

MIT STRALUNG ARBEITENDE MINERALÖL- VERSUCHSSTATION

Von

J. KISS, L. VAJTA und N. TIMÁR

Lehrstuhl für Maschinenelemente der Technischen Universität, Budapest

(Eingegangen am 27. Oktober 1957)

Die Anwendung der Strahlungsenergie von großen Schwingzahlen zum Fördern von chemischen Reaktionen erlangt eine immer größere Bedeutung. Schon im Jahre 1910 wurde von H. D. ZELINSKY [1] bewiesen, daß das Zyklohexen bei einer unmittelbaren Berührung mit etwa 5×10^{-4} g Radium einer Änderung unterliegt und als Reaktionsprodukte ergaben sich Kohlenwasserstoffe, die leichter bzw. schwerer als das Zyklohexen waren.

Im Falle einer Wechselwirkung zwischen einem Stoff und einer elektromagnetischen Strahlung von hoher Energie kann das Los der Strahlenmengen verschieden sein. Ein Teil von ihnen geht durch den Stoff unverändert hindurch, ein anderer Teil stößt mit je einem Elektron des Atoms zusammen. Diese Menge übermittlelt bei Zusammenstoß ihre Gesamtenergie dem Elektron, während sie selbst zu existieren aufhört, d. h. es findet eine photoelektrische Absorption statt. Die Energien der verschwundenen Photone finden zum Teil bei Atomerregung bzw. bei Ausscheidungsarbeit des Elektrons Verwendung, während durch die rückständige Energie die kinetische Energie des herausgerissenen Elektrons geliefert wird. Eine photoelektrische Absorption kommt zustande, wenn die Strahlenmenge mit einem stark gebundenen Elektron zusammenstößt. Dieser Fall liegt bei den Wechselwirkungen von Mengen mit kleinen Energien bzw. von Stoffen mit hohen Ordnungszahlen vor.

Ist die Energie der Strahlenmenge genügend groß, so verschwindet Strahlenmenge nach der Abspaltung des Elektrons nicht, lediglich ihre Energie wird geschwächt, d. h. ihre Wellenlänge nimmt zu und sie setzt ihren Weg in einer von der ursprünglichen abweichenden Richtung fort. Dies ist die sog. Comptonsche Streuung. Diese Erscheinung kann hauptsächlich bei locker gebundenen Elektronen, also in einem Fall beobachtet werden, wenn die Energie der Mengen groß bzw. die Ordnungszahl des Streumediums klein ist. Je kürzer die Wellenlänge, um so mehr wird die photoelektrische Absorption in den Hintergrund gedrängt und um so mehr tritt die Comptonsche Streuung zum Vorschein.

Wird von der Energie der Strahlenmenge die Spannung von 1 Million Elektronvolt überstiegen, so kann auch eine Paarbildung auftreten, d. h. die

Menge verschwindet, und an ihrer Stelle erscheinen ein Positron und ein Elektron. In unserem Fall, in welchem als Strahlungsquelle eine Radium-Gamma-Strahlung, eine isotope Gamma-Strahlung vorliegt, kann man auf die photoelektrische Absorption vollständig verzichten. Bereits bei einer Röntgenstrahlung von 170 kV stellt sich meistens die Comptonsche Streuung ein. Die Paarbildung kann ebenfalls vernachlässigt werden. Unseren derzeitigen Kenntnissen gemäß werden die verschiedenen chemischen Prozesse durch die oben beschriebene Weise erregte Atome bzw. freigewordene Elektronen in die Wege geleitet, wodurch sich auch die chemische Wirkung der Strahlungen erklären läßt. Die Lebensdauer der aktivierten Moleküle oder Atome weist lediglich eine Größenordnung von 10^{-8} Sek. auf, doch reicht diese Frist aus, um die Kettenreaktionen einzuleiten.

Zur Anwendung der Strahlungsenergie für Kohlenwasserstoffreaktionen wurde auf der ganzen Welt eine großangelegte Forschungstätigkeit eingesetzt. So z. B. wurden von den Unternehmungen der Ölindustrie in den USA [2] an nachstehenden Stellen Laboratorien zu diesem Zwecke errichtet :

Gesellschaft	Ort	Strahlung	Strahlenquelle
Atlantic Ref. Co.	Philadelphia	β	linearer Acc. 1 meV
California Research. Corp.	Richmond Calif.	γ	Co
Esso Research and Engr. Co.	Linden N. Y.	γ	Co 3500 Curie
Gulf Oil Corp.	Harmer-Pa. ville	β	Van de Graaf Acc. 3 meV
Humble Oil and Ref. Co.	Baytown Texas	β	Van de Graaf Acc. 3 meV
Shell Development Co.	Emergville Calif.	β	„ „ „ „ 3 meV
Socony Mobil Oil Co.	Dallas Texas	β	„ „ „ „ 0,5 meV
Socony Mobil Oil Co.	Paulsboro	β	„ „ „ „ 2 meV

Mehrere Kohlenwasserstoffreaktionen konnten mit Strahlungsenergie von hoher Schwingzahl wirksam beeinflußt werden. Außer der Radiolysen [1], die über Wirkung der Strahlungsenergie auftreten, sind die wichtigeren Reaktionen :

1. Äthylen-Polymerisation

Es wurde die Gasphasen-Polymerisation des Äthylens über Einfluß von Gamma-Strahlung untersucht [3, 4, 5, 6]. Als Strahlenquelle diente bei den Versuchen, die im Druckbereich von 50—100 atm. bei Temperaturen zwischen 6—220° C unternommen wurden, ein Cobaltisotop von der Stärke von 10 kilocurie. Durch diese Versuche wurde bewiesen, daß unter den obigen Umständen äußerst verschiedene Polymerverbindungen mit einem ziemlich großen Ausfall hergestellt werden können (Tab. I) [8].

Tabelle I_x
Die Produkte des bestrahlten Äthylens

Nr. der Versuche	Reaktionstemp. in °C	Reaktionsdruck psia	Gesamtstrahlungsdosis megarep.	Strahlungsausfall + A	Polymerzustand
839	6	755	4,20	1,340	fest
833	8	985	5,46	1,630	„
800	13	1145	4,10	1,530	„
801	13	875	5,28	2,270	„
807	39	1380	4,47	3,040	„
808	88	1325	1,90	490	„
812	90	1300	5,85	433	„
845	132	1700	4,05	955	„
712	160	1490	2,76	945	harzig
848	190	1125	2,88	1,300	flüssig
814	217	1100	3,77	4,030	„
813	220	1175	4,86	1,400	„

+ A = reagierter Grundstoff g mol/to · megarep.

2. Die Chlorierung von Kohlenwasserstoffen

Um die Chlorierung von Paraffin und aromatischen Kohlenwasserstoffen weiterzuentwickeln hat man Versuche mittels Strahlungsenergie durchgeführt. Wie bekannt, stehen uns auf dem Gebiet der Photokatalyse dieser Reaktionen sowie auf dem der größeren Wellenlänge bedeutende praktische Erfahrungen zur Verfügung.

