

# ANNALEN

## DER

### CHEMIE UND PHARMACIE.

XXXVIII. Bandes zweites Heft.

**Ueber das Atomgewicht des Kohlenstoffs;**  
**von J. Redtenbacher, Professor der Chemie in Prag**  
**und Justus Liebig.**

Bei der Verbrennung organischer Materien, namentlich von Kohlenwasserstoffverbindungen, ist in den letzten Jahren häufig die Beobachtung gemacht worden, daß die Summe der Elemente, so wie sie der Versuch ergab, mehr betrug, als das Gewicht der Substanz, die man der Analyse unterworfen hatte. Die folgenden Analysen des Naphtalins von Mitscherlich, Dumas und Woskresensky stellen diese Thatsache in ein klares Licht. 100 Th. Naphtalin lieferten in Mitscherlich's Analysen:

Kohlenstoff . . . .	94,34	—	94,440
Wasserstoff . . . .	6,26	—	6,225
	100,60	—	100,665.

100 Th. Naphtalin gaben in den Analysen von Dumas:

Kohlenstoff	94,2	—	94,22	—	94,27	—	94,9	—	94,9
Wasserstoff	6,3	—	6,30	—	6,26	—	6,2	—	6,1
	100,5	—	100,52	—	100,53	—	101,1	—	101,0.

100 Th. Naphtalin gaben in den Analysen von Woskresensky:

Kohlenstoff	94,625	94,598	95,0268	93,668	94,305	94,494
Wasserstoff	6,528	6,289	5,383	6,142	6,206	6,526
	101,153	100,897	100,4098	99,810	101,601	101,020.

Es ist unzweifelhaft, diese in so vielen mit aller Sorgfalt angestellten Versuchen wiederkehrende Thatsache setzt eine constante Fehlerquelle voraus, von der sie abhängig ist; sie kann nur auf zwei Ursachen zurückgeführt werden.

Die eine derselben kann in der Methode der Analyse, die andere darin gesucht werden, daß die Produkte der Verbrennung, das Wasser und die Kohlensäure, eine andere Zusammensetzung haben. Wenn in der That das Wasser oder die Kohlensäure etwas weniger Wasserstoff oder Kohlenstoff enthalten, als wir gegenwärtig darin annehmen, als wir also aus den gefundenen Mengen berechnen, so vermindert sich in dem nämlichen Verhältniß der Ueberschufs, den wir in den Analysen mehr bekommen.

Nehmen wir in der That an, die Kohlensäure enthalte auf 200 Sauerstoff, anstatt 76,437 Kohlenstoff nur 76 Kohlenstoff, und das Wasser auf 100 Sauerstoff anstatt 12,4795 nur 12 Wasserstoff, so erhalten wir in keiner der angeführten Analysen einen Ueberschufs und die erhaltenen Resultate gleichen sich mit denen der Rechnung völlig aus; es fragt sich hierbei nur, ob wir in der That ein Recht haben, Aenderungen in den Atomgewichten zu machen, wenn wir von Versuchen ausgehen, die der Zusammengesetztheit der Apparate wegen keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit machen können, ob wir sie andern Versuchen entgegenstellen dürfen, in denen diese Fehlerquelle vollständig vermieden war.

Werden wir aber, dies ist die Frage, um deren Lösung es sich handelt, das Naphtalin wählen, um das Atomgewicht des Wasserstoffs oder des Kohlenstoffs zu bestimmen,

eine Substanz, die unzersetzt in keine Verbindung mit andern Körpern eingeht, deren Atomgewicht selbst wir also nicht mit Zuverlässigkeit bestimmen können? Sicher würde hierzu dieser Körper verworfen werden müssen, weil wir nicht im Stande sind, durch das bekannte Gewicht seines Atoms, als der Summe der Atomgewichte seiner Elemente, unsere Resultate zu controliren.

Wenn man nun ferner erwägt, daß das Naphtalin ein flüchtiger Körper ist, welcher in einer Glasröhre mit Kupferoxyd in den obigen Versuchen verbrannt wurde, mit Kupferoxyd, was absolut wasserfrei in die Verbrennungsröhre nicht gebracht werden kann, wenn man berücksichtigt, daß die Flüchtigkeit des Naphtalins ein Austrocknen des Kupferoxyds vor der Verbrennung im luftleeren Raum nicht gestattet, so wird man, was die Richtigkeit des erhaltenen Wasserstoffs betrifft, über einen Fehler, der seinen Gehalt vergrößern mußte, nicht im Zweifel seyn können; denn so gering auch die Menge des hygroskopischen Wassers im Kupferoxyd gewesen seyn mag, sie war stets vorhanden, sie wurde in der Chlorcalciumröhre gewogen und ihr Wasserstoff, als Bestandtheil der Substanz in Rechnung gebracht.

In allen bis jetzt angestellten Analysen, selbst in solchen, wodurch Austrocknen im luftleeren Raum vor der Verbrennung alles hygroskopische Wasser so gut als möglich entfernt worden war, hat man die Erfahrung gemacht, daß in den Verbrennungen stets etwas mehr Wasserstoff erhalten wird, als der Rechnung entspricht. Dieser Ueberschuß beträgt bei guten Analysen 0,1 bis 0,2 pCt. Wie man bei einer Vergleichung bemerkt, reicht dieser Ueberschuß nicht hin, um die Verhältnisse an Elementen, so wie sie die Analyse des Naphtalins ergiebt, auf das zur Analyse genommene Gewicht Naphtalin zurückzuführen, allein der Ueber-

schufs wird, wenn man diesen Fehler in Rechnung bringt, jedenfalls verkleinert.

