

E. MITSCHERLICH UND DAS FÜNFZIGJÄHRIGE JUBILÄUM DES POLARISATIONS-APPARATES¹



it Recht wird oft beklagt, daß die sogenannte „Jetztzeit“ nur allzusehr der Betätigung echten historischen Sinnes ermangle, dagegen aber bemüht sei, das, woran sie es im Großen fehlen läßt, im Kleinen zu bewähren, durch eifriges, ja oft übereifriges Aufsuchen und festliches Begehen von Gedenk- und Erinnerungstagen. Nur mit einem gewissen Mißtrauen betrachtet man daher jedes neu auftauchende Jubiläum, und wenn auch ich mir zur Feierung eines solchen, und zwar eines fünfzigjährigen, heute das Wort erbat, so weiß ich wohl, daß dies zunächst als ein Wagnis erscheinen wird, das einer Rechtfertigung bedarf. Doch wird mir eine solche, wie ich meine, nicht schwer fallen, ja ich hoffe, Sie werden sie schon in dem Augenblicke für gelungen erachten, in dem ich den Gegenstand nenne, über den ich zu sprechen beabsichtige.

Welches von allen Hilfsmitteln, die die exakten Wissenschaften der Zuckerindustrie zur Verfügung stellten, hat wohl das meiste zum rationellen Ausbaue dieses Gewerbszweiges beigetragen? Welches von ihnen ist es, das es ermöglichte, die Wertbeschaffenheit des in Anwendung kommenden Rohmaterials,

¹ Vortrag auf der Generalversammlung des „Vereines der Deutschen Zuckerindustrie“ 1897 (s. „Zeitschrift des Vereines der Deutschen Zuckerindustrie“ 1897, S. 665).

der fertigen Erzeugnisse, der Abfallstoffe und Nebenprodukte, in jedem Augenblicke leicht und sicher zu erkennen, vom Soll und Haben an Zucker jederzeit genaue Rechnung zu legen, die Ausbeuten zu ermitteln und festzustellen, die Verluste zu vermindern und zu vermeiden, — kurz die ganze Arbeitsweise mit Bewußtsein und steigender Klarheit zu erfüllen? Diese Frage wirft Scheibler in den Eingangsworten einer 1870 in der Zeitschrift unseres Vereines veröffentlichten Abhandlung auf, und beantwortet sie mit dem Satze: Jenes Hilfsmittel ist das optische Polarisationsverfahren. Daß Scheibler's Ausspruch der Wahrheit die Ehre gibt, davon überzeugt ein bloßer Versuch sich die Zuckerfabrikation, ohne daß sie im Besitze dieser Methode wäre, überhaupt noch vorzustellen: er ist aussichtslos, und der Zustand, den wir uns zu versinnlichen hätten, bleibt völlig undenkbar. In der Tat müssen wir die Polarisationsmethode als das wertvollste und unersetzlichste Geschenk ansehen, das unsere Industrie von Seiten der reinen Wissenschaft jemals entgegengenommen hat, und der Mann, aus dessen Händen sie es vor gerade fünfzig Jahren empfing, ist gewiß ihrer fortdauernden Dankbarkeit und unentwegten Verehrung vor allen würdig.

Aber wer ist dieser Mann? Ich glaube mit der Annahme nicht fehlzugehen, daß die große Mehrzahl dieser Versammlung seinen Namen nicht zu nennen wüßte, und deshalb erscheint es mir als eine Pflicht der Pietät, das Andenken seiner Person und seiner Leistungen, namentlich soweit sie mit unserer Industrie in Verbindung stehen, an dieser Stelle zu erneuern.

Eilhard Mitscherlich, — denn dies ist der große Chemiker, von dem wir zu sprechen haben —, wurde am 7. Januar 1794 als Sohn des Pastors Mitscherlich zu Neuende, dicht am Jahdebusen, geboren, und erhielt seine erste Ausbildung anfangs in Neuende, später in Jever, und zwar unter Leitung seines Landsmannes, des berühmten Historikers Schlosser; er folgte diesem nach Frankfurt und Heidelberg,