Nach dem heutigen Stand des Wissens wird die Gamma-Strahlung bei der Behandlung der aromatischen Kohlenwasserstoffe mit Chlor bereits betriebsmäßig verwendet. Ein Betrieb für Benzolhexachlorid mit einer Kapazität von 0,5 Tonnen pro Tag ist geplant. Die Stärke der Strahlenquelle beläuft sich auf 5 kilocurie [9].

Da sich die Versuche mit der Chlorierung zur Beobachtung der mit Strahlungsenergie geförderten Reaktionen sehr gut eignen, wurden auch unsere einheimischen Versuche auf diesem Gebiete eingeleitet.

3. Oxydationsreaktionen

Die Oxydationsreaktionen lassen sich über Einwirkung der Strahlung ebenfalls fördern. Auf diesem Gebiet haben vor allem sowjetische Forscher interessante Ergebnisse erreicht [10]. Über Einfluß der Strahlung können nicht

nur oxydierte Verbindungen entstehen, sondern auch neue Verbindungen zustande kommen.

In Gegenwart von molekularem Sauerstoff gelang es z. B., aus Normalheptan, Isooktan, Zyklohexan, Toluol und Benzol verschiedene Peroxyde zu gewinnen. Bei den Polymeren mit großen Molekülen hat man über Einfluß der Bestrahlung das Zustandekommen von Sauerstoffbrücken wahrgenommen. Die Versuche wurden mit Röntgenstrahlen von 75 kV sowie mit der Gamma-Strahlung des Cobalt 60 Isotopen in Dosen von 30—1000 r/sec vorgenommen.

Auf Wirkung der radioaktiven Strahlung haben sich außer bei den oben angeführten Reaktionsgruppen auch auf zahlreichen anderen Gebieten interes-

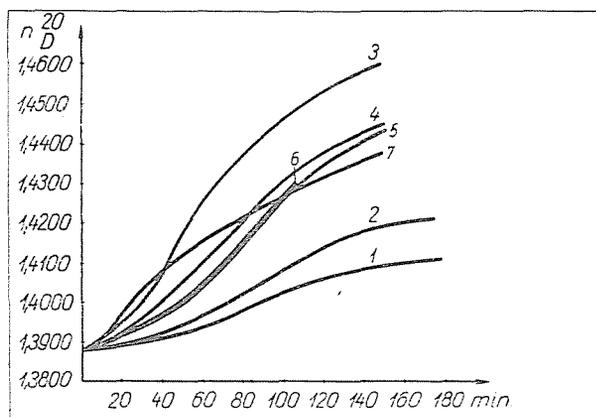


Abb. 1

sante Ergebnisse gezeigt. So z. B. hat die Aktivität der heterogenen Katalysatoren infolge der Gamma-Strahlung zugenommen.

Auch in Ungarn wurden Untersuchungen hinsichtlich der auf die Kohlenwasserstoffe ausgeübten Wirkung der Strahlungsenergie begonnen. Den Ausgang für unsere Versuche bildete der Modellversuch der Chlorierungsreaktion des Normalheptans. Die reaktionfördernde Wirkung der Hochfrequenzstrahlung kann aus Abb. 1 entnommen werden.

Die Untersuchungsphasen der einzelnen Versuche sind in Tab. II enthalten. Werden diese Versuche auf die Chlorierung von Paraffinverbindungen ausgedehnt, so erhält man analoge Resultate.

Versuche hinsichtlich der Radiolyse von Mercaptanen in Kohlenwasserstoffgemischen wurden ebenfalls angestellt. Im Wirkungsbereich der zu unserer Verfügung stehenden Strahlungsdosierungen konnte aber keine wahrnehmbare Radioanalyse nachgewiesen werden.

Bei den einheimischen Versuchen standen uns lediglich Strahlenquellen mit kleiner Energie zur Verfügung. Versuche mit Strahlenquellen von großer

Tabelle II

Nummer	Versuchszahlen	Versuchsverhältnisse (N. Heptan)
1	3	ohne Belichtung
2	2	Belichtung von 0,5 mit 500 W-Lampe
3	8	Röntgenstrahlung 169 pr. V = 170 kV Int. 10 mA, Cu-Filter 0,5 mm
4	9	Brennpunktweite 20 cm 184 r/min .. 23 .. 140 ..
5	7	.. 50 .. 29,5 ..
6	11	.. 200 .. 1,9 ..
7	12	radioaktive Gamma-Strahlung 1,9 r/min

Energie können nur nach der Errichtung eines entsprechenden Laboratoriums angebahnt werden.

Auf Grund der Erklärungen auf dem IV. Weltkongreß für Erdöl [12, 13] ist auf dem Gebiet der Erdöltechnologie eine schnelle Verbreitung der Strahlungsenergie zu gewärtigen. Ein ansehnlicher Teil der Tagesordnung des V. Weltkongresses für Erdöl wurde der Behandlung der Forschungen auf diesem Gebiete gewidmet [14].

Versuche auf dem Gebiet der Erdöltechnologie, die in einem entsprechenden mit einer Strahlungsquelle von großer Intensität ausgestatteten Laboratorium durchzuführen sind, finden ihre Begründung in den bisher gesammelten einheimischen Erfahrungen.

Es taucht die Frage auf, ob die Errichtung eines entsprechenden Laboratoriums seitens der wissenschaftlichen Forschung keine übertriebene Forderung darstellt und ob es richtig begründet ist, sich mit der wissenschaftlichen Untersuchung der Strahlenwirkung von großer Intensität eingehend zu befassen, solange die Grundlage — der Atomreaktor — nicht verwirklicht wurde.

Für die Notwendigkeit eines Laboratoriums sprechen vor allem die günstigen einheimischen Ergebnisse, die selbst in den gegebenen engen Grenzen die Richtigkeit der prinzipiellen Überlegungen rechtfertigen. Andererseits dürfen die riesigen Anstrengungen nicht außer acht gelassen werden, die überall in der Welt im Interesse des Baues von Anlagen für ähnliche Zwecke bekundet werden, die Fachschriften berichten sozusagen monatlich über Planungen oder Bauten von neuen Versuchslaboratorien. (Die USA haben im Jahre 1955 für Anlagen bzw. Versuche mit Strahlung in der Erdölindustrie 211 Millionen Dollar investiert und für das Jahr 1960 wurden 1000 Millionen Dollar veranschlagt; eine Bekanntmachung über das Zentralinstitut für Kerntechnik dessen Bau in der DDR vor seiner Beendigung steht, bezeichnet auch als eine

der wichtigsten Anlagen das »strahlungsschemische Laboratorium« und betont, daß die deutsche Ölindustrie von den durchgeführten Forschungen sehr viel erwartet.

Wollen wir also auf diesem Gebiet der Erdöltechnologie hinsichtlich der wissenschaftlichen Forschungen nicht endgültig zurückbleiben, so müssen wir uns mit der Errichtung eines Laboratoriums für Strahlungen in der Erdölindustrie unumgänglich befassen.

