

schiedener Staaten vorgelegt werden. Dieselben wichen aber tatsächlich in der Art ihrer Ausführung noch stark voneinander ab, zum Teil sogar so sehr, daß mit Ausnahme der Blatteinteilung und des Maßstabes wenig Übereinstimmung mehr erkennbar war. Dies zeigte deutlich die Notwendigkeit neuer Besprechungen, die dann auf Einladung der französischen Republik im Dezember 1913 zu Paris stattfanden und die Grundzüge der schwebenden Frage zu regeln suchten, ohne freilich verhindern zu können, daß manche Komplikationen (so z. B. der Gradzählung) in das Projekt hineingerieten. Aber wenn auch noch nicht alles vollkommen genannt werden kann, was vorgesehen ist, so darf man doch der Verwirklichung einer einheitlichen Darstellung der festen Landflächen mit Stolz und Freude entgegensehen und muß manche Einzelbedenken in den Hintergrund stellen. Es liegt jedenfalls etwas Großes in dem Interesse zahlreicher Staaten für eine derartige gemeinsame Aufgabe und es ist nicht zu bezweifeln, daß dieses Riesenwerk mit dazu beitragen wird, die Geographie an vielen Orten und auf mancherlei Gebieten zu fördern und zu befruchten.

Wir müssen freilich annehmen, daß die gewaltige kriegerische Verwicklung der Gegenwart vielerorts das Unternehmen schädigen oder zeitweise völlig unterdrücken wird. Aber man darf die Hoffnung nicht verlieren, daß nach der Wiederkehr friedlicher Zeiten die jetzt abgeschnittenen internationalen Beziehungen wieder aufs neue und — hoffentlich — für lange Dauer geknüpft werden. Es hat ja in den letzten Jahrzehnten geradezu ein gewisser Drang zu internationaler Konzentration und Vereinheitlichung der wissenschaftlichen Bestrebungen zahlreicher Institute und Einzelforscher bestanden, die zuvor vielfach verzettelt gewesen waren. Glänzende Erfolge des internationalen Zusammenwirkens haben in den letzten Jahrzehnten namentlich die Geologen aufzuweisen gehabt: so die internationale geologische Karte von Europa, die Inangriffnahme einer solchen für die ganze Erde, und die großen Übersichten über die sichtbaren Bestände an Kohlen und Eisen. Neuerdings hatten ferner zuerst *J. Friedlaender*, dann *W. Branca* Vorschläge für eine internationale Zusammenfassung der Vulkanforschung gemacht; für geodätische Arbeiten, Erdbebenforschung, meteorologische und erdmagnetische Untersuchungen, wissenschaftliche Luftschiffahrt und andere Zweige des Forschens war internationales Zusammenwirken bereits erreicht und hoffentlich wird es auch durch den Krieg nicht endgültig vernichtet. Ein zielbewußtes internationales Zusammenarbeiten würde auch auf die Länderkunde befruchtend und fördernd zurückwirken, unbeschadet aller Eigenart, die bei der Erforschung und Darstellung der Einzelländer sich geltend machen könnte. Der Hauptgewinn internationaler Zusammenarbeit aber wäre in einer besseren Vergleichbarkeit der Einzelergebnisse zu

suchen, womit zugleich auch eine raschere und vollständigere Auswertung derselben angebahnt würde: ein Gewinn für die Wissenschaft und eine Ersparnis an Arbeitskraft!

Neue Ergebnisse der Stärkechemie.

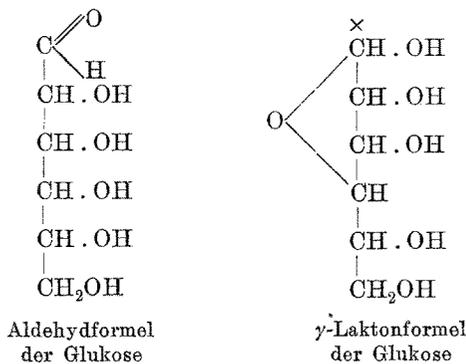
Von Privatdozent Dr. Hans Pringsheim, Berlin.