Es existirt demnach noch eine andere Ursache, welche den wahren Gehalt an den Elementen einer organischen Substanz ändert, in der Art, daß eins davon und zwar der Kohlenstoff, aus der erhaltenen Kohlensäure berechnet, mehr beträgt, als das Gewicht des Kohlenstoffs, was man verbrannt hat. Eine neue Bestimmung des Atomgewichts des Kohlenstoffs schien hiernach unerläßlich und wir vereinigten uns, um gemeinschaftlich das gegenwärtig angenommene Gewicht des Kohlenstoffatoms einer scharfen und genauen Prüfung zu unterwerfen.

Es ist bekannt, daß zwei der ausgezeichnetsten Physiker, Biot und Arago, durch directe Wägung des kohlen-sauren Gases für sein specifisches Gewicht die Zahl 1,519 festgesetzt haben. Diese Versuche wurden von Dulong und Berzelius wiederholt, von zwei Naturforschern, denen bis jetzt in Beziehung auf Geschick und Talent, auf Gewissenhaftigkeit und Genauigkeit in der Anstellung von dergleichen Versuchen Niemand an die Seite gestellt werden kann. Die beiden letztern fanden für das specifische Gewicht des Kohlenstoffs 1,524; de Saussure fand 1,5269.

Aus dem ersteren berechnet sich für das Atomgewicht des Kohlenstoffs die Zahl 75,530, aus dem andern die Zahl 76,437. Es giebt bekanntlich kein Gas, was seiner Natur nach leichter rein zu erhalten ist, wie das kohlen-saure Gas, was auf einen fremden Gehalt leichter geprüft werden kann. Jede Verunreinigung mit Luft oder einem fremden Gas hätte sein specifisches Gewicht nur kleiner machen können.

Es sind neuerdings von Rudberg Versuche über die Ausdehnung der Gase durch Wärme angestellt worden,

aus denen er einen etwas kleineren Ausdehnungscoefficienten, als man seither annahm, berechnet; wenn diese Versuche richtig sind, worüber der Beweis noch geführt werden muß, so würde dies auf das specifische Gewicht zweier Gase bei gleicher Temperatur bestimmt keinen Einfluß äußern, selbst wenn die Reduction auf die Normaltemperatur nach dem früheren Ausdehnungscoefficienten gemacht worden wäre; bei ungleicher Temperatur gewogen, würde ein Unterschied bemerklich seyn.

Nun ist in den Versuchen von Dulong und Berzelius die Luft bei  $20,5^{\circ}$ , die Kohlensäure bei  $18^{\circ}$  gewogen worden, durch die Reduction des Gases auf  $0^{\circ}$  wäre mithin, nach dem früheren Ausdehnungscoefficienten, das Gewicht der Luft um etwas zu hoch, und da dieses bei gleichem Volumen den Divisor darstellt, das spec. Gewicht der Kohlensäure um etwas zu niedrig gefunden worden; in allen Fällen wäre die Differenz innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler gefallen.

Wenn man nun erwägt, daß die Bestimmungen der specifischen Gewichte der Gase mit einem und demselben Ballon, mit einerlei Gewichten und derselben Wage und bei einem sehr geringen Temperaturunterschied gemacht worden sind, so wird man sich nicht berechtigt halten dürfen, ohne die strengsten und zuverlässigsten Beweise ihre Richtigkeit in Zweifel zu ziehen.

Es sind überdies in den letzten 12 Jahren eine große Anzahl von Wägungen von Dämpfen flüchtiger an Kohlenstoff sehr reicher Körper von Gay-Lussac und namentlich von Dumas angestellt worden, welche mit dem specifischen Gewichte des Kohlenstoffgases, so wie es die Rechnung aus dem specifischen Gewichte der Kohlensäure und des Sauerstoffs ergibt, entweder genau übereinstimmten, so wie z.

B. das specifische Gewicht des Aethers, Alkohols, Acetons, oder etwas höher ausfielen; so ist z. B. das gefundene specifische Gewicht des Aetherdampfes 2,586, das berechnete 2,580 das gefundene spec. Gewichts des Alkoholdampfes 1,6133, das berechnete 1,600.

In den meisten Beobachtungen von Dumas ist das gefundene spec. Gewicht an Kohlenstoff sehr reicher Körper bei weitem höher, als das, was die Rechnung giebt. So z. B. sollte nach der Formel  $C_8 H_8$  das spec. Gewicht des Naphtalindampfes seyn 4,4882, der Versuch von Dumas gab aber 4,528, nach Woskresensky 4,672, woraus man, wie bemerkt, höchstens schliessen kann, daß das spec. Gewicht des Kohlenstoffdampfes etwas höher als 0,42130 oder 0,84270 ist.

Den angeführten Atomgewichten des Kohlenstoffs, welche hervorgegangen sind aus directen Versuchen, ist ein, man kann wohl sagen, aus der Luft gegriffenes Atomgewicht entgegengestellt worden, dessen Annahme sich auf die Hypothese gründet, daß die Atomgewichte der einfachen Körper Multipla sind des Atomgewichts des Wasserstoffs mit ganzen Zahlen. Das Atomgewicht des Wasserstoffs ist an und für sich sehr klein und es müßte sehr sonderbar seyn, wenn sein Gewicht multiplicirt mit ganzen Zahlen bei sehr vielen Körpern, namentlich mit hohen Atomgewichten in vielen Fällen nicht eine Summe gäbe, welche bis zu einem gewissen Grade, sagen wir bis zu  $\frac{1}{4}$  oder  $\frac{1}{5}$  von seinem eignen Atomgewicht, den gefundenen Atomgewichten dieser Körper nahe stünde, in der Art, daß man ein Multipulum des Atomgewichts von Wasserstoff substituiren kann dem gefundenen Atomgewicht von vielen andern Körpern, ohne einen großen Fehler zu begehen. Dividiren wir z. B. das Atomgewicht des Wasserstoffs 6,2394 in das Atomge-

