

137. Emil Fischer: Reduction der Säuren der Zuckerguppe. II.

[Mittheilung aus dem chemischen Laboratorium der Universität Würzburg.]

(Eingegangen am 24. März.)

Die Verwandlung der sauerstoffreichen Oxysäuren in die zugehörigen Aldehyde, welche in der ersten Mittheilung ¹⁾ nur flüchtig beschrieben ist, hat sich bei näherer Untersuchung als eine sehr fruchtbare Reaction bewiesen, durch welche die Synthese von zahllosen zuckerartigen Verbindungen ermöglicht wird. Die nachfolgenden Mittheilungen haben den Zweck, den Umfang des dadurch erschlossenen Gebietes darzulegen.

Die Reaction gilt nicht für die freie Säure, sondern nur für das Lacton; sie gelingt um so leichter, je beständiger das Lacton ist und wird durch alle Mittel, welche die Lactonbildung aufheben, verhindert. Zum Beweise dieses Satzes mag das Verhalten der Gluconsäure dienen. Die alkalische Lösung der Säure liefert beim Schütteln mit Natriumamalgam keine Spur von Zucker; ebensowenig tritt die Zuckerbildung ein, wenn man die alkalische Flüssigkeit in der Kälte ansäuert und dann in dauernd sauer gehaltener kalter Lösung mit Natriumamalgam behandelt. Unter diesen Bedingungen verwandelt sich nämlich die Gluconsäure nicht in das Lacton. Aber die Lactonbildung erfolgt beim Kochen oder noch besser beim Abdampfen ihrer wässrigen Lösung, wie Kiliani durch Titration festgestellt hat ²⁾. Benutzt man ein solches Präparat, welches ein Gemisch von freier Säure und Lacton ist, so liefert die Behandlung mit Natriumamalgam, falls man die Lösung durch Zusatz von Schwefelsäure immer sauer hält, eine reichliche Menge von Traubenzucker ³⁾.

Recht lehrreich ist nun der Vergleich mit der isomeren Mannonsäure. Die letztere geht schon in kalter, wässriger Lösung, sobald man sie aus einem Salz durch Schwefelsäure in Freiheit setzt, allmählich in ihr Lacton über. Man kann sich davon leicht durch die optische Untersuchung überzeugen, da das Lacton sehr stark nach rechts, die freie Säure dagegen entweder gar nicht oder sehr schwach nach links dreht. Dem entspricht das Verhalten gegen Natriumamalgam. Dasselbe erzeugt in der alkalischen Lösung der Säure keinen Zucker. Säuert man dagegen an, lässt etwa $\frac{1}{2}$ Stunde in der Kälte stehen und behandelt jetzt in dauernd sauer gehaltener Flüssigkeit mit Natriumamalgam, so entsteht ziemlich viel Mannose. Die Menge der-

¹⁾ Diese Berichte XXII, 2204.

²⁾ Diese Berichte XVII, 1299.

³⁾ Diese Berichte XXIII, 804.

selben ist allerdings, wie leicht erklärlich, kleiner, als wenn man von vornherein das Lacton verwendet.

Bei den einfacheren Lactonen ist die leichte Reducirbarkeit durch Natriumamalgam in saurer Lösung längst beobachtet. So erhielt Hessert aus dem Phtalid das Hydroptalid¹⁾ und Wolf aus dem Valerolacton Valeriansäure²⁾. Aber die Producte der Reaction sind hier ganz andere. Aldehyd entsteht in keinem der beiden Fälle.

Die obigen Versuche über die Reduction der Gluconsäure zu Traubenzucker scheinen eine alte Angabe von Wachtel, welche von Herzfeld³⁾ lebhaft bestritten wurde, zu rechtfertigen. Wachtel erhielt durch Reduction von freier Gluconsäure Mannit, während Herzfeld statt der freien Säure das Kalksalz verwandte und daraus keinen Mannit gewinnen konnte. Ich bemerke jedoch ausdrücklich, dass ich den Versuch Wachtel's nicht wiederholt habe und mithin keine Garantie für die Richtigkeit des Resultates übernehmen kann.