Die Erschließung der chemischen Konstitution hochmolekularer Naturprodukte bietet ganz besondere Schwierigkeiten. Auch hier wird die endliche Lösung der Probleme der Synthese vorbehalten bleiben, der jedoch neben anderen großen Erschwerungen, unter denen vor allem die durch das Vorhandensein zahlreicher asymmetrischer Kohlenstoffatome bedingte konfigurative Mannigfaltigkeit zu nennen wäre, aus der nicht kristallinen Natur solcher Substanzen wie Stärke, Zellulose, Glykogen und andern eine Begrenzung gesetzt sein wird: denn wie soll es mit unseren jetzigen Hilfsmitteln gelingen, die Identität der möglichen synthetischen und der natürlichen Produkte zu erweisen, wo uns ohne Kristallisationsfähigkeit kein Beweis für die Einheitlichkeit zur Verfügung steht. Die Chemie wird neue Wege gehen müssen, ehe hier völlige Klarheit geschaffen werden kann.

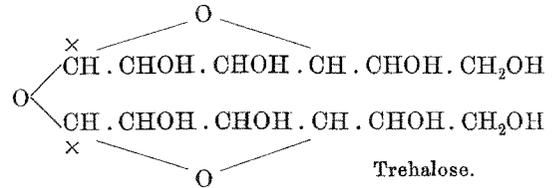
Wir sind also bis auf weiteres auf Abbauseruche angewiesen, die die Synthese ja immer vorbereiten müssen. Fassen wir die Resultate solcher Versuche über Polysaccharide zusammen, so kommen wir zu dem Ergebnis, daß sie bis dato trotz großer Arbeitsleistung noch wenig fortgeschritten sind; der Mangel liegt vornehmlich am zu energischen Verlauf des Abbaus, der demnach immer bis zu einer so niedrig molekularen Stufe vorgeschritten ist, daß uns dann kein Einblick mehr in die Art der Verknüpfung der Grundkomplexe im hochmolekularen Aufbau der Polysaccharide möglich ist. Durch Säurehydrolyse werden Zellulose, Stärke und Glykogen quantitativ in Traubenzucker gespalten. Auf chemischem Wege sind wir bei der Zellulose weiter gekommen, die bei der Besetzung der Hydroxyle des Traubenzuckers durch Essigsäurereste bei der Acetolyse nur bis zu einem Disaccharid, der Zellobiose, abgebaut wird¹⁾. Später konnte dann gezeigt werden, daß dieses Disaccharid auch beim fermentativen Zelluloseabbau das erste einheitliche Abbauprodukt darstellt²⁾. Bei der Stärke und dem Glykogen waren wir auf den enzymatischen Abbau angewiesen. Das diastatische Ferment führt uns hier allerdings über verschiedene Zwischenstufen, die Dextrine, aber keiner dieser Körper ist kristallinisch erhalten worden oder sonstwie als einheitlich erwiesen. Und so ist es wieder die Disaccharidstufe, hier in Gestalt der Maltose, die das höchstmolekulare chemische Individuum des Stärkeabbaus darstellte. Schon mit dieser Aufzählung sind die Ergebnisse des Abbaus der Polysaccharide er-

schöpft, der somit immer bis zu Produkten von nur zwei Monosaccharidkomplexen führte. Es ist klar, daß wir aus diesem experimentellen Ergebnis nur sehr geringe Rückschlüsse auf die Bindungsform der Monosaccharide in den Polysacchariden ziehen konnten, und alles, was über die einfachsten Vorstellungen hinausgeht, gehört deshalb auch in das Gebiet der unbewiesenen Spekulation.