wicht des Silbers 1351,61, so erhalten wir die Zahl  $216^{\frac{10}{11}}$ , es ist nahe  $216^{\frac{1}{2}}$  mal darin enthalten, aber das halbe Atomgewicht des Wasserstoffs dem des Silbers hinzugefügt oder abgezogen macht in den Silberverbindungen eine so kleine Differenz in dem Silbergehalte, daß man in vielen Fällen 216 nehmen kann für  $216^{\frac{1}{2}}$ , die Differenz fällt in die vierte Stelle, sie ist deshalb klein, weil das Atomgewicht des Wasserstoffs sehr klein ist. Eine durchaus falsche Vorstellung über die Ursache der chemischen Proportionen hat die Thatsache, daß der halbe oder der vierte Theil des Atomgewichts des Wasserstoffs abgezogen oder hinzuaddirt den Atomgewichten anderer einfacher Körper ihre Zusammensetzungsverhältnisse unter einander nicht viel ändert, zu einer Art von Gesetz erhoben, nach welchem sonderbarer Weise die Atomgewichte dieser Körper modificirt, zugeschnitten wurden zu ganzen Zahlen, zu Multiplis des Wasserstoffatoms. Auf diese Weise ist man denn auf die Zahl 75 für das Atomgewicht des Kohlenstoffs gekommen, welche sehr nahe ist dem Multiplum des Wasserstoffatoms mit der ganzen Zahl 12.

Dies ist ohnstreitig der merkwürdigste Weg, die Genauigkeit eines Versuches zu controliren, der jemals eingeschlagen worden ist, merkwürdig insofern, als die hiernach modificirten Zahlen von vielen Chemikern angenommen wurden.

Daß die Atomgewichte einfacher Körper sehr nahe Multipla sind in ganzen Zahlen des Atomgewichts des Wasserstoffs, hat an und für sich nichts Auffallendes, weit sonderbarer erscheinen in dieser Beziehung andere Zahlenverhältnisse, von welchen Niemand denken wird, eine Anwendung auf <sup>9</sup> Aenderung in den Atomgewichten zu machen.

Addiren wir zu dem Atomgewicht des Kaliums	489,92
das Atomgewicht des Lithiums	80,33
so erhalten wir die Zahl	<u>570,25.</u>

Diese Zahl mit 2 dividirt, giebt 285,12; dieß ist so nahe dem Atomgewicht des Natriums, was in seinen chemischen Eigenschaften zwischen beiden steht, wie die Atomgewichte nach Multiplen des Wasserstoffs.

So giebt die Summe der Atomgewichte des Bariums und Calciums, dividirt durch 2, sehr nahe das Atomgewicht des Strontiums; die Summe der Atomgewichte des Chlors und Jods, dividirt durch 2, sehr nahe das Atomgewicht des Broms, das des Eisens und Kobalts, dividirt durch 2, die Zahl des Mangans.

In diesen Zahlenverhältnissen liegen offenbar Beziehungen verborgen, die wir nicht kennen; sie zur Richtschnur von Schlüssen zu nehmen, ehe sie bekannt sind, hiefse offenbar den wahren Geist der Naturforschung verleugnen, und dasselbe muß von dem hypothetischen Atomgewicht des Kohlenstoffs 75 gelten, für dessen Richtigkeit bis jetzt keine zuverlässigen Erfahrungen sprechen. Direct gegen die Richtigkeit der Atomzahlen als Multipla des Wasserstoffs sprechen die Bestimmungen des Atomgewichts des Bleis, die wiederholt von Berzelius im Jahr 1830 vorgenommen, seine früheren Bestimmungen vollkommen bestätigen.

Diese Abhandlung ist an und für sich zu wichtig für den Verfolg unserer eignen Untersuchung, als daß sie nicht verdiente, in das Gedächtniß der Chemiker zurückgerufen zu werden; das folgende ist ein wörtlicher Abdruck seiner Abhandlung \*):

9 *„Abermalige Versuche über das Atomgewicht des Bleis*

\*) Poggend. Annal. Bd. XIX S. 310 — 315.



„und seines Oxyds. Die Reduction eines Metalloxyds durch „Wasserstoffgas scheint ein so einfacher Versuch zur Bestimmung des Atomgewichts eines Metalls zu seyn, daß man „wohl glauben könnte, die erhaltenen Resultate wären auch „zur Entscheidung der Frage, ob das Atomgewicht des Metalls ein Multiplum von Wasserstoff sey, hinlänglich genau; „allein je mehr man sich der äußersten Genauigkeit nähert, „je schwieriger sind auch die letzten Hindernisse, die sich „deren Erreichung entgegenstellen, zu überwäligen. Schon „der Umstand, daß es wenige der zu analysirenden Körper „gibt, die von aller Einmischung oder von den Stoffen, „aus deren Verbindungen sie abgeschieden wurden, vollkommen frei sind, ist oft nicht weniger schwierig, als die Anstellung einer genauen Analyse an sich.