20*

ließ sich bereden, als Lebensberuf ebenfalls die geschichtliche Forschung zu ergreifen, begann sich insbesondere mit den orientalischen Sprachen, vor allem mit der persischen, zu beschäftigen, und unternahm die Herausgabe eines größeren persischen Geschichtswerkes. Im Laufe seiner Studien, die er in Paris und sodann in Göttingen fortsetzte, gelangte er jedoch noch rechtzeitig zur Überzeugung, daß Anlage wie Neigung ihn auf ganz andere als die bis dahin eingeschlagenen Bahnen wiesen; mit größtem Eifer widmete er sich nun der Medizin, und sodann der Chemie, die er alsbald als das eigentliche und bleibende Feld seiner Tätigkeit erkannte. Im Jahre 1818 übersiedelte er nach Berlin, woselbst der Botaniker Link ihm gestattete, in seinem Laboratorium chemisch zu arbeiten, und schon nach kürzester Frist bereicherte der erst vierundzwanzigjährige Jüngling die Wissenschaft mit seiner ersten, und einer seiner wichtigsten Entdeckungen, dem Isomorphismus, dessen Hauptsatz er dahin ausspricht, daß, innerhalb weiterer Gruppen natürlich verwandter Elemente, Verbindungen, die zwar Atome verschiedener Natur, diese aber in gleicher Anzahl und in gleichartiger Bindung enthalten, auch gleiche Krystallformen zeigen. Diese Arbeit, deren Bedeutung es keinen Eintrag tut, daß schon 1816 Fuchs einen ähnlichen Gedanken, jedoch in ganz unbestimmter Weise ausgesprochen hatte, erregte durch ihre sachliche und logische Vollendung die höchste Aufmerksamkeit des ersten Chemikers jener Zeit, Berzelius'; gelegentlich eines Aufenthaltes in Berlin (1819) suchte dieser die persönliche Bekanntschaft Mitscherlich's, und sah sich alsbald bewogen, dem Unterrichtsminister Altenstein den noch völlig unbekannten jungen Mann als Nachfolger Klaproth's für die Professur der Chemie vorzuschlagen, für die man vergeblich ihn selbst zu gewinnen gesucht hatte. Hierauf ging zwar der Minister zunächst nicht ein, er gewährte jenem aber Mittel, um sich zwei Jahre bei Berzelius in Stockholm weiter auszubilden, und zugleich den Bergbau und die Hüttenwerke Schwedens

kennen zu lernen; die betreffende Summe betrug, einschließlich Reisegeld, 666 Taler! Erst nach seiner Heimkehr, und auf wiederholte dringende Empfehlung Berzelius', erfolgte 1822 die Wahl Mitscherlich's zum Mitgliede der Akademie der Wissenschaften und zum Vorstande ihres Laboratoriums, an dem Pott, Marggraf und Klaproth als seine Vorgänger gewirkt hatten; ferner wurde er 1822 außerordentlicher und 1825 ordentlicher Professor an der Universität, erst mit 400 und sodann mit 600 Talern Gehalt; über 1000 Taler Gehalt brachte er es überhaupt zeitlebens nicht, und die zum Unterhalte der Laboratoriumsarbeiten gewährten Mittel waren so geringe, daß er schon bis zum Jahre 1840 über 13000 Taler aus eigener Tasche zugeschossen zu haben angibt! Selbst für eine, im Auftrage des Ministers 1825 unternommene Studienreise nach England und Frankreich konnte Mitscherlich, trotzdem er die entsprechende schriftliche Zusage besaß, hinterher keinerlei Entschädigung erhalten. Besonders schmerzlich empfand er es aber, daß die vorgesetzten Behörden, ohne wahres Verständnis für seine Fähigkeiten, und ohne Würdigung des unersetzlichen Wertes seiner Zeit, ihn in immer steigendem Maße mit „Handwerksarbeiten“ überhäuften, nämlich mit Abhaltung von Prüfungen, Abfassung von Gutachten, Revisionen der Apothekerordnungen und Pharmakopöen und dergl. mehr, kurz mit Dingen, die die Arbeitskraft des unendlich gewissenhaften und sorgfältigen Mannes oft zum größten Teile und ganz unnütz in Anspruch nahmen, und es ihm fortdauernd schwerer machten, neue eigene Forschungen zu beginnen, sowie ältere zu vollenden und zu veröffentlichen.

Die Arbeiten, mit denen sich Mitscherlich während seiner über vierzigjährigen Berliner Lehrtätigkeit (1822 bis 1863) beschäftigte, erstrecken sich hauptsächlich auf viererlei Gebiete: auf die kristallographische und physikalische, die anorganische, die organische, sowie die mineralogische und geologische Chemie; auf jedem dieser Felder sind Leistungen hervorragender

Art zu verzeichnen, doch muß ich mich begnügen, hier nur einige der allerwichtigsten in Kürze zu besprechen.