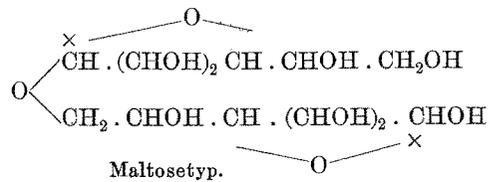
Einen Schritt weiter sind wir nun durch die grundlegenden Versuche von *Schardinger*³⁾ gekommen, der beim Abbau durch ein auf Stärke spezifisch wirkendes Bakterium zu neuen höhermolekularen kristallinen Produkten gelangte, die aus Gründen, auf die noch einzugehen sein wird, als kristallisierte Dextrine bezeichnet werden können. Diese Körper gehören einer bisher noch unbekanntten Klasse von Zuckern an, deren chemische Konstitution hier zuerst erläutert werden muß. Für die Veranschaulichung des Zusammenhanges der einzelnen Monosaccharide in den Di-, Tri- und Polysacchariden, der unter Wasseraustritt zustande kommt, eignet sich besser als die früher bevorzugte Aldehydformel der Glukose die, auch aus anderen Gründen vorzuziehende γ -Laktonformel, in der das dem Aldehyd zugehörige C-Atom durch X bezeichnet werden soll.



Austritt von einem Molekül Wasser zwischen zwei Glukoseresten kann nun einmal so erfolgen, daß sich hieran die an den Aldehydkohlenstoffatomen haftenden Hydroxyle der beiden Traubenzucker-moleküle beteiligen. Wir gelangen so zu einem Disaccharid, der Trehalose, die Fehlingsche Lösung nicht mehr reduzieren und kein Osazon mehr geben darf, da sie ihren Aldehydcharakter eingeblüßt hat.

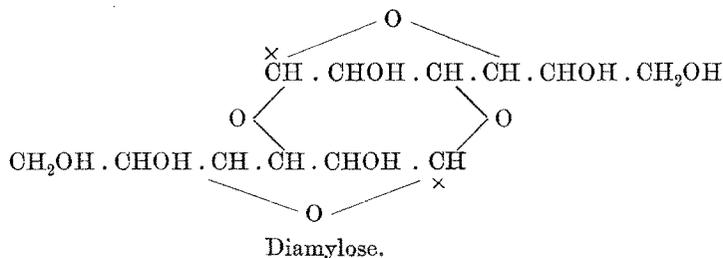


Nimmt jedoch am Wasseraustritt nur ein Hydroxyl des Aldehydkohlenstoffs, im zweiten Glukoserest dagegen ein anderes Teil, so stellt unsere Formel einen zweiten Disaccharidtyp dar, der infolge des Beibehaltens eines freien Aldehydhydroxyls noch reduzierende und Osazon bildende Eigenschaften beibehält. Unsere Formel stellt dann den Maltosetyp dar:



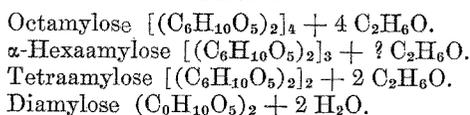
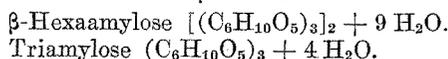
Hierbei ist noch unentschieden und bisher auf experimentellem Wege auch nicht zu ergründen, welches der vier Hydroxyle des zweiten Glukoserestes am Wasseraustritt teilgenommen hat. Doch können wir gerade durch die Beteiligung verschiedener Hydroxyle den Unterschied zwischen verschiedenen Disacchariden, die sich aus Glukoseresten zusammensetzen, z. B. zwischen Maltose und Gentiobiose, erklären.