„Ich war der Meinung, daß krystallisirtes salpetersaures „Bleioxyd, welches im Platintiegel bis zur vollständigen „Zersetzung der Salpetersäure geglüht worden ist, ein vollkommen reines Bleioxyd geben würde; allein als dieses „Oxyd mit Wasserstoffgas reducirt, und das Blei in Salpetersäure aufgelöst wurde, blieben bleifarbene Schuppen zurück, „die sich als metallisches Platin ergaben. Die Quantität „desselben war zwar sehr gering, allein, wenn man sich auf „das Resultat bis zur letzten Ziffer verlassen will, muß „auch die geringste Einmischung vermieden werden. Auch „Gold und Silber, als Tiegel genommen, werden oxydirt „und mit dem Bleioxyd verbunden, sogar, wenn man das „Salz in kleinen Portionen in die zuvor glühend gemachten „Tiegel einträgt; auch ist das so erhaltene Bleioxyd stärker „mit dem fremden Metall verunreinigt, als wenn das Glühen „in einem Platintiegel geschieht. Diefß veranlaßte mich, „kohlensaures Blei anzuwenden, theils aus essigsaurem, theils „aus salpetersaurem Bleioxyd gefällt, und zwar, um jede „Einmischung des hiezu angewandten kohlensauren Natrons

„zu verhüten, nicht bis zur vollständigen Zerlegung des  
 „Salzes; allein, ungeachtet der vollkommenen Auswaschung  
 „des Niederschlags, schwankte in beiden Fällen das durch  
 „die Reduction erhaltene Atomgewicht von 1303,5 bis 1306,  
 „und als das Blei mit reinem Wasser übergossen wurde,  
 „fand sich kohlen-saures Natron darin. Kohlen-saures Ammo-  
 „niak, als Fällmittel angewandt, würde zwar diesen Uebel-  
 „stand nicht mit sich geführt haben; allein theils ist es  
 „schwer, falls man nicht besondere Sorgfalt anwendet, das-  
 „selbe frei von aller Spur von Chlorammonium und schwe-  
 „felsaurem Ammoniak zu erhalten, theils auch kann, beim  
 „Ausglühen des Oxyds, der Wasserstoff des Ammoniaks ein  
 „wenig Suboxyd erzeugen, welches nicht sichtbar ist, aber  
 „das Resultat merklich ändert.

„Auf folgende Weise glaube ich ist es mir geglückt,  
 „ein ganz reines Bleioxyd zu erhalten. Salpetersaures Blei-  
 „oxyd wurde in einem Platintiegel geglüht, bis nur Blei-  
 „oxyd übrig war, dann zu Pulver gerieben, und einige  
 „Stunden lang mit seinem doppelten Gewicht an neutralem  
 „salpetersauren Bleioxyd und mit Wasser digerirt, dann  
 „wurde die Flüssigkeit abgegossen. Das Bleioxyd, welches  
 „in halb-salpetersaures Bleioxyd ( $2 \text{ PbO}, \text{N}_2 \text{ O}_5$ ) verwan-  
 „delt war, wurde nun in siedendem Wasser gelöst, die  
 „Lösung kochend-heiß filtrirt und dem Erkalten überlassen,  
 „wobei das Salz in feinen schuppigen Krystallen anschoß.  
 „Diese wurden gesammelt, gewaschen, zu einem zusammen-  
 „hängenden Klumpen geprefst und getrocknet. Die Mutter-  
 „lange von diesen Krystallen enthält ein noch basischeres  
 „Salz, welches beim Vermischen mit einer Lösung des neu-  
 „tralen Salzes niederfällt, wozu für diesen Versuch die zu  
 „Anfange dieser Operation abgegossene Flüssigkeit angewandt  
 „wurde. Der neue Niederschlag, welcher pulverförmig war,  
 „wurde auf ein Filtrum gebracht, und, nachdem er sich aus-

„getröpfelt hatte, noch feucht mit ihm ein Platintiegel eine „halbe Linie dick inwendig ausgestrichen. Dieser Beschlag „safs, nachdem er getrocknet war, sehr fest im Tiegel. „Da dieses basische Salz bei der zu seiner vollständigen „Zersetzung erforderlichen Temperatur nicht schmilzt, so „bildet sich auf diese Weise ein Tiegel von Bleioxyd, welcher zwar an seiner Berührungsfläche mit dem Platin platinhaltig wird, aber diesen Platingehalt nicht dem Innern „mittheilt. In den so ausgefütterten Tiegel wurde das „basische Salz gelegt, in einzelnen Stücken, damit es nach „beendigtem Glühen, ohne Vermengung mit dem Oxyd vom „Beschlage, herausgenommen werden konnte. Beim Brennen „wurde der Tiegel in einen noch größeren bedeckten Tiegel „gestellt, und letzterer zwischen Kohlen bis zum Rothglühen „erhitzt, bei welcher Temperatur das Bleioxyd nicht schmilzt. „Man sieht sehr leicht, wenn das Bleisalz vollständig zersetzt „ist, denn es verwandelt sich erst in Mennige, welche in der „Glühhitze fast schwarz aussieht, und von der man auch „den letzten Punkt deutlich erkennen kann. Nachdem diese „verschwunden ist, wird diese Hitze noch eine gute halbe „Stunde lang unterhalten, und dann der Tiegel herausgenommen. Das erhaltene Oxyd war schön citronengelb und „haftete nicht im Mindesten mit dem Beschlag zusammen. „Es besafs noch den Schimmer der zersetzten Krystallschuppen. Es löste sich in verdünnter Essigsäure, ohne im „geringsten seine Farbe zu ändern oder einen Rückstand zu „hinterlassen, zum Beweis, dafs es keine Mennige enthielt. „Die Lösung wurde auch nicht von salpetersaurem Silberoxyd getrübt.

„Als man das Oxyd in Salpetersäure löste, mit Schwefelsäure fällte, die filtrirte saure Flüssigkeit abdunstete „und die Schwefelsäure forttrauchen liefs, blieb schwefelsaures Bleioxyd zurück, aus welchem Wasser keine Spur

„eines Kupfersalzes auszog, und das Wasser wurde von „kaustischem Ammoniak weder gefärbt noch gefällt. Das aus „dem Oxyd mit Wasserstoff reducirte Blei löst sich ohne „Rückstand in Salpetersäure. Das Oxyd war also rein.

