

Stand des Ausbaues des Österreichischen Reaktorzentrums.

Von Univ.-Doz. Dr. Michael J. H ig a t s b e r g e r,
Wien.

Geschäftsführer der Österreichischen Studiengesellschaft für Atomenergie Ges. m. b. H.

Vortrag, gehalten am 12. November 1958.
(Neufassung vom Juni 1959.)

E i n l e i t u n g.

Die Tatsache, daß bei der Spaltung des Urans 235 mit Hilfe von thermischen Neutronen in 1 g Uran 235 rund 25.000 kWh Wärmeenergieäquivalent freigesetzt werden können, erklärt zum Teil das große Interesse, das vor allem führende Staatsmänner sowie die Wirtschaft und Industrie neben dem rein wissenschaftlichen Interesse der Atomenergieentwicklung und -verwertung beimessen. Als Konsequenz dieses jungen Zweiges der Grundlagen- und der angewandten Forschung hat man in den meisten Ländern in Anlehnung an die Entwicklungen, die bei den Großmächten beobachtet wurden, eigene nationale Forschungszentren geschaffen, die

sich besonders mit den bei der Kernspaltung anhängigen, zum Teil neuen, Problemen befassen. Auch in Österreich wurde Ende 1957 durch Ministerratsbeschuß die Österreichische Studiengesellschaft für Atomenergie, die in unserem Lande mit der friedlichen Verwertung der Atomenergie betraut ist, angewiesen, die Errichtung eines nationalen Reaktorzentrum in Angriff zu nehmen.

Die allgemeinen technischen Anforderungen, die Staat, Wirtschaft und Wissenschaft an das zu errichtende Reaktorzentrum stellten, wurden in zahlreichen Sitzungen der hiefür gebildeten Facharbeitskreise studiert und festgelegt. Die sofortige Berücksichtigung aller geäußerten Wünsche hätte eine schwere finanzielle Belastung bedeutet, es wurde daher ein Mehrstufenprogramm erstellt. Mit Beschränkung auf das unmittelbar Erforderliche ergab sich ein Investitionstotale von etwas über 100 Millionen österr. Schillinge. Es gehört zur Natur eines derart großen Projektes, daß die Ansichten über die Vordringlichkeit und Zweckmäßigkeit dieser oder jener Anordnung auseinandergehen können. Dazu kommt noch die besondere Konstruktion der Studiengesellschaft, die ungefähr zur Hälfte vom Staat und zur anderen Hälfte von der Industrie kontrolliert wird. Die 60 Industriegesellschafter der Studiengesellschaft stellen 60 selbständige Firmen dar, deren Ansichten und Wünsche natürlich a priori nicht die gleichen waren. Daß es gelungen ist, alle

geäußerten Wünsche zu berücksichtigen und zu koordinieren und schließlich auch die Finanzierung sicherzustellen, beweist das große Gesamtinteresse, das der Entwicklung auf dem Atomenergiesektor in unserem Lande von den verantwortlichen Stellen beigemessen wird.

Das Bauvorhaben der Errichtung des Reaktor zentrums ist zeitlich mit $1\frac{1}{2}$ bis 2 Jahren begrenzt. Dies war auch der Grund, warum die Studiengesellschaft davon Abstand nahm, eine eigene Bauabteilung zu errichten. Mit der Aufgabe der rein baulichen Planung, der Bauleitung und der Überwachung wurde die Bauabteilung der Österreichischen Elektrizitätswirtschafts-Aktiengesellschaft (Verbundgesellschaft) betraut. Die Bauabteilung der Verbundgesellschaft entledigt sich dieser Aufgabe in engster Zusammenarbeit mit dem technisch-wissenschaftlichen Personal der Studiengesellschaft und hat im Planungsstadium auch noch die Unterstützung der einschlägigen Gesellschafterfirmen der SGAE erhalten. Diese Firmen waren bereit, bestimmte technische Unterlagen in ihren Planungsbüros zu erstellen.

R e a k t o r g e l ä n d e.

Als Gelände für die Errichtung des Reaktor zentrums wurde eine Fläche von 110 ha im Gemeindegebiet von Seibersdorf in Niederösterreich ange-

kauft. Von rund einem Dutzend in Frage kommenden Standorte wurde Seibersdorf gewählt, da viele technische Voraussetzungen positiv beurteilt wurden; weiters, weil der Standort in bezug auf die Verkehrsmöglichkeit und auf die Entfernung von Wien günstig liegt und weil schließlich die Bevölkerungsdichte in einem Umkreis bis zu 20 km sehr klein ist. Es fiel auch in die Waagschale, daß die Bevölkerung von Seibersdorf der Errichtung eines Reaktorzentrum wohlwollend gegenüberstand; dazu trug bei, daß die Bauernschaft, die den benötigten Grund und Boden zur Verfügung stellte, an Stelle der für die Landwirtschaft minderen Böden, auf welchen das Reaktorzentrum errichtet wird, im Zuge eines Kommissierungsverfahrens landwirtschaftlich wertvollere Gründe erhalten konnte.