Die einleitend angeführten Versuche bedeuten den Beginn unserer einheimischen Forschungsarbeiten; als Fortsetzung unserer Tätigkeit haben wir die Pläne einer Versuchsstation ausgearbeitet.

Das Laboratorium muß also zur Durchführung technologischer Untersuchungen der Erdölraffinerie und verschiedener Prozesse im Versuchsbetrieb unter Zugrundelegung der Strahlungseinflüsse geeignet sein.

Die Strahlenquelle soll zunächst ein schwächeres, sodann ein Kobaltisotop von der Stärke von 10 kilocurie bilden.

Der Transport des Isotops in einer eigenen Bleikiste in das Gebäude bzw. notfalls dessen Abtransport mußte gewährleistet werden.

Die Strahlenquelle ist in einem Stahl- bzw. Betonblock mit entsprechenden Abmessungen aufbewahrt. Im Hinblick auf eine etwaige Kriegsgefahr mußte außerdem eine besondere Sicherheit gewährende, tief in einem unterirdischen Schacht geschaffene Aufbewahrungsmöglichkeit gesichert werden.

Der Bewegungsmechanismus der Strahlenquelle wird durch Fernlenkung betrieben, u. zw. auf einer Kreisbahn horizontal bzw. vertikal. Das Gebäude für die maschinellen Einrichtungen wurde solcherart gebaut, daß die Einzelteile nach seiner Fertigstellung montiert werden konnten.

Es mußte für eine Vorrichtung gesorgt werden, damit bei einer etwaigen Betriebsstörung der zur Bewegung des Strahlungsisotops dienenden Einrichtung das ganze Gebäude mit einer entsprechenden Sicherheitsflüssigkeit überschwemmt werden kann.

Die Kammer, in der die Strahlenkanone aufgestellt ist, ist gegen Strahlen durch Betonmauern von besonderer Stärke geschützt. Zur Sicherung der Stabilität des Aufbewahrungsschachtes ist erforderlich — mit besonderer Rücksicht auf einen eventuellen Bombentreffer —, daß das Gebäude auf einem sehr starken Betonsockel errichtet wird.

Die Anlage besteht aus drei Teilen bzw. aus drei vollkommen abgesonderten Einheiten (Abb. 2).

Mit »A« ist der erste Gebäudeteil bezeichnet in dem das strahlungsfreie chemische Laboratorium nebst dem notwendigen Vorbereitungsraum, das Magazin, das Photolaboratorium und die administrativen Räumlichkeiten untergebracht sind. Hier befindet sich auch die Akkumulatorkammer, man mußte nämlich dafür Sorge tragen, daß auch bei einer Betriebsstörung im Netz die Bewegungsmöglichkeit des Isotops gesichert werden kann. Mit Rücksicht

auf die etwaigen Senkungen schließt sich dieser Gebäudeteil an die übrigen mit einer Dilatationsspalte an.

Die zweite, mit »B« bezeichnete, Gebäudeeinheit liegt zwischen »A« und »C«, in dem sich die Strahlungsgrotte befindet, die zwischen den beiden

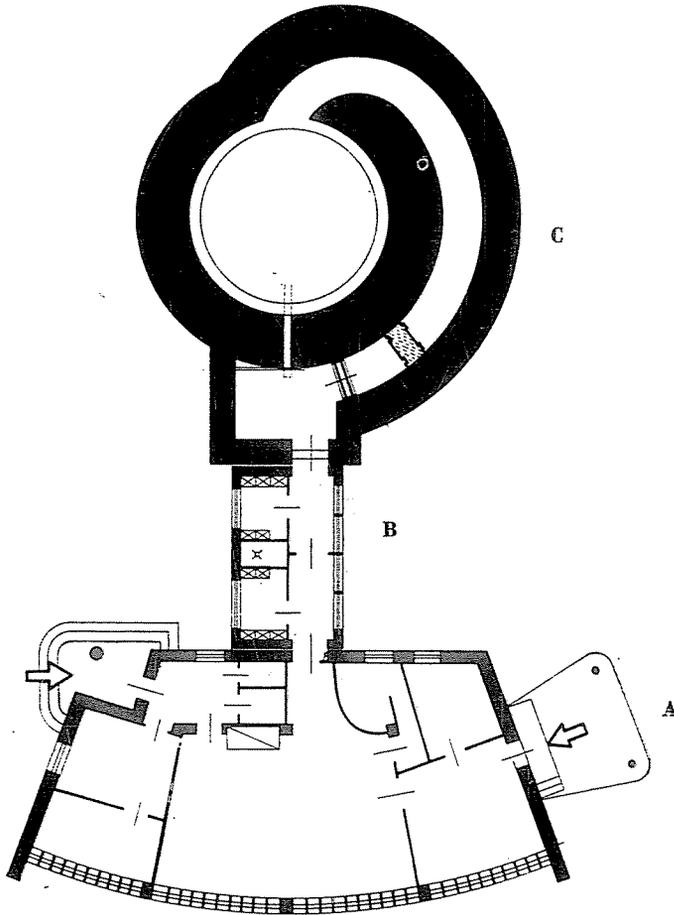


Abb. 2

anderen eine Verbindung sichern soll. Diese Verbindung muß schleusenmäßig solcherart gelöst werden, daß vom Gebäude »C« kein strahlungsgefährlicher Stoff in das Gebäude »A« gelangen kann.

Die Strahlenquelle wird im Gebäude »C« aufbewahrt. In diesem sind auch die Heißkammer, das Labyrinth und die Beobachtungsnische angeordnet. Das Gebäude mußte von den übrigen unabhängig gestaltet werden. Die ver-

wendeten Baukonstruktionen wurden den Strahlungsschutzanforderungen entsprechend bemessen.

Wie aus obigen hervorgeht, sind die drei Gebäudeeinheiten des Laboratoriums konstruktionsmäßig vollständig gesondert errichtet worden, obwohl sie miteinander verbunden sind. Das Laboratoriumsgebäude »A« ist bogenförmig ausgeführt und steht mit der Rückenmauer zu den anderen Gebäuden, sein Dach wurde schräg, mit niedriger Neigung ausgeführt. Die Isotopkammer »C« ist ein zentral angeordnetes Rotationshyperboloid mit einem schneckenartigen Labyrinth. Das Gebäude »B«, das die Verbindung zwischen den Gebäuden »A« und »C« gewährleistet, wurde mit flachem Dach ausgeführt. Somit wurde erreicht, daß die drei separat stehenden, aber in einer Achse liegenden Gebäudeeinheiten interessant und mit ihrer harmonischen Anordnung charakteristisch sind, wobei auch der Sonderzweck des Laboratoriums zum Ausdruck gebracht wurde.

Innerhalb des Gebäudes wurde die Einteilung der einzelnen Räumlichkeiten den Funktionen des Versuchsbetriebes gemäß verwirklicht.

Das Gebäude dient verschiedenen Bestimmungen: im Isotopbunker werden gewisse Stoffe der Strahlungswirkung ausgesetzt, wobei sämtliche Operationen durch einen Mechanismus verrichtet werden, außerdem werden in der Versuchsstation die Stoffe vor und nach der Strahlung vorbereitet und geprüft, sowie die Nachbehandlung und Untersuchung der fertigen Stoffe durchgeführt, schließlich mußte auch an die Administration denken.

