

Radioaktive Isotope

Bisher sind etwa 160 verschiedene Isotope nach mehreren Methoden dargestellt worden. Sie werden als Indikatoren bei chemischen und biologischen Forschungen benutzt, so z. B. bei Stoffwechsel-Untersuchungen¹⁾, bei Forschungen über die Bildungsweise von Hormonen u. a. Wirkstoffen im Organismus^{11, 13)}, in der analytischen Chemie usw.²⁴⁾. Auch stabile Isotope, insbesondere der zum Aufbau organischer Verbindungen wichtigen Elemente C, H, O und N, die in der Natur in ganz geringer Menge vorkommen, sind durch die neuen physikalischen Darstellungsmethoden leicht zugänglich geworden^{25).}

Man kann beim jetzigen Stand der Technik etwa drei Anwendungsgebiete unterscheiden^{26):}

1. direkte Anwendung der aktiven Isotopen zur Behandlung von Krankheiten (Krebs), zur Sterilisation von Nahrungsmitteln etc.,²⁴⁾
2. diagnostische Anwendung (Indikator-Methoden) in der Medizin und Biologie bzw. Biochemie, z. B. Na-Isotop in der Diagnose von Erkrankungen der kleinen Blutgefäße, radioaktives Jod in der Diagnose von Schilddrüsenerkrankungen, Phosphor-Isotop in der Auswertung von Störungen der Leberfunktion, radioaktiver C bei Untersuchungen des Protein-, Fett- und Kohlehydrat-Stoffwechsels.
3. Anwendung in der biologischen und medizinischen reinen Forschung als voraussichtlich umfangreichstes Anwendungsgebiet. Die Wirkungsweise und -stärke von Arzneimitteln, Wirkstoffen, Giften usw. kann durch Markierung der zu untersuchenden Stoffe mit radioaktiven Isotopen untersucht werden. Der größte Wert solcher Methoden dürfte darin liegen, daß normale Vorgänge im Organismus, die gewöhnlichen chemischen Methoden nicht zugänglich sind, aufgeklärt werden können, so z. B. auch die Rolle gewisser „lebenswichtiger“ Elemente in der menschlichen Ernährung. Diese Forschungen werden voraussichtlich die Grundlagen schaffen für die Verhütung und Behandlung von Krankheiten, die überwiegend oder zum Teil auf Stoffwechselstörungen zurückzuführen sind, wie Krebs, Hypertonie, Herzkrankheiten.

Die Anwendung radioaktiver Isotope in der Medizin ist in ihrer Auswirkung zu vergleichen der Einführung des Mikroskops in die medizinische Forschung.

Seit 1946 sind Isotope Elemente in den USA bereits Handelsartikel geworden^{25).} Die Fortschritte in der technischen Herstellung seit dem historischen Augenblick, als in der Universität von Chicago am 2. Dezember 1942 die erste Ketten-Reaktions-Säule in Betrieb gesetzt wurde, sind impionierend.

Die USA beabsichtigen, die Herstellung von radioaktiven Isotopen auf eine ganz breite Basis zu stellen. An den Entwicklungsarbeiten sind drei regionale Zentren beteiligt: Argonne National Laboratory, Chicago, Brookhaven National Laboratory (Long Island) und Clinton Laboratory, Oak Ridge, Ten. mit 52 angegeschlossenen Universitäts- und Industrie-Instituten. Hierunter befinden sich u. a. die Washington University School of Medicine in St. Louis, Tulane University School of Medicine, New Orleans; University of Los Angeles; New York City's Memorial Hospital; Nation. Institute of Health u. a.