Die bisher bekannten einbasischen Säuren der Zuckergruppe liefern sämmtlich Lactone und sind in Folge dessen auch in Zucker zu verwandeln. Ich habe folgende geprüft: die drei Mannonsäuren, die Gluconsäure, Galactonsäure, die Mannose-, Glucose-, Galactose-, Lävulose- und Rhamnosecarbonsäure und endlich das Saccharin. Von den zweibasischen Säuren sind die lactonbildenden, die Zuckersäure und Metazuckersäure ebenfalls leicht reduzirbar, während Schleimsäure und Isozuckersäure⁴⁾, welche keine Lactone bilden, weder in saurer, noch in alkalischer Lösung durch Natriumamalgam in Aldehyd verwandelt werden. Aber auch hier gelingt die Reduction, wenn man an Stelle der freien Säure ihre Ester verwendet.

Die einbasischen Säuren liefern Zucker. Dagegen entsteht bei den zweibasischen, wenigstens bei vorsichtiger Reduction, eine Aldehydsäure, wie später ausführlicher für die Zuckersäure und den Schleimsäureester gezeigt wird.

Für die practische Ausführung der Reaction sind die obigen Erörterungen über den Verlauf derselben maassgebend. Am besten verwendet man das reine krystallisirte Lacton. Ist dasselbe sehr schwer zu isoliren, wie bei der Gluconsäure oder Zuckersäure, so wird die wässrige Lösung der Säure zum Syrup verdampft und der Syrup noch mehrere Stunden auf dem Wasserbade erhitzt. In einzelnen Fällen, welche erst in den ausführlichen Abhandlungen besprochen

¹⁾ Diese Berichte XI, 239.

²⁾ Ann. Chem. Pharm. 208, 110.

³⁾ Ann. Chem. Pharm. 220, 363.

⁴⁾ Das benutzte Präparat verdanke ich der Güte des Hrn. F. Tiemann.

werden, erreicht man die völlige Umwandlung der Säure in Lacton durch Erhitzen auf höhere Temperaturen.

Das Lacton oder der lactonhaltige Syrup wird in einer Schüttelflasche in 10 Theilen Wasser gelöst, die Flüssigkeit mit Schwefelsäure schwach angesäuert, bis zur beginnenden Eisbildung in einer Kältemischung gekühlt und dann eine kleine Menge $2\frac{1}{2}$ procentiges Natriumamalgam eingetragen. Beim kräftigen Umschütteln wird dasselbe rasch verbraucht ohne Entwicklung von Wasserstoff. Man fährt dann mit dem Zusatze des Amalgames fort unter dauerndem Schütteln und zeitweisem Abkühlen, während durch häufigen Zusatz von verdünnter Schwefelsäure die Reaction der Flüssigkeit stets sauer gehalten wird. Gegen Ende der Operation entweicht Wasserstoff. Die Menge des Natriumamalgams wird für den einzelnen Fall am besten empirisch ausprobiert, indem man kleine Proben der Lösung, etwa 0.2 ccm mit Fehling'scher Flüssigkeit titirt. Das Maximum der Reduction der Kupferlösung bezeichnet den Punkt, wo die Operation unterbrochen wird. Bei Anwendung von reinen Lactonen braucht man die 10—15fache Menge $2\frac{1}{2}$ procentiges Amalgam. Es ist rathsam, nicht zu grosse Mengen, etwa 10 g Lacton, zu verwenden und die Reduction in 30—40 Minuten zu Ende zu führen.