Im Gebäude »B« bzw. seinen Verbindungsgang die schweren Stoffe vom Laboratorium in die Heißkammer und zurück nach Entriegelung der im Gang befindlichen Tür, mittels Förderwagens gebracht, wobei auch der Personenverkehr unter strenger Einhaltung des »Weiß—Schwarz-Prinzips«, durch einen weissen Ankleideraum, Duscheraum und einen schwarzen Ankleideraum, die als eine Zwangsverkehrsstrecke eingeschaltet sind, stattfindet.

Gebäude »C« ist die eigentliche Strahlungshöhle, bestehend aus einem Monoliteisenbetonblock, in dem drei Räumlichkeiten vorgesehen wurden. Vom Gang hat man Zutritt in den Beobachtungsraum. Das den Strahlungsschutz gewährleistende Labyrinth ist breit, was mit Rücksicht auf den Förderwagen erforderlich ist. Die Außenmauer des Labyrinthes besitzt die vom Strahlungsschutz bedingte Stärke. Es ist mit der Mauer der Heißkammer äquidistant in Halbkreisform ausgeführt. Der Eingang in die Heißkammer hat eine Wendung und wurde so errichtet, daß selbst bei der ungünstigen freien Isotopstellung sich eine doppelte Strahlungsreflektion gegen den Beobachtungsraum ergibt.

Die Tür zwischen Labyrinth und Beobachtungsraum bildet jene Grenze, die von keinem Menschen übertreten werden darf.

Das Isotop muß sich in der Heißkammer bewegen können und der Bunker war dementsprechend zu gestalten. Der verschiedene Bewegungen ermöglichende und später beschriebene Mechanismus mußte im Inneren der Heiß-

kammer Platz finden. Der Mechanismus vermag das Isotop innerhalb eines bestimmten Raumteiles (eines Zylinders) in eine beliebige Stellung versetzen. Hierzu mußte eine auf Konsolen ruhende Kreisbahn angelegt werden. Die Höhe wurde durch die Hubhöhe des Bewegungsmechanismus bestimmt. Hingegen wurden die Kreisbahn und somit der Durchmesser der Strahlungskammer durch die äußeren Stellung definiert. Die Höhe der Höhle ergab sich indem für die etwaige Überschwemmung die notwendige Stärke jener Strahlungsschutzflüssigkeitsschicht berücksichtigt wurde, die über der möglichen Höchststellung der Strahlungsquelle vorzusehen ist.

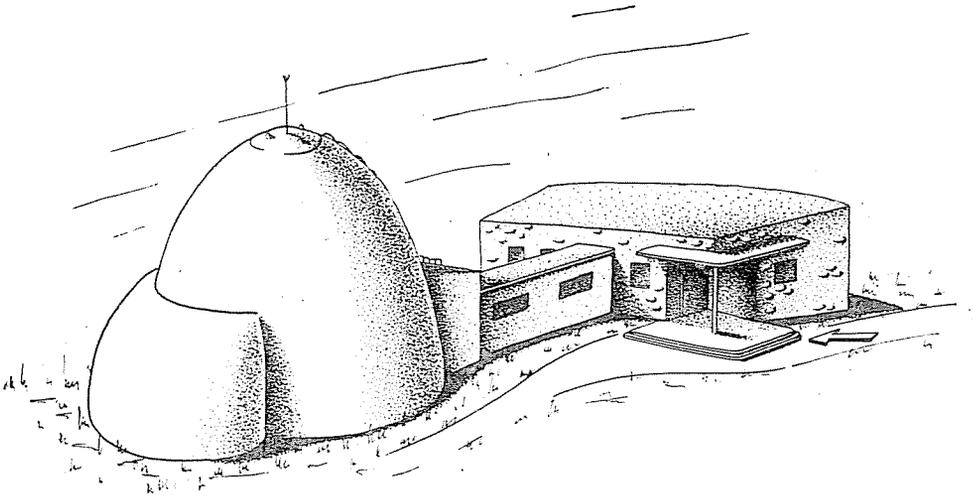


Abb. 3

Auf dem Deckel der Strahlungshöhle befindet sich eine opeionartige Öffnung, in die ein abgestufter Eisenbetonpfropfen mit Bleiisolierung kommt. Durch diese Öffnung erfolgt die Montage der in der Heißkammer aufzustellenden Einrichtungen sowie im Falle einer Überschwemmung das Eindringen in die Kammer. Das Strahlenkanonengebäude ist eine mit den Mauern des Labyrinthes und des Beobachtungsraumes zusammengebaute dicke Eisenbetonkuppel (Abb. 3).

Für die Mauerstärke waren die Gesichtspunkte des Strahlungsschutzes maßgebend. Unter der Betonkuppel befindet sich ein derart großer Betonkörper, daß der Schwerpunkt des Baues tiefer gebracht und dadurch gesichert wird, daß sich das Gebäude selbst bei einem etwaigen Bombenvolltreffer nicht wesentlich fortbewegen soll.

Die Kuppelform ist ein Rotationshyperboloid. Das Labyrinth wird durch eine Wölbung von Viertelkreisumfang an die Kuppel angeschlossen.

An der Strahlungskammer befindet sich nur eine äußere Öffnung: das

Labyrinth. Die zwischen dem Vorbereitungsraum und dem Labyrinth befindliche Tür wurde unter Berücksichtigung einer etwaigen Überschwemmung auf Wasserdruck bemessen.

Der Fußboden wurde mit einem Belag (»à la Metlacher«) versehen, in der Heißkammer gemustert, Polarkoordinatengemäß gelegt, um die visuelle Orientierung zu erleichtern. Aus dem Fußboden ragen für die verschiedenen Einrichtungen sowie Manipulationskessel, Bleibehälter für den Isotoptransport usw. mit dem Fundament zugleich betonierte Sockel heraus.

Bei der Planung der maschinellen Konstruktion des Bewegungsmechanismus der Strahlenquelle war man vor allem auf die Sicherheit der Bewegung bedacht. Als Grundprinzip galt, daß der Mechanismus ausschließlich aus mechanischen Elementen bestehen soll, um die Anzahl der Fehlerquellen womöglich auf ein Minimum herabsetzen. Die gefällig scheinenden Konstruktionen hydraulischen und magnetischen Aufbaues mußten auf Grund der diesbezüglichen ausländischen Erfahrungen außer acht gelassen werden. Unser Ziel beim Aufbau der Bewegungseinrichtung war nach Möglichkeit primitive kinematische Elementenpaare zu verwenden. Die einzelnen Elemente wurden stark überbemessen. Die Bewegungsmöglichkeit verfügt in sämtlichen Fällen über eine 100%ige Reservesicherheit. Auf dieser Grundlage bestehen die Bewegungselementenpaare ausschließlich aus Gewindespindeln und Gewindemuttern sowie aus Zahnradpaaren und Wellen. Die Auslösung der Bewegungen wird durch reversierbare Elektromotoren bewerkstelligt. Die Elektromotoren wurden in der Weise eingebaut, daß die Bewegungen im Fall einer etwaigen elektrischen Beschädigung durch im mechanischen Sinne parallel montierte Motoren übertragen werden.