Die Bestimmung einer fast unabsehbaren Reihe von Kristallgestalten führte Mitscherlich zu der schon erwähnten Entdeckung der Isomorphie (1818), sowie der Dimorphie (1821), d. i. der Fähigkeit chemischer Individuen, je nach den Umständen verschiedene Kristallgestalt anzunehmen, — wofür der Kalkspat und Aragonit als wohlbekanntes Beispiel genannt seien; er beobachtete ferner die ungleichmäßige Ausdehnung der nichtregulären Kristalle beim Erwärmen (1823), den Einfluß des Erwärmens auf die Richtung der optischen Achsen und der Doppelbrechung (1824), die Kristallisation der Salze mit wechselnden, von der Höhe der Temperatur abhängigen Mengen Kristallwasser (1827), die Wärmeentwicklung bei Veränderungen der Kristallform (1852), u. s. w.; nicht zu übersehen sind auch die Messungen zahlreicher Gas- und Dampfdichten (1883), die Studien zur chemischen Affinität, namentlich hinsichtlich der Tension des Kristallwassers (1841 ff.), sowie die Berechnungen über die relativen Gewichte der Körper auf verschiedenen Planeten (1828). Die Hoffnungen, die Mitscherlich gerade bezüglich der physikalischen Chemie auf seinen Aufenthalt zu Paris gesetzt hatte, gingen leider nicht in Erfüllung; dem Briefwechsel mit Berzelius ist zu entnehmen, daß hieran teils gewisse Eifersüchteleien zwischen den dortigen Forschern Schuld trugen, teils Kleinlichkeiten und Umständlichkeiten, die dem persönlichen Verkehre mit einzelnen dieser Meister der Wissenschaft anhafteten. Eine in dieser Hinsicht charakteristische Anekdote teilt Mitscherlich über Ampère mit: Dieser große Physiker besaß zwei Katzen, die er sehr liebte, eine große und eine kleine, und da er sie stets um sich hatte und sie häufig aus- und eingingen, so störte ihn das häufige Öffnen der Türe sehr in seinen Arbeiten; er ließ deshalb in seiner Türe ein großes Loch für die große Katze machen, und daneben ein kleines für die kleine, ohne zu

bedenken, daß auch die kleine Katze durch das große Loch schlüpfen konnte!

Auf anorganischem Gebiete sind vor allem Mitscherlich's Untersuchungen über die pyrophorischen Eigenschaften der Metallpulver, namentlich der durch Wasserstoff reduzierten, zu nennen (1824), sodann die Entdeckung einer der Schwefelsäure analogen Selenensäure (1827), sowie die der Mangansäure, Übermangansäure und Überchlorsäure (1831). Auch seine Studien über künstliche Darstellung der Mineralien erschlossen ein neues Gebiet und bildeten gleichzeitig den Übergang zu den ausgedehnten Forschungen geognostischen und geologischen Inhaltes, die hauptsächlich die Verhältnisse der Vulkane und heißen Quellen, sowie die Metamorphie der Gesteine, in umfassender und teilweise völlig origineller Weise behandelten.

Die organische Chemie bereicherte Mitscherlich durch genaue Analyse einer Anzahl von Körpern, deren Zusammensetzung zu jener Zeit noch nicht, oder wenigstens nicht sicher feststand, z. B. des Jodoforms, des Naphthalins, der Harnsäure, und der Hippursäure (1834); 1840 stellte er die für die Klasse der Nitrosäuren typische Nitrozimmtsäure dar, 1841 nahm er die schon 1834 begonnenen Arbeiten über die Ätherbildung und die Rolle der sogenannten Kontaksubstanzen wieder auf, und wurde durch diese in den folgenden Jahren zur Erforschung der Hefe und der Gärung, und schließlich zum Studium der Konferven und anderer kleiner Lebewesen geführt, deren Entwicklung er mikroskopisch zu verfolgen und durch Tinktion mit verschiedenen Farbstoffen in ihren Einzelheiten aufzuklären lehrte. Von größter, ja für die Folgezeit fast unabsehbarer Wichtigkeit, ist aber die 1834 gemachte Entdeckung des Benzols geworden; Mitscherlich gewann diesen Kohlenwasserstoff durch trockene Destillation des Kalksalzes der Benzoessäure (die er alsbald als „Benzinkohlensäure“ definierte), erwies dessen Identität mit einem von Faraday beobachteten Bestandteile des Leuchtgases, und stellte zuerst das Nitrobenzol,

das Azobenzol, die Benzolsulfosäuren, und noch viele andere Benzolderivate dar, die heute die Ausgangsmaterialien zur Gewinnung zahlloser Farbstoffe, und damit die Basis einer unserer ausgedehntesten und schönsten Großindustrien bilden.

Schon 1823, zu Beginn seiner Vorlesungen, die durch Menge und Eleganz der Experimente, durch stete Berücksichtigung der technischen Chemie, und durch Fülle der vorgeführten Zeichnungen und Modelle, eine Epoche im chemischen Unterrichte bedeuteten, hatte Mitscherlich auch ein kleines Laboratorium zur Ausbildung junger Chemiker eingerichtet, das also bedeutend älter ist als das allerdings in ganz anderem Sinne organisierte und geleitete Liebig'sche, das man gewöhnlich als erstes in Deutschland angeführt findet. Vergeblich suchte er jedoch der preußischen Regierung klar zu machen, daß es sich hier um eine produktive, staatlicher Beihilfe würdige Ausgabe handle, und selbst 1854 noch wurde seine ausführliche Eingabe, die Errichtung eines chemisch-physikalischen Laboratoriums zu Berlin betreffend, vom Minister rundweg abgewiesen, — wobei allerdings Intriguen des großen Analytikers Rose, der mit Mitscherlich verfeindet war, eine bedeutende Rolle spielten.