Die Ausbeute an Zucker aus den einbasischen Säuren schwankt bei Benutzung von reinem Lacton zwischen 40—60 pCt. des letzteren. Selbstverständlich ist dieselbe geringer, wenn man ein Gemisch von Lacton und Säure benutzt. In allen Fällen enthält die Reactionsflüssigkeit, neben Natriumsulfat und Zucker, das Natronsalz der regenerirten Oxyssäure und kleine Mengen des durch weitere Reduction des Zuckers entstandenen Alkohols.

Für die Trennung dieser Producte dient folgendes Verfahren. Die vom Quecksilber abgegossene Lösung wird nach dem Uebersättigen mit Natronlauge filtrirt, wobei zur völligen Klärung ein Zusatz von wenig Thierkohle vortheilhaft ist. Das Filtrat wird dann mit Schwefelsäure genau neutralisirt, bis zur beginnenden Krystallisation des Natriumsulfats verdampft und in die 20fache Menge heissen Alkohols eingegossen. Dabei fallen das Natriumsulfat vollständig und die organischen Natronsalze zum grössten Theile aus. Meistens reissen dieselben Zucker mit nieder. Sie werden deshalb in wenig heissem Wasser gelöst und wieder in kochendem Alkohol eingetragen, eventuell muss diese Operation nochmals wiederholt werden, bis der Niederschlag die Fehling'sche Lösung nicht mehr reducirt. In einzelnen Fällen, wo der Zucker in absolutem Alkohol sehr schwer löslich ist, verwendet man für die Scheidung 90procentigen Alkohol. Die alkoholischen Lösungen hinterlassen beim Verdampfen den Zucker in der Regel als Syrup. Der letztere enthält ausserdem noch kleine Mengen organischer Natronsalze und endlich den durch zu weit

gehende Reduction entstandenen mehrwerthigen Alkohol. Dieses Rohproduct kann für manche Zwecke, z. B. für die Anlagerung von Blausäure, die Darstellung der Hydrazone und Osazone, direct benutzt werden. Für die völlige Reinigung des Zuckers muss in jedem einzelnen Falle ein besonderes Verfahren ermittelt werden.

Bei der Reduction der Lactone wird, wie oben erwähnt, stets ein Theil in die Säure zurückverwandelt und dadurch der Reaction entzogen. Bei der Trennung durch Alkohol bleibt diese Säure als Natronsalz beim Natriumsulfat. Um dieselbe wieder zu gewinnen, verwandelt man sie am besten in das Lacton, indem man zu der wässrigen Lösung des Salzgemisches eine genügende Menge Schwefelsäure zufügt, um alles Natrium zu binden. Wird dann die Flüssigkeit bis zur beginnenden Krystallisation verdampft und in heissen absoluten Alkohol eingegossen, so fällt das Natriumsulfat aus, und das alkoholische Filtrat hinterlässt beim Verdampfen das Lacton.

Bei der Reduction der zweibasischen Säuren entsteht kein Zucker, sondern eine Aldehydsäure, deren Isolirung in ganz anderer Weise erfolgen muss. Als Beispiel dafür ist später die Reduction der Zuckersäure beschrieben.

Da die Lactone als innere Ester zu betrachten sind, so war vor auszusehen, dass man an Stelle derselben auch die gewöhnlichen Ester verwenden könne. In der That wird der Aethylester der Schleimsäure, welche selbst kein Lacton bildet, durch Natriumamalgam in eine Aldehydsäure verwandelt. Auf diesem Wege hoffe ich, auch aus der Glycerinsäure und Erythroglucinsäure die Aldehyde gewinnen zu können. Ferner habe ich die Versuche von Petriew und Eghis¹⁾ über die Reduction des Weinsäureäthers wieder aufgenommen.

Schliesslich habe ich die Amide der Oxyssäuren in den Kreis Untersuchung gezogen, konnte aber aus denselben, entgegen meiner Erwartung, keinen Zucker gewinnen. Das ist um so auffälliger die aromatischen Amide von Natriumamalgam in saurer Lösung ordentlich leicht angegriffen werden²⁾.

¹⁾ Beilstein, Handbuch S. 675.