Mit Hilfe des Mechanismus kann die Strahlenquelle innerhalb des Rauminhaltes eines Zylinders als Ergebnis der resultierenden Fortbewegung von drei Hauptbewegungskomponenten jedwede Stellung über der Bodenfläche einnehmen. Die grundlegende Bewegung der Strahlenquelle ist vertikal, fällt also in die Richtung der y -Achse. Die zweite Hauptbewegungskomponente kann waagrecht längs eines Durchmessers der Heißkammer in Richtung x geschehen. Die dritte Hauptbewegungskomponente ist eine Drehung um die vertikale Mittellinie der Strahlenkammer (Abb. 4). Beim Entwurf der maschinellen Einrichtungen ist man von der geometrischen Form der Strahlungsquelle ausgegangen, und da diese bei der Planung noch unbekannt war, mußte man sich mit Voraussetzungen begnügen. Man konnte annehmen, daß das strahlende Kobaltrohr ein Rohrstück von etwa 6—140 mm Außendurchmesser, 250—500 mm Länge und 4—15 mm Wandstärke ist, das in einer dünnen Aluminiumschutzhülse untergebracht wurde. Diese Schutzhülse mußte deshalb verwendet werden, weil das aus Co^{60} erzeugte Rohr vor Beschädigungen zu schützen ist, damit die unter Umständen absplattend strahlenden Partikelchen keine Gefahr von Kontaminierung verursachen können.

Nach der Aktivierung des Kobaltrohres wird es mit Hilfe der in der Nähe des Atommeilers befindlichen mechanischen Hand eingespannt. Das Einspan-

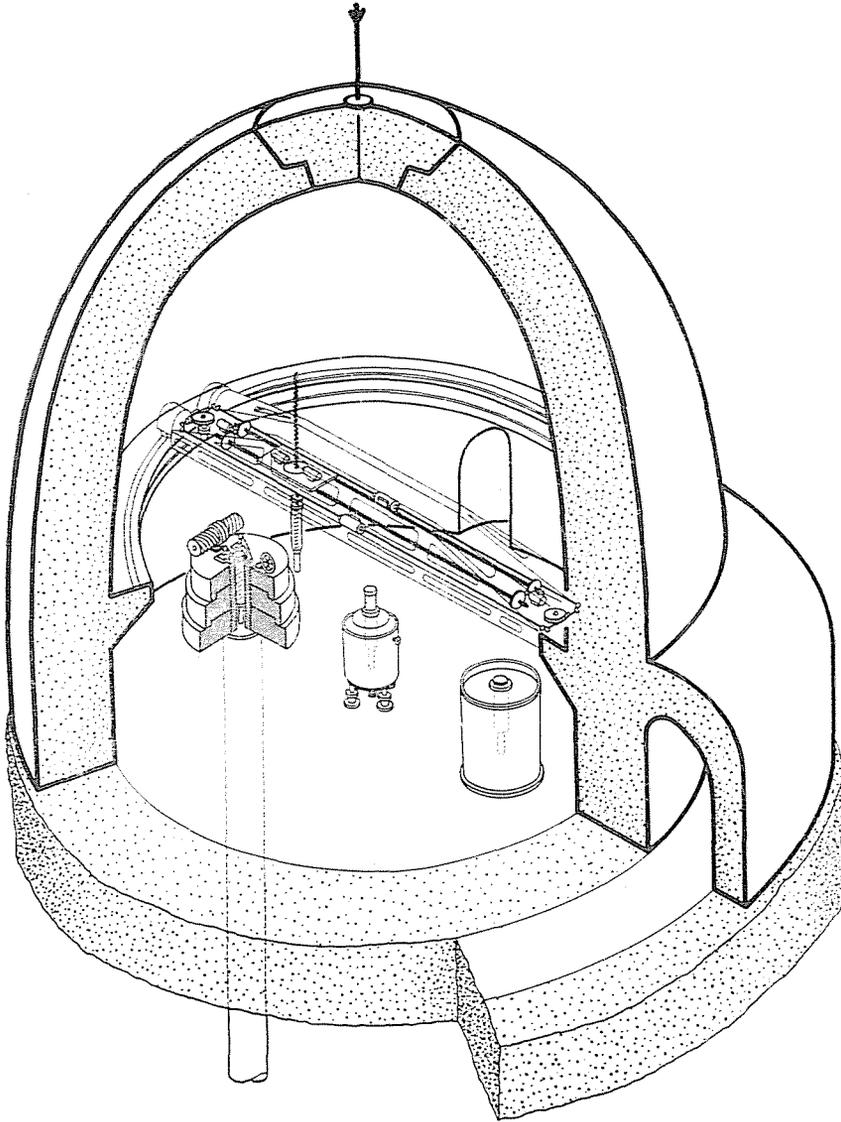


Abb. 4

nen erfolgt in der Weise, daß ein Spezialpfropfen, dessen oberes Ende mit einem Gewinde und einer Wellenkupplung ausgestattet und der unten mit drei Klauen versehen ist, die auf Wirkung der Gravitation schwenken und sich verklemmen,

von der mechanischen Hand in das Kobaltrohr hineingeschoben wird. Dadurch gelangen Strahlenquelle und Gewindespindel in eine Zwangsverbindung, die einstweilen noch locker und lückenhaft ist. Mit den nächsten Bewegungen werden Gewindespindel und das auf ihr ruhende Strahlungskobaltrohr durch die mechanische Hand in das Isotopaufbewahrungsbleigefäß eingebracht, sodann eingeschraubt. Nachdem die Gewindespindel eingeschraubt ist, besteht keine Ausstrahlungsfahrer mehr, das bleierne Gefäß kann angenähert und die in der Gewindespindel vorhandene Hülse mit einem Schraubenschlüssel angezogen werden. Beim Spannen der Hülse klemmen sich die Klauen um das Kobaltrohr fest und die starre koaxiale Verbindung zwischen Kobaltrohr und Spindel wird sichergestellt. Im inneren der Gewindespindelhülse befindet sich auch ein dornartiger Einsatz; bei seiner Auflösung lockern sich die die Zwangsverbindung sichernden und das Kobaltrohr haltenden Klauen und schwenken auf Einfluß der Schwerkraft ab: somit läßt sich notfalls auch die Trennung des Strahlungskörpers vom Gewindepfropfen verwirklichen.

Auf dem oberen Ende des Gewindepfropfens, der das Kobaltrohr hält, befindet sich eine spezielle elastische Wellenkupplung, an welche die andere Gewindespindel angeschlossen werden kann, durch die die in Richtung »Y« fallende Bewegung gesichert wird. Diese Gewindespindel wird durch ein Kegelaradgetriebe gedreht. Hierdurch bewegen sich die Spindel und die sich auf ihr befindliche Strahlenquelle in axialer Richtung in der das Gegenstück bildenden verschleißnachstellbaren Bronzemutter fort. Mit Hilfe eines reversierbaren Elektromotors läßt sich also das Strahlungsisotop in Richtung »Y« aufwärts bewegen. Eine Reservesicherheit für die Bewegungsmöglichkeit wurde dadurch vorgesehen, daß in das Kegelaradgetriebe zwei kleine Ritzel eingebaut wurden, die einen gesonderten und unabhängig funktionierenden Elektromotorantrieb besitzen.