Zur Ergänzung seiner mündlichen Unterweisung in Hörsaal und Laboratorium gab Mitscherlich ein „Lehrbuch der Chemie“ heraus, dessen vier Auflagen 1840, 1843, 1845 und 1847 vollendet wurden, und das ein Berzelius, ein Oersted, ein Humboldt, mit Worten größter Bewunderung preisen: „Ich kenne, — so schreibt Alexander von Humboldt —, kein wissenschaftliches Buch in deutscher Sprache, das dem empfänglichen Leser in solchem Grade den Eindruck der Gediegenheit, Umfassungskraft, und Ausdruckskraft des Verfassers gibt,“ und der gestrenge Liebig schreibt an Wöhler: „Dieses Lehrbuch ist die Krone von allen, die mir je vorgekommen sind.“ Außer in einer Reihe in Zeitschriften erschienener Abhandlungen hat Mitscherlich vor allem in diesem Lehrbuche die wichtigsten Ergebnisse seiner langjährigen, die

Zuckerarten betreffenden Arbeiten niedergelegt; um deren Betrachtung zu einer einheitlichen zu gestalten, habe ich es vermieden, einzelne von ihnen, der rein chronologischen Ordnung folgend, schon vorher zu erwähnen.

Von neuen Zuckerarten entdeckte Mitscherlich nur eine, die Mykose, die jetzt meist Trehalose genannt wird, und als in der Natur weitverbreitet nachgewiesen ist; er isolierte sie (1857) aus dem Mutterkorn (Claviceps purpurea), stellte sie rein dar, und beschrieb sie mit allen jenen Eigenschaften, die sich gegenwärtig in den einschlägigen chemischen Werken verzeichnet finden; namentlich erkannte er auch, daß sie mit dem Rohrzucker isomer sei, sich in vieler Hinsicht (gegen Alkalien u. s. f.) analog wie dieser verhalte, und bei der Hydrolyse nur Traubenzucker ergebe.

In zahlreichen Arbeiten, die sich etwa von 1835 bis 1845 hinziehen, beschäftigte sich Mitscherlich mit der Gärung der Zuckerarten, und zwar anknüpfend an die von Berzelius aufgestellten Theorien der Katalyse und der Kontaktwirkung. Übereinstimmend mit Berzelius nahm er zunächst an, daß die chemischen Verbindungen und Zersetzungen im pflanzlichen und tierischen Organismus durch Kontaktwirkung eingeleitet würden, und versuchte u. a. schon 1833 festzustellen, ob infolge solcher etwa die Drüsen befähigt wären, aus den Bestandteilen des Blutes neue Verbindungen zu erzeugen, oder ob sie nur die schon vorhandenen zur Ausscheidung brächten; es wurde hierbei ermittelt, daß z. B. der Milchzucker im Blute nicht fertig gebildet vorhanden ist, und niemals auch nur spurenweise aus Blut isoliert werden kann, obwohl synthetische Versuche zeigten, daß die benützten analytischen Methoden, unter denen auch eine Schleimsäuremethode zu erwähnen ist, noch den Nachweis von 0,01 Prozent Milchzucker ermöglichten. Analog diesen Kontaktwirkungen und entsprechend der sogenannten katalytischen Umwandlung von Cellulose in Glykose, von Stärke in Dextrin, von Dextrin und Gummi in Traubenzucker u. s. f., — bei der die wirkenden kleinen Mengen Säure

