

Zur Einweihung der Neubauten der Physikalischen Institute (II)

In den Gießener Universitätsblättern ist schon über die Konzeption der Neubauten für die Physik am Leihgesterner Weg berichtet worden (Gießener Universitätsblätter Heft 2, Seite 89 [1968]). Dieser Bericht soll jetzt durch einen Beitrag über die in diesen Neubauten bearbeiteten Gebiete ergänzt werden. Die großen Möglichkeiten in den Neubauten und die vielfältigen Arbeitsgebiete spiegeln sowohl die gewaltige Ausweitung dieser Wissenschaft in den letzten 2 Jahrzehnten wie auch die Aktivität der Gießener Physiker wider.

I. Physikalisches Institut

Am I. Physikalischen Institut beschäftigt sich die vom Institutsdirektor Professor *W. Hanle* geleitete Abteilung in erster Linie mit einem Gebiet, das durch seine Doktorarbeit angestoßen worden ist und wegen dessen prinzipieller Bedeutung für die Atomphysik, der verbesserten Versuchstechnik und den Fortschritten der Quantentheorie seit einigen Jahren wieder großes Interesse gefunden hat und stark bearbeitet wird. Die Kohärenz von Lichtwellen hat prinzipielle und technische Bedeutung. In der Regel handelt es sich dabei um Licht gleicher Frequenz. Bei dem vorliegenden Problem handelt es sich um die Frage, ob und wann zwei von einem Atom ausgesandte Lichtwellen verschiedener Frequenz kohärent miteinander interferieren können. Der einfachste Fall ist die Emission von Licht zweier Frequenzen, erzeugt durch eine Zeeman-Aufspaltung in einem Magnetfeld. Ist die Aufspaltung kleiner als die Linienbreite, dann kann bei geeigneter Anregung die Kohärenz etwa durch die Polarisation des emittierten Lichtes nachgewiesen werden. Quantentheoretisch handelt es sich um die kohärente Überlagerung zweier verschiedener angeregter Niveaus (Level-Crossing). Hieraus lassen sich wichtige Atomdaten wie Lebensdauern, g -Faktoren, Feinstrukturaufspaltungskonstanten und Hyperfeinstrukturaufspaltungskonstanten mit großer Genauigkeit bestimmen. Die Erscheinung bei kleinen Magnetfeldern wird in der Literatur als Zero-Field-Level-Crossing oder als Hanle-Effekt bezeichnet.

Bei den im Institut z. Z. laufenden Messungen wird teils mit zirkular polarisiertem Licht angeregt, wobei den Atomen ein Drehimpuls übertragen wird und sie dadurch in einen paramagnetischen angeregten Zustand überführt werden, teils mit linear polarisiertem Licht bzw. durch Elektronen- oder Ionenstoß, wodurch die Atome mit ihrem magnetischen Moment parallel zum Vektor des