Seibersdorf ist eine Marktgemeinde mit ca. 400 Einwohnern und liegt knapp 30 km süd-süd-östlich von Wien, nahe der burgenländischen Grenze. Im Westen der Gemeinde zieht sich vom Wr. Neustädter Becken kommend die Grundwasserrinne gegen Fischamend; aus dieser wird der zukünftige Wasserbedarf des Reaktorzentrum gedeckt. Östlich des Ortes Seibersdorf fließt die Leitha. Zwei Kilometer nordwestlich vom Ort Seibersdorf an der Bundesstraße Reisenberg—Unterwaltersdorf liegt das 110 ha umfassende Gelände. Entlang der Bundesstraße zieht sich ein künstlich für Windschutz errichteter Waldgürtel. Das Gelände ist eben und

von Nordwesten gegen Südosten ganz leicht abfallend. Von dem gesamten zur Verfügung stehenden Terrain werden derzeit von der Studiengesellschaft 30 ha für die Verbauung in Anspruch genommen. Die restliche Fläche ist für eine spätere Erweiterung und gleichzeitig als Schutzgürtel vorgesehen.

Von der Straße Reisenberg—Unterwaltersdorf ausgehend, die etwa Ost—West verläuft, besitzt das Gelände der Studiengesellschaft die direkte Zufahrt von der Bundesstraße. Links von der Zufahrt aus gesehen, befinden sich das Verwaltungsgebäude, das Magazinsgebäude, die Kraftstation und die Garagen. Rechts von der Zufahrt aus gesehen, liegen der Kantine- und Lehrsaal, das Strahlenschutz-Labor, die Laboratorien für Chemie und Metallurgie, schließlich die Institute für Physik und Elektronik mit dem anschließenden Van de Graaff-Gebäude. Der Reaktor selber bildet sozusagen den Kern der Anlage. An den äußersten rechten Teil der Anlage schließen sich die Versuchsgruppen der Biologen und der Landwirtschaft an mit dem Institutsgebäude, der Mitscherlich-Gefäß-Station, Schuppen, Glashauss, Versuchsfeldern, Stallungen und dem Gamma-Bestrahlungsfeld.

5 MW - F o r s c h u n g s - u n d T e s t r e a k t o r .

Das Herz des Reaktorzentrums bildet der 5 MW-Tank-Type-Reaktor, der im Mai 1958 von der Firma American Machine and Foundry Company angekauft

wurde und der vertragsgemäß Ende 1959 betriebsbereit sein soll. Dieser Reaktor stellt eine Weiterentwicklung der von der genannten Firma mit Leistungen von 1—5 MW in größerer Zahl bereits ausgeführten Reaktoren dar. Die den österreichischen Reaktor besonders kennzeichnenden Charakteristika sind folgende: Der österreichische Forschungs- und Testreaktor kann nicht mit einem Swimming-Pool-Reaktor verglichen werden, sondern stellt einen Tank-Type-Reaktor mit einem fixen Reaktorkern dar, der nicht wie üblich an einer fahrbaren Brücke aufgehängt ist, sondern von unten her unterstützt wird. Das bemerkenswerteste technische Detail bilden aber zwei heiße Zellen, die an das Reaktorbecken direkt angebaut sind.

Die an den Kern anschließende thermische Kolonne besitzt einen senkrechten Ansatz. In diesem Ansatz ist es möglich, Objekte senkrecht thermischer Neutronenstrahlung auszusetzen.

Besondere experimentelle Vorteile für die zweckmäßige Reaktorausnutzung versprechen die zwei heißen Zellen, die an das eigentliche Reaktorbecken so angebaut sind, daß sie mit ihm eine konstruktive Einheit bilden. Die untere heiße Zelle ist eine Bestrahlungskammer, in der auch größere Objekte im Gewichte bis zu einer Tonne mit Neutronen bestrahlt werden können. Die Objekte können mittels fernbedienten Kranes auf einen Wagen gesetzt werden, der ebenfalls von außen her bedient werden kann.

Dieser Wagen erlaubt es, die Objekte nahe an den Reaktorkern heranzubringen, und während des Bestrahlungsvorganges ist die gesamte untere heiße Zelle mit demineralisiertem Wasser geflutet und die Objekte daher entsprechend gekühlt. Die Wärmeleistung, die nur durch die Gamma-Bestrahlung bei einer Leistung von 5 MW auf ein Objekt ausgeübt wird, ist beträchtlich. Es ist möglich, verschiedene Filter zwischen der Reaktorstirnseite und dem bestrahlten Objekt einzubringen. Auf diese Art gelingt es, gewisse Energieniveaus auszublenden.

Die obere heiße Zelle erlaubt metallurgische und chemische Behandlungen und Untersuchungen der bestrahlten Objekte. Es ist mit einem Wort eine richtige „hot cell“. Der ganze Vorgang der Bestrahlung und der Untersuchung spielt sich hinter der sehr reichlich dimensionierten Schwerbetonabschirmung des Reaktors ab. Sowohl der Bestrahlungsvorgang selbst als auch die Manipulation in der oberen heißen Zelle können durch zwei abgeschirmte, über 1 m dicke Spezialbleifenster beobachtet werden. Die obere heiße Zelle ist noch zusätzlich mit Greifern und sogenannten Manipulatoren ausgerüstet. Verschiedenes Instrumentarium kann eingebracht werden, um eine bestrahlte Probe sofort der gewünschten Untersuchung zuzuführen. Dieser Vorteil kann nicht genug hervorgehoben werden, weil es bei den üblichen Reaktoren wohl oft leicht ist, ein Objekt zu bestrahlen und dadurch radioaktiv zu machen,

daß es aber in sehr vielen Fällen äußerst schwierig ist, das so bestrahlte Objekt auf kurzem Weg in das Laboratorium zu verbringen, um dort die gewünschte Messung auszuführen. Hier haben wir in der oberen heißen Zelle ein sehr geeignetes Laboratorium direkt am Reaktor angeschlossen.