Die USA-Bundesregierung hat für diese Forschungsarbeiten 500 Mill. \$ bewilligt. Forschungsgesiede sind u. a.: Oedeme (Na-Isotop), Herz-Krankheiten (P-Isotop), Leukämie (P-Isotop, Sr-Isotop), Anämie (Fe-Isotop), Krebs (versch. Isotop, u. a. Tritium); Markierung von krystall. Penicillin durch radioaktiven S zur Erforschung der Wirkungsweise, Markierung gewisser Bakterienarten durch P-Isotop, z. B. bei Tuberkuloseforschungen; Wirkungsweise von Kunstdünger im Ackerboden (radioakt. P), Einfluß kleiner Mengen von Mineralien auf Weideland bzw. Weidevieh (Cu-, Co-Isotop), Studium der Insekten-Nährstoffe im Zusammenhang mit der Insektenbekämpfung (Co-Isotop).

Das stabile C-Isotop ¹⁴C wird hauptsächlich in der Form des Dioxyds für photosynthetische Studien benutzt.

Diskutiert wird in den USA auch (auf Grund von Ergebnissen des Atombombenversuchs von Bikini) die Markierung von Luftmassen durch radioaktive Isotope für Zwecke der langfristigen Wettervorhersage; ferner die Markierung von Metallen zur Kontrolle von Maschinenteilen, z. B. von Lagermetallen mit radioaktivem Antimon^{1).}

Die erste Graphit-Uran-Säule, die in den USA im Frieden errichtet wird, ist z. Zt. in Brookhaven L. I. im Bau. Sie soll Mitte 1948 fertig werden und hauptsächlich radioaktive Elemente für Forschungszwecke liefern. Der Bau der Reaktionssäule ist ein Teil des von der US-Atom-Energie-Kommission auf dem früheren Armee-Gelände von Camp Upton geschaffenen Kernphysik-Forschungszentrums, das eins der drei regionalen Zentren ist.

Aber auch bisher wurden schon Isotope in beachtlicher Menge geliefert. Die Clinton Laboratories, Oak Ridge, haben 1946 bereits über 1000 Lieferungen innerhalb der USA und Hawaii ausgeführt; die Produktion von über 100 verschiedenen Isotopen ist, nach einem Bericht der US-

Atom-Energie-Kommission, in „unvorhergesehnen Umfang“ angelaufen. — Nach einem Bericht von Dr. P. C. Aebersold (Chief of the Atomic Energy Commission's Isotope branch, Oak Ridge, Tennessee) auf dem 4. Internat. Krebsforscher-Kongreß in St. Louis — können die USA den Bedarf der Welt an Isotopen decken.

Nachdem inzwischen auch Kanada zu den Herstellungs ländern radioaktiver Isotope gehört und ein Exportverbot der USA für solche Substanzen aufgehoben wurde, können schon jetzt etwa 30 andere Staaten mit Isotopen beliefert werden. Die Empfänger müssen sich zu regelmäßigen Berichten über ihre Arbeiten an die US-Atom-Kommission verpflichten und Wissenschaftlern, unabhängig von deren Nationalität, den Besuch der betr. Institute usw. erlauben.

Die Lieferungen von Isotopen aus den USA können auf dem Luftweg in wenigen Tagen an alle Plätze der Welt erfolgen. Die Preise schwanken zwischen \$ 1.50 bis \$ 50.— per Einheit. Die erhebliche Preisverbilligung ist hauptsächlich auf die Anwendung der Ketten-Reaktions säule an Stelle des Cyclotrons zurückzuführen; so kostete 1 Millicurie ¹⁴C aus dem Cyclotron \$ 1.000.000, heute dagegen nur noch \$ 50.—.

Die Produktion z. B. an Kohlenstoff-Isotop ¹⁴C betrug während der ersten 4 Monate, die die Ketten-Reaktions-Säule in Oak Ridge arbeitete, 50 Millicuries (= 250 Cyclotron-Jahre). Das Kohlenstoff-Isotop ¹³C wird jetzt von der Eastman Kodak Co. of America in 50%iger Konzentration geliefert, gegenüber der 24%igen Konzentration, die mit einer weniger wirksamen Fraktioniereinrichtung im Dezember 1946 geliefert werden konnte^{26, 27).}