*Kohärenz bei der
Lichtemission*

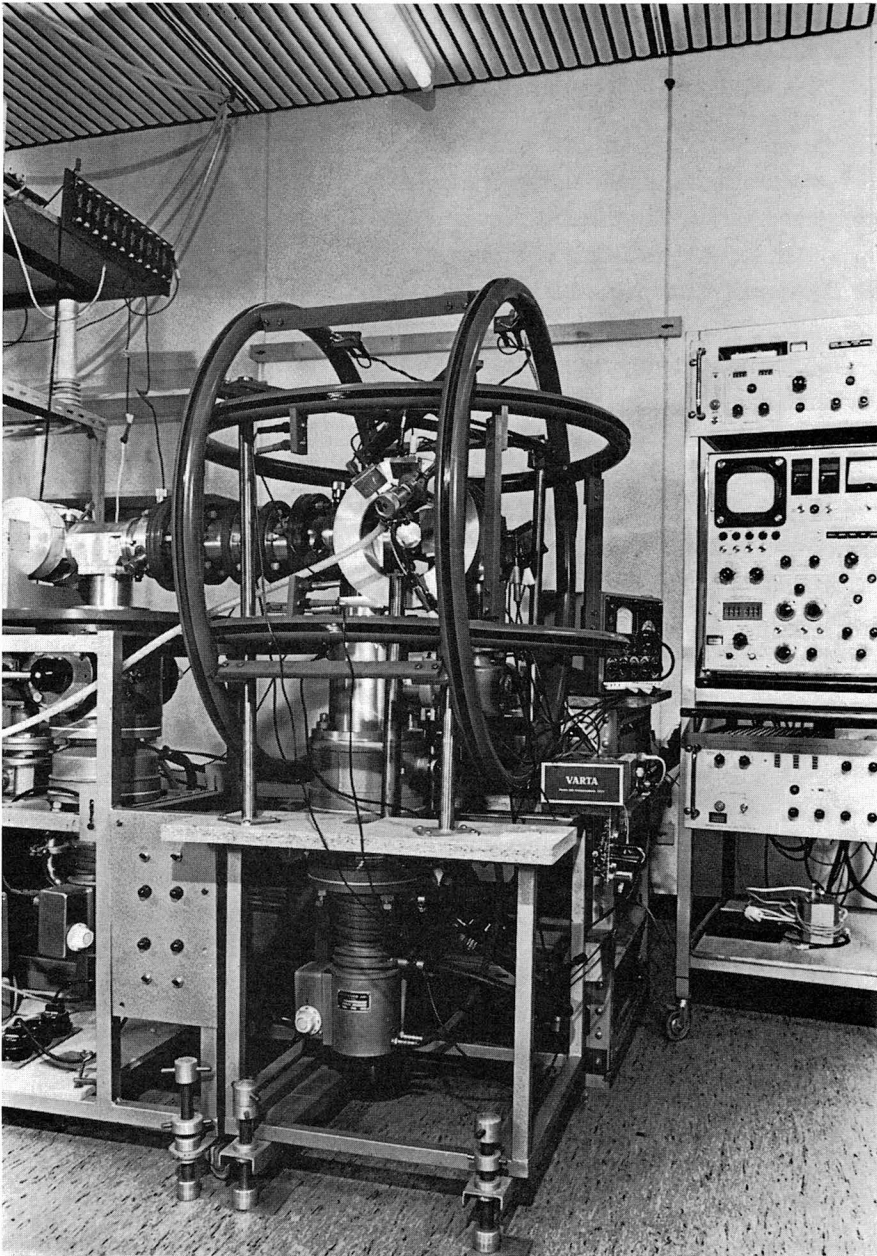


Abbildung 1: Level-Crossing-Apparatur mit Ionenstoß-Anregung (I. Physikalisches Institut)

anregenden Lichtes bzw. parallel oder senkrecht zur Stoßrichtung ausgerichtet werden. Ferner läuft ein Level-Crossing-Experiment bei der selektiven Reflexion an Quecksilberdampf.

Weiterhin wird die Beeinflussung der Ausrichtung angeregter Atome durch Stoß mit eigenen und Fremdgas-Atomen, die Übertragung des Drehimpulses

beim Stoß von ausgerichtet angeregten Quecksilberatomen auf Cadmiumatome sowie die Übertragung der Polarisierung beim Stoß zwischen organischen Farbstoffmolekülen in Lösungen untersucht.

*Lumineszenz und
Leitfähigkeit
organischer Stoffe*

Eine andere Abteilung des Instituts beschäftigt sich unter Leitung von Professor *A. Schmillen* mit dem Phänomen der Lumineszenz, speziell der Lumineszenz organischer Moleküle. In erster Linie richtet sich das Interesse auf die Lichtemission organischer Molekülkristalle, doch werden auch Lösungen und Moleküle in der Dampfphase untersucht. Die wissenschaftliche Bedeutung der Lumineszenz besteht darin, daß die von den lumineszierenden Systemen emittierte Strahlung einen Informationsträger darstellt, der wertvolle Kunde bringt vom innermolekularen Geschehen bei der Energieabsorption und Energietransformation. Diese Information ist enthalten in der spektralen Zusammensetzung, im zeitlichen Verlauf und in der Polarisierung der Lumineszenzstrahlung und im Auftreten von Begleiteffekten wie z. B. lichtelektrische Leitung, Magnetisierung, photochemische Umwandlungen und dergleichen mehr. Daraus ergeben sich die in dieser Abteilung angewandten Untersuchungsmethoden: Registrierung der Absorptions- und Emissionsspektren unter den verschiedensten Bedingungen, Messung des zeitlichen Verlaufs der Lichtemission — hierbei handelt es sich um die Messung extrem kurzer Zeitvorgänge in der Größenordnung einiger milliardstel Sekunden mit Meßmethoden, die speziell hierzu im Institut entwickelt wurden —, Untersuchung elektrischer Leitungsvorgänge während der Lichtanregung und Messung kurzzeitiger Magnetisierungsprozesse. Modernste hochauflösende Gitterspektrographen und Monochromatoren, mehrere Phasensfluorometer und ein Impulsfluorometer, eine Elektronenspinresonanzapparatur und verschiedene Leitfähigkeitsmeßgeräte bilden die apparative Grundlage für diese Messungen. Präparative Arbeiten, wie Reinigung der Ausgangssubstanzen und Züchtung von Einkristallen stellen ein wesentliches Teilgebiet dar.