Ein weiterer Vorteil und ein wesentliches Merkmal des Reaktors besteht darin, daß die thermische Leistung von 5 MW bereits als sehr hoch angesehen werden muß. Trotzdem ist die Möglichkeit einer Leistungssteigerung bis auf 12 MW bereits bei der Konstruktion des Reaktors und bei dem Bau desselben inkorporiert. Sowohl die Abschirmung wie die Demineralisationsanlagen, Anschlußrohrleitungen für den Kühlkreislauf usw. sind für die erhöhte Leistung bemessen. Falls sich in kommenden Jahren die Notwendigkeit einer Leistungserhöhung ergibt, braucht lediglich ein kompletter zweiter Kühlkreis angeschlossen zu werden.

Eine zusätzliche nicht unwesentliche Neuheit ist, daß wir uns entschlossen haben, das Reaktorbecken als solches wie auch die heißen Zellen vollkommen mit Aluminium auszukleiden. Wir erhoffen uns dadurch eine absolute Dichtheit, was bei den in Betrieb befindlichen Reaktoren der Swimming-Pool-Type, die oft mit Fliesen ausgekleidet sind, nicht immer behauptet werden kann. Ganz besonders möchte ich aber auf die Experimentiereinrichtun-

gen verweisen, die der Reaktor darüber hinaus noch besitzt. Er ist ausgestattet mit:

7 Strahlenrohren von 6" Durchmesser,

1 Strahlrohr mit quadratischem Querschnitt von 12" Durchmesser,

2 geraden, an einer Seitenwand des Cores angeordneten, durchgehenden Strahlrohren,

1 vorher schon erwähnten thermischen Säule mit einer zylindrischen Kammer von 1,1 m lichtem Durchmesser und 2,1 m Höhe, in der auch größere Objekte mit thermischen Neutronen bestrahlt und in der auch Kritikalitätsmessungen z. B. an Brennstoffelementen oder Elementkombinationen vorgenommen werden können.

Nicht zuletzt ist auch dafür gesorgt, daß die ausgebrannten Brennstoffelemente, die eine sehr hohe Gamma-Aktivität besitzen, einer Ausnützung zugeführt werden, zumindest für die Zeit, in der sie abgekühlt werden müssen, bevor sie nach den Vereinigten Staaten zurücktransportiert werden können; gemeint ist damit die Trocken-Gamma-Bestrahlungskammer.

Sie liegt im Zwischengeschoß des Reaktorgebäudes, gegenüber einem Absatz im Inneren des Reaktorbeckens, wo die verbrauchten Brennstoffelemente zum Auskühlen gelagert werden können. Auf diese Weise wird die Gammastrahlung dieser Brennstoffelemente zu Bestrahlungszwecken ausgenützt.

Eine pneumatische Förderanlage für kurzlebige Isotope steht ebenfalls zur Verfügung. Der Reaktorkern ist von konventioneller Anordnung, die Brennstoffelemente, die der Materialtest-Reaktor-Type, die Neutronenflüsse, die bei 5 MW Betrieb erzielt werden, betragen $\sim 2 \times 10^{13}$ n/cm². sec thermisch und für $0,9 \cdot 10^{14}$ n/cm². sec für den schnellen einschließlich epithermischen Fluß.

Abschirmung und Kühlung sind konventioneller Art. Die thermische Abschirmung wird durch eine Bleiabschirmung an der Innenwand des Schwerbetontanks verstärkt.

Das Reaktorgebäude hat einen zylindrischen Gebäudemantel mit einem Durchmesser von 26 m und rund 25 m Höhe. Eine Kuppel ist in Form eines Kugelsegmentes aufgesetzt. Wir haben uns für die Betonbauweise einzig und allein aus Preisrücksichten entschieden. Ein Rundlaufkran von 10 t Tragkraft wird für die 3 vorgesehenen Geschosse — Erdgeschoß, Zwischen- und Obergeschoß — verwendet werden; Spezialförderwagen sind in den für den Kran nicht zugänglichen Teilen vorgesehen.

Der Aushub für das Ringfundament des Reaktorgebäudes hat bereits begonnen. Die Arbeiten zur Errichtung der Zylinderwand sind im guten Fortschreiten. Es kann damit gerechnet werden, daß noch vor Einbrechen der kalten Jahreszeit der Reaktormantel, der Gebäudemantel, vollkommen abgeschlossen werden kann. Die Fundamente um das

Reaktorbecken werden Anfang 1959 betoniert werden. Die Bautermine des Reaktors und des Reaktorbeckens sind so gelegt, daß ungefähr Mitte 1959 die rein bauliche Seite abgeschlossen sein wird.

