

Physikalische Wissenschaften

Karl Lintner

Zwei Tatsachen sollen vorangestellt werden, die in den Naturwissenschaften in den letzten Jahrzehnten immer mehr an Geltung gewinnen.

Die Erkenntnisse der sogenannten „Grundlagenforschung“ führen über kurz oder lang immer zu Anwendungen, aber auch umgekehrt bedingt jede Frage der „angewandten Forschung“ neue Forschung auf dem Gebiet der Grundlagenforschung. Das bedeutet aber, daß Grundlagenforschung und angewandte Forschung keine Gegensätze sind, sondern praktisch nahtlos ineinander übergehen und daher meist gleichzeitig betrieben werden.

Ein historisches Beispiel ist die Entdeckung der elektromagnetischen Induktion als Wirkung des elektrischen Stroms, die aber bald zum Bau von Elektromotoren geführt hat. Oder das typische Beispiel der Radioaktivität. Zunächst war nur die Erforschung der Natur der neu entdeckten Strahlung wichtig, bald aber fand sie ihre Anwendung in der Medizin (z. B. Bekämpfung des Krebs oder als diagnostische Verwendung) oder in der Technik durch Verwendung von radioaktiven Indikatoren.

Angefügt soll noch werden, daß die neuen physikalischen Verfahren und Methoden sowie die modernen Theorien wie Quanten- und Atomtheorie in immer stärkerem Maß in allen naturwissenschaftlichen Gebieten Anwendung finden.

Die zweite Tatsache ist dadurch gegeben, daß die moderne Forschung immer komplizierter geworden ist, sodaß nur in großen, meist international zusammengesetzten Gruppen geforscht werden und daß Forschung in vielen Fällen nur an Großgeräten, ja in großen, kostspieligen Forschungslaboratorien durchgeführt werden kann. Dies bedeutet aber auch ein gemeinsames Planen und ein wohlüberlegtes Ineinandergreifen der Aktivitäten der einzelnen Partner. Typische Beispiele dafür sind die subatomare Forschung und die Weltraumforschung, worauf dort dann noch näher eingegangen werden wird. Experimentelle Forschung in diesen großen Instituten der ÖAW ist nur durch Einbindung in die internationale Forschung möglich. Dies bedeutet aber andererseits eine Bindung in finanzieller und fachlicher Hinsicht durch Verträge oder Abmachungen für längere Zeit.

Bei den anderen Instituten ist nationale Forschung zwar möglich, durch Einbindung in internationale Projekte wird aber die Forschungskapazität sehr stark erhöht.

Auch bei den Kommissionen, die über wesentlich geringere finanzielle Mittel verfügen, erhöht internationale Zusammenarbeit die Arbeitsmöglichkeiten.

In den Gebieten der Physik, die im Bereich der ÖAW in den letzten Jahren und gemäß mittelfristigem Programm 1996-2000 untersucht werden, handelt es sich um Fragen über das Wesen und die Eigenschaften der Materie. Dabei spannt sich der Bogen von der Struktur der Makromoleküle mit ihren Beziehungen zu Lebensvorgängen über die Erforschung der Eigenschaften technischer Stoffe, der Metalle, mit ihren Wechselwirkungen zu den praktischen Anwendungen bis zu den Bereichen der subatomaren Physik, in der die Bausteine der Materie untersucht und damit die Grundgesetze der Phänomene des Mikrokosmos erforscht werden sollen.

Institut für Biophysik und Röntgenstrukturforschung

Das Institut behandelt ein verhältnismäßig junges Wissenschaftsgebiet, ein Grenzgebiet zwischen Physik und Biologie, und zwar die Erforschung lebender Systeme mit modernsten physikalischen Methoden, Erklärung der Ergebnisse mit den Gesetzen der Physik bis zur Quanten- und Atomphysik.

Die Forschungsarbeiten für 1996 bis 2000 kurz zusammengefasst.

Ein Fernziel ist es, Beiträge zur Behandlung von Hypercholesterinämie und Atherosklerose durch Fortführung der Untersuchungen an Lipoproteine, die als Risikofaktoren bei der Atherosklerose erkannt wurden, zu liefern. Die atomare Strukturaufklärung der Lipoproteine wurde neue Horizonte beim „rational drug design“ eröffnen, also bei der Suche nach „maßgeschneiderten“ Behandlungsmethoden dieser beiden Krankheiten.

Ein weiteres Ziel ist die Erkennung der Wirkungsweise von Peptid-Toxinen und der natürlichen Abwehr und Schutzmechanismen, welches durch Intensivierung der Arbeiten an Zellmembranen erreicht wird. Letzteres soll auch zu Ansatzpunkten der Erforschung von Schaltmechanismen führen, die in der Bioelektronik und Sensorik technologische Bedeutung haben können, wie z. B. bei Ionenpumpen und Glukosesensoren.