²⁾ Das Benzamid liefert dabei nach den Versuchen (diese Berichte VI, 1462) neben wenig Benzaldehyd haupt sächlich alkohol. Ebenso erhielt Herr Hutchinson im hiesigen dem Salicylsäureamid Saligenin und constatirte ferner die Möglichkeit des Toluylsäureamids und des Phenylacetamids. Marx für das Gallamid und Trimethylgallamid. Diese werden später beschrieben.

Die Reduction der Säuren ist für die Gewinnung neuer Zuckerarten eine sehr brauchbare Methode. Sie hat zur Auffindung der l. und i. Mannose geführt und die Synthese der natürlichen Zuckerarten ermöglicht. Combinirt mit der von Kiliani zuerst in der Zuckergruppe benutzten Anlagerung von Blausäure kann sie ferner zum Aufbau von kohlenstoffreicheren Zuckerarten dienen. Aus den Carbonsäuren der Mannose, Galactose und Glucose entstehen drei wohl charakterisirte Zuckerarten $C_7H_{14}O_7$. Diese addiren wieder Cyanwasserstoff und liefern dabei drei isomere Säuren $C_8H_{16}O_9$. Letztere lassen sich wieder reduciren; so wurde aus dem Derivat der Mannose bereits ein Zucker $C_8H_{16}O_8$ gewonnen und die Grenze dieses synthetischen Verfahrens lässt sich noch nicht absehen. Ja, die Methode ist sogar bei den Saccharosen, welche eine Aldehydgruppe enthalten, anwendbar. Aus dem Milchzucker wurde durch Addition von Cyanwasserstoff eine Säure $C_{13}H_{24}O_{13}$ gewonnen und auch diese wird durch Natriumamalgam reducirt. Dasselbe gilt endlich für die Rhamnose (Isodulcit), $C_6H_{12}O_5$, aus welcher zwei zuckerähnliche Verbindungen $C_7H_{14}O_6$ und $C_8H_{16}O_7$ erhalten wurden.

Empirische Namen für diese zahllosen Verbindungen zu suchen, wäre eine undankbare Aufgabe. Es scheint mir vielmehr jetzt angezeigt, für die Zuckergruppe eine rationellere Nomenclatur einzuführen. Den Anfang dazu hat bereits Herr Tollens gemacht, indem er die Arabinose und deren Isomere als Pentaglykosen bezeichnete. Mag dieser Ausdruck als Collectivname recht brauchbar erscheinen, so ist er doch für die Bezeichnung der einzelnen Körper entschieden zu lang. Ich schlage deshalb die kürzeren Wörter vor: Pentose, Heptose, Octose, Nonose für die Zuckerarten, Pentit, Heptit etc. für die zugehörigen Alkohole, Heptonsäure, Octonsäure etc. für die Säuren. Ob man die Zuckerarten $C_6H_{12}O_6$ als Hexosen oder, wie bisher üblich, als Glucosen bezeichnen will, mag der Geschmack und die Gewohnheit der Fachgenossen entscheiden.

Die einzelnen Producte werden dann durch ein Vorwort, welches die Darstellungsweise andeutet, von einander unterschieden, etwa in folgender Art: Mannoheptose, Mannoctose, Mannoheptit, Mannoctonsäure für die Producte aus Mannose; Galaheptose etc. für die Producte aus Galactose; Glucoheptose¹⁾ etc. für diejenigen aus Traubenzucker.