Das Kühlsystem unseres Reaktors mit Wärmeaustauschern führt im Primärkreislauf gut demineralisiertes Wasser. Eine entsprechende Durchflußrate sorgt für die Abfuhr der 5 MW Wärmeenergie. Der Sekundärkreislauf kommuniziert mit einem Kühlturm, in dem die gesamte Energie an die Außenluft abgegeben wird. Eine Notkühlung ist für den Katastrophenfall vorgesehen; sie erfolgt über eine Ringleitung in etwa halber Pool-Höhe. Die Wasserversorgung hiefür erfolgt einerseits durch eine Leitung vom Primärkreis, andererseits vom Nutzwassersystem.

Die Organisation des Reaktorbetriebes ist ungefähr so gedacht:

Der Reaktor selbst soll der Leitung eines akademisch geschulten, nach Möglichkeit im Ausland an einem Reaktor ausgebildeten Betriebsleiter unterstehen. An zusätzlichem Personal werden je ein oder zwei Ingenieure, Mechaniker und Elektroniker gebraucht; in der ersten Phase für einen teilweisen 2 Schichten-Betrieb ungefähr 14 Personen.

Wenn man eine Betriebskostenschätzung anstellt und annimmt, daß ein 20%-Abbrand erreicht werden kann, und wenn man weiters annimmt, daß der Reaktor während $\frac{2}{3}$ eines Jahres mit 1 MW und

etwa $\frac{1}{3}$ mit 5 MW betrieben wird, dann belaufen sich die Spaltstoffkosten auf schätzungsweise 3,5 Mill. österr. Schillinge pro Jahr. Hierbei ist weiters vorausgesetzt, daß der Reaktor $\frac{3}{4}$ der Gesamtzeit eines Jahres in Betrieb befindlich ist. Aus dieser Überlegung allein ersieht man, wie teuer der Reaktorbetrieb eigentlich ist, verglichen mit normalen Aufwendungen in der üblichen Forschung.

L a b o r a t o r i e n .

Die Entwicklung der Kernphysik und der Reaktortechnik ist undenkbar ohne die mannigfachen Hilfsmittel der Elektronik. Man kann denn auch heute schon erkennen, daß die Elektronikindustrie und die Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet bedeutende Fortschritte macht.

Wir wollen deshalb versuchen, die Anwendungen der Elektronik in der Reaktortechnik aufzuzeigen, und haben in diesem Sinne in unserem Elektronikprogramm dieser Entwicklung Rechnung zu tragen versucht.

I n s t i t u t f ü r E l e k t r o n i k .

In der heutigen Kernphysik ist es bereits zu einer Selbstverständlichkeit geworden, daß man sich bei allen schwierigeren Messungen elektronischer Geräte bedient, die entsprechend den Erfordernissen der Forschung immer komplizierter werden. Es müssen völlig neuartige Methoden entwickelt wer-

den, die mit den bekannten Gebieten der ursprünglichen Elektronik, der Schwachstromtechnik nur mehr sehr wenig gemeinsam haben, außer dem Grundstock der verwendeten Hilfsmittel. Neben den üblichen Schaltungen, wie etwa Gleichrichtern, werden Schaltungen extremer Konstanz für ebenfalls extrem hohe Bandbreiten von mehreren 10 MHz benötigt, Verstärker, Diskriminatoren und ähnliches, außerdem hochkonstante Meßgeräte für möglichst kleine Ströme und komplizierte Diskriminationssysteme zur Untersuchung von Impulsspektren.

Diese Forschungs- und Entwicklungsaufgabe paßt weder in das Gebiet der Nachrichtentechnik, noch ist sie mit einer rein physikalischen Ausbildung beherrschbar. Im Laboratorium für kernphysikalische Elektronik sollen sämtliche Fachkräfte mit beiden Arbeitsgebieten, Kernphysik und Elektronik, hinreichend vertraut sein, und die instrumentelle Ausrüstung muß den neuen Problemen entsprechend angepaßt sein.

Durch die enge Zusammenarbeit mit den kernphysikalischen Abteilungen sollte es möglich sein, deren kostspielige Meßgeräte wirklich gut auszunützen, lange Reparaturzeiten zu vermeiden und sich durch ständige Verbesserungen den Erfordernissen der Experimente anzupassen.

Auch die anderen im Reaktorzentrum vorgesehenen Abteilungen, Chemie, Metallurgie, Biologie, Strahlenschutz, die wohl in gewissem Umfang von

elektronischen Hilfsmitteln abhängen, werden von einem guten Service profitieren. Das Elektronik-Laboratorium hat auf Grund des Vorhergesagten eine dreifache Aufgabe: Es hat die Aufgabe der Entwicklung neuer Instrumente und Geräte, es hat die Aufgabe, den Service der vorhandenen Instrumente zu übernehmen und es hat drittens die Aufgabe, die Reaktor-Elektronik zu beherrschen, zu verbessern und das Service auch dort zu übernehmen.

I n s t i t u t f ü r P h y s i k .

Das Physik-Laboratorium hat vier Arbeitsgruppen geplant. Eine Arbeitsgruppe „Massenseparator“, eine Arbeitsgruppe „Neutronen- und Reaktorphysik“, schließlich eine Arbeitsgruppe „Theoretische Physik“ und eine Arbeitsgruppe „Kernspektroskopie“.

