

auf, der Deutsche meint es seiner „Bildung“ schuldig, Astrolog und Alchimist zu sein. Es ist nicht das erstmal. Man könnte, die Gegenwart betrachtend, zuweilen meinen, im siebzehnten Jahrhundert zu sein. So sehr gleichen die beiden Zeiten einander, Zug um Zug. Auf dem Throne saß Rudolf II., selbst Astrolog, Alchimist, mit allen dunklen Künsten vertraut und darum unbekümmert um sein Reich, dessen von den Sternen bestimmtes Schicksal ja doch durch keine menschliche Macht abgewehrt oder auch nur gelindert werden könnte. Damals ging das Gerücht, ein deutscher Edelmann hätte den Stein der Weisen und das Lebenselixir aus dem Morgenlande mitgebracht. Alle Hoffnungen blickten auf ihn und sammelten sich um einen schon durch seinen Klang erregenden Namen: das Rosenkreuz. Die Macht dieses Bundes meinte man überall walten zu fühlen, obwohl sein Großmeister unsichtbar blieb. Man hörte nur, daß er Christian Rosenkreuz hieß, und seine „Chymische Hochzeit“, schon 1459 verfaßt, erschien 1616 anonym in Straßburg. Mehr wissen wir über den seltsamen Mann, der damals die bange Welt so mächtig erregte, noch immer nicht. War er seinerzeit an Kenntnissen und Erkenntnis um Jahrhunderte ahnungsvoll voran oder bloß ein betrogener Betrüger? Erich Reuchert hat uns jetzt ein anregendes und aufregendes Buch über „Die Rosenkreuzer“ beschriftet (verlegt bei Eugen Diederichs in Jena 1928), das in alle Winkel jener seltsamen Geistesart leuchtet, die schon bei den Griechen spukt, durch die mittlere Zeit sozusagen unterirdisch fortwirrt — auch Joachim de Bior, der gewaltige Benediktiner ist schon von ihr angehaucht — und wenn sie zuweilen zu versichern scheint, unversehens mit erfrischer Kraft wieder hervorbricht, fast immer die Häresie streifend und dennoch sich gerade frommer Gemüter leicht bemächtigend. Unsere Zeit beweist auch hier wieder ihre Ohnmacht: Jedermann möchte gern zaubern, überall bieten sich ihr auch Zauberer an, aber sie bleiben in blutigem Dilettantismus stecken, die gemieteten Medien lassen sich immer auf dem Schwindel ertappen.

Künstliche Zucker.

Von Professor Dr. Karl Oppenheimer, Berlin.

Die Nachricht, daß es dem großen Chemiker Amé Pictet in Genf gelungen ist, den Rohrzucker künstlich herzustellen, hat in Laienkreisen ein größeres Interesse erregt, als dies sonst bei rein chemisch wissenschaftlichen Leistungen der Fall zu sein pflegt. Allem Anschein nach verbinden nicht eingeweihte Kreise mit dieser an sich ganz ausgezeichneten Arbeit irgendwelche Vorstellungen von wirtschaftlichen Umwälzungen, die sich an eine künstliche Herstellung von Zuckern und speziell von Rohrzucker knüpfen könnten. Es muß von vornherein betont werden, daß, wenn solche Hoffnungen auf eine künstliche und wirtschaftlich mögliche Herstellung von Zucker überhaupt gegeben sind, sie jedenfalls mit der Pictetschen Entdeckung nicht das geringste zu tun haben. Denn Pictet hat nichts anderes geleistet, als aus bereits vorhandene n Zuckern durch chemische Synthese einen höheren Zucker aufzubauen. Seine Arbeit ist deswegen allgemeiner interessant, weil es sich um den wichtigsten höheren Zucker handelt, und chemisch deswegen von besonderem Werte, weil der Rohrzucker in seiner Struktur ganz besondere Schwierigkeiten bietet, auf die nachher noch mit einigen Worten zurückzukommen sein wird.

An sich ist das Problem, aus einem einfachen Zucker einen Doppelzucker aufzubauen, schon seit einigen Jahren gelöst, und Pictet selbst hat auch schon vor seiner Rohrzuckersynthese einige andere Doppelzucker künstlich hergestellt. Es ist aber auch das weitere und eigentlich viel wesentlichere Problem, die einfachen Zucker aus den Grundstoffen rein synthetisch herzustellen, gelöst, und zwar schon seit langer Zeit.