Ein prioritäres Ziel ist die Fortführung und Fertigstellung des Baues und die Weiterentwicklung der Röntgenkleinwinkelstreustation der Synchrotroneinrichtung ELETTRA in Triest. Diese Anlage wird damit eine Klein- und Weitwinkelkamera (SAXS) (Österreichische Entwicklung) für kürzeste Belichtungszeiten, die Einzelmessungen im Mikrosekundenbereich erlauben, bieten können. Der erste Teil wurde 1995 beendet.

nen neue Forschungsmöglichkeiten.

Parallel zur Entwicklung dieser Hochleistungsmeßtechnik sollen Arbeiten zu einer Vereinfachung der Röntgenkleinwinkelstreumethodik unternommen werden, um sie zum industriellen Einsatz zu bringen. Strukturinformationen als Parameter werden für die Qualitätskontrolle großindustrieller Produkte z. B. in der pharmazeutischen, der kosmetischen und der Kunststoffindustrie verstärkte Bedeutung gewinnen.

Die Bedeutung der Forschung, die in den Bereich der Medizin ausstrahlt, ist zweifellos sowohl vom gesellschaftspolitischen als auch wissenschaftlichen Standpunkt aus sehr hoch, ist doch jede Anstrengung, die unserer Gesundheit dienlich sein kann, zu unterstützen. Der Bau der Röntgenkleinwinkelstation bei ELETTRA ist für Österreich eine große Anerkennung der auf diesem Gebiet geleisteten Arbeiten und wird vielen Wissenschaftlern ein neues wissenschaftliches Arbeitsgebiet auf den Gebieten von Physik bis zur Medizin, wobei die Einrichtung auch im Sinne einer Servicestation dienen kann, eröffnen. Gelingt es, ein einfaches, leicht zu bedienendes Gerät zu erzeugen, dann kann dies zusätzlich für die Wirtschaft von weitreichender Bedeutung sein.

Träger der biophysikalischen Forschung in der ÖAW ist das Institut für Biophysik und Röntgenstrukturforschung in Graz. Der Name des Instituts wurde 1991 durch Hinzufügen der Bezeichnung „Biophysik“ erweitert, da dadurch die Hauptforschungsrichtung des Instituts besser charakterisiert wird. Der alte Titel „Röntgenstrukturforschung“ ist bewußt beibehalten worden, da dies die Hauptmeßtechnik darstellt und gerade diese Meßtechnik internationale Anerkennung findet, was z. B. auch durch den Auftrag zur Planung und zum Bau der Röntgenkleinwinkelstation bei ELETTRA zum Ausdruck kommt.

Zum besseren Verständnis der Forschungsziele und der Bedeutung der Forschung soll ein kurzer Überblick über die erzielten Ergebnisse im Institut gegeben werden, die ja die Grundlage für die Inangriffnahme des beschriebenen mittelfristigen Forschungsprogramms darstellen. Es soll ferner gezeigt werden, daß und wie die Arbeiten des Instituts mit anderen Forschungseinrichtungen der ÖAW in Verbindung stehen.

Der Übergang von Röntgenhochleistungsrohren zur Verwendung von Synchrotronstrahlung (DESY, Hamburg) erlaubt, dynamische Funktionsabläufe auf molekularer Ebene direkt zu verfolgen und zu erforschen. Neben der Kleinwinkelstreuung wurden andere Verfahren eingesetzt, wie etwa die Elektronenspinresonanz-, Fluoreszenz- und Zirkulardichroismus-Spektroskopie und die Kalorimetrie.

Seit seiner Gründung befaßt sich das Institut erfolgreich mit Untersuchungen von Lipoproteinen (als Risikofaktoren für die Atherosklerose bekannt) und konnte wertvolle Erkenntnisse über Struktur und Dynamik der Plasma-Proteine erhalten.

Die Klärung der Oxidation von Lipoproteinen und die 1995 geglückte Kristallisation derselben eröff-

Materialforschung in Österreich Situation und Perspektiven" gesetzt.

Daß metallphysikalische Arbeiten oder Materialforschung im allgemeinen wissenschaftlich große Bedeutung besitzen, beweist wohl die große Zahl von entsprechenden Forschungsstellen in unterschiedlichen Trägereinrichtungen. Daß aber auch diese Forschung große Impulse für die Anwendung gegeben hat, zeigen die immer leistungsfähigeren Werkstoffe der modernen Technik, was sowohl die verschiedenen Stoffklassen als auch die Eigenschaften betrifft, eine Entwicklung, die ohne die Erkenntnisse der Forschung nicht möglich gewesen wäre.

Es seien an dieser Stelle noch einige Bemerkungen zu den bisherigen Arbeiten und Ergebnissen des Instituts sowie zu dessen historischer Entwicklung angeschlossen. Bei der Gründung des Instituts durch die ÖAW (1971), die in Absprache mit dem Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung und der montanistischen Hochschule in Leoben erfolgte, gab es in Österreich nur wenige Forschungsstellen, die sich mit Metallphysik befassten. Die Forschungsaufgaben des neu zu gründenden Instituts der ÖAW, das nach Vereinbarung in Personalunion mit einem ebenfalls neuen Institut der montanistischen Hochschule geführt werden sollte, wurden daher vor allem der Thematik der Hochschule einerseits und den Bedürfnissen der benachbarten Metallindustrie andererseits angepasst. Schwerpunkt der Forschung sollte die Untersuchung mechanischer Eigenschaften metallischer Werkstoffe sein. Dieses Hauptthema wurde auch seither beibehalten. Mit physikalischen Methoden werden makroskopische Eigenschaften untersucht und man versucht, sie aus Kristallaufbau, Gefüge und Gitterfehlern (Versetzungen und Punktdefekte) zu deuten. Die wichtigsten Themen sind dabei die Gefügestruktur metallischer Werkstoffe, Festigkeitsprobleme und Vorgänge bei der plastischen Verformung, Rißausbreitung und Bruch, Dämpfung mechanischer Schwingungen, Grenzflächenverhalten sowie Segregation und Adsorption an Oberflächen.