„Das Oxyd wurde in Stücken, nicht in Pulver, in eine „aus einer Barometerröhre geblasenen Glaskugel gebracht „und in dieser gewogen. Um alle Feuchtigkeit zu vertreiben, „wurde die Kugel über der Weingeistlampe erhitzt, bis das „Oxyd eine dunkel orangerothte Farbe angenommen hatte, „dann ein Strom wasserfreier Luft durch dieselbe geleitet „und hiemit bis zum Erkalten fortgefahren, worauf die „Lampe ausgelöscht wurde. Das Oxyd hatte nun seine frü- „here citronengelbe Farbe wieder angenommen, zum Beweis, „dafs keine Mennige gebildet worden, wozu auch überdies „die Temperatur nicht hoch genug war. Das auf diese „Weise bereitete Oxyd ist ungemein wenig hygroskopisch, „so dafs 13 bis 14 Grm. höchstens  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Milligrm. „Feuchtigkeit enthielten.

„Das Wasserstoffgas wurde mittelst destillirten Zinks „und Schwefelsäure entwickelt, erstlich durch eine Auflö- „sung von Bleioxyd in kaustischem Kali geleitet, und dann „in eine Röhre, welche grob gepulvertes Kalihydrat enthielt. „Beim Anfange der Operation und bis ohngefähr zwei Drittel „reducirt waren, wurde die Temperatur nicht so hoch ge- „steigert, dafs die Kugel am Boden glühte. Wenn diese „Vorsicht aufser Acht gelassen wird, vereinigt sich eine „Portion Bleioxyd mit dem Glase und wird nachher nicht „reducirt. Aus diesem Grunde auch wurde das Oxyd in „Stücken eingelegt, welche das Glas nur in wenigen Punk- „ten berührten und zwischen einander dem Wasserstoffgase „freien Spielraum darboten. Die erste Einwirkung des „Wasserstoffgases besteht darin, dafs es das Oxyd in Sub- „oxyd verwandelt, wobei die Stücke dunkelgrau werden,

„übrigens ihre Form und Gröfse behalten, ungeachtet die  
 „Temperatur höher ist, als zum Schmelzen derselben er-  
 „forderlich wäre, wenn diese grauen Stücke aus metallischem  
 „Blei beständen. Zuerst, wenn das Glas am Boden zu glü-  
 „hen anfängt, sieht man kleine Bleitropfen sich bilden,  
 „wobei die Stücke allmählig zusammensinken und sich her-  
 „nach in flüssiges Blei verwandeln. Von den weiterhin ana-  
 „lysirten Portionen Bleioxyd waren blofs zwei in einer und  
 „derselben Operation bereitet; jede der übrigen war für sich  
 „dargestellt, damit nicht ein Fehler in der Bereitung des  
 „Oxyds einen constanten Fehler in allen Analysen hervor-  
 „bringe, was leicht geschehen kann, sobald man zu den  
 „verschiedenen Analysen ein zu demselben Male bereitetes  
 „Oxyd anwendet.

No.	Bleioxyd in Grm.	Blei.	Sauerstoff.	Atomgew. des Blei's.	Blei   Sauerstoff	
					in Procenten.	
1	6,6155	6,1410	0,4745	1294,202	92,8275	7,1725
2	8,0450	7,4675	0,5775	1293,174	92,8222	7,1778
3	13,1465	12,2045	0,9420	1295,695	92,8346	7,1654
4	14,1830	13,1650	1,0180	1293,222	92,8224	7,1776
5	14,4870	13,4490	1,0390	1294,315	92,8201	7,1779
6	14,6260	13,5775	1,0485	1294,946	92,8314	7,1686
Mittelzahl					1294,259	92,8277   7,1723

„Diese Resultate, welche nicht ganz zwischen 1293 und  
 „1296 schwanken, scheinen zu beweisen, daß das Atomen-  
 „gewicht zwischen diesen beiden Zahlen liege. Die Mittel-  
 „zahl dieser neuen Versuche weicht so wenig von der bei mei-  
 „nen früheren Versuchen erhaltenen Zahl, nämlich 1294,489  
 „ab, daß ich es nicht für nöthig halte, die letztere zu ändern.

„Wenn das Wasserstoffatom 12,5 wiegt, so müßte das  
 „Atomgewicht des Blei's, wäre es ein Multiplum dieser Zahl,  
 „entweder 1287,5 oder gerade 1300 seyn. Und wenn eine  
 „dieser Zahlen die wahre wäre, so hätten, wie mir scheint,

„auch meine Resultate um dieselbe oscilliren müssen, statt dessen sie, wie man gesehen, um eine Zahl oscillirten, die zwischen den beiden eben genannten liegt.“

Es ist hiernach als völlig gewiss zu betrachten, daß die Atomzahlen, welche Multipla von der des Wasserstoffs sind, in keiner Weise eine Bürgschaft für sich in Hinsicht auf ihre Richtigkeit haben.

Es bieten sich zur Prüfung und neuen Bestimmung des Atomgewichts des Kohlenstoffs mehrere Wege dar. Der directe Weg, die Verbrennung von einem bekannten Gewicht von reinem Kohlenstoff und die Ausmittelung der Quantität der gebildeten Kohlensäure ist zur Entscheidung der Frage über das wahre Atomgewicht des Kohlenstoffatoms um so weniger geeignet, da die Aufsammlung der Kohlensäure einen zusammengesetzten Apparat erfordert, dessen Anwendung das Zutrauen zu diesen Bestimmungen schwächt. In der That, wenn man erwägt, daß selbst bei Anwendung von mehreren Grammen Kohlenstoff die Differenzen im höchsten Fall sich um 8 bis 10 Milligrammen bewegen, so giebt ein zusammengesetzter Apparat keine Bürgschaft für eine absolute Genauigkeit. Wir haben deshalb einen andern und zwar den gewöhnlichen Weg eingeschlagen, der in der analytischen Chemie bis jetzt als der fehlerfreiste und sicherste allgemein anerkannt ist.