¹⁾ Die jetzt viel gebrauchten Namen Dextrose und Lävulose sind leider recht unglücklich gewählt, da sie leicht eine falsche Vorstellung von den Beziehungen der beiden Zuckerarten zu einander veranlassen. Zudem sind die Wörter dextro und lävo oder die Abkürzungen d. und l., wie ich vor Kurzem gezeigt habe (diese Berichte XXIII, 371) für die Unterscheidung der jetzt bekanntesten optischen Isomeren kaum entbehrlich. Es scheint mir deshalb rathsam, den Namen Dextrose ganz fallen zu lassen und den älteren, von

Durch die gleiche Methode wird es unzweifelhaft auch gelingen, aus den einfacheren Oxyaldehyden z. B. dem Glycerinaldehyd die Tetrosen und Pentosen zu bereiten. So schwierig diese Versuche auch jetzt noch erscheinen, so glaube ich sie doch in Angriff nehmen zu müssen, weil das wohl der sicherste Weg ist, um die Constitution der natürlichen Zuckerarten völlig aufzuklären.

Im Nachstehenden gebe ich eine kurze Uebersicht über die bisher gewonnenen Resultate, deren ausführliche Beschreibung an anderer Stelle erfolgen wird.

Einbasische Säuren.

1. Die Reduction der d. l. und i. Mannonsäure zu den entsprechenden Mannosen ¹⁾ und der Gluconsäure zu Traubenzucker ²⁾ ist bereits mitgetheilt.

2. Galactonsäure. Das in reinem Zustande bisher unbekanntes Lacton ist in reichlicher Menge in dem Syrup enthalten, welcher beim Abdampfen der wässerigen Lösung der Säure auf dem Wasserbade zurückbleibt. Bei der Reduction desselben entsteht eine recht grosse Menge von Galactose, welche durch Alkohol von den Natronsalzen getrennt und durch Behandlung mit Methylalkohol leicht im reinen krystallisirten Zustande gewonnen wird. Dieselbe wurde durch den Schmelzpunkt 162°, das Drehungsvermögen und das Osazon identificirt.

3. Mannosecarbonsäure. Nach Versuchen des Hrn. Passmore liefert das Lacton etwa 50 pCt. Mannoheptose, welche krystallisirt und nach rechts dreht. Ihr Phenylhydrazon ist in kaltem Wasser

Dumas gewählten, schönen Namen Glucose zu gebrauchen. Der Umstand, dass dieses Wort als Klassenname für die Zuckerarten $C_6H_{12}O_6$ benutzt wird, steht dem nicht im Wege; zudem habe ich die Ueberzeugung, dass die heranwachsende Generation der Chemiker den systematischen Namen »Hexose« für die Zucker $C_6H_{12}O_6$ bevorzugen wird.

Ungerechtfertigt erscheint mir ferner die in Deutschland übliche Aenderung von Glucose in Glycose; denn Dumas hat gewiss in guter Absicht den Buchstaben »y«, welcher im Glycerin enthalten ist, vermieden, um einen besonderen Namen »gluc« zu schaffen. Die romanischen Völker und die Engländer haben denselben beibehalten; dass man ihn in Deutschland änderte, ist entweder eine reine Willkürlichkeit oder eine philologische Pedanterie.

Der Name Lävulose verdient gleichfalls, verlassen zu werden. Die ältere Bezeichnung Fruchtzucker ist mindestens ebenso brauchbar und viel unzweideutiger, und wenn man dieselbe in das lateinische »Fructose« übertrüge, so wären vorläufig die grössten Schwierigkeiten für die Nomenclatur der Zuckergruppe beseitigt.

¹⁾ Diese Berichte XXII, 2204; XXIII, 371.

²⁾ Diese Berichte XXIII, 804.

schwer löslich und schmilzt bei 188—190° unter Zersetzung. Das Osazon bildet schöne gelbe, in Wasser unlösliche Nadeln, die unter Gasentwicklung bei 198—200° schmelzen. Durch weitere Reduction wird der Zucker in den siebenwerthigen Alkohol, $C_7H_{16}O_7$, verwandelt. Der letztere ist identisch mit dem Persëit, für welchen kürzlich Maquenne die gleiche Formel festgestellt hat¹⁾. Dieses Resultat bedeutet die totale Synthese des Persëits.

Umgekehrt kann der letztere durch Oxydation mit Salpetersäure in Mannoheptose verwandelt werden.