oder Diastase keine quantitative Veränderung erfahren —, faßte Mitscherlich auch die Bildung von Alkohol und Kohlensäure bei der Gärung des Traubenzuckers auf. Er führt aus, daß man den Traubenzucker als eine Verbindung von Alkohol und Kohlensäure ansehen könne, jedoch keineswegs als eine einfache, da jedenfalls bei seiner Entstehung eine beträchtliche Menge Wärme „verschluckt“ (gebunden) werde; bei der Gärung komme nämlich, obwohl schon die Entwicklung der Kohlensäure im Gaszustande viel Wärme erfordere, doch noch eine bedeutende freie Wärmemenge zum Vorscheine, indem offenbar die Elemente im Alkohol und in der Kohlensäure viel inniger als im Zucker, und durch weit größere Verwandtschaftskräfte verbunden seien. Wie nun ein Zusatz von Kupferoxyd, mit chlorsaurem Kalium erhitzt, dieses rasch in Chlorkalium und Sauerstoff zerlegt, so wirkt auch die Hefe auf den Zucker: sie veranlaßt den Überschuß jener Verwandtschaftskräfte in Tätigkeit zu treten, und bedingt so die Entstehung von Alkohol und Kohlensäure; der Unterschied beider Reaktionen liegt also nur darin, daß im letzteren Falle die Kontaksubstanz ein Organismus ist. In dieser Auffassung der Gärungsvorgänge als vitaler Erscheinungen ist Mitscherlich der großen Mehrzahl seiner Zeitgenossen weit voraus. Er erklärt es für zweifellos, daß die Gärung stets durch organisierte Wesen entstehe, so daß man auch umgekehrt Gärungsvorgänge, die (wie z. B. jene des Darmkanales) in Gegenwart solcher Wesen verlaufen, als durch diese verursacht ansehen dürfe; ebenso ist es sicher, daß die eigentliche Hefe, ihrer pflanzlichen Natur gemäß, nie anders als aus „Samen“ entstehe, dessen Zutritt zur Zuckerlösung stets von außen erfolge, und daher durch passende Mittel, z. B. schon durch eine Lage porösen Filtrierpapiere, gehindert werden könne. Die Gärung schreitet proportional dem Hefenwachstume fort, dessen Beginn an die Anwesenheit von Sauerstoff (Luft) gebunden ist; sie ist nur bei unmittelbarer Berührung zwischen Zuckerlösung und Hefe möglich, und findet

daher z. B. an einer Membran aus Filtrierpapier ein unübersteigliches Hindernis. Im Verlaufe der Gärung erleidet die Hefe charakteristische Veränderungen, deren Fortgang sich durch mikroskopische Beobachtung, besonders der Sprossenbildung, leicht feststellen läßt; stets aber behält sie, namentlich bei längerer Fortpflanzung unter gleichen äußeren Bedingungen, den Typus einer konstanten Art, und kann insbesondere weder in Schimmelpilze übergeführt, noch aus solchen entwickelt werden. Gewisse Gifte, z. B. Kupfervitriol oder Sublimat, hindern ihr Gedeihen außerordentlich, andere dagegen, z. B. Brechweinstein, nicht im geringsten; schädlich wirken auch große Mengen Zucker, sowie ein höherer Prozentsatz von Essigsäure, die übrigens nicht durch die Hefe selbst erzeugt wird, sondern stets durch die Tätigkeit anderer, gleichzeitig anwesender Pilze. Der Verschiedenheit der organisierten Lebewesen entsprechend, können nämlich auch deren Kontaktwirkungen mannigfaltige sein, und es erklären sich so z. B. die schädlichen Eigenschaften vieler Pilze, die Pflanzenkrankheiten verursachen, ferner die Zersetzungen, die die Wurzeln der Gewächse im Boden hervorrufen, und dergl. mehr.

Wie Mitscherlich schon 1841 bis 1842 zeigte, also fast fünf Jahre früher wie Dubrunfaut, dem diese Entdeckung gewöhnlich zugeschrieben wird, vergärt die Hefe den Rohrzucker nicht direkt, sondern führt ihn zunächst in „veränderten Zucker“ (Invertzucker) über, und zwar vermöge eines in ihr enthaltenen, löslichen, durch Wasser ausziehbaren Bestandteiles, den wir heute Invertin nennen; die Erscheinung, daß mit Wasser gründlich ausgewaschenes Hefengut den Rohrzucker nur sehr langsam in Gärung versetzt, war hiernach leicht verständlich, da es eben längere Zeit dauert, bis die Hefe das erforderliche Invertin wieder neu gebildet und ausgeschieden hat. Den „veränderten Rohrzucker“ erkannte Mitscherlich, entgegen den in jener Zeit zumeist noch herrschenden Anschauungen, als verschieden vom eigentlichen Traubenzucker; er erklärte ihn für wesensgleich mit dem unkristallisierbaren links-

drehenden Zucker der Fruchtsäfte (z. B. Trauben), und mit jener Zuckerart, die bei der Einwirkung von Säuren auf den Rohrzucker entstehe, und wurde so veranlaßt, auch diese, den sogenannten Invertzucker, näher zu untersuchen.