Beide Typen geben bei der Elementaranalyse Werte, die auf $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_2 - \text{H}_2\text{O}$ stimmen. Die neuen Zucker aus Stärke jedoch analysieren zu $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_x$ genau wie Stärke oder Zellulose. Sie reduzieren Fehlingsche Lösung nicht und geben entsprechend auch keine Osazone. Ein Disaccharid dieser neuen Körperklasse kann daher nur durch eine Formel dargestellt werden, in der in dem Glukoserest zwei Hydroxyle, und zwar jedesmal auch unter Beteiligung der am Aldehydkohlenstoff haftenden, am Wasseraustritt teilgenommen haben. Wir nennen den Typ Amylosetyp und gelangen so zur Formel seines einfachsten Vertreters der Diamylose, der demnach Ringstruktur zukommt. Da wir aus der chemischen Analogie heraus auf keinen zu großen Ring schlußfolgern können, wählen wir ohne experimentelle Begründung das β -Kohlenstoffhydroxyd als das am Wasseraustritt teilnehmende, wie dann folgende Formel veranschaulicht:

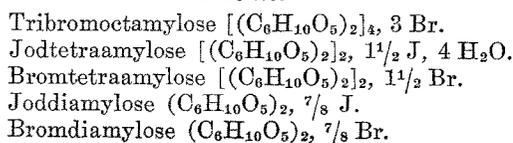
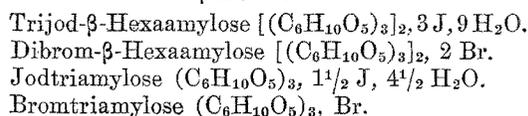


Dem entspricht auch, daß für jeden Glukoserest des Amylosetyps nur drei und nicht vier, wie im Trehalose- und Maltosetyp, Acetylreste aufgenommen werden.

Von dieser Körperklasse kennen wir nun sechs Vertreter. Drei wurden von *Schardinger* direkt aus dem Vergärungsprodukt des Stärkekleisters durch den Baz. mazerans erhalten. Sie werden aus der eingedampften Gärflüssigkeit durch Zusatz organischer Lösungsmittel, wie Chloroform oder Äther, abgeschieden und können durch ihre verschiedene Löslichkeit gegen Wasser und Alkohol getrennt werden. Ein vierter Körper wurde dazu noch aus Reisstärke erhalten⁴). Unter diesen Körpern lassen sich nun zwei Gruppen unterscheiden, solche, die aus Alkohol kristallisieren und die in konzentrierter Lösung mit Jodjodkaliumlösung versetzt, metallisch glänzende, in dunkelgrünen Nadeln kristallisierende Jodadditionsprodukte geben, und einen Körper, der aus Wasser kristallisiert und der unter denselben Bedingungen ein in braunroten Prismen kristallisierendes Jodadditionsprodukt ergibt. Die erste Reihe, die wir die α -Reihe nennen, ist dadurch ausgezeichnet, daß ihre zugehörigen Körper durch Acetolyse in das Acetylprodukt der Diamylose abgebaut werden, aus dem durch Verseifung die Diamylose gewonnen werden kann, der Körper der zweiten oder β -Reihe wird im Gegensatz zur Triamylose abgebaut. So kennen wir also nun folgende sechs Körper der neuen Zuckerverbindungen:

 α -Reihe. β -Reihe.

Wir haben schon erwähnt, daß wir diese Körper mit einem gewissen Recht als kristallisierte Dextrine bezeichnen können, sie teilen nämlich mit den Dextrinen die für die niedriger molekularen Angehörigen dieser Körperklasse hauptsächlich charakteristische Eigenschaft, mit Jodlösung eine braunrote Färbung zu geben. In konzentrierter Lösung kristallisieren dann charakteristische Jodadditionsprodukte aus. Ein gleiches Kristallisationsvermögen zeigen auch Bromadditionsprodukte, die aus konzentrierter Lösung mit Brombromkalilösung ausfällbar sind. Über diese Körper wurden bisher die folgenden Zusammenstellungen ermittelt:

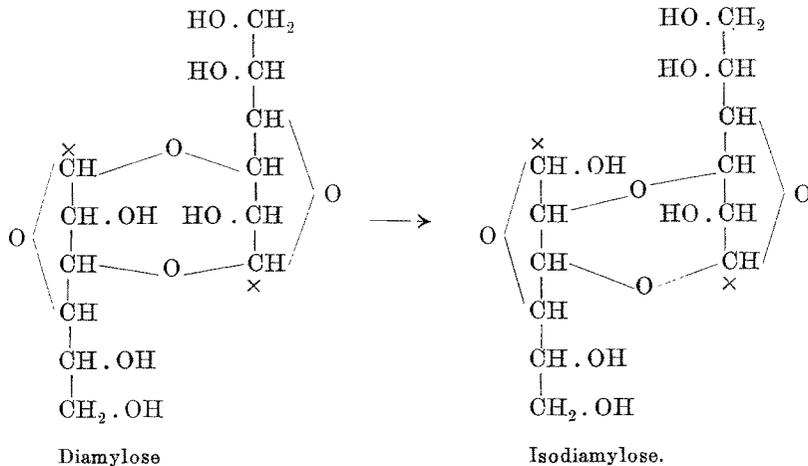
 α -Reihe. β -Reihe.

Vom theoretischen Standpunkte ist nun vornehmlich bemerkenswert, daß der Abbau der höher molekularen Amylosen in ihre Grundkörper, wie der der Oct- und Tetraamylose in die Diamylose und der β -Hexaamylose in die Triamylose eine reine Depolymerisation darstellt. Er verläuft, wenn wir von der Anheftung der nachher wieder leicht abspaltbaren Acetylgruppen an den außenständigen Hydroxylen absehen, ohne chemische Veränderung des Grundkomplexes etwa durch Ringsprengung und Ringneubildung, ausschließlich durch die Lösung von Nebervalenzen, die die Diamylosemoleküle in der Octa-, α -Hexa- und Tetraamylose und die Triamylose in der β -Hexaamylose zusammenhalten müssen. Dies erhellt noch deutlicher aus der Tatsache, daß auch bei der milden Reaktion der Benzoylierung in der Kälte bei Eintritt nur eines Benzoylrestes auf je einen Glukoserest dieselbe Depolymerisation erfolgt. Eine derartige Abbaureaktion ist bisher ohne Analogie. Sie belehrt uns, daß es sich hier um eine eigenartige Körperklasse handelt, deren Vorhandensein im Stärkemolekül für die verschiedenen Eigenarten der Stärke, wie Kleisterbildung, Rückbildung der Maquenneschen Amylose aus einem Kleister beim Stehen in der Kälte, Löslichmachung der Stärke durch Erhitzen in Glycerin oder milde Säureeinwirkung, verantwortlich sein muß. Denn es liegt keinerlei Grund vor, die Annahme zu machen, daß der Baz. mazerans für die Bildung der Ringamylosen verantwortlich zu machen wäre. Bei der Vergärung von Glukose oder Maltose durch diesen Bazillus werden keine derartigen Produkte gebildet, und wir sind daher zu der Annahme berechtigt, daß sie ihr Erscheinen im vergorenen Stärkekleister einer Depolymerisation des Stärkemoleküls durch den Bazillus verdanken. Dafür spricht auch, daß wenigstens in der α -Reihe in Gestalt der Octo-, α -Hexa- und Tetraamylose mehrere Polymerisationsstufen gleichzeitig auftreten, unter denen die niedrigste der Menge nach bei weitem vorherrscht.

Nach dieser Betrachtungsweise wäre das Stärkemolekül als eine Verbindung $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_x$ anzusehen, wobei x den Polymerisationsgrad bedeutet. Damit würde die alte Anschauung von der Kettenstruktur der Stärke mit einer Formel $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_x + \text{H}_2\text{O}$ fallen, die immer unbewiesen war. Bei alledem ist jedoch die Frage noch ungelöst, ob wir die Di- oder die Triamylose als Grundkomplex der Stärke ansehen und sie demnach $[(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_2]_x$ oder $[(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_3]_x$ formulieren sollen.

