Elektronikentwicklung“ mit den Gruppen Mess-, Steuer- und Regeltechnik sowie Leistungselektronik und Hochspannungstechnik erarbeitet Lösungen für die Großexperimente WENDELSTEIN 7-AS, WENDELSTEIN 7-X und ASDEX Upgrade. Durch die langjährige Erfahrung und die laufenden Kontakte zu den Mitarbeitern an den Experimenten können die Aufgaben mit interdisziplinärem Sachverstand bearbeitet werden. Zu den Aufgaben der Gruppe Mess-, Steuer- und Regeltechnik gehört die analoge und digitale Signalverarbeitung und Regeltechnik, Messverstärker, komplexe programmierbare Logik sowie die meist hardwarenahe Softwareentwicklung in Assembler, C, LabView und Pascal. Die Gruppe Leistungselektronik betreut und entwickelt Hochspannungsmodulatoren als Schalt-, Schutz- und Regeleinrichtungen für die Plasmazusatzheizungen. Dazu sind Kenntnisse auf den Gebieten der Leistungselektronik, Elektronenröhren, der optoelektronischen Signalwandlung, der Steuerungstechnik sowie der analogen und digitalen Regelungstechnik vorhan-



Die Lehrwerkstatt im IPP-Teilinstitut Greifswald.

den. Die Abteilung betreut und berät die Experimentgruppen zudem im Bereich Hochspannungstechnik und Hochspannungsmesstechnik und entwickelt bzw. testet schnelle Schutzeinrichtungen und Leistungsverstärker. Bei den hohen Schaltleistungen im Megawattbereich mit steilen Anstiegsflanken ist es dabei eine besondere Herausforderung für die Entwickler, die gewünschte Funktion zu erfüllen und die elektromagnetische Verträglichkeit zu garantieren.

Die Abteilung „Materialtechnologie“ bietet Dienste auf den Gebieten funktionelle Oberflächen, Chemie und Oberflächenanalytik sowie Vakuumtechnik an. Zu ersteren gehören neben der Galvanotechnik mit Reinigung für vakuumtechnische Zwecke auch die physikalische und chemische Beschichtung. Auftraggeber sind die experimentellen Gruppen für Diagnostik, Plasmageäß-Auskleidung und Plasmaheizung mit ihren Hochfrequenz-Anwendungen. Die Substratfertigung mit den unterschiedlichsten Materialien für Laser-Blow-Off-Experimente und die Belegung von Graphitziegeln mit Metallen für die Plasmageäßwand sind wichtige technologische Angebote an die Experimente. Hierzu dient auch ein umfangreiches Instrumentarium an spektroskopischen Analysegeräten. Ein Schwerpunkt der Vakuumtechnik sind ultrahochvakuumgerechte Fügearbeiten zum Beispiel mit Mikroplasmaweißschweißen oder Schutzgaslötlötung sowie die Ausgasung von Materialien. Ferner werden ein Vakuumpumpenservice und Leckprüfungen angeboten. Letzteres ist auch Teil der Qualitätssicherung in der mechanischen Fertigung. Zur Abteilung gehört außerdem die Kunststofftechnik; zudem ist sie an der Sondermüllentsorgung des IPP beteiligt.

Ein Großteil der ZTE-Mitarbeiter arbeitet in der Abteilung „Mechanische und elektrische Fertigung“. Hierzu gehören drei mechanische Werkstätten, eine Schreinerei, eine Elektro- und eine Elektronikwerkstatt, die Arbeitsvorbereitung, die Lager und die gewerbliche Ausbildung mit derzeit sechs Ausbildungsplätzen pro Jahr für Energieelektroniker. Die Werkstätten übernehmen vorzugsweise solche Aufgaben, die engen Kontakt mit den Experimentatoren voraussetzen und die laufenden Arbeiten flexibel und unkompliziert unterstützen. Die Arbeitsvorbereitung koordiniert komplexe mechanische Fertigungsaufträge und bezieht dabei Gewerbe und Industrie mit ein. Die Werkstätten sind mit einer breiten Palette von Maschinen und Geräten vorzugsweise für Einzelteil-

fertigung ausgestattet, unter anderem mit einer numerisch gesteuerten Messmaschine, einer Hochdruck-Wasserstrahlschneidanlage sowie mit EDV-vernetzten Maschinen für die Anfertigung von Platinen und Frästeilen.