Es dürfte notwendig sein, mit einigen Worten klarzustellen, worum es sich hier eigentlich handelt. Die Gruppe der Zucker im chemischen Sinne ist dadurch charakterisiert (wenn wir hier nur die wichtigsten, die sogenannten Hexosen betrachten), daß es sich um Körper mit einer Kette von sechs Kohlenstoffatomen handelt, die an jeden Kohlenstoff in bestimmter Struktur Wasserstoff und Sauerstoff gebunden enthalten. Es gibt eine ganz erhebliche Anzahl von Möglichkeiten dieser Bindung, besonders in bezug auf die Anordnung der Wasserstoff- und Sauerstoffatome im Raum (stereochemisch), so daß eine sehr große Anzahl von Hexosen existiert, mit deren Studium sich schon Generationen von Forschern beschäftigt haben. Diese Körper mit sechs Kohlenstoffatomen sind die einfachen Zucker, die sogenannten Monosen. Von ihnen kommen in der Natur in freier Form nur wenige vor, als wichtigste sind zu nennen der Traubenzucker (Glukose) und der Fruchtzucker (Fruktose). Nun haben aber diese Monosen die weitere Fähigkeit, daß zwei von ihnen unter Abgabe von Wasser zu einem neuen Gebilde, einem Doppelzucker, zusammentreten können, der nunmehr also zwölf Kohlenstoffatome enthält. Solche Disaccharide oder auch Disosen gibt es nun in der Natur mehrere, zusammengesetzt entweder aus zwei Molekülen des gleichen Zuckers oder aus zwei verschiedenen. Vom ersten Typus seien nur erwähnt der Malzzucker (Maltose, aus zwei Teilen Glukose), der Milchzucker (Laktose, aus je einem Molekül Glukose und Galaktose) und endlich der Rohrzucker (Saccharose, aus je einem Molekül Glukose und Fruktose). Die Zucker zeigen auch die Möglichkeit, sich zu noch höheren Gebilden zu verketten, Tri- und Tetrasaccharide zu bilden, die ebenfalls in einigen Beispielen in der Natur vorkommen. Und außerdem sind nach der einen Ansicht auch die sogenannten Polysaccharide, wie Stärke und Zellulose, so zu deuten, daß in ihrem chemischen Bau eine große Anzahl von einzelnen Monosen kettenartig unter Wasserabstritt gebunden ist.

Es handelte sich also bei den gewaltigen, seit vielen Jahrzehnten sich hinziehenden Arbeiten erst einmal darum, die Struktur der Monosen aufzuklären und diese Arbeiten durch die Synthese zu krönen und dann weiterhin aus der Struktur der Monosen diejenige der höheren Zucker zu deuten und auch diese zu synthetisieren. Die Aufklärung der einfachen Zucker ist nach sehr wertvollen Vorarbeiten in der Hauptsache durch den verstorbenen Großmeister der deutschen Chemie Emil Fischer in bewundernswürdigerweise durchgeführt worden. Er fand die Möglichkeiten, die verschiedenen Strukturen zu entwirren, und vor allem durch die systematische Anwendung der stereochemischen Theorien auch die räumliche Anordnung, die „Konfiguration“ der einzelnen Zucker festzustellen. Ihm verdankt man auch schon die folgenreichere Entdeckung, daß auch die bis dahin als einheitlich



Zurück zur Natur!

Das ist heute der Wahlspruch von Millionen Menschen in aller Welt, die sich danach sehnen, das Wochenende in Wald und Flur, an Fluß und Seen zu verbringen. Und wie viel schöner noch sind solche Sonnentage, wenn uns wie ein reiner, kühler Frühlingshauch der köstlich frische Duft der „4711“ umweht.

4711 ist nur echt mit der gez. gesch. 4711 (Blau-Gold-Etikette). — Seit 1792 stets in der gleichen, hervorragenden Güte nach alsbewährtem Original-Rezept.

4711 Kölnisch Wasser

angesehenen natürlichen Monosen, wie zum Beispiel der Traubenzucker, aus zwei stereochemisch verschiedenen Formen bestehen, der α -, respektive β -Glukose, die sehr leicht ineinander übergehen.

Emil Fischer gelang es auch, auf einfachem und übersichtlichem Wege Traubenzucker aus den Elementen synthetisch aufzubauen. Vorher war nur bekannt gewesen, daß Formaldehyd unter gewissen Bedingungen von selbst in eine nicht näher zu definierende Mischung verschiedener Zuckerarten übergeht, jedoch war über den Weg dieser Quasisynthese ebensowenig etwas Sicheres bekannt wie über das entstehende Produkt selbst. Emil Fischer hingegen zeigte eine exakt verfolgbare Stufenreaktion vom Glycerin zum Traubenzucker; und da man durch weitere chemische Prozesse vom Traubenzucker zu den meisten anderen Monosen gelangen kann, so war damit im Prinzip die Synthese der Zucker aus den Elementen gelungen, denn auch Glycerin kann man, wissenschaftlich betrachtet, aus den Elementen aufbauen. Alle diese großartigen Arbeiten sind bereits ungefähr 40 Jahre alt. Das Kapitel künstliche Herstellung von Zuckern gehört also bereits in die klassische Periode unserer organischen Chemie.