Die Antriebsvorrichtung, durch welche die in Richtung »X« liegende Bewegung ausgelöst wird, ist auf einen supportmäßig gebetteten und geführten laufkatzenähnlichen Schlitten aufgebaut. Der Schlitten kann sich auf den prismenförmigen geschliffenen Gleitschienen hin und her bewegen. Die Fortbewegung wird von zwei parallelen, in der waagrecht Ebene liegenden Gewindespindeln sowie einer mit dem Schlitten verbundenen und zwecks Verschleißnachstellmöglichkeit geteilt angefertigten Zugmutter ausgelöst. Die Drehung wird durch an die Spindelenden gekuppelte, voneinander unabhängig arbeitende Elektromotorpaare gewährleistet. Die notwendige Übersetzung zwischen dem Antriebsmotor und der Zugspindel wird von einem Zweistufenstirnzahnradpaar ausgeführt. Mit dieser Anordnung kann der Gleitkatze und der daran hängenden Strahlenquelle eine in Richtung »X« fallende Bewegung verliehen werden, u. zw. mit Reversieren des Motors in beiden Richtungen.

Die Bewegung der Strahlenquelle

Sowohl die Bettlagerung der Gleitkatze als auch die Zugspindel sind auf eine Brücke aufgebaut, welche aus Aluminium geschweißt, in ihrer Seitenansicht annähernd trapezförmig dabei ausgespart und zwei halben Kastenrahmen ähnlich ist. Auf der Gleiskonstruktion, die sich auf der im Inneren der Betonkuppel umlaufenden, von Konsolen gehaltenen Galerie befindet, wird die Aluminiumbrücke an ihren beiden Enden von je zwei mit Spurkranz versehenen Rädern mit Wälzlagerungen gestützt. Die Aluminiumbrücke läßt sich auf dieser Gleiskonstruktion zusammen mit den auf ihr montierten Elementen drehen. Das Drehen wird durch ein Stirnräderpaar, das auf einer vertikaler Achse sitzt und in den auf der Konsole ringsherum vorhandenen Zahnkranz eingreift, bewerkstelligt. Das Antriebsstirnrad wurde an dem einen Brückende starr, am anderen federnd gelagert, um ein etwaiges Festklemmen zu vermeiden. Der Antrieb der Drehzanräder wird durch zwei, voneinander unabhängig betreibbare und reversierbare Elektromotoren über ein Schneckengetriebepaar gesichert. Die zum Antrieb dienenden Elektromotoren wurden in der Mitte des Antriebswellenpaares, das sich über die ganze Brücke erstreckt, untergebracht, u. zw. um die Wärmeausdehnung mit Hilfe von eingebauten Wellenkupplungen zu berücksichtigen. Die Führung der Brückendrehung, also die Sicherstellung der genauen Kreisbewegung, wird sowohl durch die bearbeitete Steuerführung, die auf der Stirnfläche der Konsole umläuft, als auch durch die an diese angeschlossenen Leitrollen gewährleistet (Abb. 5).

Mit Hilfe der beschriebenen Konstruktion werden also nachstehende Bewegungen ermöglicht :

Die Strahlenquelle und der mit ihr verbundene, mit Gewinde versehene Pfropfen kann aus dem Aufbewahrungsgefäß herausgeschraubt bzw. in dasselbe eingehängt werden. Man kann das Isotop und den Anschlußteil in den chemischen Reaktor hineinlegen bzw. daraus herausheben, schließlich lassen sich das Kobaltrohr und der die Strahlung abschließende Gewindepfropfen in den Aufbewahrungsschacht hineinschrauben bzw. von dort herausheben. Außerdem kann der Strahlungskörper unter entsprechender Drehung der Brückenkonstruktion in einen beliebigen Punkt des vorstehend beschriebenen zylindrischen Raumes gebracht werden. Bei den geplanten Geschwindigkeitsverhältnissen sind selbst für die langsamste Bewegung nur etwa drei Minuten erforderlich. Die Geschwindigkeiten mußten so niedrig gehalten werden, um die schädlichen Massenkraftwirkungen auszuschalten. Vom chemischen Gesichtspunkt, d. h. hinsichtlich der Zeitdauer der Strahlungswirkung, sind diese geringen Geschwindigkeitswerte noch gerade zulässig.

Die Sicherungen von Stromnetz und Motoren sind an einer Schalttafel im Beobachtungsraum angeordnet.

Die Bewegungen des Mechanismus werden auf der Schalttafel im Beobach-

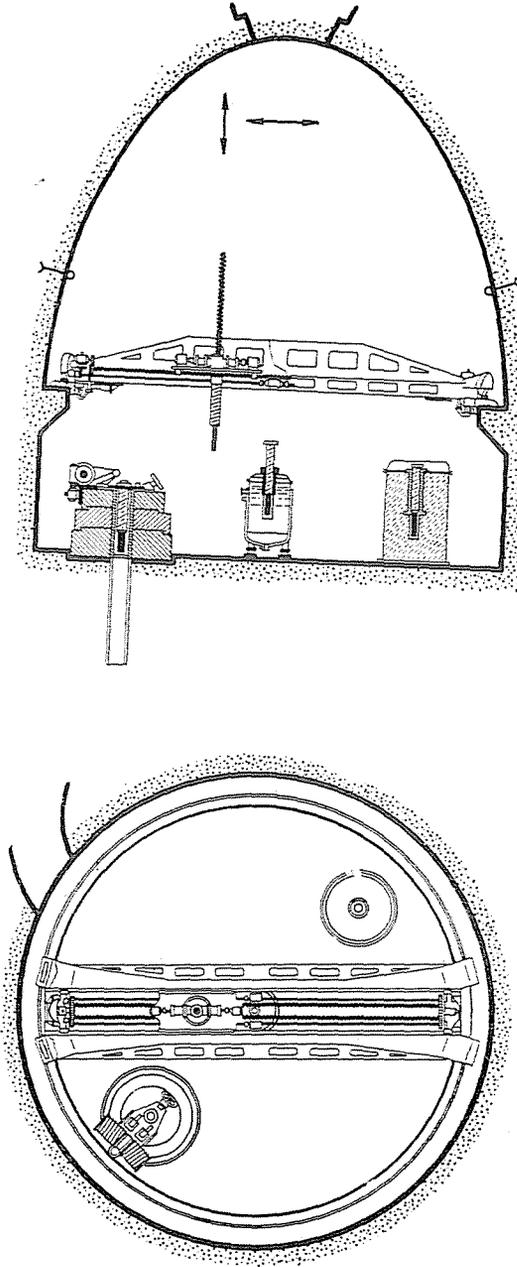


Abb. 5

tungsraum durch eine Lichtsignaleinrichtung, ähnlich den bei der Eisenbahn üblichen elektrischen Fernsignaleinrichtungen, mit farbigen Leuchtröhren angezeigt.