Von den quantitativ faßbaren Resultaten seien hier einige als Beispiel angeführt: die Excitonenreichweite in Anthracen, Phenanthren, 2,3 Dimethylnaphthalin, Pyren u. a. Einkristallen, eine Fülle von Daten über die Abklingkonstanten derartiger molekularer Systeme, Daten über die Elektronen- und Defekt-elektronenbeweglichkeit in Anthracen, der Einfangquerschnitt von Tetrazen als Störstelle für diese Ladungsträger, als Nebenprodukt der präparativen Arbeiten Neu- und Erstbestimmungen von Verteilungskoeffizienten binärer Systeme aromatischer Kohlenwasserstoffe und im Bereich der magnetischen Effekte die Bestimmung der magnetischen Nullfeldaufspaltung durch die Spin-Spinkopplung im angeregten Tripletzustand an einigen Kohlenwasserstoffen.

In der von Prof. *A. Scharmann* geleiteten Abteilung werden Probleme der Wechselwirkung von Strahlung mit Materie untersucht: Lumineszenz, elektrische Leitung, Elektronennachemission, Ionenstoß auf Gase, Laser und Festkörperdosimetrie.

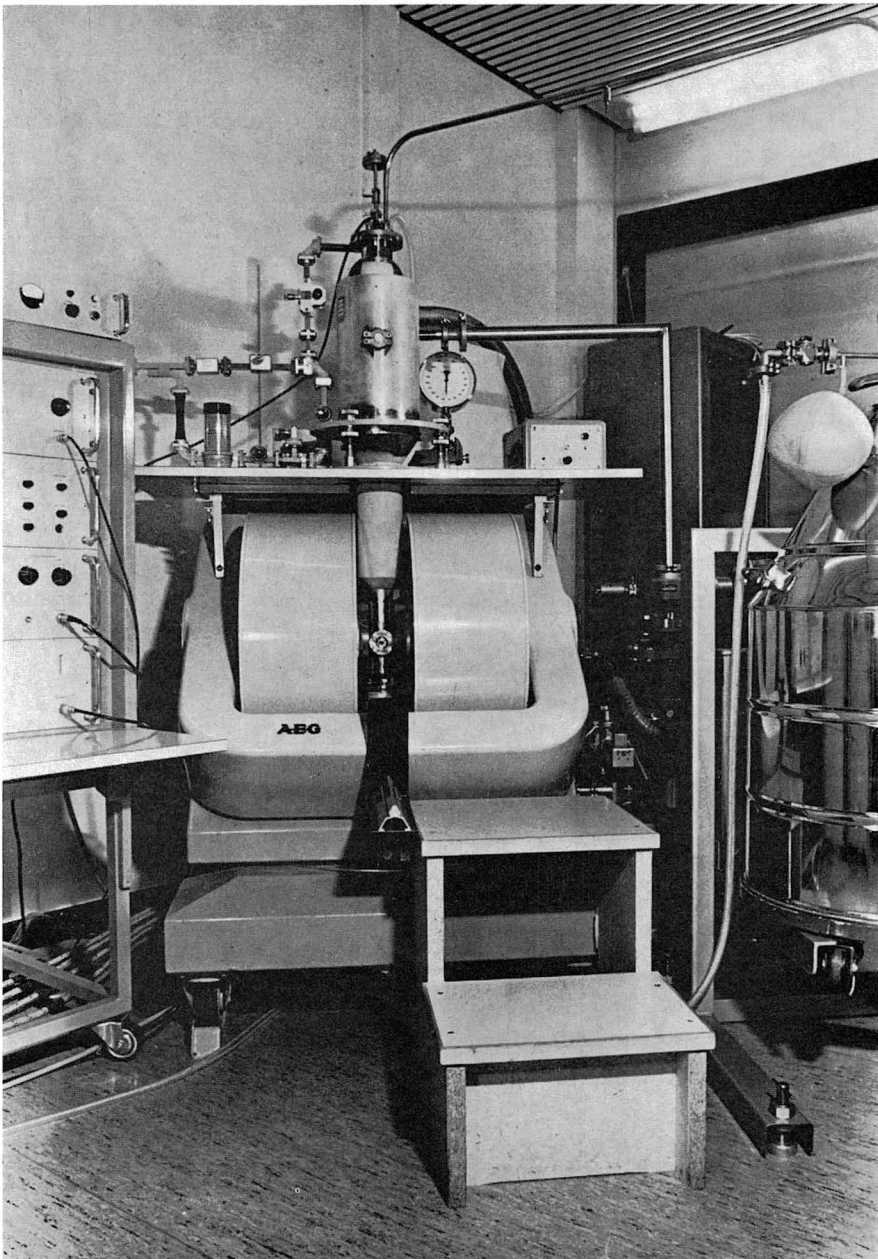


Abbildung 2: Elektronen-Spin-Resonanz-Anlage mit Helium-Kryostat
(I. Physikalisches Institut)

Bei der Lumineszenz anorganischer Substanzen steht im Vordergrund die Aufklärung der atomaren Strukturen, die die Lumineszenz bedingen, und der elementaren Prozesse der Lumineszenzanregung und Emission sowie der Energieübertragung und Energiespeicherung. Untersucht werden an typischen Vertre-

*Lumineszenz und
Leitfähigkeit
anorganischer Stoffe*