Die „Betriebliche Versorgung“ fasst alle ingenieurtechnischen und handwerklichen Leistungen für Planung, Betrieb und Unterhalt der technischen Gebäudeausrüstung zusammen: allgemeine Stromversorgung auf Mittel- und Niederspannungsebene, Kühlwasser, Heizung und Lüftung, Trinkwasser, Aufzüge, Krane und Gebäudeautomation sowie die Dokumentation aller Sparten mit einem geographischen Dokumentations-

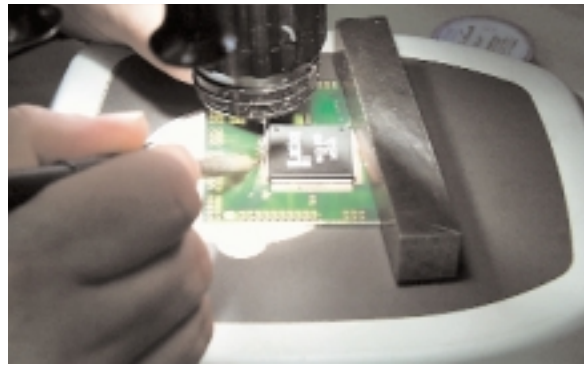


Montage der Hochspannungsdurchführung für die Gleichstromversorgung im IPP-Teilinstitut Greifswald.

system. Die Abteilung besteht aus vier Ingenieuren und zwei Werkstätten für Heizungs-, Lüftungs- und Sanitärtechnik bzw. Elektrotechnik. Zu ihren Aufgaben gehört auch die Energiewirtschaft für Wärme und Strom mit Abrechnung der Verbraucher. In die Wartung teilen sich die Werkstätten und Fachfirmen.

Die Abteilung „Experimentelle Stromversorgung“ ist speziell für die Stromversorgung der Experimente zuständig und besteht aus drei Gruppen. Die Generator-Gruppe kümmert sich um drei Schwungradgeneratoren mit einer Gesamtleistung von 531 Megawatt und einer verfügbaren Energie von 2,6 Gigajoule. Die pulsformige Energie wird an die Gleichrichter-Gruppe mit Stromrichter-

**Elektronikwerkstatt:
Unter dem Mikroskop
wird ein SMD-Bauteil
(Surface mounted
device) auf eine
Platine gelötet.**



anlagen von insgesamt 485 Megawatt zur Versorgung der Magnetspulen der Experimente und an die Gruppe Hochspannungsgleichstromanlagen zur Versorgung der verschiedenen Plasma-Heizsysteme weitergeleitet. Eine Blindstromkompensation bis zu 120 Megawatt für einen der Generatoren erhöht die verfügbare Wirkleistung. Studien zur Parallelschaltung von zwei Generatoren sollen prüfen, unter welchen Umständen der experimentelle Leistungs- und Energiebedarf optimiert werden kann. Alle Erweiterungen dienen der mittelfristigen Sicherung des wissenschaftlichen Programms von ASDEX Upgrade.

Bibliothek

Bücher, die aus dem Bestand von Max von Laue übernommen wurden, bildeten den Grundstock der IPP-Bibliothek. In Garching umfasst die Bibliothek heute rund 100.000 Monographien und Berichte sowie knapp 400 Zeitschriftenabonnements. Davon sind etwa 40.000 Bände in der Zentralbibliothek als Präsenzbestand aufgestellt, abgeschlossene ältere Zeitschriftenjahrgänge werden in einem Magazin aufbewahrt. Entlehbare Doppel-

exemplare sowie bereichsspezifische Literatur stehen in fünf Bereichsbibliotheken zur Verfügung. Im IPP-Teilinstitut Greifswald befindet sich die Bibliothek noch im Aufbau mit zur Zeit rund 5000 Monographien und 50 laufenden Zeitschriften.

Der Bestand ist durch das Bibliothekssystem LIBERO erschlossen, der Katalog über World Wide Web abrufbar. Auf der Webseite der Bibliothek im Internet unter der

Adresse www.ipp.mpg.de/de/kontakt/bibliothek.html sind die jeweils aktuellen Datenbanken, Online-Zeitschriften und sonstige Informationsquellen aufgelistet.

Neben dem Kauf neuer Literatur zu Physik, Mathematik und Informatik ist die Beschaffung weiterer Informationen weltweit Schwerpunkt der Bibliotheksarbeit. In den verschiedenen Online-Katalogen wird nach benötigten Unterlagen gesucht, um sie den Wissenschaftlern im IPP möglichst schnell zur Verfügung zu stellen. Die enge Zusammenarbeit mit anderen Max-Planck-Instituten sowie den Bibliotheksvertretern der Helmholtz-Gemeinschaft führt zu einem ständigen Erfahrungsaustausch über die neuesten Entwicklungen im Bibliothekswesen, wie zum Beispiel den Stand der Verhandlungen mit Verlagen zum Online-Volltext-Zugriff von Zeitschriften oder eines gemeinsamen Zeitschriftenverzeichnisses der Max-Planck-Gesellschaft.

Die Bibliothek übernimmt zudem die formale Abwicklung der Veröffentlichungen des Instituts. So werden Manuskripte an die gewünschten Zeitschriften weitergeleitet, benötigte Sonderdrucke bestellt und an Forschungseinrichtungen in aller Welt verschickt. In einer Reprint-Datenbank werden die Veröffentlichungen erfasst und bei der Zusammenstellung der Literaturlisten für den IPP-Jahresbericht und das Jahrbuch der Max-Planck-Gesellschaft genutzt.



Die IPP-Bibliothek in Garching