

## ISOTOPENAUSTAUSCH IN SOJABOHNNEN.

Von Kenzo OKABE und Toshizo TITANI.

Eingegangen am 18. September 1935. Ausgegeben am 28. November 1935.

Auf die Austauschreaktionen zwischen H- und D-Atomen im Organismenkörper wurde zuerst von Hevesy und Hofer<sup>(1)</sup> hingewiesen. Bringt man z.B. einen kleinen Goldfisch in verdünntes schweres Wasser, dann findet ein lebhafter Austausch von H- und D-Atomen zwischen dem Inhaltswasser des Fisches und dem umgebenden schweren Wasser statt. Die Austauschgeschwindigkeit ist so gross, dass das Gleichgewicht schon innerhalb von wenigen Stunden erreicht wird. In diesem Zustand sind die D-Konzentrationen des Wassers innerhalb und ausserhalb des Fischkörpers ausgeglichen. Deshalb kann man aus der Gesamtmenge des umgebenden Wassers sowie dessen Konzentrationen an Deuterium vor und nach dem Experiment leicht den Wassergehalt des Fisches errechnen. Auf diese Weise fanden Hevesy und Hofer den Wassergehalt des lebenden Goldfisches, der sich mit dem durch Analyse ermittelten Wert als gut übereinstimmend erwies. Genau dieselben Resultate erhielt man auch, wenn man eine gegebene Menge von schwerem Wasser eingab<sup>(2)</sup> oder in den Tierkörper einspritzte.<sup>(3)</sup> Um zu sehen, ob man dasselbe Verfahren zur Ermittlung des Wassergehalts im Pflanzenkörper anwenden kann, untersuchten wir die Sojabohnen.

Die zum Versuch benutzten Bohnen waren gewöhnliche, japanische Sojabohnen, deren Durchmesser durchschnittlich 9 mm. betrug. Diese wurden an der Luft getrocknet und enthielten immer noch 10.4% Wasser. Der Wassergehalt der Bohnen wurde auf folgende Weise bestimmt: Eine abgewogene Menge Bohnen wurde zuerst sorgfältig zerkleinert und dann in einem Luftbad konstant bei 100°C. bis zum konstanten Gewicht getrocknet. Dazu waren ungefähr fünf Stunden erforderlich.

In sechs Erlenmeyerkolben brachten wir je 150 g. von nur an der Luft getrockneten Bohnen und versetzten jede Menge mit 300 c.c. von 0.14% schwerem Wasser, dessen spezifisches Gewicht 131 γ grösser als gewöhnliches Wasser war. Die Kolben wurden dann von Zeit zu Zeit mit der Hand sanft geschüttelt. Nach einer bestimmten und zwar für den einzelnen Kolben verschiedenen Zeit, wurde das Wasser von den

(1) G. von Hevesy und E. Hofer, *Z. physiol. Chem.*, **225** (1934), 28; *Nature*, **133** (1934), 495.

(2) G. von Hevesy und E. Hofer, *Nature*, **134** (1934), 879.

(3) E. J. McDougall, F. Verzar, H. Erlenmeyer und H. Gärtner, *Nature*, **134** (1934), 1006.

Bohnen abgetrennt und sorgfältig gereinigt. Die Reinigung des Wassers führten wir nach der schon oft beschriebenen Methode mittels erhitzten Kupferoxyds u.s.w. durch.<sup>(4)</sup> Das spezifische Gewicht des so gereinigten Wassers wurde dann nach der Schwebemethode mittels eines Quarzschwimmers im Vergleich zu dem des Standardwassers bestimmt. Die Messresultate gibt die folgende Tabelle wieder.

Kolben Nr.	Eintauchsdauer in Stdn.	Dichteabnahme des umgebenden Wassers in γ
1	$\frac{1}{6}$	1
2	$\frac{1}{2}$	2
3	$1\frac{1}{2}$	5
4	$4\frac{1}{2}$	10
5	20	17
6	46	16

Die letzte Reihe zeigt die Abnahme in der Dichte des abgetrennten Wassers in bezug auf dessen Anfangsdichte. Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, ging die Austauschreaktion nicht so schnell vor sich, aber zum Schluss stellte sich das Gleichgewicht sicherlich ein. Rechnet man aus diesen Daten den Wassergehalt der Bohnen, dann ergeben sich 25%. Dieser Wert erwies sich sogar über doppelt so gross wie der durch Analyse ermittelte von 10%. Rechnet man dagegen die Dichteabnahme des umgebenden Wassers aus dem analytisch bestimmten Wassergehalt der Bohnen (10%), dann sollte sie beim Gleichgewicht  $7\gamma$  sein. Die Frage nach der Ursache dieser grossen Diskrepanz kann man natürlich nicht leicht beantworten. Aber es scheint dafür zwei Möglichkeiten zu geben. Entweder enthielten die benutzten Bohnen noch eine Menge Wasser, das durch blosse Trocknung bei 100°C. nicht entfernt werden konnte. Oder es traten nicht nur die H-Atome des Inhaltswassers der Bohnen, sondern auch die anderen austauschbaren H-Atome in den Bohnensubstanzen mit den D-Atomen des umgebenden Wassers in Austausch. Und zwar scheint die zweite Möglichkeit wahrscheinlicher als die erste. Denn bei den Versuchen von Bonhoeffer<sup>(5)</sup> und seinen Mitarbeitern wurde gefunden, dass die an O gebundenen H-Atome in der Kohlenhydraten sowie die an N gebundenen H in Eiweiss alle mit D-Atomen austauschbar sind. Und es ist kaum nötig zu bemerken, dass solche Substanzen reichlich in Bohnen vorhanden sind.

(4) Vgl. z.B. T. Titani und M. Harada, dies Bulletin, **10** (1935), 261.

(5) Vgl. z.B. K. F. Bonhoeffer, Z. Elektrochem., **40** (1934), 469.

Wir sind der Hattori-Hohkokai (Hattori-Stiftung) sowie der Gakujutsu-Shinkokai (Notgemeinschaft der japanischen Wissenschaft) für ihre finanzielle Unterstützung zum herzlichsten Dank verpflichtet.

*Physikalisch-Chemisches Laboratorium  
der Kaiserlichen Universität zu Osaka,  
und  
Schiomi Institut für Physikalische  
und Chemische Forschungen.*

---