tern der einzelnen Substanzklassen (z. B. ZnS, CaWO₄, CsJ, LiF) Lumineszenzabklingzeiten nach Anregung mit Licht- oder Teilchenimpulsen, Szintillationen, Thermolumineszenz und infrarot stimulierte Lumineszenz in Verbindung mit der thermisch stimulierten elektrischen Leitfähigkeit und der Photoleitung. Eine wertvolle Ergänzung ist die Aufklärung der Zentrenstrukturen mit Hilfe der Elektronenspinresonanz. Darüber hinaus werden Eindringtiefen von Teilchenstrahlen in Festkörperschichten gemessen und die strahleninduzierte Bildung von Kristallgitterdefekten untersucht.

Exoelektronen Zur Aufklärung des Mechanismus der Elektronennachemission werden umfangreiche Untersuchungen an saubersten Oberflächen im Ultravakuum (10^{-8} – 10^{-11} Torr) vorgenommen. Es handelt sich hier um eine Elektronenemission aus Oberflächen nach vorhergegangener Beanspruchung (mechanische Bearbeitung oder energiereiche Strahlung). Im Vordergrund des Interesses stehen hier KCl, Al, LiF. An Cu-Oberflächen wird die Energieverteilung der beim Ionenstoß zerstäubten Teilchen gemessen («sputtering»).

Im Rahmen der Festkörperdosimetrie werden spezielle Leuchtstoffe im Hinblick auf eine Unterscheidung zwischen ionisierender Strahlung und schnellen Neutronen bei gemischten Strahlungsfeldern getestet, während außerdem Untersuchungen zur Anwendung von Kernspaltspuren (Tracks) auf die Dosimetrie schneller Neutronen unternommen werden.

Ionenstoß Über das Gebiet der Festkörperbeeinflussung durch energiereiche Strahlung hinaus wird die Stoßanregung von He durch Ionen mit Energien bis hinauf zu 1 MeV untersucht. Diese Experimente werden hauptsächlich zur Prüfung theoretischer Voraussagen durchgeführt.

Laser Der Einfluß eines longitudinalen Magnetfeldes auf die Ausgangsleistung eines He-Ne-Lasers und dabei auftretende Resonanzerscheinungen sind erforscht worden. Die beobachteten Effekte werden zur Zeit zu einer Präzisionsmethode zur Bestimmung von Landé-Faktoren ausgebaut.