Seit der Gründung des Instituts wird aber an zahlreichen Universitätsinstituten festkörperphysikalische Forschung (an Metallen und Halbleitern) betrieben. Es ist daher selbstverständlich, daß jetzt bei Festschreibung eines neuen Forschungsprogramms auf identitätsfordernde Abgrenzung einerseits oder andererseits auf eine enge Zusammenarbeit mit anderen Instituten Bedacht zu nehmen sein wird. Auch das Kooperationsverhältnis zur Montanuniversität, das sich bisher gut bewährt hat, muß ebenfalls neu überdacht werden, ebenso die Abstimmung des Institutsforschungsprogramms besonders gegenüber verwandten Einrichtungen der Montanuniversität.

Subatomare Physik

Das Teilgebiet der subatomaren Physik behandelt, wie schon eingangs erwähnt, die Erforschung der Grundbausteine der Materie mit dem Ziel, die Gesetzmäßig-

keiten der Phänomene des Mikrokosmos zu erkennen und damit zu einem grundlegenden neuen Verständnis der Natur zu kommen. Als erstes subatomares Teilchen kann wohl das Elektron angesehen werden. Wenn auch bei der Kernphysik, dem ersten Forschungszweig der subatomaren Physik, die Grundlagenforschung schon bald zu Anwendungen geführt hat, handelt es sich bei diesem Teilgebiet, das jetzt zu besprechen ist und das oft als „Elementarteilchenphysik“ bezeichnet wird, vorläufig noch um „reine Grundlagenforschung“.

Experimente auf diesem Gebiet sind grundsätzlich nur an Großbeschleunigern möglich, bei denen den Elementarteilchen die nötige hohe Energie erteilt wird. Für die Hochenergiephysik ist dies die Anlage des CERN, für die Mittelenergiephysik in erster Linie der Beschleuniger des PAUL SCHERRER Instituts (PSI), ebenfalls in der Schweiz, das durch Vereinigung des Reaktorinstituts in Würenlingen mit SIN (Schweizer Institut für Nuklearforschung) entstanden ist. In beiden Fällen wird auch nicht mehr in kleinen nationalen Gruppen geforscht, sondern meist führen international zusammengesetzte Teams die Forschungsprojekte aus. Um einen Anhalt über die Größe dieser neuen Entwicklung zu geben, seien einige Zahlen genannt. Die Ausdehnung von CERN charakterisiert am besten der Umfang des Ringbeschleunigers von 27 km. Die Betriebskosten betragen fast 1 Milliarde Schweizer Franken (50% davon Personalkosten und 30% Investitionen): Die Zahl der Mitarbeiter beträgt etwa 3 000. Bei PSI sind jetzt über 1 000 Personen bei einem Jahresbudget von 160 Millionen Schweizer Franken (plus 2,5 Millionen Schweizer Franken Fremdmittel) beschäftigt.

Diese Bemerkungen über den enormen Aufwand zeigen sehr deutlich, welches großes wissenschaftliches Interesse diesem Forschungsgebiet entgegengebracht wird. Will man sich an dieser Forschungsrichtung beteiligen, dann muß aber auch in Zukunft die Forschung unter den oben geschilderten Bedingungen angenommen werden, wie es praktisch alle Länder machen. Durch diese Arbeitsweise treten aber neue Gegebenheiten auf, die man akzeptieren muß. Um nur einige zu nennen: Arbeiten der Wissenschaftler im Ausland, meist nicht mehr eigene individuelle Planung möglich, sondern Eingliederung in die allgemeine Projektplanung, Eingehen von diversen Verpflichtungen usw.

Neben den Experimenten, die an den großen Geräten ausgeführt werden müssen, werden aber auch im Heimatinstitut neben der Auswertung der Experimente und theoretischen Arbeiten auch Vorbereitungsarbeiten für die Experimente durchzuführen sein, so z. B. Entwicklung von Software und Hardware, Bau von Detektoren und anderen elektronischen Geräten.