Der die Strahlungsquelle enthaltende Körper ist ein gesenkter Betonblock, der mit einem dreiteiligen gußeisernen Deckel versehen ist, wobei diese drei Teile von oben gesehen hammerartig gestuft zusammengeschlossen sind. In den Deckel des Aufbewahrungsschachtes ragt eine senkbare Stahlhülse hinein, die mit einem Handrad lösbar und mit einem Riegel befestigt ist. Dieser ist eine mit Gewinde versehene Stahlhülse angeschlossen, die den die Strahlung isolierenden Gewindepfropfen in sich aufzunehmen vermag. Falls der Strahlungskörper und der Gewindepfropfen durch den Mechanismus in die Stahlhülse des Aufbewahrungskörpers eingeschraubt werden, ist ein vollkommener Strahlungsschutz gesichert.

Der aus Gußeisen und Beton aufgebaute Isotopaufbewahrer sowie die darüberliegende, in sich geschlossene Eisenbetonkuppel von großer Mauerstärke gewähren bei den gebräuchlichen Explosivstoffen einen vollständigen Luftschutz. Die Luftschutzbehörden vertreten die Meinung, daß diese Konstruktion selbst gegen die Wirkungen von nuklearen Angriffswaffen ausreicht. Im Falle eines Atomangriffes könnte aber die Gefahr auftauchen, daß infolge der frei werdenden ungeheuren Wärmemengen die Beton- und Gußeisenelemente zum Schmelzen gebracht werden und somit die darin befindliche Isotopstrahlungsquelle sozusagen verdampfen. In solchem Falle könnte die verdampfte enorme Strahlungsquelle ganze Kontinente verseuchen. Daher wurde der zur Aufbewahrung des Isotops dienende Schacht mit einem tiefen, angeschlossenen gebohrten Brunnen ergänzt. Bei Luftangriffen ist der im Betonaufbewahrer untergebrachte Strahlungskörper, sobald die Möglichkeit eines Atomangriffes besteht, auf den Boden des Brunnens hinunterzulassen. Das Herunterlassen ist mit Hilfe einer bifilaren Senkvorrichtung und eines Schneckengetriebes in der Weise möglich, daß indem die Haltehülse der im Betonschacht befindlichen, also isolierten Strahlungsquelle von Hand aus aus ihrer Verriegelung zu befreien ist, sodann kann das Isotop mit Betätigung des Schneckengetriebes auf den Brunnenboden hinuntergelassen werden. Das Herausheben der Strahlungsquelle aus dem Brunnen und ihr Einsetzen in den Aufbewahrungsbetonblock erfolgt durch das Reversieren des Schneckengetriebemotors, was von Hand aus durchgeführt wird. Hinsichtlich seines Charakters ist der Betrieb äußerst gefährlich. Diese Gefahr bedeutet die außerordentliche Intensität der Isotopstrahlungsquelle und liegt hauptsächlich darin, daß die Strahlungswirkung mit unseren Sinnesorganen nicht wahrzunehmen ist, weil irgendeine Beschädigung des menschlichen Organismus sich erst eine gewisse Zeit nach der Einwirkung zeigt. Die architektonischen Lösungen der Anlage wurden in erster Linie unter Berücksichtigung eines entsprechenden Strahlungsschutzes entworfen. Die maschinellen

Pläne fußen auf derselben Grundlage und bewerkstelligen die Bewegungen der Strahlungsquelle in sämtlichen Richtungen mit einer Sicherheit von Bedeutung unter Aufbau einer kinematischen Kette von ausgesprochenem Zwangsantrieb und unter einer Überdimensionierung der einzelnen Konstruktionselemente, die eine ungewohnte Sicherheit aufweist. Außer diesen grundlegenden Sicherheitsmaßnahmen wurde im Laboratorium der Schutz des Bedienungspersonals gegen die Gefahr von Strahlungsbeschädigung noch durch verschiedene besondere Sicherheitseinrichtungen ergänzt.

Trotzdem die maschinellen Einrichtungen von allen Gesichtspunkten aus mit entsprechender Sicherheit bemessen und ausgeführt wurden, mußten für den Fall einer eventuellen nicht vorauszusehenden Betriebsstörung Vorkehrungen getroffen werden. Wenn die Strahlungsquelle ihren geschützten Platz schon verließ, oder diesen noch nicht erreichte, könnte man den Raum »C« wegen der Strahlungsgefahr nicht annähern. Zur Behebung dieser Störung besteht nur eine Möglichkeit, und zwar die Grotte mit Wasser zu überschwemmen, oder evtl. mit der gesättigten Lösung irgendeiner Bleiverbindung aufzufüllen. In diesem Fall ist über der Strahlenquelle eine mindestens 4 m hohe Wassersäule als Strahlungsisolation zu sichern. Nach der mit Wasser erfolgten Überschwemmung ist der auf dem Kuppeldach befindliche Eisenbetonpfropfen zu entfernen. Wurde schon der Pfropfen entfernt, so kann die Betriebsstörung von oben, durch die als Strahlenschutz dienende Wasserschicht behoben werden. Bei Überschwemmung ist naturgemäß der Betrieb ausgeschlossen und es kann angenommen werden, daß bei entsprechender Ausführung dieser Zustand auch nicht eintreten wird, doch mußte auch an diese Möglichkeit gedacht werden. Zur Überschwemmung mit Wasser ist erforderlich, daß die selbsttätig verschließbare Tür des Labyrinthes wasserdicht und nach außen verschlossen sei, wobei sie auch einem Überdruck von etwa 1 atm standhalten muß. Öffnen und Schließen dieser wasserdichten Tür muß mit Fernsteuerung von der Schalttafel erfolgen.

Es ist notwendig, daß der Arbeiter an der Schalttafel im Beobachtungsraum die im Raum »C« stattfindenden Erscheinungen in gewissen Fällen auch visuell beobachten kann. Die Strahlungsgefahrfreie Beobachtung wird durch ein Periskop, das vom Beobachtungsraum in die Isotopkammer hineinragt, ermöglicht. Das Periskop läßt sich mit Hilfe von Kugelgelenken einstellen.

Eine größere Fläche der Heißkammer kann mit Hilfe der in das Labyrinth eingebauten und mit Gelenken an die Wand befestigten einstellbaren Spiegel durch die verriegelte, mit Glaseinsatz versehene Tür übersehen werden. Die Anzahl der angewandten Spiegel muß gerade sein, damit man ein gerade stehendes Bild gewinnen kann.