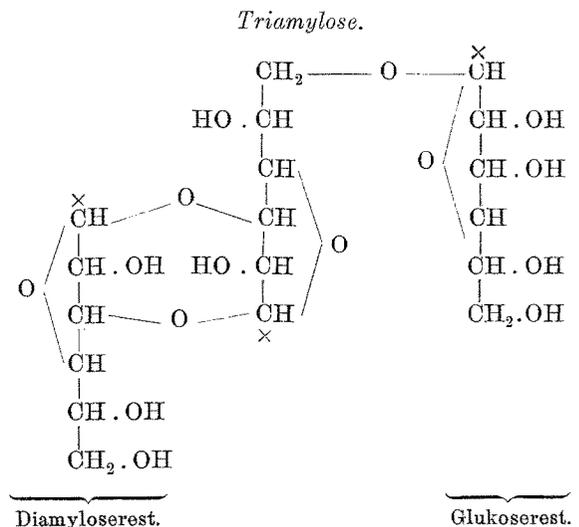
Für die Lösung dieser Frage gibt uns die Acetylierung der Stärke eine Möglichkeit an die

Hand⁶). Wie schon früher festgestellt, läßt sich die Stärke in ihrer ursprünglichen Form nur schwer acetylieren. Man bedient sich für den Vergleich besser der durch Erhitzen in Glycerin löslich gemachten Stärke, deren Molekül offenbar schon durch Depolymerisation verkleinert ist. Auch solche Stärke wird mit Chlorzink als Katalysator nur schwer in Reaktion gebracht. Wählt man jedoch Schwefelsäure als katalytisches Agens, wie bei der Acetylierung der Zellulose, so tritt die Reaktion ein und man gelangt zu einem Acetylkörper eines aus drei Glukoseresten bestehenden Trisaccharids. Es handelt sich allerdings bei diesem Körper nicht um die Triamylose selbst, sondern um einen der Triamylose nahestehenden Zucker. Der Widerspruch wird jedoch geklärt, wenn man auch die Hexa- oder die Triamylose der forcierten Acetylierung mit Schwefelsäure unterwirft. Auch dann gelangt man zu einem Körper, der mit dem durch Acetylierung der Stärke erhaltenen in den wichtigsten Eigenschaften übereinstimmt. Die unwesentliche Verschiedenheit mag auf stereochemischem Gebiete liegen. Beide Körper analysieren noch zu $C_6H_{10}O_5$, die Ringstruktur muß daher in ihnen erhalten geblieben sein, sie geben keine kristallisierten Jod- oder Bromadditionsprodukte, und der Umstand, daß sie Fehlingsche Lösung reduzieren, kann nur durch die Freilegung wenigstens einer am Aldehydkohlenstoff haftenden Hydroxylgruppe erklärt werden. Es muß demnach eine Bindungsverschiebung eingetreten sein, die auch bei der starken Acetylierung der Diamylose mit Schwefelsäure stattfindet. Wir nennen solche Körper Isodi- resp. Isotriamylose und formulieren die Umwandlung der Diamylose in die Isodiamylose folgendermaßen:



So muß denn einem Trisaccharid eine wichtige Rolle im Aufbau des Stärkemoleküls zufallen, denn es kann kein Zufall sein, daß bei der Acetylierung gerade die Bindung dreier Glukosereste untereinander dem Eingriff widersteht, während gleichzeitig eine so beträchtliche Molekülverkleinerung stattfindet. Fernerhin gibt das ganz analoge Ver-

halten der Stärke und der Triamylose beim Acetylieren einen wenigstens indirekten Beweis an die Hand, daß Ringkörper im Sinne der Amylosen, wie sie durch den Baz. mazerans aus dem Molekül herausgelöst werden, tatsächlich im Stärkemolekül vorhanden sind. Daß neben den Amylosen der β -Reihe auch solche der α -Reihe, also Polymere der Diamylose, beim Vergären der Stärke durch den Baz. mazerans entstehen, muß durch eine Spaltung des Triamylosekomplexes in den Diamylosekomplex plus Glukose erklärt werden, die in der Tat in der Gärflüssigkeit immer nachgewiesen werden kann. Auf Grund dieser Annahme gelangen wir zu einer Formulierung der Triamylose, die folgender Formel entspricht und in der die Beteiligung der Hydroxyle, mit Aus-



nahme der am Aldehydkohlenstoff haftenden, wieder willkürlich angenommen werden muß.