Institut für Hochenergiephysik

Träger der Hochenergiephysikforschung bei der ÖAW ist das Institut für Hochenergiephysik. Durch die Notwendigkeit des Experimentierens beim CERN, aber

auch durch die Komplexibilität der Versuche ist eine sorgfältige Planung der Experimente für lange Zeit notwendig. Bei einem solchen Großexperiment der Hochenergiephysik sind oft mehrere hundert Mitarbeiter beschäftigt. Ein Experiment kann vom Beginn der Planung bis zum Abschluß der Analyse zehn bis 15 Jahre dauern. Das bedeutet, daß die einzelnen Institute, die an einem solchen Experiment teilnehmen, selbst eine lang vorausschauende, sorgfältige Planung machen müssen, damit aber auch gewisse Verpflichtungen den anderen Teilnehmern gegenüber auf sich nehmen.

Das Institut wird sich in den nächsten Jahren an drei Experimenten bzw. Projekten beteiligen, an denen es schon zur Zeit mitarbeitet. So hat sich das Institut an DELPHI (Detektor für Lepton-Photon-Hadron Identifikation) beteiligt und wird sich auch an der zweiten Phase dieses Experiments (DELPHI II) beteiligen, die nach Erhöhung der Kollisionsenergie bei LEP (Electron Positron Collider) auf 192 GeV stattfinden wird: Bei der zweiten Phase (ab 1995) soll unter anderem eine technische Verbesserung der Detektoren vorgenommen werden, die vor allem den „Vorwärtsbereich“ betrifft, ein Bereich, in dem auch der Schwerpunkt der bisherigen Institutsmitarbeit lag. Das Institut wird sich am Bau des neuen Si-Vorwärtsdetektors beteiligen, ist für die Entwicklung und Herstellung der dazugehörigen Auslese- und Triggerelektronik verantwortlich und wird die Tests der Detektoren vornehmen.

Das Institut wird sich weiterhin an dem Experiment NA 48 beteiligen, das die CP-Verletzung (CP = Teilchen-Antiteilchen Symmetrie mit Raumspiegelung) messen soll. Auch hier wird das Institut am Bau eines Tagging- und Triggersystems beteiligt sein, welches interessante Ereignisse innerhalb weniger Mikrosekunden erkennen und dann das Auslesesystem starten kann.

Das dritte Projekt ist besonders langfristig. Es sind Vorbereitungen für das CMS-Experiment (Compact Myon Solenoid) am Large Hadron Collider (LHC) im Gange. Der LHC soll in der ersten Ausbaustufe (auf 10 TeV Energie) im Jahr 2004 in Betrieb gehen. Das Institut wird sich am Bau eines Myon-Triggers beteiligen und nach Fertigstellung des Si-Detektors für DELPHI II am Bau eines Si-Detektors für den inneren Bereich des CMS mitwirken.

Der Schwerpunkt der Arbeiten des Instituts in den letzten Jahren war wohl die Teilnahme am DELPHI-Experiment und dabei die Untersuchung von Teilchen, die das schwere Quark „Bottom“ enthalten. All diese Untersuchungen können zu einem besseren Verständnis der grundlegenden Mechanismen des Standardmodells beitragen. Auch der Kanal $e^- e^+ \rightarrow \tau^+ \tau^-$ speziell in Vorwärtsrichtung wurde untersucht. Beim NA-48-Experiment konzentrierten sich die Arbeiten des Instituts auf das Triggersystem für den Nachweis der entstehenden Photonen und das Taggingssystem für die Identifizierung der kurz- und langlebigen K^0 -Teilchen. Beide Arbeiten beinhalten umfangreiche elektronische Entwicklung und zahlreiche Simulationsstudien.

Neben der Analyse der experimentellen Arbeiten befaßte sich die theoretische Abteilung mit dem Studium über die Möglichkeit der Erzeugung und des Nachweises von hypothetischen „supersymmetrischen Teilchen“. Auch wurden Untersuchungen der Bedeutung der Supersymmetrie für die Endlichkeit einer allgemeinen renormierbaren Quantenfeldtheorie begonnen.

Institut für Mittelenergiephysik

In der Mittelenergiephysik ist die arbeitstechnische Situation nicht so extrem wie bei der Hochenergiephysik. Experimente finden in den meisten Fällen an den Beschleunigungsanlagen von PSI, bei TRIUMF/Canada und in näherer Zukunft auch an der knapp vor der Fertigstellung stehenden F-Mesonenfabrik (DAONE) des INFN in Frascati statt. Die Arbeitsgruppen sind anzahlsmäßig viel kleiner, so gehören z. B. mehr als 30 Mitarbeiter schon zu den Fällen von großer Beteiligung. Fünf bis 15 Institute arbeiten gemeinsam an einem Projekt, das bedeutet aber, daß auch meist ein Institut für die Arbeiten federführend ist. Ein Projekt wird in erster Linie durch ein Institut erstellt, bei dessen Durchführung sich aber dann andere Institutionen beteiligen. In der Regel bedeuten diese kleinen Einheiten erhöhte Flexibilität und Kreativität zur Realisierung der Ideen einzelner Institute.