Das Entwicklungs- und Konstruktionsprogramm in der Physik geht von dem Grundsatz aus, daß der Ankauf komplizierter Apparaturen finanziell untragbar sei und auch andererseits dem Sinn des gesamten Unternehmens widerspreche. Die Entwicklung kostspieliger Anlagen sollte vielmehr unter Ausnutzung der neuesten ausländischen Erfahrung und unter Berücksichtigung der besonderen Forderungen, die sich aus dem geplanten Forschungsvorhaben ergeben, im Reaktorzentrum selbst in enger Zusammenarbeit mit den einschlägigen und interessierten Firmen Österreichs erfolgen.

Der Massenseparator, der in diesem Zusammenhang geplant ist, wird Einzelisotope in wägbarer Menge herstellen, die nicht oder nicht im erforderlichen Reinheitsgrad kommerziell erhältlich sind. Stabile Isotope sollen dann als Ausgangssubstanzen für Bestrahlungen im Reaktor, als Proben für Wirkungsquerschnittsmessungen, als Target für Kernreaktionsuntersuchungen und ähnlichem mehr dienen. Aber auch radioaktive Isotope von bestrahlten Proben aus dem Reaktor sollen hier nach ihrer Isotopenzusammensetzung getrennt werden können. Ein besonderes Programm bildet in diesem Zusammenhang die Plutoniumtrennung. Die dazu erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen werden vorzusehen sein. Für sehr kurzlebige Isotope soll die direkte Analyse der Strahlung am Auffänger des Separators möglich gemacht werden. Es ist klar, daß eine Ergänzung des Reaktors durch einen derartigen Massentrenner die kernphysikalischen Arbeitsmöglichkeiten außerordentlich erhöht.

Die Voraussetzungen für Arbeiten auf dem Gebiet der Kernspektroskopie und der Kernreaktionen, insbesondere der Gamma-Prozesse bilden die Aufstellung hochentwickelter elektronischer Meßapparaturen, wie vorher im Sektor „Elektronik“ bereits erwähnt. Basierend auf den Entwicklungsarbeiten, die in den letzten Jahren an einigen Universitätsinstituten durchgeführt wurden, sowie den Erfahrungen, die in Saclay und in verschiedenen ameri-

kanischen Forschungszentren gesammelt werden konnten, werden die Geräte vom Elektroniklaboratorium entwickelt und im Laufe 1959 in einer Stückzahl hergestellt werden, die für die erste Ausstattung der Arbeitsgruppen Kernspektroskopie und Neutronenphysik hinreicht. Als neutronphysikalisches Gerät soll ein Neutronenkristallspektrometer entwickelt werden. Ein für den routinemäßigen Gebrauch aufgebautes Gerät dieser Art stellt eine wichtige Ergänzungsmöglichkeit zur Röntgenstrukturanalyse dar; sie ist dann von Bedeutung, wenn die Röntgenanalyse wegen zu großen oder zu kleinen Unterschiedes im Atomgewicht der Gitterbausteine versagt.

Die Tätigkeit der theoretischen Arbeitsgruppe soll in der Vorbereitung und Unterstützung der Forschungsprojekte bestehen. Im besonderen ist ein enges Zusammenwirken aller Interessenten und eine karteimäßige Erfassung der einschlägigen Literatur für die verschiedenen Spezialeinrichtungen im Gange. Diese wurde mit dem Stichtag vom 1. September 1958 begonnen und aus personellen Gründen vorläufig in einem Rahmen gehalten, der etwa zur Erfassung von 5000 kernphysikalischen Arbeiten pro Jahr führt. Diese Dokumentation wird sowohl in gehefteter als in Kartenform vervielfältigt und auch den Gesellschaftern der Studiengesellschaft zur Verfügung gestellt werden. Es wird versucht, auch

Institutionen außerhalb der Studiengesellschaft für die Dokumentation zu interessieren.

Das Forschungsprogramm umfaßt im einzelnen Untersuchungen:

- a) über Spaltung orientierter Kerne durch normale und polarisierte Neutronen verschiedener Energiebereiche. Bestimmung von Beziehungen zwischen der Massen- und Winkelverteilung der Spaltprodukte bei der Spaltung durch schnelle Neutronen; eine theoretische Untersuchung der asymmetrischen Spaltung; eine Analyse des Gammaskpektrums, das bei der Spaltung selbst emittiert wird; Bestimmung der total emittierten Gammaenergie und Wirkungsquerschnitte beim Auftreffen von Neutronen in Proben getrennter Einzelisotope, ferner Analysen der Gamma-Gammakaskaden beim Neutroneneinfang sowie zeitliche Analyse mit höchst auflösenden Methoden;
- b) Koinzidenzuntersuchungen mit sekundären Elektronen- und Szintillationsspektrometern;
- c) Ermittlung der zum Grundzustand führenden Gammalinien mittels Resonanzstreuung.

Die Neutronenphysik wieder plant in ihrem Programm Berechnungen der Wirkung von inhomogenen magnetischen Linsensystemen für langsame Neutronen, die Verbesserung der Methode der Flugzeitspektroskopie zur Wirkungsquerschnittsmessung, die Entwicklung von Neutronendetektoren im Bereich

von 10^2 — 10^5 eV, detaillierte Untersuchung des Neutronenzerfalls zur Prüfung der Invarianz der Grundgesetze gegenüber der Zeitumkehr.