Wir können nämlich mit großer Zuverlässigkeit das Atomgewicht vieler organischer Verbindungen und namentlich vieler organischen Säuren durch das Gewichtsverhältniß bestimmen, in welchem sie sich mit Silberoxyd, oder wenn man will, mit metallischem Silber verbinden. Diese organischen Säuren enthalten mehrere Atome Kohlenstoff, verbunden mit gewissen Proportionen Sauerstoff und Wasserstoff, welche letzteren sich mit großer Leichtigkeit ausmitteln lassen. Es ist klar, daß wenn die Formeln dieser Säuren

mit Gewisheit bekannt sind, daß wir das Gewicht mehrerer Kohlenstoffatome in Summa erhalten, wenn wir von dem aus dem Silbersalz derselben genau bestimmten Atomgewicht dieser Säuren, die Anzahl der Atome Sauerstoff und Wasserstoff hinwegnehmen. Die Summe der erhaltenen Kohlenstoffatome muß, wenn das seither angenommene Kohlenstoffatom richtig ist, ein Multiplum desselben seyn mit einer ganzen Zahl, oder es muß sich eine Differenz ergeben, welche ausdrückt, wie weit sich dieses Atomgewicht von dem wahren entfernt. Es giebt keinen Körper, dessen Atomgewicht wir mit größerer Sicherheit als bekannt und scharf bestimmt betrachten, als das des Silbers; die ausgedehnte und wichtige Anwendung, welche Gay-Lussac davon in seiner Silberprobe auf nassem Wege gemacht hat, jeder seiner Versuche darüber, muß als ein neuer Beweis für seine Richtigkeit angesehen werden; was den Wasserstoff betrifft, so hat man höchstens Grund zu glauben, daß sein Atomgewicht etwas kleiner ist, als wir seither annehmen. In den drei letzten, von Berzelius und Dulong angestellten Analysen des Wassers sind nämlich die folgenden Zahlen erhalten worden:

Sauerstoff . . .	88,912	—	88,809	—	88,954
Wasserstoff . .	11,058	—	11,191	—	11,046
	<hr/>				
	100,000	—	100,000	—	100,000.

Wenn wir das Atom Wasserstoff zu 6,2398 annehmen, so liegen die äußersten Fehlergrenzen zwischen den Zahlen 6,3055 und 6,2085. Die Differenz zwischen beiden Zahlen beträgt 0,0970, sie würde das Atomgewicht des Kohlenstoffs von 76,437 auf 76,534 in dem einen Fall erhöhen oder auf 76,340 vermindern. Nehmen wir das Mittel 6,2398 an, so fallen die Fehlergrenzen in den Bestimmungen des Kohlenstoffs in die zweiten Decimalen. Die Aenderungen, die hier-

durch möglich sind, fallen, wie man sieht, in die Beobachtungsfehler.

Die hier gewählte Methode gestattet demnach das Atomgewicht des Kohlenstoffs in dem Zustande zu bestimmen, in dem er in den organischen Verbindungen enthalten ist, sie setzt nur drei Wägungen voraus, nämlich 1) die des Gefäßes, worin das Salz verbrannt wird, 2) die des Silbersalzes und 3) die des rückbleibenden Silbers. In diesen drei Wägungen wird kein Apparat gewechselt, sie geschehen in einem und demselben Porzellengefäße, dessen Gewicht unveränderlich ist. Barometerstand und das Feuchtigkeitsverhältniß der Luft haben auf die Versuche keinen Einfluß, das rückbleibende metallische Silber ist nicht hygroskopisch.

Die einzige Vorsicht, auf welche in diesen Versuchen alle Aufmerksamkeit gerichtet werden muß, ist, wie sich von selbst versteht, die völlige Reinheit des Salzes und namentlich die völlige Abwesenheit von allem hygroskopischen Wasser.

Es ist jederzeit eine schwierige Aufgabe eine chemische Verbindung in dem Zustande einer absoluten Reinheit darzustellen; dieß war in den Versuchen, die wir zu beschreiben haben, um so nothwendiger, da jede, auch die kleinste Beimischung einer fremden Substanz das Gewicht des gefundenen Kohlenstoffatoms vergrößern mußte.

Wir haben uns sehr bald überzeugt, daß es nur wenige Silbersalze giebt, die sich zu Bestimmungen dieser Art eignen; die meisten sind käsige oder pulverige Niederschläge, die sich mit einem Theil des Fällungsmittels verbinden. Die Quantität von fremden Substanzen, welche diesen Silberniederschlägen anhängt, ist so klein, daß sie gewöhnliche Atomgewichtsbestimmungen nicht ungenau macht, allein wie bemerkt, haben wir uns gezwungen gesehen, eine Auswahl zu treffen. Wir haben unter allen diejenigen gewählt,



welche vollkommen krystallinisch, beim Trocknen bei gewöhnlicher Temperatur kein Wasser zurückbehalten und nicht hygrometrisch sind, und die, dießs war unter den gesuchten Silbersalzen eine Haupteigenschaft, beim Erhitzen nicht verpufften. Das gewählte Silbersalz durfte zuletzt beim Glühen kein Kohlensilber hinterlassen.

Es giebt, wie bemerkt, nur wenige Silbersalze, die nicht die eine oder andere Quelle von Fehlern an sich tragen.

