

(270),  $C_6(CH_3)_5CrCO^+$  (242),  $C_6(CH_3)_5Cr^+$  (214),  $Cr^+$  (52) und  $CO^+$  (28) sowie  $C_6(CH_3)_6^+$  (162) auf.

Konstitutionsbeweisend<sup>[6]</sup> ist schließlich auch die Freisetzung von Hexamethyl-Dewarbenzol aus (1) mit Pyridin.

Eingegangen am 5. Mai 1967 [Z 511]

[\*] Prof. Dr. E. O. Fischer, C. G. Kreiter und W. Berngruber  
Anorganisch-chemisches Laboratorium  
der Technischen Hochschule  
8 München 2, Arcisstraße 21

[1] D. P. Tate, W. R. Knipple u. J. M. Augl, Inorg. Chem. 1, 433 (1962); vgl. auch R. Prinz u. H. Werner, Angew. Chem. 79, 63 (1967); Angew. Chem. internat. Edit. 6, 91 (1967).

[2] W. Schäfer, Angew. Chem. 78, 716 (1966); Angew. Chem. internat. Edit. 5, 669 (1966).

[3] M. A. Bennett, L. Pratt u. G. Wilkinson, J. chem. Soc. (London) 1961, 2037.

[4] E. O. Fischer, K. Öfle, H. Essler, W. Fröhlich, J. P. Mortensen u. W. Semmlinger, Chem. Ber. 91, 2763 (1958).

[5] Untersuchungen von J. Müller, Atlas CH4, 50 eV.

[6] Röntgenographische Strukturuntersuchungen sind im Gange.

## VERSAMMLUNGSBERICHTE

### Aktiver Transport von Ionen durch biogene Membranen

Von E. Broda [\*]

Aktiver Transport wird nur an biogenen Membranen beobachtet und führt zu einer Verschiebung von gelösten Stoffen entgegen dem Gradienten des elektrochemischen Potentials. Beispielsweise wird NaCl durch die überlebende Froschhaut auf der Innenseite angereichert; demnach tritt, wenn eine NaCl-Lösung durch eine Froschhaut in zwei Räume geteilt wird, Entmischung ein. Versuche mit anderen Salzen und besonders Versuche nach der „Kurzschlußmethode“ von Ussing und Zerahn<sup>[1]</sup> haben bewiesen, daß im Falle der Froschhaut spezifisch nur Natrium transportiert wird; allerdings folgt das Gegenion der sich ergebenden Potentialdifferenz. Das zuerst von DuBois-Reymond 1848 beobachtete elektrische Potential zwischen den Seiten der Froschhaut ist nach Ussing auf aktiven Transport zurückzuführen.

Durch aktiven Transport wird die Summe der freien Energien der durch die Membran getrennten Lösungen vergrößert, die Summe der Entropien vermindert. Offenbar findet eine kompensierende Verminderung der freien Energie und Vergrößerung der Entropie infolge der Stoffwechselvorgänge in der Membran statt. Vermutlich treibt das beim Stoffwechsel gebildete Adenosintriphosphat die „Ionenpumpe“ an, und zwar mit einem recht hohen Wirkungsgrad (ca. ein halb). Das unbekannte endogene Substrat kann im Experiment durch definiertes exogenes Substrat (Radioglucose) ersetzt werden. Das gebildete  $CO_2$  wird mit einem Gaszählrohr gemessen, wobei noch ein Glucoseverbrauch von  $10^{-12} mol \cdot cm^{-2} \cdot Std.^{-1}$  erfaßt werden kann. Der experimentell gefundene Anteil der Glucose an der Transportleistung kann über fünf Zehnerpotenzen der Glucosekonzentration durch einen Mechanismus quantitativ dargestellt werden, nach dem durch die Hexokinasereaktion erzeugtes Glucose-6-phosphat mit endogenem (unmarkiertem) Glucose-6-phosphat konkurriert.

Anscheinend sind sämtliche biogene Membranen zu spezifischem aktivem Transport irgendwelcher Stoffe (auch neutrale Moleküle) befähigt, wobei schließlich unter Beteiligung der gegenläufigen „passiven“ Diffusion stationäre Zustände erreicht werden.