Reaktor-Test-Programm.

Nachdem der Reaktor baulich fertiggestellt und installiert ist, muß ein Testprogramm abgewickelt werden, das im besonderen das Zusammenwirken der einzelnen Einheiten prüft. Es folgt die Periode der Nullenergieexperimente, die von ganz besonderem Interesse bei jedem jungfräulichen Reaktor sind, da unter diesen Umständen mit Hilfe der Neutronen die physikalischen Zusammenhänge der verschiedenen Core-Anordnungen gut experimentell demonstrierbar sind. Im Falle unseres Reaktors haben wir besonders zwei Prinzipcorearrangements im Auge. Das eine Core mit Reflektorelementen rundherum; das wäre für den Fall vorgesehen, daß Experimente im Inneren des Reaktorkerns ausgeführt werden und durch die Reflektorwirkung der Neutronenfluß im Inneren des Kerns angehoben werden soll. Eine zweite prinzipielle Coretype bietet ein Core ohne allzu wirksamen Reflektor außen, eher durch Reflektorelemente im Zentrum des Kerns, damit wäre ein Hinausdrücken des Neutronenflusses aus dem Kern in die Experimentiereinrichtungen und in die einzelnen Kanäle erreicht.

Die dritte Phase der Reaktorinbetriebsetzung ist der Betrieb des Reaktors bei voller Leistung.

Bei der Inbetriebnahme eines Reaktors muß zuerst untersucht werden, ob der Reaktor mit der berechneten Anzahl und Anordnung der Elemente kritisch wird. In einer kritischen Anordnung wird eine Kettenreaktion ohne äußere Neutronenquelle aufrecht erhalten.

Zum Anfahren des Reaktors aber benötigt man eine Neutronenquelle der Größenordnung von einer Quellstärke von ungefähr 1×10^8 Neutronen pro Sekunde. Die Vervielfachung dieser Neutronen durch den Reaktorkern wird während des kritischen Experimentes mit einem Spaltzähler beobachtet. Die Impulse des Spaltzählers werden über einen Vor- und Linearverstärker auf einen Zähler und einen logarithmischen Zählratemesser gegeben. Vor jedem kritischen Experiment soll man die Wirksamkeit jedes Trimmstabes qualitativ geprüft haben. Nach der Prüfung der Trimmstäbe wird man die Wirkung des Einsetzens der verschiedenen Elemente überprüfen. Beim Zuladen eines Elementes muß beachtet werden, ob die Trimmstäbe genügend Reaktivitätsreserve besitzen. Im Normalfall sind die Trimmstäbe entweder ganz aufgefahren oder zur Hälfte eingefahren. Die Reihenfolge des Zuladens der einzelnen Uranelemente bestimmt die Wirksamkeit der Trimmstäbe während des kritischen Experimentes. Meistens wird das System so angelegt, daß rund um die Trimmstäbe zugeladen wird, um so den Trimmstäben die größt-

mögliche Wirksamkeit zu geben. Von der Erreichung des kritischen Zustandes kann man sich am besten dadurch überzeugen, daß die zusätzliche Neutronenquelle weggebracht wird.

Ein gut fundiertes Reaktortestprogramm, z. B. der hier skizzierten Art, mag gut und gerne ein halbes bis ein ganzes Jahr in Anspruch nehmen, wenn man alle interessanten Parameter und Informationen messen und bestimmen will.

Die Kernspektroskopie befaßt sich mit den Problemen: Zerfalls-Schema von Kernen vom Standpunkt der Modelltheorien, theoretische Untersuchungen über die Beziehung zwischen Schalenmodell und kollektiven Kerneigenschaften, die Erweiterung der Kenntnisse des Zerfalles kurzlebiger Substanzen mittels Reaktoraktivierung und anschließender Massenseparatoranalyse, Beobachtung kurzlebiger und ganz kurzlebiger neutroneninduzierter Aktivitäten mit einem langsamen Chopper-System, Paritätsexperimente an orientierten Kernen, Beta-Gamma-Winkelkorrelationsmessungen u. ä.

I n s t i t u t f ü r C h e m i e .

Die chemischen Laboratorien unterteilen sich, grob gesprochen, in die Unterabteilung Physikalische Chemie und Radiochemie. Das Forschungsprogramm der physikalisch-chemischen Studien erstreckt sich auf das Gebiet der stabilen Isotope. Auf dem Gebiet stabiler Isotope sind einerseits

Versuche zur Isotopenanalyse durch Massenspektroskopie oder Ultrarotspektroskopie, andererseits aber auch Untersuchungen zur Isotopentrennung nach chemisch-physikalischen Verfahren, mit Ausnahme elektromagnetischer Methoden, geplant. Besonderes Augenmerk soll dem Studium von Schwerwasser gewidmet sein, wobei auch sein Verhalten im Reaktor geprüft werden soll.

Die Chemie unter dem Einfluß radioaktiver Strahlung nimmt im Programm einen breiten Raum ein. Anfänglich wird die Forschung auf diesem Gebiet sich mit der Auswahl von Strahlenquellen befassen. Als Gamma-Strahler kommen Co^{60} und Cs^{137} und vor allem die Gamma-Aktivität des Reaktorkerns selbst in Frage. An eine Verwendung der ausgebrannten Brennstoffelemente ist in diesem Zusammenhang ebenfalls gedacht. Die eigentliche Forschung wird sich auf den Strahlungseinfluß beim Ablauf chemischer Reaktionen erstrecken und die Möglichkeit einer technischen Verwertung dieser Ergebnisse, wie Polymerisation, Vulkanisation, Synthesen organischer und anorganischer Verbindungen, umfassen.