Für das Prinzip der photovoltaischen Radionuklidbatterie wurden die Grenzen angegeben und Prototypen konstruiert.

Ionentriebwerk Von einer von Dozent H. Löb geleiteten Gruppe wird ein Ionentriebwerk mit Hochfrequenz-Ionisator entwickelt. In einem Ionentriebwerk wird der Treibstoff (Quecksilber) nicht wie in konventionellen chemischen Raketen verbrannt, sondern elektrisch aufgeladen und in Hochspannungsfeldern auf hohe Ausströmgeschwindigkeiten beschleunigt. Ionenraketen, die als derzeit erfolgversprechendste Neuentwicklung auf dem Antriebssektor gelten, haben deshalb wesentlich höhere Nutzlastkapazitäten und größere Fluggeschwindigkeiten. Mit ihrem Einsatz wird in wenigen Jahren gerechnet.

Das in Gießen entwickelte Ionentriebwerk unterscheidet sich von anderen in den USA entwickelten Typen, durch den Ionenerzeugungs- und Beschleunigungsprozeß, wobei eine Hochfrequenz-Entladung und ein Fokussierungs-

prozeß angewandt werden. Im Vergleich zu anderen Typen schneidet unsere Entwicklung positiv ab.

An fünf Vakuumprüfständen, der größte mit einem Fassungsvermögen von 30 m^3 , werden sowohl Kleinstaggregate zur Satellitensteuerung als auch große Einheiten bis zu 50 cm Durchmesser und 10 kW Leistung, die zum Antrieb interplanetarer Flugkörper geeignet sind, entwickelt.

II. Physikalisches Institut

Das *II. Physikalische Institut* ist provisorisch untergebracht mit Sekretariat, Werkstatt und einem Teil seiner Laborräume im Gebäude Arndtstr. 2, in welchem sich auch das Mathematische Institut befindet. Zusätzlich stehen dem Institut Laborräume in den Neubauten der Physikalischen Institute am Leihgesterener Weg zur Verfügung.

Im folgenden soll über die Forschungsarbeiten berichtet werden, die unter der Leitung des Institutsdirektors, Prof. H. Ewald, und des wiss. Rats und Professors H. Wollnik und des Privatdozenten E. Konecny (hauptsächlich jetzt am Physikdepartment der TH München) durchgeführt werden:

In theoretischen und experimentellen Arbeiten werden die ionenoptischen Eigenschaften von elektrischen und magnetischen Ablenkfeldern und von Massen- und Energiespektrographen untersucht. Die Berechnungen der Ionenbahnen erfolgen unter Berücksichtigung der Wirkung der Streufelder in zweiter und dritter Näherung. Die numerischen Auswertungen geschehen an Rechenanlagen in Marburg und in anderen Orten. Die erhaltenen Bildfehlerkoeffizienten werden in speziellen Versuchsapparaten experimentell überprüft. Die Eigenschaften eines im Institut entwickelten fokussierenden Parabelspektrographen, der hochauflösender Massen- und Energiespektrograph zugleich ist, wurden ausführlich diskutiert. Ähnliche Apparate mit speziellen Eigenschaften sind in Entwicklung.

Ionenoptik

Das Institut unterhält am Forschungsreaktor in Garching bei München eine Arbeitsgruppe, die dort über einen sehr großen (siehe Abbildung) und einen kleineren Massenspektrographen verfügt. Diese Apparate dienen der on-line Untersuchung der neutronen-induzierten Kernspaltung. Insbesondere wurden damit bisher die Verteilungen der Ionenladungs- und Kernladungszahlen der Spaltprodukte, die mit hohen kinetischen Energien von $50\text{--}100 \text{ MeV}$ aus dünnen Uransichten austreten, studiert. $\beta\text{-}\gamma$ Koinzidenzmessungen an den innerhalb von 10^{-6} sec nach ihrer Entstehung massenseparierten Spaltprodukten sind im Gange. Auf breiter Basis werden auch die Wechselwirkungen von schnellen Spaltprodukten mit Materie untersucht, so ihre Wirkungen und Vielfachstreuungen beim Durchtritt durch dünne Metallschichten, ihre Reflexion beim flachen Auftreffen auf Festkörperoberflächen u. a. m. Bei diesen Unter-