Mitscherlich fand hierbei (1841 bis 1843), daß bereits sehr geringe Mengen starker Säuren, z. B. 0,001 Prozent Schwefelsäure, Oxalsäure oder Weinsäure, genügen, um allmählich schon bei gewöhnlicher, und rasch bei höherer Temperatur, auch konzentrierte Zuckerlösungen zu invertieren, während schwächere Säuren, wie die des Rübensaftes, oder wie die Essigsäure, überhaupt erst bei höherer Temperatur und besonders bei Siedehitze einwirken. Aus dem entstehenden Sirupe läßt sich Traubenzucker in kristallisierter Form gewinnen, und dies gilt auch für den natürlich vorkommenden „Fruchtzucker“ (d. i. Invertzucker). Erwärmt man reinsten Invertzucker sehr allmählich und vorsichtig im Wasserbade, bis er kein Wasser mehr abgibt, so erhält man eine feste trockene Masse der Zusammensetzung $C_6H_{12}O_6$, die an feuchter Luft, oder auf Zusatz von etwas Wasser, teilweise wieder Kristalle abscheidet, die sich als das Hydrat des Traubenzuckers, $C_6H_{12}O_6 + H_2O$ oder $C_6H_{14}O_7$, erweisen; hieraus glaubte Mitscherlich schließen zu müssen, daß die Kraft, vermöge derer der Traubenzucker Kristallform annimmt, auch erst seine Bildung aus dem sirupösen „Fruchtzucker“ bewirke, und daß diese Umsetzung vermutlich auch noch auf andere Weise möglich sei.

Viele Mühe verwandte Mitscherlich auf die Untersuchung des geschmolzenen Rohrzuckers, den Pélégot und Mulder für identisch mit Invertzucker erklärt hatten, und dessen Natur noch heute keineswegs als endgültig aufgeheilt bezeichnet werden kann. Erhitzt man Rohrzucker auf 160° , so tritt nach Mitscherlich stets schon Zersetzung und Färbung ein, und man erhält kein einheitliches Produkt. Wird hingegen vollkommen trockener Zucker auf das vorsichtigste geschmolzen, so entsteht schon unterhalb 160° reiner „armorpher Zucker“,

der sich Monate lang unverändert glasig erhält, an feuchter Luft zerfließt, und nicht, oder nach Berzelius nur ausnahmsweise, wieder kristallisiert. Anders verhält sich jedoch die Schmelze, die schon bei 154° gebildet wird, wenn man (wie bei der Bonbonfabrikation) Zucker mit etwas Wasser allmählich, am besten im Chlorzinkbade, erwärmt: sie erstarrt zu einer glasigen Masse, die etwas Wasser eingeschlossen enthält, und dieses löst nach und nach amorphen Zucker auf und scheidet ihn kristallisiert wieder ab, bis die ganze Masse aufs neue kristallinische Struktur angenommen hat. Der völlig reine „amorphe“ Zucker löst sich in Wasser ohne jede Färbung und weit leichter als kristallisierter Rohrzucker, wird aber auch von siedendem starken Alkohol in reichlicher Menge aufgenommen, ohne sich indessen beim Erkalten der heiß gesättigten Flüssigkeit in anderem als wieder in sirupösen Zustande abzuscheiden; er ist optisch-inaktiv und läßt sich vollkommen vergären, ohne daß hierbei zu irgendwelcher Zeit eine Drehung bemerklich würde. Allen diesen Eigenschaften nach scheint diese Zuckerart die nämliche zu sein, die bei andauerndem Kochen wässeriger Rohrzuckerlösungen entsteht, und zuerst von Soubeyran und Ventzke beschrieben worden ist.

So gut wie unbekannt dürfte es sein, daß auch das zum Nachweise des Invert- und Traubenzuckers unentbehrliche, heute als Fehling'sche Lösung allbekannte Reagens, in seiner ursprünglichen Gestalt von Mitscherlich herrührt. In einem Briefe vom 6. August 1846 berichtet er darüber an Berzelius: „Ich habe meinen Gehilfen Trommer veranlaßt, eine weitläufige Untersuchung über die Auffindung des Zuckers anzustellen. Wenn man Traubenzucker in wässerigem Kali auflöst, schwefelsaures Kupferoxyd zusetzt, und die Auflösung erwärmt, so kann man durch die rötliche Färbung noch 0,00001 Prozent Zucker erkennen; mit kohlenisaurem Kali gelingt dieses gleichfalls, und es läßt sich im Blute noch 0,00001 Prozent zugesetzter Zucker nachweisen.“ Berzelius erwiderte hierauf am 3. September 1841