Die Forschungsaktivitäten konzentrieren sich auf aktuelle experimentelle Untersuchungen auf dem Gebiet der Mittelenergiephysik, wobei ausgewählte Themen der Grundlagenforschung zu subatomarer Wechselwirkung im Vordergrund stehen. Ein wesentlicher Teil der Arbeiten betrifft die vielfältige Physik negativer Myonen, die in Experimenten an PSI erforscht werden. Die Zusammenarbeit mit PSI bietet optimale Bedingungen für diese Forschungsrichtung. Durch einen Ausbau konnte die Strahlenintensität des Protonenbeschleunigers wesentlich erhöht werden, sodaß PSI seine führende Rolle im Bereich niederenergetischer Myonenstrahlen weiter ausbauen konnte.

Träger der Forschung ist das Institut für Mittelenergiephysik, das sich 1987 aus einer Arbeitsgruppe des ehemaligen Instituts für Radiumforschung und Kernphysik der ÖAW bzw. dem SIN-Kuratorium gebildet hat. Durch ein strenges Auswahlverfahren der Projekte bei PSI, Planung der Strahlzeit und deren Zuteilung zu den einzelnen Projekten, ist auch hier eine langfristige Planung des Instituts notwendig. Während ursprünglich die Arbeiten in Zusammenwirken von SIN- und ÖAW-Wissenschaftlern erfolgten, sind bei den laufenden und bei den geplanten Projekten insgesamt bereits 24 verschiedene Institutionen beteiligt, wobei bei vielen Projekten die Wiener Gruppe federführend ist.

Die Ziele der Forschungsarbeiten für die Jahre 1996 bis 2000 sind im großen und ganzen die konsequente Fortführung der laufenden langfristigen Projekte. Die Studien zur schwachen Wechselwirkung (Myoneneinfang an leichten Kernen), ein Gebiet, an

dem großes internationales Interesse besteht, sollen intensiviert werden, nachdem in den vergangenen Jahren die Myonkatalysierte Kernfusion im Vordergrund stand. Kombination von optimierten Myonenstrahlen mit ausgefeilter Target- und Detektortechnik bildet die Grundlage für dieses Experiment. Der Aufbau eines ortsauflösenden, aktiven Wasserstofftargets wird gemeinsam mit Kollegen von PSI und TRIUMF durchgeführt. Das Experiment kann nach Vorstudien etwa 1997 begonnen werden. Datenanalyse und Interpretation im Rahmen theoretischer Modelle sollen gemeinsam mit Wissenschaftlern aus Rußland und Polen durchgeführt werden. Bei der Myonkatalysierten Kernfusion sollen neue Detektoren (CCD, hochauflösende Detektoren der Röntgenmeßtechnik) verwendet werden. Durch ein neu erworbenes Raman-Spektrometer sind erstmals direkte (in situ) Gasanalysen möglich, die bisher nur außerhalb der Meßzelle massenspektroskopisch vorgenommen werden konnten. Erst mittels In-situ-Raman-Spektroskopie kann die angestrebte Präzision erreicht werden. In den vergangenen Jahren lag der Schwerpunkt der Arbeiten im Bereich der elektromagnetischen und starken Wechselwirkung und hier bei Experimenten zur Myonkatalysierten Kernfusion. Systematische Untersuchungen der komplexen Reaktionskinetik von negativen Myonen in Wasserstoffgemischen wurden vorgenommen. Im Bereich der schwachen Wechselwirkung wurde ein Experiment über den nuklearen Myonemfang an He-3 in Angriff genommen. Im Experiment am LEAR (Low Energy Antiproton Ring) bei CERN wird die Dynamik der Erzeugung der Teilcheneigenschaft „Strangeness“ in Kollision von Protonen und Antiprotonen erforscht.

Ein für eine allfällige technische Anwendung der Myonkatalysierten Kernfusion wichtiges Experimentierprojekt zielt auf die Ermittlung der maximalen Fusionsausbeute hin. Mit dem LLNL (Lawrence Livermore National Laboratory) wird ein Hochtemperatur-Hochdruck-Targetsystem entwickelt, welches für die Untersuchung im Temperaturbereich bis 2000°C eingesetzt werden soll. Eine Beteiligung des Instituts an einer Studie über die Anwendung der Myonkatalysierten Fusion zur Materialerprobung für die Plasmafusionsforschung ist vorgesehen (ein Antrag für das 4. Rahmenprogramm der EU liegt vor).

Nicht zuletzt wird als Beispiel für die oben angesprochene Flexibilität derartiger Projektstrukturen und Institutsgrößen die DEAR-Kooperation an DANE angeführt. Mit Hilfe einer neuen Mesonenfabrik zur Erzeugung von \bar{K}^0 -Mesonen und einer neuen, aber bereits erfolgreich erprobten Nachweisteknik wird versucht, den bestehenden Widerspruch in der niederenergetischen Wechselwirkung zwischen Protonen und negativ geladenen Kaonen zu klären, einer Wechselwirkung, welche durch die Beteiligung von s-Quarks interessant ist.

Wenn auch die Durchführung der Experimente nur bei den beiden leistungsfähigen Beschleunigern (PSI und TRIUMF und neuerdings auch DAΦNE) erfolgen.

kann, so sind, wie oben bei der Hochenergiephysik erwähnt, auch hier elektronische, mechanische und EDV-Arbeiten im Institut selbst auszuführen, was eine leistungsfähige diesbezügliche Infrastruktur des Instituts erfordert.