Das Cyansilber ist z. B. durch Fällung von salpetersaurem Silberoxyd mit Blausäure leicht rein zu erhalten, man kann es sogar in großen glänzenden Tafeln krystallisirt erhalten, wenn man in eine heiße Mischung von Blausäure mit Ammoniak verdünnte Silberauflösung gießt und ruhig erkalten läßt, die erhaltenen Krystalle mit Ammoniakflüssigkeit sorgfältig auswascht und bei 120° trocknet. Sie verlieren bei dieser und schon bei gewöhnlicher Temperatur alles Ammoniak und werden undurchsichtig milchweiß, ohne sonst eine Aenderung in ihrer Form zu erfahren, allein sie ließen sich zu unsern Bestimmungen durchaus nicht anwenden, weil sie durch den Einfluß der Hitze eine bis jetzt nicht beobachtete Zersetzung erleiden.

Das Cyansilber schmilzt nämlich beim ersten Erwärmen ohne Gasentwicklung, bei stärkerer Hitze entwickelt sich Cyangas und es bildet sich halb Cyansilber; über einen gewissen Punkt hinaus zersetzt sich dieses mit einer Feuererscheinung, mit einer Art von Verglimmung entwickelt sich Stickgas und es bleibt mattweißes geschmolzenes Kohlensilber, aus dem sich die Kohle durch fortgesetzte Calcination nicht entfernen läßt. An der Oberfläche des Kohlensilbers verbrennt der Kohlenstoff, es entsteht eine Schicht reines Silber, was den innern Theil vor der Einwirkung des Sauerstoffs schützt. Löst man aber den Rückstand in ver-

dünnter Salpetersäure auf, so bleibt ein Netzwerk von reiner Kohle.

Das benzoesaure Silberoxyd verhält sich ähnlich, wie das Cyansilber; es läßt sich leicht und vollkommen rein in schönen glänzenden, nicht hygroscopischen Krystallen darstellen; wird es in Massen von 7 bis 12 Grammen verbrannt, so schmilzt es und zersetzt sich, allein selbst nach zwölfstündigem Glühen bleibt in dem rückständigen Silber noch eine sehr beträchtliche Menge Kohle.

Das oxalsaure Silberoxyd schien anfänglich vor allen andern zu diesen Bestimmungen anwendbar zu seyn, allein es ist beinahe unmöglich wasserfrei zu erhalten und es verpufft in größeren Massen, wie Knallquecksilber. Wir hätten allerdings seine Zusammensetzung durch Zerlegung mit Salzsäure ermitteln können, allein wir hielten es für wichtig, kein fremdes Element in diese Bestimmungen zu bringen. Zu den nachfolgenden Versuchen wurde *essigsäures*, *weinsäures*, *traubensaures* und *äpfelsäures Silberoxyd* angewendet.

Die Essigsäure läßt sich vor allen andern Säuren, vermöge ihrer Flüchtigkeit, sehr rein gewinnen. Wir wählten dazu einen blendend weissen, mehrmals umkrystallisirten Bleizucker, den wir auf gewöhnliche Weise durch Schwefelsäure zerlegten. Die erhaltene Essigsäure war frei von schwefliger Säure, sie wurde zum Ueberflufs nochmals über etwas Braunstein rectificirt. Die reine Essigsäure wurde mit Ammoniak theilweise gesättigt und warm mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt. Der erhaltene blendendweifse Niederschlag, welcher die Form von kleinen silberglänzenden Blättchen besitzt, wurde auf einem Filter vollkommen ausgewaschen, sodann in heifsem Wasser gelöst, filtrirt und in einem Becherglase erkalten gelassen, wo sich am Boden, an der Oberfläche und an den Wänden zolllange breite glänzende

Nadeln von essigsauerm Silberoxyd bildeten. Sie wurden aufs neue mit reinem Wasser gewaschen, an der Luft getrocknet, sodann in einem Achatmörser fein zerrieben und bei einer Temperatur von  $103^{\circ}$  C. so lange einem trockenen Luftstrome ausgesetzt, bis sich ihr Gewicht nicht mehr änderte.

Vor jedem einzelnen Versuche wurde das abgewogene Salz nochmals im Wasserbade eine Stunde lang erhitzt, sodann unter einer Glocke mit concentrirter Schwefelsäure erkalten lassen und wieder gewogen. In unsern Versuchen kam es niemals vor, daß sich hierdurch sein Gewicht merklich änderte, nichts desto weniger wurde diese Vorsicht jedesmal gebraucht.

Die Wägungen, so wie die Verbrennungen wurden in einem dünnwandigen Tiegel von Meißner Porzellan, welcher mit einem Platindeckel geschlossen gehalten wurde, vorgenommen. Alle unsere Versuche ließen sich glücklicherweise mit einem und demselben Porzellantiegel anstellen, dessen Gewicht also eben so oft controllirt wurde, als Wägungen überhaupt gemacht wurden.

Das Verbrennen des essigsauren Silberoxyds geht ausnehmend leicht ohne Aufblähen und Spritzen von Statten; im Anfang färbt sich das Salz grau, es destillirt bei vorsichtigem Erwärmen die Essigsäure ab, wobei das Salz braun wird; zuletzt, wenn man keinen Geruch nach Essigsäure mehr bemerkt, bleibt ein graues Skelett von Silber, von der Form des verbrannten Salzes. Giebt man jetzt starkes Feuer und läßt durch Hebung des Platindeckels einen Luftstrom zu, so entsteht durch die ganze Masse ein sichtbares Verglimmen und es bleibt ein Schwamm von glänzend weißem metallischem Silber.

Nach dem Erkalten wurde der Tiegel mit dem Silber gewogen, sodann aufs neue der Glühhitze ausgesetzt, wieder gewogen und so fortgeföhren, bis auch die leiseste

Veränderung von der Wage nicht mehr angezeigt wurde. Durch Auflösung des Silbers in verdünnter Salpetersäure überzeuete man sich jedesmal noch besonders von der Abwesenheit alles Kohlensilbers.