Aber Emil Fischer war auch schon, wenigstens im Prinzip, der weitere Schritt gelungen, nämlich der Aufbau von Disacchariden aus den einfachen Zuckern. Freilich erhielt er nur Stoffe, die nicht in der Natur vorkommen und über deren genauere Struktur er mit den ihm zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln keine entscheidenden Angaben machen konnte. Ein Aufbaue der natürlichen Disaccharide ist Emil Fischer nicht gelungen, er hat es freilich auch späterhin niemals mehr ernstlich versucht, weil ihn andere Interessen fesselten. Die erste erfolgreiche Synthese eines natürlichen Disaccharides ist dem Engländer Croft Hill zu verdanken, und zwar 1898. Er fand, daß Glukose unter dem Einfluß von Hefefermenten in ein Disaccharid übergeht. An diese sehr bedeutsame Entdeckung knüpfte sich aber eine schier unendliche Diskussion, da man nicht feststellen konnte, was für ein Disaccharid entstanden ist. Erst vor kurzem gelang Hans Bringsheim der Nachweis, daß hierbei tatsächlich ein Naturzucker, nämlich Maltose, entsteht, die aber meist mit anderen, nicht natürlich vorkommenden Disacchariden vergesellschaftet ist. In den letzten Jahren sind dann von verschiedenen Seiten her Doppelzucker nach verschiedenen Methoden synthetisch hergestellt worden, darunter auch natürliche, und zwar die Gentiobiose von Pictet und, nach einer anderen Methode, von Helferich, und Malzzucker und Milchzucker von Pictet auf einem überaus einfachen Wege. So erhielt er Maltose durch direktes Zusammenbringen eines Anhydrides der Glukose mit Glukose im luftleeren Raum bei 160 Grad und ganz analog den Milchzucker aus Glukose-Anhydrid und Galaktose.

Es war also auch die Synthese der höheren Zucker an sich, und zwar nach mehreren ganz verschiedenen Methoden bekannt. Nur gerade der Rohrzucker spottete aller Versuche, ihn künstlich herzustellen. Die Gründe dafür sind sehr eigenartig und erst durch die Entwicklung der Zuckerchemie in den letzten Jahren überhaupt zu verstehen. Es ist nämlich durch die Initiative englischer Forscher, unter denen in erster Linie Irvine und Haworth zu nennen sind, die Zuckerchemie in ein ganz neues Stadium getreten. Es haben neue Methoden die Möglichkeit viel feinerer Strukturnachweise ergeben und dabei hat sich gezeigt, daß die Chemie der einfachen Zucker viel komplizierter ist als noch Emil Fischer annehmen konnte. Nehmen wir als Beispiel den Traubenzucker. So existieren nicht bloß die beiden bekannten α - und β -Formen, sondern eine Reihe weiterer. Diese sind allerdings dadurch ausgezeichnet, daß sie in freiem Zustande kaum existenzfähig sind und sich in die bekannten stabilen Formen des Traubenzuckers umlagern. Wohl aber kommen solche abweichende Strukturen in den natürlichen höheren Zuckern vor. Man bezeichnet sie wegen ihrer abweichenden Struktur als Hetero(h)-Zucker oder wegen ihrer Vergänglichkeit als allomorph (am-) Zucker. Bei der Glukose ist es die Stärke und ähnliche Naturstoffe, welche diese Heteroformen enthält. Was uns aber hier speziell interessiert, ist die Tatsache, daß auch der Rohrzucker zum Teil aus solchen Heterozuckern besteht. Hier ist es nicht die Glukose, sondern die andere Komponente, die Fruktose. Der Rohrzucker enthält nicht die im freien Zustande bekannte stabile Fruktose, sondern eine Heteroform. Wenn man freilich Rohrzucker mit Säuren aufspaltet, so wird nur im Augenblick der Spaltung diese am-Fruktose frei, sie lagert sich aber fast momentan in die stabile Fruktose um. Wegen der Vergänglichkeit dieser nur in Verbindung vorkommenden Formen waren sie bis vor kurzem unbekannt; sie scheinen aber gerade wegen ihrer Vergänglichkeit in der Physiologie beim Abbau der Zucker eine ganz besondere Rolle zu spielen. Und nun können wir verstehen, warum alle Versuche der Rohrzuckersynthese vergeblich blieben. Man versuchte ja immer, den gewöhnlichen stabilen Fruchtzucker mit Traubenzucker zum Rohrzucker zu kuppeln. Dabei konnte man aber niemals das Naturprodukt Rohrzucker erhalten, weil in diesem ja die normale Fruktose gar nicht enthalten ist. Ein Versuch der Rohrzuckersynthese konnte also erst als Erkenntnis dieser neuen Komplikationen gelingen. Man mußte versuchen, ein halbwegs beständiges Derivat der an sich nicht beständigen Heteroform mit Traubenzucker zu kuppeln: nur dann war auch theoretisch ein Erfolg zu erwarten. Von diesem neuen Gesichtspunkt ist nun Pictet tatsächlich ausgegangen und so ist es ihm gelungen, das langersehnte Ziel zu erreichen. Sein Arbeitsgang sei in wenigen Worten angedeutet:

Es mußte sich darum handeln, in irgendeiner Form nicht nur die labile Form des Fruchtzuckers erst einmal zu bekommen, sondern auch diese überaus unbeständige Form