Institut für Weltraumforschung

Die Erforschung des Weltraums ist ein uraltes Anliegen der Menschheit, das aber bis vor nicht allzu langer Zeit auf astronomische Beobachtungen angewiesen war. Der große Aufwand für die Raumfahrt und Raketentechnik, der ursprünglich nicht aus wissenschaftlichem Interesse erfolgte, steht nun der wissenschaftlichen Forschung zur Verfügung und bietet daher die Möglichkeit direkter Messungen im All. Auf Grund der Interdisziplinärheit ist eine Zuordnung zu bestimmten Fachgebieten beziehungsweise Universitätsinstituten nur schwer möglich. Es war daher naheliegend, für das Arbeitsgebiet „Weltraumforschung“ ein eigenes Institut der Akademie der Wissenschaften zu gründen, in dem ein Großteil der in Österreich betriebenen Arbeiten auf diesem Gebiet konzentriert ist.

Experimentelle Arbeiten erfolgen vor allem in Zusammenarbeit mit den Weltraumorganisationen der USA und Rußland bzw. der ESA. Planung ist daher nur mit allen beteiligten Gruppen möglich. Auch hier ist eine Planung für zehn Jahre oder länger notwendig. Zur Durchführung großer Projekte bestehen Konsortien durchschnittlich aus fünf bis zehn Institutionen, und insgesamt beteiligen sich auch bis zu hundert Mitarbeiter. Diese Tatsache bedingt aber auch, daß anfallende Forschungsergebnisse direkt in die Planung zukünftiger Projekte einfließen.

Das Institut für Weltraumforschung besteht aus drei Abteilungen Physik des erdnahen Weltraums, experimentelle Weltraumforschung und Satellitengeodäsie.

Die Hauptforschungsziele der beiden ersten bestehen in experimenteller, theoretischer und angewandter Weltraumforschung in intensiver Zusammenarbeit mit der ESA, Rußland und den USA. Schwerpunkt ist dabei die Wechselwirkung der Sonne bzw. des Sonnenwindes mit Körpern des Sonnensystems einschließlich der Erde (Studium der Magnetosphären, Ionosphären, Atmosphären, Elektrizität) sowie mit Kometen. Darin enthalten sind sowohl Studien der Wechselwirkung zwischen Satelliten und dem umgebenden Plasma (Satellitenpotential), Untersuchungen von Kometen, als auch Studien über das interplanetare Magnetfeld.

Die Hauptzielrichtung der Satellitengeodäsie liegt in der Erfassung globaler und regionaler Krustenbewegungen sowie der Beschreibung der Topographie und Dynamik der Meeresflächen mittels Methoden der Satellitengeodäsie und begleitender terrestrischer Messungen im Rahmen internationaler Kooperationen. Der Lösungsansatz für diese komplexe interdisziplinäre Aufgabe liegt in der Korrelierung von der Erde global überdeckenden Satellitensystemen mit der Erd-

Oberfläche. Die Genauigkeit der daraus abgeleiteten Koordinatendifferenzen liegt für regionale und globale Entfernungen unter 10 mm. Wellenausbreitungsbedingungen in der oberen Atmosphäre und Zeitnehmung beeinflussen diese Meßgenauigkeit wesentlich.

An Forschungsprojekten der nächsten Jahre, die natürlich durch die internationalen Projekte bedingt sind, seien nur einige wenige genannt. Die internationale Entwicklung wird 1996/97 einen der Höhepunkte in der Erforschung solarerterrestrischer Beziehungen (Satellitenprojekte CLUSTER der ESA, INTERBALL von Rußland und EQUATOR-S) erreichen. Die Beteiligung des Institutes konzentriert sich dabei auf den erdnahen Weltraum, insbesondere die Erdmagnetosphäre und das Studium von Grenzschichten und Mikrostrukturen mit Hilfe von dreidimensionalen Verfahren. Ein Beispiel soll nur die Komplexität solcher Projekte zeigen: z. B. sind für CLUSTER vier Satelliten zur vektoriellen Messung verschiedener Plasmaparameter notwendig, es müssen daher vier identische Meßinstrumente und ein Reservegerät hergestellt werden. Mit der Entwicklung einer neuartigen Satellitenpotentialregelung (Active Satellite Potential-Control, ASPOC) auf Basis kontrollierter Metallionenemission können meßwertverfälschende Satellitenaufladungen laufend kompensiert werden und so für alle damit ausgestatteten Satelliten eine deutliche Verbesserung der experimentellen Meßgenauigkeit erzielt werden. Aufgrund seiner großen Erfahrung auf diesem Gebiet ist das Institut an dem Magnetfeldexperiment der vier CLUSTER-Satelliten maßgeblich beteiligt und wird das österreichische Datenzentrum der Mission bilden.

Der zweite Höhepunkt wird in der Erforschung der planetennahen Umgebung (Atmosphäre, Ionosphäre und Magnetosphäre) des Planeten Mars bestehen. Die erste derartige Mission (PHOBOS) zum Mars ist zwar abgeschlossen, Ende 1996 sollen aber unter Beteiligung des ÖAW-Institutes für Weltraumforschung weitere Missionen (MARS-96, MARS GLOBAL SURVEYOR) und 1998 Planet B (japanische Marsmission) gestartet werden.