Die Mannoheptose verbindet sich leicht mit Cyanwasserstoff. Die so entstehende Mannoctonsäure bildet ein schön krystallisirendes Lacton vom Schmp. 167—170° und der specifischen Drehung $(\alpha)_D = -43.58$. Daraus entsteht dann weiter durch Reduction die Mannoctose, welche nach rechts dreht und ebenfalls durch das schwer lösliche Phenylhydrazon, $C_8H_{16}O_7 \cdot N_2HC_6H_5$, vom Schmelzpunkte 212—213° charakterisirt ist.

4. Glucosecarbonsäure. Die aus dem Lacton gewonnene Glucoheptose krystallisirt aus Wasser in prachtvollen Tafeln, welche nicht ganz constant gegen 190° unter Zersetzung schmelzen. Ihr Phenylhydrazon ist in Wasser leicht löslich; das Osazon bildet goldgelbe Nadeln, welche gegen 197° ebenfalls unter Zersetzung schmelzen. Der Zucker addirt sehr leicht Cyanwasserstoff und die so entstehende Glucooctonsäure bildet ein schön krystallisirendes Barytsalz von der Formel $(C_8H_{15}O_9)_2 \cdot Ba$. Die Versuche sind von Hrn. Kleeberg ausgeführt.

5. Galactosecarbonsäure. Das in reinem Zustande bisher nicht bekannte Lacton entsteht nach den Beobachtungen des Hrn. Behringer beim längeren Erhitzen der zum Syrup verdampften Säure auf dem Wasserbade. Es bildet farblose Krystalle, die bei 149 bis 150° schmelzen. Daraus entsteht die Galaheptose. Letztere bildet ein schwer lösliches Phenylhydrazon, welches unter Zersetzung gegen 199° schmilzt und ein Osazon, das gegen 220° unter Zersetzung schmilzt. Auch dieser Zucker addirt Blausäure.

6. Rhamnosecarbonsäure. Durch Reduction des Lactons erhielt Hr. Piloty 50 pCt. des Zuckers,



welcher als eine Methylhexose zu bezeichnen wäre. Derselbe krystallisirt sehr leicht aus Methylalkohol und schmilzt bei 180—181°. Das Hydrazon ist leicht löslich, das Osazon schmilzt gegen 200° unter Zersetzung. Durch Addition von Blausäure entsteht daraus eine Methylheptonsäure, deren Lacton, $C_8H_{14}O_7$, leicht krystallisirt. Das letztere liefert dann bei der Reduction eine Methylheptose, deren Hydrazon in Wasser schwer löslich ist.

¹⁾ Compt. rend. 107, 583.

7. Lävulosecarbonylsäure (Fructosecarbonylsäure) und Saccharin geben in reichlicher Ausbeute zwei Zuckerarten mit anormaler Kohlenstoffkette, welche in Untersuchung sind.

8. Carbonsäure des Milchzuckers. Nach den Beobachtungen des Hrn. Reinbrecht addirt der Milchzucker unter denselben Bedingungen, wie die einfachen Zuckerarten, Cyanwasserstoff. Die so entstehende Säure enthält ein Kohlenstoffatom mehr, wie die Lactobionensäure¹⁾. Sie bildet ein unlösliches basisches Bleisalz, reducirt die Fehling'sche Lösung nicht und wird durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure leicht hydrolysirt.

Durch Reduction der zum Syrup verdampften Säure entsteht ein Zucker, der voraussichtlich die Formel $C_{13}H_{24}O_{12}$ hat.

Zweibasische Säuren.