mit folgenden, für die Genauigkeit und Vorsicht dieses großen Forschers charakteristischen Worten: „Der Versuch, mit so großer Leichtigkeit Zucker in Tieren und Pflanzen zu entdecken, hat mir viel Vergnügen bereitet; es dürfte gleichwohl, um diese Reaktion völlig zuverlässig zu machen, noch nachzusehen sein, ob nicht möglicherweise noch einige andere organische Stoffe dieselbe Art von Farbenveränderung hervorbringen können; denn erst dann, wenn man darüber Gewißheit hat, daß dieses nicht der Fall ist, kann man für sie volles Vertrauen hegen.“ Mitscherlich befolgte diesen Ratschlag alsbald, und es ergab sich, daß außer Traubenzucker auch Fruchtzucker, Invertzucker, und Milchzucker die Kupferlösung langsam bei gewöhnlicher und sofort bei höherer Temperatur reduzierten, während mit Rohrzucker gar keine, mit Dextrin nur eine allmähliche und geringe Reaktion zu bemerken war; Traubenzucker konnte zu 0,00001 Prozent noch durch den sichtbaren Niederschlag, zu 0,000001 Prozent noch durch die im auffallenden Lichte rötliche Färbung mit Sicherheit erkannt werden. Mit dem neuen Hilfsmittel ausgerüstet, begann Mitscherlich sogleich einige bis dahin so gut wie unnahbare Fragen zu bearbeiten: er bestimmte den Zucker- und Dextringehalt der Roggen-, Gersten- und Weizenkörner, stellte die Zuckerbildung beim Keimen der Getreidearten fest, untersuchte die Geschwindigkeit der Stärkeverzuckerung beim Maischprozesse, verfolgte die im Magen und Darm stattfindende Umwandlung der Stärke in Traubenzucker und Dextrin, und ermittelte den Gehalt des Blutes verschiedener Venen und Arterien an diesen beiden Bestandteilen.

Zu Beginn der vierziger Jahre beschäftigte sich Mitscherlich eingehend mit den Gesetzen der Lichtbrechung, mit der quantitativen Abhängigkeit der Brechungskoeffizienten von der Zusammensetzung der organischen Körper und vom Vorhandensein gewisser Atome und Atomgruppen in diesen, und mit der Verwertung der genau bestimmten Brechungsquotienten verschieden konzentrierter Lösungen der wichtigsten

Zuckerarten zur analytischen Bestimmung der letzteren. Es dürften Arbeiten dieser Art gewesen sein, die seine Aufmerksamkeit aufs neue auch den übrigen optischen Eigenschaften der untersuchten Körper zuwandten, denn schon 1843 finden wir u. a. folgende, der Zeit weit vorauseilende Aussprüche: „auch die Polarisation hängt von der Gruppierung der Atome ab“, und „das polarisierte Licht ist ein Mittel, um die Veränderungen, die in einer Atomgruppe stattfinden, wenn verschiedene Substanzen auf sie einwirken, zu beobachten.“ Die Polarisation des Lichtes wurde bekanntlich 1808 von Malus, und die chromatische Polarisation bald darauf fast gleichzeitig von Arago (1811) und Brewster (1813) entdeckt; 1812 hatte Biot die Rechts- und Linksdrehung des Quarzes, sowie einer Anzahl von Lösungen organischer Stoffe erkannt, und hierüber seit 1814 eine lange Reihe höchst eingehender und wichtiger Abhandlungen veröffentlicht, die namentlich auch den Rohrzucker betrafen, weil es das Studium dieses Körpers war, das ihm zuerst zur Aufstellung und Entwicklung des Begriffes „spezifisches Drehungsvermögen“ Veranlassung gab. Weder Biot und seine Schüler, die sich in Frankreich, noch auch Seebeck, Ventzke und Andere, die sich später in Deutschland mit den Polarisationserscheinungen beschäftigten, hatten sich der Erkenntnis verschließen können, daß eine zuverlässige optische Zuckerbestimmung namentlich der Zuckerindustrie hervorragenden Nutzen bringen müßte, und sichtlich ging mit der Ausbreitung der Rübenzuckerfabrikation auch das Bestreben parallel, die spärlichen, ungenauen, und zeitraubenden Methoden, die allein während der ersten Jahrzehnte zur Verfügung standen, durch bessere, raschere, und einer allgemeinen Anwendbarkeit fähige zu ersetzen. An Bemühungen, die optische Analyse in dieser Hinsicht nutzbar zu machen, fehlte es keineswegs, ja es ist sogar eine größere Anzahl dahin zielender Vorschläge zu verzeichnen, die aber sämtlich ohne endgültiges Ergebnis blieben, weil es nicht gelingen wollte, eine genügend einfache, haltbare,

sicher zu handhabende Vorrichtung zu ersinnen. An dieser Stelle setzte nun mit größtem Erfolge Mitscherlich's Tätigkeit ein; sein entscheidendes und für alle Folgezeit ausschlaggebendes Verdienst ist eben die Konstruktion des ersten wirklich brauchbaren, den Bedürfnissen der Praxis entsprechenden Polarisationsapparates.