Der Versand radioaktiver Isotope erfolgt mit allen Verkehrsmitteln, aber in besonders konstruierten Behältern. Die Stärke des Bleischutzes im Behälter hängt ab von der Strahlungsenergie des Isotops, das Durchschnittsgewicht eines Transportbehälters beträgt 50—75 kg. Das radioaktive Material wird zunächst in einen Glasbehälter und dieser in einen luftdicht schließenden Stahlzylinder eingeschlossen; dieser kommt in einen Bleimantel, der von einem stabilen Holzbehälter umschlossen ist. Der versiegelte Versandbehälter wird vor Abgabe auf etwa durchdringende Strahlung geprüft. Die Handhabung radioaktiver Isotope ist bei Beachtung der nötigen Vorsichtsmaßnahmen in Wissenschaft und Technik nicht gefährlicher als die von giftigen Stoffen, zumeist in vielen Fällen nur sehr kleine Mengen benötigt werden.^{28, 29)}

In England wurde die erste Atomsäule von der Atomic Energy Research Establishment in Harwell bei Didcot, Berks. 1947 in Betrieb genommen. Die Reaktionssäule (Gleep) war zunächst nur für kernphysikalische Experimente bestimmt, kann aber auch, bis zur Inbetriebnahme einer stärkeren Säule im Jahre 1948, zur Herstellung kleiner Mengen radioaktiven Materials für biologische und medizinische Zwecke benutzt werden.

Dr. Ba.

- 1) Science News, Vol. 2., Atomic Energy Number, hrsg. von Prof. R. E. Peierls und J. Enogat (Penguin Books, London 1947).
- 2) Hahn: Forsch. und Fortsch. 21/23, 17 [1947].
- 3) Heisenberg, Naturwiss. 33, 325 [1946].
- 4) Roeder: ebenda 33, 111 [1946].
- 5) Karlik und Bernert: ebenda 33, 23 [1946].
- 6) Drehmann: ebenda 33, 24 [1946].
- 7) Gebhardt: ebenda 33, 24 [1946].
- 8) Seelmann-Eggebert: ebenda 33, 40 [1946].
- 9) L. Szillard u. Chalmers: Nature (London) 134, 462 [1934].
- 10) Erbacher u. Philipp: Ber. dtsch. chem. Ges. 69, 893 [1936].
- Z. Phys. Chem. Abt. A 178, 263 [1937].
- 11) Horeau u. Süe: Bull. Soc. chim. bel. 27, 483 [1945].
- 12) Huf: Dtsch. med. Wschr. 71, 22 [1946].
- 13) Hellmann: Z. f. Naturforsch. 2b, 76 [1947].
- 14) Flammersfeld: ebenda 1, 1 [1946].
- 15) Lindner u. Peter: ebenda 1, 67 [1946].
- 16) Bothe: ebenda 1, 173, 179 [1946].
- 17) Flammersfeld: ebenda 190.
- 18) Klemm: ebenda 252.
- 19) Götte: ebenda, 377.
- 20) Becker und Baumgärtel: ebenda, 514.
- 21) Hahn, Straßmann, Seelmann, Eggebert: ebenda, 545.
- 22) Lindner: Naturwiss. 33, 369 [1946].
- 23) Diese Ztschr. (B) 19, 114 [1947].
- 24) Hahn: diese Ztschr. (A) 59, 2 [1947].
- 25) Erbacher: ebenda, 6.
- 26) Mattauch: ebenda, 37.
- 27) Schaefer: ebenda, 42.
- 28) — ebenda (A) 59, 61 [1947].
- 29) Finkelnburg: ebenda, 97.
- 30) V. Weizsäcker: ebenda, 105.
- 31) Bothe: ebenda, 108.
- 32) Riezler: ebenda, 113.
- 33) The Economist, 6. 9. 47.
- 34) Thomas: Chemist and Druggist 147, Nr. 3506 [1947].
- 35) Chem. a. Drugg. 148, Nr. 3520, 3525 [1947].
- 36) Diese Ztschr. (B) 19, 205 [1947].
- 37) Chem. a. Drugg. 147, Nr. 3511 [1947].

—Wi 30—