1. Zuckersäure. Für den Versuch diente reine Zuckersäure, welche aus dem Bleisalz dargestellt war. Die wässrige Lösung derselben wurde auf dem Wasserbade verdampft, wobei sie zum Theil in Lacton übergeht. Bei vorsichtiger Reduction des wieder in Wasser gelösten Syrups entsteht eine Säure, welche die Fehling'sche Lösung sehr stark reducirt. Für die Isolirung derselben wurde das basische Bleisalz benutzt. Versetzt man nach beendeter Reduction die mit Essigsäure schwach angesäuerte Flüssigkeit mit neutralem Bleiacetat, so wird die Schwefelsäure und die regenerirte Zuckersäure fast vollkommen gefällt und aus dem Filtrate wird dann durch basisch essigsaures Blei das Salz der neuen Säure als voluminöse weisse Masse niedergeschlagen. Das letztere wurde mit verdünnter Schwefelsäure zersetzt und der Ueberschuss an Schwefelsäure mit Baryt genau ausgefällt. Das Filtrat hinterliess beim Verdampfen im Vacuum die neue Säure als farblosen Syrup, welcher alkalische Kupferlösung ausserordentlich stark reducirt. Leider ist es bis jetzt nicht gelungen, das Product zu krystallisiren. Dasselbe zeigt grosse Aehnlichkeit mit der Glucuronsäure; ob es damit identisch oder isomer ist, wird Hr. Piloty zu entscheiden suchen.

2. Schleimsäure. Die freie Säure wird in der Kälte von Natriumamalgam nicht angegriffen. Behandelt man dagegen die kalte Lösung des neutralen Aethylesters in der 40 fachen Menge Wasser mit Natriumamalgam in der früher beschriebenen Weise, so entsteht ebenfalls eine Aldehydsäure, welche gerade so wie beim vorhergehenden Versuch isolirt werden kann. Dieselbe bildet einen schwach gelben Syrup, reducirt alkalische Kupferlösung sehr stark und liefert bei der Oxydation nach den Versuchen des Hrn. Marx wieder Schleimsäure.

¹⁾ Diese Berichte XXII, 361.

Die leichte Reducirbarkeit der zuvor besprochenen Oxysäuren scheint mir auch in physiologischer Beziehung einiges Interesse zu bieten. Es liegt auf der Hand, dass eine derartige Verwandlung von Säuren in die zugehörigen Aldehyde auch im Pflanzenkörper stattfinden kann und man wird dadurch erinnert an die frühere, namentlich von Liebig vertretene Ansicht, dass in der Pflanze die Säuren zur Bereitung von Zucker oder zuckerähnlichen Producten benutzt werden.

Auch bei dieser Arbeit bin ich von Hrn. Dr. J. Hirschberger unterstützt worden, wofür ich demselben herzlichen Dank sage.

138. Alex. Classen: Bestimmung des Atomgewichtes des Wismuths.

[Aus dem anorganischen Laboratorium der Kgl. techn. Hochschule zu Aachen.]
(Eingegangen am 19. März; mitgetheilt in der Sitzung von Hrn. A. Pinner.)

Veranlassung, das Atomgewicht des Wismuths neu zu bestimmen, gaben Untersuchungen über den elektrischen Widerstand dieses Metalles, welche Hr. Dr. van Aubel im hiesigen physikalischen Laboratorium des Hrn. Wüllner ausgeführt hat. Da die Ergebnisse von Interesse für den Chemiker sind, und dieselben gleichzeitig die Ungenauigkeit der bisher angenommenen Atomzahl bestätigen, so gestatte ich mir, auf den Gegenstand kurz einzugehen.

Die physikalischen Eigenschaften des Wismuths waren bereits Gegenstand einer Anzahl von Arbeiten, deren Resultate indess sehr von einander abweichen. Es ergibt sich dies aus den beiden nachfolgenden Tafeln, welche die Werthe für das spec. Gewicht und für die specifische Wärme enthalten.

Specifisches Gewicht	Beobachter
9.67	Muschenbrock
9.822	Brisson
9.80	Leonhard
9.8827	Thenard
9.8827	Berzelius
9.831	Herapath
9.6542	Karsten
9.799 (rein?)	Marchand und Scheerer
9.823	Holzmann