Kernspaltung und Wechselwirkung schwerer Ionen mit Materie

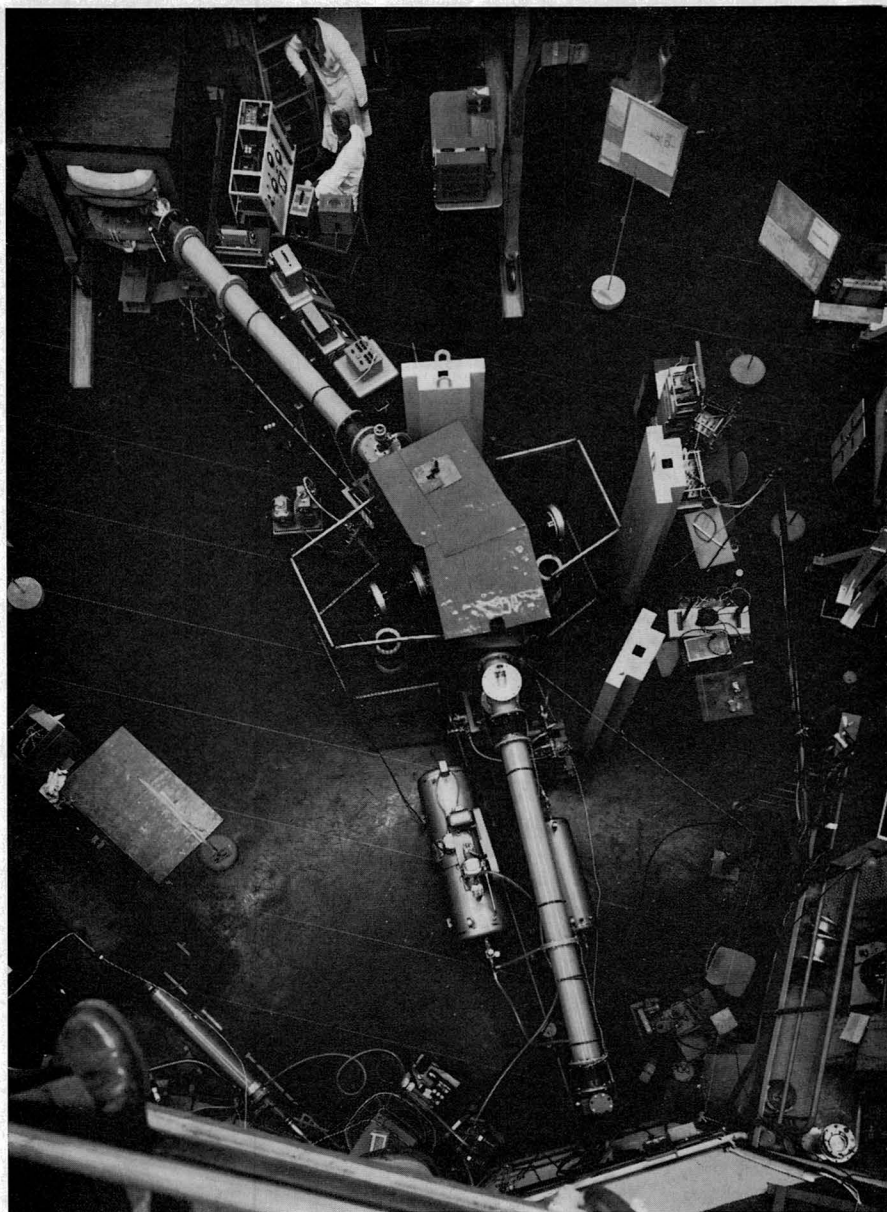


Abbildung 3: Blick auf den Spaltprodukt-Massenspektrographen des II. Physikalischen Instituts der Universität Gießen am Forschungsreaktor Garching bei München

suchungen findet ein im Institut in Gießen vorhandenes Elektronenmikroskop vielfältige Anwendung. Durch Monte-Carlo-Rechnungen wird versucht, die erhaltenen Streuverteilerungen auch theoretisch zu verstehen.