Interessante Forschungsaktivitäten werden durch die Erfassung globaler und regionaler Erdkrustenbewegungen sowie mit der Beschreibung der Topographie und Dynamik der Meeresflächen mittels Methoden der Satellitengeodäsie gesetzt werden.

Gleichzeitig mit diesen Aktivitäten liegt ein weiterer Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten für den Zeitraum 1996 -2000 bei Vorbereitungen für Projekte, die überhaupt erst in der nächsten Dekade Ergebnisse liefern werden. Die internationale Planung hat als Schwerpunkt nach der Jahrtausendwende die Erforschung von Körpern des Sonnensystems festgelegt. Es soll beispielsweise im Zuge der Mission CASSINI-HUYGENS Ende 1997 eine Raumsonde starten, die 2004 das Saturnsystem erreichen wird und auch die Atmosphäre des Saturnmondes Titan in situ untersuchen soll.

Eines der größten Projekte, an dem das Institut beteiligt sein wird, heißt ROSETTA, in dessen Rahmen

erstmalig die Landung auf dem Kern eines Kometen (WIRTANEN) erfolgen wird. Das Institut ist daran maßgeblich beteiligt, insbesondere mit einem neuartigen Meßgerät, das mit Hilfe des Atomic Force Microscope-(AFM)-Prinzips die genaue Untersuchung des mikroskopisch kleinen Kometenstaubs ermöglichen wird. Weiters liefert das Institut Beiträge zur Temperaturmessung des Kometenkerns, zur Messung des Magnetfeldes u. a. m.

Die bisherigen Leistungen des Instituts für Weltraumforschung lagen sowohl auf dem Gebiet der Entwicklung satellitenflugtauglicher Meßgeräte wie auch in der wissenschaftlichen Interpretation von Meßdaten samt Modellierung von physikalischen Prozessen im Weltraum. Historisch begann das Institut mit der experimentellen Erforschung der Ionosphäre durch Raketen, Satelliten und Ballone und perfektionierte sich im Bau von Magnetometern zunächst für die russischen Raumsonden VENERA (Planet Venus), VEGA (Planet Venus und Komet Halley) und PHOBOS (Planet Mars).

Wissenschaftlich wurde - sowohl experimentell wie auch theoretisch - sehr erfolgreich in den Bereichen „Wechselwirkung des Sonnenwindes mit Planeten und Kometen“, „Vergleich von Planetenionosphären“, „Radioemissionen der äußeren Planeten“ und in der „Satellitengeodäsie“ geforscht.

Kommission für Geophysikalische Forschungen

Von dem Gebiet der Geophysik wird derzeit nur ein kleiner Teil und der hauptsächlich auf Österreich bezogen, von der ÖAW behandelt — die Gletscherforschung.

Durch ein Abkommen der ÖAW mit dem österreichischen Bundesheer soll im Jahre 1996 eine Gesamtbefliegung der österreichischen Gletscher durchgeführt werden. Die photometrische Auswertung der Luftbilder ergibt Orthophotokarten im Maßstab 1:10.000 mit 20 m Isohypsenabstand. Die weitere Bearbeitung erfolgt nach den Richtlinien des Weltgletscherinventars und liefert Parameter wie Gletscherfläche und Flächen-Höhenverteilung. Da bisher die Masse (das Wasseräquivalent) der österreichischen Gletscher nur in Einzelfällen bekannt war, soll dieses Flächeninventar durch Messung der Gletscherdicke erweitert werden.

Die Flächenauswertung soll mit den Ergebnissen 1969, dem Jahr der letzten Messungen, verglichen werden, nun aber verbessert durch Kenntnis des Wasserdurchflusses und der Eisbewegung. Dies soll die Möglichkeit der Erstellung von Gletschermodellen und damit zur Abschätzung der Reaktion des Eises auf Klimaänderungen ergeben.

Diese glaziologische und klimatologische Forschung ist für landes- und wasserwirtschaftliche Planung von großer Bedeutung, ist doch das Aufschmelzen des Gletschereises für den Wasserkreislauf von großer Bedeutung.

Die Geophysikalische Forschung in der ÖAW wird durch die Kommission für Geophysikalische For-

schung durchgeführt. Hauptarbeitsgebiet der Kommission in den letzten Jahren war die Gletscherforschung und die Tiefenreflexionsseismik, ein Arbeitsgebiet, das auch die Grundlage für das mittelfristige Forschungsprogramm der ÖAW ist.

Für die Gletscherdickenmessung wurde am Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck in Zusammenarbeit mit der Universität Munster und der ETH Zürich ein Echolot-Gerät nach dem elektromagnetischen Reflexionsverfahren entwickelt, das sich im Probebetrieb bei Dicken von 80 m bis 120 m gut bewährt. Dieses Gerät wird auf Motorschlitten über Gletscher gezogen und liefert Informationen über den Untergrund und damit über die Eisdicke.