In der Strahlenkammer mußte für die zu fördernden chemischen Prozesse ein geschlossener, mit einem Heiz- bzw. Kühlmantel versehener Behälter auf-

gestellt werden. Dieser Behälter ist zylinderförmig. Aus dem leicht entfernbaren Deckel des chemischen Reaktors ragt in das Gefäß eine Hülse hinein, in welche die Strahlenquelle durch die mechanische Bewegungseinrichtung eingesetzt werden kann. Das Reaktorgefäß muß mit leicht lösbaren Rohrverbindungen und entsprechenden Absperrvorrichtungen an die Zu- und Ableitungsrohre der Ölprodukte angeschlossen werden können. Es ist auch mit Rohranschlüssen zur Zu- und Ableitung der Zusatzstoffe, ferner der Mantel zum Zu- und Abfluß des Heiz- bzw. Kühlstoffes zu versehen. Im Autoklavgefäß können unter dem Einfluß der Strahlung in kontinuierlichem Betrieb mit Hilfe der Rohrleitungen sowohl kontinuierliche als auch halbbetriebliche Versuche vorgenommen werden, ferner in periodischem Betrieb, indem das Gefäß nach Ausschalten der Rohrleitungen heraus- bzw. hineingebracht wird. Die Förderung des Gefäßes wird mittels drei unter ihm gebaute hydraulische Hubvorrichtungen beschleunigt, wodurch ermöglicht wird, daß der Behälter auch im gefüllten Zustand gehoben und ein Förderwagen zwecks Förderung des Gefäßes daruntergeschoben werden kann. Der chemische Reaktor wurde auf ein entsprechendes Fundament gelegt und eine entsprechend bearbeitete Auflagefläche vorgesehen, damit die selbsttätige Entfernung oder das selbsttätige Einsetzen der Strahlenquelle ohne jede Schwierigkeit bewerkstelligt werden können.

Zum Hin- und Rücktransport der Strahlungsquelle zur bzw. von der Versuchsstation ist ein fahrbarer Behälter mit entsprechendem Strahlungsschutz notwendig. Dieser Behälter ist ein zylindrischer Bleiblock, der außen mit einem Stahlmantel ausgestattet ist, während sich innen eine Hülse zur Aufnahme von Kobaltrohr und eines ihn einspannenden Gewindes befindet. Dieser Bleiblock besitzt unten einen bearbeiteten Rand und eine Paßfläche, damit er auf dem Fundament genau eingestellt werden kann. Das Isotop wird mit Hilfe einer langen Stahlgewindespindel in das Aufbewahrungsgefäß untergebracht. Die Wellenkupplung dieser Gewindespindel kann an die Wellenkupplung des Bewegungsgestänges ohne Strahlungsgefahr montiert werden. Das Herausheben der Strahlungsquelle aus dem Bleigefäß kann der Mechanismus schon selbsttätig durchführen.

Werden Laboratoriumsversuche kleineren Ausmaßes vorgenommen, so müssen in der Heißkammer auch Glasapparaturen montiert werden können. Zu diesem Zweck wurde innen an der Kuppelmauer ein Aluminiumgitter bzw. -gerüst in bewegbarer und leicht unmontierbarer Ausführung baukastenähnlich vorgesehen. Die gläserne Versuchseinrichtung kann über dem Fußboden mit Polarkoordinateneinteilungen auf das Aluminiumgerüst mit Hilfe von Schellen und Klemmen aufgebaut werden und somit man die Einwirkung der Strahlung an diesem Modell studieren kann.

Grundprinzip beim Entwurf der Versuchsstation war die Realitäten der Verwirklichung vor Augen zu halten. Deshalb wurde keine beliebig bauende Anlage entworfen, sondern, daß diese zu einer schon vorhandenen Anlage,

zweckmäßig zu einer wissenschaftlichen Forschungsanstalt oder Universität adaptiert wird.

Die gesamte Verwirklichung kann aus einem so geringen Betrag gedeckt werden, der nur einen unwesentlichen Anteil der Kosten für wissenschaftliche Forschungen unserer Volkswirtschaft ausmacht, wobei andererseits ein gewaltiger Fortschritt in der Übertragung dieses aktuellsten Wissenschaftszweiges ins praktische Leben zu gewärtigen ist.

Literatur

1. J. Chem. Eng. Progr. **51**, 478 (1955).
2. Petr. Processing. (1955) **9.1**, 378.
3. HAYWARD, J. C. JR.—BRETTON, R. H.: Kinetics of the Ethylene Reaction Initiated by Gamma Radiation, Chem. Eng. Progr. Series 50. **13**, 73—88 (1954).
4. LEWIS, J. G.—MARTIN, J. J.—ANDERSON, L. C.: Synthesis Polymerisation of Ethylene. Chem. Eng. Progr. **50**, 249—55 (May 1954).
5. LEWIS, I. G.—MARTIN, J. J.: Promotion of Some Chemical Reactions with Gamma Radiation. 1943. 4-1-T. Eng. Res. Inst. Ann. Arbor, Michigan (1954).
6. LEWIS, I. G.—NECHEMIAS, J. V.—HARWER, D. E.—MARTIN, J. J.: Analysis of Radiation Fields of Two Gamma Radiation Sources. Nucleonics **12**, No. 1, 40—44 (1954).
7. KOLBANOWSKI, I. A.—LAWROWSKI, K. P.: Die Anwendung der Atomenergie in der Erdöltechnologie. Himija: Jänner 1956 Nr. 1.
8. ANDERSON, L. C.—BRAY, B. G.—MARTIN, J. J.: The Effect of Gamma Radiation on Some Chemical Reactions of Possible Industrial Importance. Proceedings of the International Conference on the peaceful uses of Atomic Energy, Geneva. 1955. Vol. **15**, p. 237.
9. Loc. cit. p. 238.
10. BACH, N.: Radiolytic Oxydation of Organic Compounds. Proceedings of the International Conference on the peaceful uses of Atomic Energy Geneva 1955. Vol. **VII**, p. 538—545.
11. VAJTA, L.—TOPERCZER, H.—LENGYEL, T.: Röntgen, ill. rádioaktív sugárzás felhasználása parafinok klórozásának elősegítésére. Magyar Kémiai Folyóirat **61**, (1956) 3, 109—112.
12. FRIES, B. A.—HULL, D. A.—JONES, S. B.: Applications of Radioactivity in Petroleum Technology. Proceedings Fourth World Petroleum Congress, Rome 1955. Vol. **V**, 329—347.
13. VAJTA, L.: Radioactivity in Petroleum Technology (disc.). Proceedings Fourth World Petroleum Congress, Rome 1955. Vol. **V**, 349—350.
14. Tagung des Ständigen Rates der Welt-Erdöl-Kongresse in Kronberg. Erdöl und Kohle. **10**, Nr. 7. 492. (Juli 1957).

Zusammenfassung

In der Publikation wird die Anwendung strahlender Energien im Laufe der Promotierung von Kohlenwasserstoffreaktionen beschrieben, weiters werden die Pläne einer zwischen den inländischen Möglichkeiten verhältnismäßig mit kleinem Opfer bewerkstellbaren Strahlungsversuchstation rezensiert.

J. KISS Technische Universität, Budapest. Lehrstuhl für Maschinenelemente
XI. Műgyetem rakpart 3.

DR. L. VAJTA }
N. TIMÁR } Erdöltrust, Budapest V., Szent István krt. 11.