Neuerdings werden von Mitgliedern des Institutes am Linearbeschleuniger des Gießener Strahlencentrums auch Untersuchungen über die gamma- und elektronen-induzierte Kernspaltung durchgeführt. Weiterhin ist das Institut an der

Planung und Konstruktion eines am deutsch-französischen Höchstflußreaktor in Grenoble im Aufbau befindlichen großen Parabelspektrographen zur Analyse von Spaltproduktstrahlen beteiligt. Nach Fertigstellung dieser Anlage in etwa zwei Jahren werden Mitglieder des Institutes zu sehr erfolgversprechenden Messungen nach Grenoble entsandt werden können.

In Erwägung gezogen wird weiterhin, in Zusammenarbeit mit Kollegen von anderen Hochschulen, die Aufstellung eines ähnlichen sehr großen Spektrographen an dem projektierten Schwerionen-Beschleuniger, der in Darmstadt oder Karlsruhe errichtet werden soll. Es soll damit nach superschweren Kernen gesucht werden, deren Entstehung man beim Aufprall von hochbeschleunigten schweren Ionen auf Targetatome durch Verschmelzungen ihrer Kerne vermutet.

Ein fokussierender Parabelspektrograph findet interessante Anwendungen auch bei Untersuchungen von Ionen-Stoßprozessen. Die großen Massen- und Energieauflösungen des Gerätes ermöglichen aufschlußreiche Messungen der Stoßdissoziationen von H_2^+ -, N_2^+ -, O_2^+ - und CO^+ -Ionen beim Auftreffen auf verschiedenste Targetatome und -moleküle. Richtungs- und Geschwindigkeitsverteilungen der Dissoziationsprodukte werden gemessen und die zugrundeliegenden Elektronen- und Schwingungsanregungen diskutiert. Durch Koinzidenzmessungen der Stoßprodukte wird die Größe der bei den Stößen auftretenden Impulsübertragungen studiert. Weitere Arbeiten werden unternommen, um Ionenstrahlen großer Energiehomogenität herzustellen, die für Messungen von Energieverlusten bei Stößen verwendet werden sollen.

Ionen-Stoßprozesse

Eine andere Arbeitsgruppe beschäftigt sich mit isotopengeologischen Untersuchungen. Für Proben gewöhnlichen Strontiums, die aus Sedimentgesteinen stammen, wurde eine Präzisionsmethode zur massenspektrometrischen Bestimmung des $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Isotopenhäufigkeitsverhältnisses entwickelt (Meßgenauigkeit besser als 0,05%). Weiterhin werden auch massenspektrometrische Rb-Sr-Altersbestimmungen an Pegmatitgesteinen mittels der Isotopenverdünnungsmethode durchgeführt. Altersbestimmungen von Gesteinen nach der K-Ar- und der Ca-Ar-Methode sind in Vorbereitung.

Isotopengeologie

Institut für angewandte Physik

Arbeitsgebiet des *Institutes für Angewandte Physik* (Direktor: Prof. E. Saur) ist die Physik der tiefen Temperaturen. Speziell untersucht werden seit Jahren Präparationsverfahren und physikalische Eigenschaften von Supraleitern 2. Art. Diese sind ausgezeichnet durch höchste kritische Magnetfelder, teilweise bis zu 280 kOe, und hohe Sprungtemperaturen zur Supraleitung bis zu 20 °K. Dadurch sind sie sowohl vom grundsätzlichen Standpunkt, als auch für Fragen der technischen Anwendungen sehr interessant. Die untersuchten Supraleiter ge-

Supraleitung

hören den beiden Gruppen der Supraleiter mit sog. β -W-Struktur (Hauptvertreter Nb_3Sn) und mit NaCl-Struktur (Hauptvertreter NbN) an. Die Vertreter der ersten Gruppe können durch Elektronenstrahl- oder Lichtbogen-Schmelzen, Sintern, Diffusion und durch chemische Transportreaktionen hergestellt werden, während die Verbindungen der zweiten Gruppe vorzugsweise durch Diffusion von Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff in Niob, Tantal, Vanadin und Titan präpariert werden. Die untersuchten Eigenschaften sind neben der Zusammensetzung (vorzugsweise mit der Elektronenstrahlmikrosonde) vor allem die Kristallstruktur, die Sprungtemperatur zur Supraleitung, die kritischen Stromstärken und Feldstärken. Interessant ist die systematische Untersuchung der Abhängigkeit dieser Eigenschaften von den Herstellungsbedingungen sowie der Vergleich der experimentellen Ergebnisse mit der schon weit entwickelten Theorie der Supraleiter 2. Art.