Ein anderes Projekt betrifft die tiefenreflexionsseismische Untersuchung am Alpenostrand. Aus einem Profil südlich des Rechnitzer Pennins leitet sich eine Reflexionscharakteristik im Kristallin ab, die auf eine seismisch transparente und weitgehend reflexionslose Oberkruste und eine gut reflektierende Unterkruste schließen lässt. Die Grenze zwischen diesen beiden Einheiten liegt bei ca. 15 km Tiefe, die Krusten-/Mantelgrenze — die sogenannte Mohovic-Diskontinuität — wird in ca. 30 km Tiefe angenommen, wobei ein flaches Einfallen der Reflektoren nach Westen ersichtlich ist. Die bisherigen Ergebnisse können gut mit den wesentlich umfangreicheren Daten auf ungarischer Seite in Beziehung gesetzt werden.

Neben den bisherigen Partnern für die tiefenreflexionsseismischen Messungen konnte sich die Kommission in Zukunft an dem Großforschungsprojekt Deutschlands (DEKORP) und Italiens (CROP) beteiligen, wobei das Profil von Süddeutschland über Tirol nach Süden fortgesetzt werden soll.

Kommission für Astronomie

Das mittelfristige Forschungsziel wird erstens die lückenlose Fortführung der Dauerüberwachung der Sonne sein. Da sich die Vorgänge auf der Sonne nicht streng wiederholen und insbesondere während eines Aktivitätszyklusses von elf Jahren zwischen Maximum und Minimum stark verändern, ist diese Dauerüberwachung nötig. Verstärkte Bemühungen sollen der Digitalisierung der Überwachung im roten Licht auf Wunsch der JOSO (Joint Organization for Solar Observations) entgegengebracht werden, um die Messungen am Sonnensatelliten SOHO möglichst gut auszunutzen. Das bedeutet freilich, daß anstelle der bisher verwendeten Filme ein hochempfindlicher, sehr teurer CCD-Empfänger die Aufnahme vornehmen muß.

Vermehrte Anstrengungen sollen auch die Messungen der Strömung in der Sonnenatmosphäre erfassen. Ein neues Gerät, das eine fast automatische Aus-

messung der Weißlichtaufnahmen erlaubt, erleichtert das Arbeiten und vergrößert die Aussagekraft. Ein geplantes Teleskop auf der Kanzelhöhe wurde weiterhin Aufnahmen der Dopplerverschiebungen ausgewählter Spektrallinien gestatten, die bisher nur am großen Teleskop des IAC gemacht werden konnten.

Der zweite Teil des Programms ist die Kleinplanetenforschung. Planetoiden sollen untersucht werden, die für das Gesamtsystem von Bedeutung sind. In Zukunft besonders solche, die später bei Raumflügen untersucht werden sollen.

Den wissenschaftlichen Wert der Forschungsarbeiten unterstreicht wohl der Umstand, daß von der Internationalen Union die Durchführung einer „Decade of Solar Cycle Studies“ beantragt wurde. Die Beziehung der Sonnenaktivität zu anderen Wissenschaften ist wohl auch für die Öffentlichkeit von Interesse. Es ist ja bekannt, daß zwischen Sonnenaktivität und irdischen Vorgängen Beziehungen bestehen, deren Erforschung durchaus interessant ist. So zum Beispiel der Einfluß auf das Magnetfeld und den Funkverkehr, Einfluß auf Wetter und Klima (Aufheizung der Atmosphäre, Beeinflussung des Ozonlochs u. v. a. m.) und Auswirkungen auf das Wohlbefinden der Menschen, damit Beziehung zur Medizin.

Die Astronomische Forschung in der ÖAW wird von der Kommission für Astronomie durchgeführt. Die Dauerüberwachung der Sonne erfolgt am Observatorium Kanzelhöhe der Universität Graz. Außerdem besteht eine enge wissenschaftliche Zusammenarbeit mit auswärtigen Forschungsstellen (Institute Astrofisica de Canarias [IAC], Kiepenheuer Institut für Sonnenphysik in Freiburg, Heliophysikalisches Institut in Debrecen, Observatorium Ondrejov, Europäische Südsternwarte, Uppsala Observatorium), an denen wertvolle Ergebnisse erzielt werden können.

Es ist zu erwarten, daß die eingangs zum Kapitel „Physikalische Wissenschaften“ erwähnten Tatsachen, daß nämlich erstens Grundlagenforschung über kurz oder lang immer wieder zu Anwendungen, aber auch umgekehrt, führt, sowie zweitens, daß die moderne Forschung immer komplizierter wird und international zusammengesetzte Forschergruppen erfordert, uneingeschränkt weiterbestehen werden.

Für den Bereich „Physikalische Wissenschaften“ läßt sich für den Programmzeitraum 1996-2000 prognostizieren, daß die bisher an der Akademie erarbeiteten Erkenntnisse und erworbenen wissenschaftlichen Erfahrungen eine solide Basis darstellen, um weiterhin an der Spitze der modernen Forschung maßgeblich und international anerkannt mitwirken zu kön-