Die radiochemischen Arbeiten umfassen die drei Hauptgebiete: Uran, Plutonium und die Herstellung künstlicher Radioelemente. Daß ein besonderes technisches Programm der Chemie auch in der Aufbereitung der aktiven Abwässer besteht, liegt eigentlich nahe.

Institut für Metallurgie.

Im Laboratorium für Metallurgie schließlich wird neben der reinen Forschung auch ein Großteil industrieller Forschung in Aussicht genommen. Darüber hinaus soll es zur Spezialisierung von Fachkräften der Industrie dienen und die dafür notwendigen Arbeitsplätze zur Verfügung stellen. Der Aufgabenbereich des Institutes für Metallurgie verteilt sich im wesentlichen auf folgende Abteilungen: Technologie, Metallphysik, chemische Metallurgie, analytische Chemie und heiße Metallurgie. Zur Betreuung dieser Abteilungen sind Akademiker entsprechender Fachrichtung erforderlich, außerdem sind Mittelschultechniker und -chemiker als Laborkräfte einzustellen. In beiden Abteilungen, Technologie und Metallphysik, stehen Laboratorien für Technologie, physikalische Metallurgie, Pulvermetallurgie und Diffusion sowie ein Kältelabor zur Verfügung. Einrichtungen für Röntgenfeinstrukturuntersuchungen und Metallographie sind vorgesehen sowie zwei Prüfräume und ein Ofenraum.

Die Abteilungen chemische Metallurgie und analytische Chemie umfassen ein Laboratorium für chemische Metallurgie, ein analytisches Labor, Laboratorium für Korrosion, für Elektrochemie, für Spektrographie usw.

Das Forschungsprogramm der einzelnen Abteilungen ist sehr differenziert. In der Technologie

wird in Zusammenarbeit mit anderen Forschungsstellen das Studium der Eigenschaften, der Herstellung und Verwendbarkeit von Metallen und Legierungen als Reaktorbau- und Brennstoffelemente das Hauptziel sein; es sollen Materialien entwickelt werden, die den hohen Anforderungen der Korrosionsbeständigkeit unter den im Reaktor gegebenen Bedingungen, Stabilität gegenüber Neutronenbestrahlung, sowie den kernphysikalischen Forderungen entsprechen.

Besonderes Augenmerk soll dabei auf die Untersuchung entsprechender Sinterwerkstoffe gerichtet werden. Diese Arbeiten sollen sich im weiteren Verlauf auch auf die Entwicklung von Brennstoffelementen für spezielle Aufgaben erstrecken.

Kürzlich wurde folgendes Problem aufgeworfen:

Für Brennstoffelemente von graphitmoderierten Kraftwerksreaktoren wäre eine Anordnung zu erwägen, bei der Graphit die Uranmetall- und Uranverbindungselemente (in Kugelform oder in kleinen Zylinderstäben) als Canningmaterial vollkommen umschließt, dabei sollte noch die Forderung erfüllt sein, daß aus der Graphitumhüllung entstehende gasförmige Spaltprodukte nicht entweichen können. Normaler künstlicher Graphit nuclear rein ist für diesen Zweck nicht geeignet. Durch Tränken mit Furfurylderivaten und nachfolgendem Glühen in Vakuum bei ca. 1100°C gelang es, die Permeabilität um den Faktor 10^5 zu verbessern.

Die Metallurgieabteilung wird sich mit solchen Experimenten befassen und geeignete Materialien (Metalle) in Vakuum auf derartig präpariertem Graphit für Korrosionsschutz aufdampfen. Es wird auch die Möglichkeit untersucht werden, die so erzeugte Metallschicht, die zum Teil in die Oberfläche des Graphits bei entsprechender Temperaturbehandlung eindringt und sich nach außen hin aufbaut, durch elektrolytischen Niederschlag noch weiter zu verstärken. Damit wäre eine einfache Möglichkeit an die Hand gegeben, die Verlotung und Verschweißung des so präparierten Graphits auszuführen.

Institut für Biologie und Landwirtschaft.

Im Arbeitsprogramm von Biologie und Landwirtschaft wird der Schwerpunkt des Forschungsprogrammes das Studium der Wirkung von radioaktiven Strahlen auf die Kette: Boden — Pflanze — Tier und gegebenenfalls Mensch sein, wobei allerdings der Mensch selbst der rein medizinischen Forschung vorbehalten bleiben muß. Die Zielsetzung ist dabei die Festlegung, durch welche Maßnahmen man einer Schädigung unserer Umwelt begegnen kann. Wenn auch auf diesem Gebiet schon einiges gearbeitet wurde, so sind noch große Lücken offen, die zu schließen durch das folgende Programm mitgeholfen werden soll.