Auf die Einzelheiten dieser Konstruktion einzugehen, würde hier zu weit führen, und es sei deshalb nur erwähnt, daß die Prismen aus Kalkspat-Rhomboedern geschnitten und mit Canadabalsam verkittet waren, die Beleuchtung durch eine Öllampe mit doppeltem Luftzuge geschah, und die Lösung in ein 200 mm langes, gläsernes oder messingenes, durch planparallele Glasplatten geschlossenes Rohr gefüllt wurde, das man erforderlichen Falles durch einen Wassermantel auf konstanter Temperatur erhalten konnte. Zur Ablesung gelangte unmittelbar der Drehungswinkel, und zwar wurde entweder auf den Punkt größter Verdunkelung des Gesichtsfeldes eingestellt, oder auf das Erscheinen einer bestimmten Farbe, z. B. der roten, oder der scharf begrenzten und deutlich zu erkennenden violetten, wobei farbige Normalgläser zur Vergleichung dienten.

Für die spezifische Drehung der Zuckerarten fand Mitscherlich mittels seines Apparates Werte, die, falls man die heute übliche Zahl $\alpha_D = +64^\circ$ für Rohrzucker zugrunde legt, für Traubenzucker $+50,28^\circ$, für Invertzucker $-21,33^\circ$, für Milchzucker $+50,28^\circ$, für Dextrin $+130,95^\circ$ ergeben, also den besten gegenwärtig festgestellten Zahlen recht nahe kommen; die Stärke erwies sich als inaktiv, der arabische Gummi, je nach der gewählten Sorte, bald als rechts- bald als linksdrehend. Mitscherlich entdeckte auch zuerst (schon 1843), daß die Rotation der Zuckerarten durch Basen verändert wird, und daß die Linksdrehung des Invertzuckers, für die er bei 20° die Zahl $-21,33^\circ$ gefunden hatte, mit steigender Temperatur rasch abnimmt, bei 80° Null wird, und oberhalb 80° in Rechtsdrehung übergeht.

Den Zuckerfabrikanten gab Mitscherlich genaue Vorschriften zur polarimetrischen Analyse von festen Zuckern und Zuckerlösungen an, „die für sie von hoher Wichtigkeit sein werden“; hierdurch nicht minder wie durch die Konstruktion des Apparates erwarb er sich ein großes und dauerndes Verdienst um die Industrie, und niemand erkannte dieses offener und neidloser an als der edle Biot, den seine langjährigen eigenen Bestrebungen in dieser Richtung nicht zum erwünschten Ziele geführt hatten. In Briefen an Mitscherlich aus dem Jahre 1847 rühmt er die Einfachheit und Genauigkeit des neuen Instrumentes, verspricht, nach dem ihm übersandten Modelle sogleich auch in Paris zwei Apparate bauen zu lassen, und verpflichtet sich, diese zu revidieren und für ihre Einführung in einer der Pariser Raffinerien Sorge zu tragen; auch hielt er in der Akademie der Wissenschaften einen Vortrag über das neue Polarimeter, und empfahl es öffentlich in deren Sitzungsberichten, „zum Nutzen der Zuckerfabriken, die der Leitung durch weise Ratschläge gar sehr bedürfen, und in Unkenntnis der Wahrheit nur allzu oft dem ersten besten Schwindler zum Opfer fallen.“

Den Briefen Biot's ist zu entnehmen, daß bereits im Jahre 1847 eine größere Anzahl deutscher und russischer Fabriken praktischen Gebrauch von Mitscherlich's Polarisationsapparate machte; das genaue Datum der ersten Konstruktion und Benützung ist indessen bisher nicht festzustellen gewesen. Nach einer freundlichen Mitteilung Herrn Professor Alexander Mitscherlich's in Freiburg, des jüngsten Sohnes Eilhard Mitscherlich's und Herausgebers seiner „Gesammelten Schriften“, enthalten auch Mitscherlich's hinterlassene Papiere hierüber nichts näheres; sicher ist es aber, daß die erste Beschreibung des Apparates sich in der vierten Auflage des „Lehrbuches“ vorfindet, und da diese im Jahre 1847 vollendet wurde, so habe ich geglaubt, an die Jahreszahl 1847 anknüpfen zu sollen, und sprach in diesem Sinne von einem fünfzigjährigen Jubiläum.

Hundert Jahre nach Mitscherlich's Geburt, und 31 Jahre nach seinem am 28. August 1863 erfolgten Tode, wurde zu Berlin, im Kastanienwäldchen, das Mitscherlich-Denkmal enthüllt, bestimmt, auch als äußeres Zeichen dem Danke und der Anerkennung der Nachwelt Ausdruck zu geben; in höherem Grade aber als vielleicht jeder andere Kreis der Epigonen ist der von uns vertretene berechtigt und verpflichtet, diese Gefühle in Treue zu hegen, und mit hoher Ehre das Andenken eines Mannes zu wahren, dessen Namen in der Geschichte der Wissenschaften wie in der unserer Industrie für alle Zeiten fortzuleben bestimmt ist.