Nach dem Gesagten wäre also die Stärke als ein polymerer Ringzucker mit der Triamylose als Grundkomplex anzusehen. Soviel Verlockendes diese Hypothese auch an sich hat, so dürfen jedoch auch die Bedenken gegen sie nicht verschwiegen

werden. Daß die Amylosen durch das diastatische Ferment nicht hydrolysiert werden, ist weniger bedeutungsvoll, da die feine Einstellung der Fermente auf ihr Substrat noch eine genügende Erklärung dafür bieten mag, daß ihre Wirkungsweise an den kolloidalen Zustand der hochmolekularen Stärke gebunden ist, während sie gegenüber den kristallinen, keinen Kleister mehr gebenden, Amylosen versagt. Weit schwieriger dagegen ist, eine Vorstellung dafür zu finden, wie ein Komplex von polymeren Trisacchariden quantitativ in ein Disaccharid gespalten werden kann. Da aber nach den Untersuchungen von *Maquenne* Stärke zu 100 % in Maltose gespalten wird, so besteht hier zwischen Theorie und Wirklichkeit ein Widerspruch, der durch einfache Annahmen nicht zu überbrücken ist. Immerhin wird man unseren Anschauungen das Anrecht auf eine Arbeitshypothese nicht versagen, bis sie im Werden der Wissenschaft durch neue experimentelle Erfahrungen geworfen und durch eine bessere ersetzt werden wird.

Literatur:

- 1) *Skraup* und *König*, Monatshefte für Chemie Bd. 22, S. 1011 (1901).
- 2) *H. Pringsheim*, Zeitschrift f. physiologische Chemie Bd. 78, S. 266 (1912).
- 3) *F. Schardinger*, Zentralbl. f. Bakteriologie II. Abt. Bd. 14, S. 772 (1905); Bd. 19, S. 161 (1907); Bd. 22, S. 98 (1909); Bd. 29, S. 188 (1911).
- 4) *H. Pringsheim* und *F. Eißler*, Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellschaft Jg. 47, S. 2565 (1914).
- 5) *H. Pringsheim* und *A. Langhans*, Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellschaft Jg. 45, S. 2533 (1912).
- 6) *H. Pringsheim* und *F. Eißler*, Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellschaft Jg. 46, S. 2959 (1913).
- 7) *F. Pregl*, Monatshefte für Chemie Bd. 22, S. 1049 (1901).

Besprechungen.

Grabau, Amadeus W., Principles of Stratigraphy.
New York, A. G. Seiler and Company, 1913. XXXII,
1185 S. und 264 Abbildungen. Preis in Leinwand geb.
7 \$ 50.

Die Stratigraphie, die grundlegende Vorbedingung für Historische Geologie, ist im Laufe der Zeiten von verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet worden. Auf die Zeit, wo man in den Leitfossilien nur Denkmünzen der Schöpfung sah, die ohne Rücksicht auf ihre zoologische oder botanische Verwandtschaft, nur nach ihrer äußeren Form abgebildet und bestimmt wurden, folgt unter dem Einflusse von *Darwins* Entwicklungsgedanken jene Blütezeit, wo die Verwandtschaft der Formenreihen in den Vordergrund des Interesses trat. Hierbei lernte man immer deutlicher einsehen, welche Fehlerquelle in den Faziesunterschieden verborgen lag und wie dies rein lithologisch-geologische Moment bei jeder stratigraphischen Gliederung und jedem Vergleich von Horizonten stete Berücksichtigung verdiente. Die Resultate ozeanographischer und geographischer Expeditionen, regionale und experimentelle Studien über die Bildung der Sedimente gewannen immer größere Wichtigkeit bei der Lösung rein stratigraphischer Probleme. Auf diesen Standpunkt modernster Forschungsmethode stellt sich der Verfasser, der bekannte Pro-

fessor für Paläontologie an der Columbia-Universität in New York, und führt in die systematische Analyse der Fossilienverteilung sowie in all die mannigfaltigen lithogenetischen und biologischen Tatsachengruppen in methodischer Folge ein.