Radiochemische Untersuchungen an Chlorella-Algen zeigen, daß die Energie für den Kalium-Transport (Aufnahme aus Nährösung) entweder durch Atmung oder durch Lichteinwirkung (Photophosphorylierung) bereitgestellt werden kann. Der Kalium-Transportmechanismus ist für Kalium (und Rubidium) weitgehend spezifisch. Auch Bromid wird durch die Alge aktiv aufgenommen; durch das Bromid-Transport-

[\*] Prof. Dr. E. Broda

Institut für Physikalische Chemie der Universität  
Wien IX (Österreich), Währingerstraße 42

[1] H. H. Ussing u. K. Zerahn, Acta physiol. scand. 23, 110 (1951).

system können außer Bromid lediglich Chlorid, nicht aber andere Anionen in das Zellinnere gebracht werden. Ungeklärt ist vorläufig, warum Glucose den aktiven Bromid-Transport hemmt; es handelt sich nicht um osmotische Effekte, da Galaktose und Mannit unwirksam sind. Auch Spurenlemente, etwa (radioaktives) Zink, können durch Algen aktiv angereichert werden. Die Messung ist allerdings bei mehrwertigen Kationen insofern schwieriger, als sie auch durch Ionenauftausch, also einen passiven Prozeß, reichlich aufgenommen werden.

Die durch aktiven Transport erreichten stationären Zustände sind ein Spezialfall der für das Leben charakteristischen dynamischen Zustände. Einen anderen Spezialfall hat man, wenn organische Verbindungen in Organismen stationär in höheren Konzentrationen vorliegen, als dem chemischen Gleichgewicht entspricht. Dies trifft z.B. für das Serumalbumin in Koexistenz mit den Aminosäuren, aus denen es zusammengesetzt ist, zu. Auch diese dynamischen Zustände müssen durch Zufuhr freier Energie (beim Serumalbumin über Adenosintriphosphat) aufrechterhalten werden.

Da für die Aufrechterhaltung stationärer Zustände selbst bei extrem reduzierter Lebenstätigkeit Arbeitsleistung notwendig ist, wurde die Atmung markierter Sporen von *Bacillus cereus* gemessen. Sie entsprach (in Wasser bei 30 °C) einer Halbwertszeit für „Selbstveratmung“ von mehreren hundert Jahren und war um Zehnerpotenzen kleiner als die Atmung der vegetativen Formen. Bei 19 °C oder im trockenen Zustand war die Sporenatmung unmeßbar klein, hingegen wurde sie durch exogene Glucose oder Dinitrophenol stark gesteigert. Es ist möglich, daß bei weiterer Verbesserung der Empfindlichkeit der radiochemischen Methodik bei allen kryptobiotischen Systemen ein Energiestoffwechsel nachgewiesen werden kann.

[Kolloquium des Hahn-Meitner-Instituts für Kernforschung und des Fritz-Haber-Instituts der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin-Dahlem, am 7. Februar 1967]

[VB 68]

### Vernetzte Polymere aus $\alpha, \alpha'-(p\text{-Phenylendiacylnitril})$

Von W. Funke [\*]

*p*-Phenylendiacylonitril reagiert mit Formaldehyd (Molverh. 1:2) sowohl in homogenem Medium (0,128 mmol Nitril/ml  $CH_3OH$ ; 0,57 mmol  $CH_3ONa$ /mol Nitril; ca. 65 °C; 1 Std.) als auch heterogenem Medium (0,04 mmol Nitril/ml  $H_2O$ ; 0,22 mol NaOH/mol Nitril; 60–100 °C; 1 Std.) unter Bildung von  $\alpha, \alpha'-(p\text{-Phenylendiacylnitril})$ , das unter diesen Reaktionsbedingungen (wie auch das aus Phenylacetonitril und Formaldehyd entstehende  $\alpha$ -Cyanstyrol) aber nicht isolierbar ist, da es sofort anionisch polymerisiert.

[\*] Priv.-Doz. Dr. W. Funke  
Forschungsinstitut für Pigmente und Lacke e.V.  
7 Stuttgart N, Wiederholdstraße 10/1