Dieses wurde unter der Voraussetzung erstellt, daß vorläufig nur das Hauptgebäude — wie auf dem Übersichtsplan gezeigt — und die Gefäßstation mit Glashaus vollständig aufgebaut und verfügbar sein werden. Ein sehr umfangreiches Programm liegt vor, das besonders auf den Gebieten einsetzt, wo mit einiger Chance auf Erfolg auch mit relativ bescheidenen Mitteln Aussicht besteht, die gestellten Fragen einer Lösung zuzuführen.

S t r a h l e n s c h u t z .

Besondere Bedeutung kommt der Strahlenschutzgruppe am Reaktorzentrum Seibersdorf zu. Sie unterteilt sich in eine Strahlenmeßgruppe, die mit einem Mercedes-Kastenwagen und entsprechender Ausrüstung von Meßgeräten bereits im Einsatz ist, einem technischen Strahlenschutzdienst, einem personellen Strahlenschutzdienst und betriebsärztlichen Dienst, einem Entaktivierungsdienst, einer meteorologischen Gruppe, einem allgemeinen Strahlenschutzdienst, einer Betriebsfeuerwehr und Strahlenschutzlaboratorium.

Die Feststellung des O-Pegels ist bereits, wie vorher erwähnt, in Angriff genommen und es sind Fixpunkte im Zentrum und in der näheren und weiteren Umgebung festgesetzt, wo Wasserproben, Luftproben und Bodenproben nach einem festgesetzten Zeitplan genommen werden, um die vor In-

betriebsnahme des Reaktors existierende Aktivität zu bestimmen.

Leider wird in der Öffentlichkeit ein Reaktor oft in seiner Wirkung mit einer Bombe verglichen oder man ist der Meinung, er sei eine gezähmte Atombombe.

Nun, die große Energie, die im Brennstoff eines Reaktors aufgestapelt ist, kann im Gegensatz zur Atombombe nur relativ langsam befreit werden. Wohl kann sich dabei die innere Struktur des Reaktorkernes so stark erhitzen, daß sie zerstört wird, mit einer Bombe hat dies aber absolut nichts zu tun.

Um auch den letzten Zweifel an der Richtigkeit theoretischer Überlegungen zu nehmen, wurde ein Reaktor auf freiem Gelände in den Steppen von Idaho aufgestellt. Hierauf wurden alle Kontrollstäbe plötzlich entfernt, sodaß nun die Energieproduktion über alle Grenzen anwachsen konnte, dabei erwärmte sich der Reaktor bis zum Siedepunkt und stabilisierte sich aber dann automatisch, bevor irgendwelche Zerstörungen auftraten.

Dieser Versuch wurde unter verschärften Bedingungen wiederholt. Das Resultat blieb im wesentlichen dasselbe. Der Reaktor konnte gar nicht zur Explosion gebracht werden. Erst als die absorbierenden Kontrollstäbe mit Sprengladungen entfernt wurden, gelang es, eine Zerstörung des Reaktorkernes zu erreichen. Der Reaktorkern wurde im

wesentlichen in großen Stücken mit einem sehr begrenzten Radius in die Luft geschleudert.

Es ist richtig, daß nicht jeder Reaktortyp diese Eigenschaft besitzt. — Doch wird man in den meisten Fällen einer Konstruktion dieser Art nahekommen können. Wenn aber auch das Bild der Atombombe abwegig ist, kann die Möglichkeit doch nicht ganz ausgeschlossen werden, daß infolge einer raschen oder zu raschen Erwärmung einzelne Teile der inneren Struktur eines Reaktorkernes Schäden erleiden.

Es kann in dem betreffenden Bereich eine radioaktive Verseuchung entstehen. Die üblichen Maßnahmen erstrecken sich auf derartig konstruierte und zum Teil auch für unmöglich gehaltene Vorkommnisse, und alle Maßnahmen werden so ausgewogen, um eine optimale Sicherheit der Bevölkerung zu garantieren.

Versorgungsbetriebe und Administration.

Es werden umfangreiche Energieversorgungsanlagen, Wasserversorgungsanlagen, Heizungsanlagen, Abwasseranlagen usw. am Reaktorzentrum errichtet. Es wird in zahlreichen Werkstätten die Möglichkeit gegeben sein, auch komplizierte Teile selbst zu verfertigen. Wir müssen wegen der Entfernung von Wien über eine eigene Tischlerei, Glasbläserei und über verschiedene andere Einrich-

tungen verfügen, die in einer ähnlichen Anlage in einer Großstadt nicht unbedingt notwendig sind. Schließlich und endlich bedarf das Reaktorzentrum auch einer Verwaltung, die für zweckmäßige Materialbeschaffung und Ergänzung und für andere administrative Tätigkeiten eingesetzt werden soll.

Die Energieversorgung allein stellt bereits ein besonderes Problem dar. Der Reaktor allein mit allen Pumpen und Meßeinrichtungen benötigt eine Leistung von rund 200 kW. Wenn wir noch annehmen, daß ungefähr derselbe Betrag für Experimente am Reaktor reserviert werden soll, dann benötigt der Reaktor bereits 400 kW Leistung. Die gesamte Leistung, die installiert werden muß, beträgt nach Schätzungen der einzelnen Institute auf Grund des Forschungsprogrammes 2 MW. Da an die Spannungsversorgung besondere Anforderungen gestellt werden, wird es wahrscheinlich unerläßlich sein, eine eigene Energieversorgungsanlage zu errichten.