Im I. Kapitel des interessanten Buches macht der Verfasser den Leser mit dem Gesamtgebiet der Stratigraphie, und damit auch mit dem Inhalt des Buches vertraut. Stratigraphie kann man im weitesten Sinne den anorganischen Teil der Historischen Geologie bezeichnen. Ihre Beziehung zu anderen Zweigen der Geologie geht am deutlichsten aus einer Betrachtung der Erde als Ganzem, wie aus einem kurzen Überblick über die Geologie und deren Hilfswissenschaften hervor.

Die Erde als Ganzes kann in folgende Zonen oder Sphären geschieden werden: Zu äußerst die *Atmosphäre*, dann die *Hydrosphäre*, darunter die *Lithosphäre* oder die feste Erdkruste. Diese wird durch die Zone vulkanischer Tätigkeit unterlagert, welche der Verfasser *Pyrosphäre* nennt. Nach oben mit der Lithosphäre verknüpft, geht die Pyrosphäre nach unten in die *Centrosphäre* oder *Baryosphäre*, das gänzlich unbekannte Erdinnere über. Eng verknüpft mit der Atmosphäre und der Hydrosphäre sowie mit den oberen Partien der Lithosphäre ist die *Biosphäre*, die weiterhin in die *Phytosphäre* und *Zoosphäre* geteilt wird.

Von besonderem Interesse ist der Abschnitt, in welchem die Geologie und deren Hilfswissenschaften besprochen werden. Geologie ist die Wissenschaft der ganzen Erde. Sie zerfällt in folgende Hilfswissenschaften:

Geologie	}	Anorganisch	}	<i>Atmologie</i> (Meteorologie)
		Hydrologie		Ozeanographie (Ozeanologie)
				Limnologie (= Seenkunde)
				Potamologie (= Lehre von den fließenden Gewässern)
		<i>Lithologie</i> (Petrologie, Geologie im engeren Sinne)		
		<i>Pyrogeologie</i> (Vulkanologie)		
		Organisch		}
	Phytologie (Botanik) inkl. Paläobotanik			

Da kein direktes Studium der Centrosphäre möglich ist, konnte sich auch keine entsprechende Wissenschaft entfalten. Jede Hilfswissenschaft mag nun weiter unter den Gesichtspunkten der Dynamik, der Struktur (Bau) und der Geschichte oder Genesis betrachtet werden.

Dynamische Geologie im weitesten Sinne behandelt die physikalischen und chemischen Kräfte sowie ihre Wirkung, während sie im engeren Sinne auch dynamische Lithologie oder die Lehre von den in und auf der Erde wirkenden geologischen Kräften bezeichnet werden kann. Dynamische Biologie ist die Physiologie. Hydrologie und Atmologie sind, vom dynamischen Gesichtspunkt aus betrachtet, die Bewegungen von Wasser und Luft. Vulkanische Ausbrucherscheinungen sind eine Äußerung der Dynamik der Pyrosphäre oder der Pyrodynamik, während Erdbeben die Dynamik der Centrosphäre oder deren Einfluß auf die Lithosphäre kundtun. Durch Einwirkung von Atmosphäre, Hydrosphäre, Biosphäre und Pyrosphäre auf die Lithosphäre entstehen die exogenen dynamischen Produkte — hauptsächlich die Sedimentgesteine —, während die endogenen dynamischen Kräfte im Innern der Erde wirksam sind.