Zum zukünftigen Programm des Institutes gehören Untersuchungen an Supraleitern 2. Art in äußerst dünnen Schichten, die ein abnormes Verhalten in hohen Magnetfeldern zeigen sollen, sowie die Entwicklung von Supraleitern mit äußerst geringen Wechselstromverlusten. Die hohen Wechselstromverluste der bisher bekannten Supraleiter haben ihre Anwendung vorläufig beschränkt auf die rationelle Erzeugung hoher Magnetfelder durch Dauerströme in supraleitenden Spulen, auf verlustarme Kavitäten als Hohlraumresonatoren für hochfrequente Schwingungen sowie auf supraleitende Kabel zur verlustlosen Übertragung hoher Gleichstromleistungen. Neben seinen Beiträgen zu den grundsätzlichen Fragen des Gebietes hat das Institut auch zu diesen Fragen der Anwendung geeignete Vorschläge gemacht.

Institut für Theoretische Physik

Die Arbeitsgebiete des *Instituts für Theoretische Physik* überdecken ungefähr den Bereich der gesamten theoretischen Physik (Kernphysik, Molekülphysik, Festkörperphysik). Speziell handelt es sich im Augenblick um Untersuchungen auf folgenden Gebieten.

Kerntheorie Am Lehrstuhl I (Prof. G. Eder) werden Vielteilchenprobleme der Kernphysik untersucht. Betrachtet werden die allgemeinen Eigenschaften endlich ausgedehnter Systeme von Fermi-Teilchen wie Selbstenergie, effektive Wechselwirkung. Vom Schalenmodell des Atomkerns ausgehend wird die Methode der Green-Funktion auf spezielle Probleme angewendet wie: Bindungsenergien und Paarungsenergien, Gammaübergangswahrscheinlichkeiten bei schweren Atomkernen, Bindungsenergie von Lambda-Teilchen in Hyperkernen, Einfluß der Spin-Bahn-Wechselwirkung auf statische und dynamische Größen, kollektive Anregungen.

Die Mitarbeiter des Lehrstuhls II (Prof. B. Kockel, Doz. S. Peyerimhoff) beschäftigen sich mit quantenmechanischen ab-initio-Berechnungen von Molekülzustandsfunktionen und Moleküleigenschaften in Grund- und angeregten Zuständen. Leichte Moleküle (z. B. Li_2 , H_2O , B_2 , C_2 , CN , CH_4) werden mit Hilfe einfacher Slater-Funktionen, ausgehend von der Valenzbindungsvorstellung, behandelt und mit solchen Zustandsfunktionen, die aus dem LCAO-MO mit oder ohne CI-Verfahren entstehen, verglichen. Die Berechnung größerer mehratomiger Moleküle, besonders die Untersuchung ihrer Struktur und Spektren (Dr. Peyerimhoff, z. B. CO_2 , O_3 , NNO , HCOOH , Isomere von C_3H_4 , C_3H_6 , C_4H_6 , C_6H_6 , C_{10}H_8) erfolgt mit Hilfe von Molekülfunktionen (MO), die aus Überlagerung vieler Gaußfunktionen entstehen, und der CI-Methode.

Molekültheorie

Die Mitarbeiter des Lehrstuhls III (Prof. W. Ludwig) berechnen mechanische, optische und elektrische Eigenschaften des festen Körpers, speziell mit Hilfe des Schalenmodells. Eine andere Arbeit befaßt sich mit den mechanischen Eigenschaften von Kristallen mit Punktdefekten. Die inneren Verschiebungen in der Umgebung des Defekts unter Einfluß einer äußeren Kraft werden gittertheoretisch bestimmt. Weitere Arbeiten befassen sich mit dem Einfluß von Störschwingungen auf die elektrische Leitfähigkeit und mit elastischen Eigenschaften von Molekülkristallen. Außerdem werden in der Einelektronen-Näherung lokalisierte elektronische Zustände an Oberflächen bei verschiedenen Randpotentialen untersucht.

Festkörpertheorie

Eder, Ewald, Hanle, Kockel, Löb, Ludwig, Peyerimhoff, Saur, Scharmann, Schmillen, Wollnick.