Die Wägungen wurden mit einer Wage angestellt, die bei 20 Grammten Belastung ein halbes Milligramm noch vollkommen sicher anzeigte. Die Gewichte (von Oertling in Berlin) wurden vor der Wägung sorgfältig verglichen, sie zeigten keinen wahrnehmbaren Fehler in ihren Unterabtheilungen.

Es wurde zuletzt die Vorsicht gebraucht, die Hälfte der Versuche mit frisch dargestelltem Salze anzustellen; wir heben ganz besonders hervor, daß sich die Zahlen auf Salze von verschiedenen Bereitungsarten beziehen.

Das weinsaure Silberoxyd ist nicht ganz leicht im krystallinischen Zustande zu erhalten. Fällt man salpetersaures Silberoxyd mit reinem Seignettesalz in der Kälte, dem man durch Zusatz von etwas Salpetersäure die schwach alkalische Reaction genommen hat, die es gewöhnlich besitzt, so entsteht ein käsiger, nicht krystallinischer Niederschlag. Geschieht die Fällung durch Mischung der siedend heißen verdünnten Auflösungen, so färbt sich die Flüssigkeit bräunlich, ohne Trübung, und beim Erkalten schlägt sich metallisches Silber in braunen Blättchen nieder. Nimmt man hingegen eine verdünnte Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd, erhitzt sie auf 80—85° C. und gießt nun eine mäfsig concentrirte heiße Auflösung von weinsaurem Natron-Kali hinzu, so entsteht ein Niederschlag, der beim Umschütteln anfänglich wieder verschwindet, hört man mit dem Zusatz des weinsauren Natron-Kalis auf, sobald der Niederschlag bleibend wird und sich nicht wieder auflöst und läßt nun erkalten, so scheidet sich das weinsaure Silberoxyd in feinen Schuppen ab, welche nach dem vollkommenen Auswaschen und Trocknen blendendweifs, metallisch glänzend, wie polirtes Silber sind.

Zu dieser Darstellung muß die Flüssigkeit stets einen schwachen Ueberschuß von salpetersaurem Silberoxyd enthalten.

Das reine weinsäure Silberoxyd wurde mit den nämlichen Vorsichtsmafsregeln, wie das essigsäure Silberoxyd getrocknet und sein Silbergehalt durch Verbrennung bestimmt. Bei gelinder Erwärmung des Salzes destillirt Brenzweinsäure und Kohlensäure ab und es bleibt, ohne Spritzen und Aufblähen, ein Schwamm von glänzendem metallischem Silber, welches mit Wasser ausgelaugt, an dieses keine Spur von Alkali abgab. Von vier Bestimmungen, die wir anführen, sind je zwei mit Salzen von verschiedener Bereitungsart angestellt, die fünfte wurde, von einem von uns, bei Gelegenheit seiner Untersuchung über die Constitution der organischen Säuren mit ganz besonderer Sorgfalt und in der Absicht angestellt, eine mögliche Verschiedenheit in dem Atomgewicht der Weinsäure und Traubensäure zu entdecken.

Zur Darstellung des traubensauren Silberoxyds wurde sehr reine Traubensäure mit Ammoniak zur Hälfte neutralisirt, das entstandene schwerlösliche saure Salz mit Wasser abgewaschen, in ammoniakhaltigem Wasser zum zweitenmal gelöst und mit Salpetersäure wieder gefällt. Das erhaltene saure traubensaure Ammoniak war blendend weiß und vollkommen rein, es wurde ganz nach dem beim weinsäuren Silberoxyd beschriebenen Verfahren zur Darstellung von krystallinischem traubensaurem Silberoxyd angewendet. Beide unterscheiden sich dem Ansehen nach nicht von einander, allein das traubensaure Salz ist minder löslich in heißem Wasser, als das weinsäure.

Das äpfelsäure Silberoxyd wurde mittelst saurem äpfelsäurem Kalk und salpetersaurem Silberoxyd dargestellt. Der saure äpfelsäure Kalk ist durch Krystallisation vermöge seiner sehr ungleichen Löslichkeit in heißem und kaltem Wasser sehr leicht vollkommen rein zu erhalten; das salpe-

tersaure Silberoxyd wurde mit der warmen verdünnten Auflösung des sauren äpfelsauren Kalksalzes vermischt, wo sich sogleich ein körnig krystallinischer, sehr schwerer Niederschlag bildet. Da das Waschwasser des Silberniederschlags auch nach mehrtägigem Auswaschen noch Spuren von Kalk enthält, so wurde der ganze Niederschlag in sehr verdünnter Salpetersäure gelöst und zu dieser Auflösung tropfenweise Ammoniak zugesetzt, mit der Vorsicht, daß stets freie Säure

Nro.	Gew. d. Salzes in Grammen	Gew. d. Silbers in Grammen	in 100 Thei-	
			Silber	Silberoxyd
<i>Essigsäures</i>				
1	4,8735	3,1490	64,615	69,396
2	7,5870	4,9030	64,624	69,402
3	6,4520	4,6950	64,623	69,405
4	5,7905	4,7415	64,614	69,395
5	4,1000	2,6490	64,610	69,390
Mittel	28,803	18,612	64,618	69,390
<i>Weinsäures</i>				
1	3,8400	2,2770	59,297	63,684
2	2,7597	1,6365	59,299	63,688
3	3,2356	1,9183	59,287	63,674
4	5,4217	3,2147	59,293	63,682
5	0,9630	0,5710	59,293	63,681
Mittel	16,220	9,6175	59,294	63,682
<i>Traubensäures</i>				
1	5,2640	3,1210	59,290	63,676
2	9,2668	5,4945	59,292	63,679
3	4,6730	2,7706	59,287	63,674
4	1,6320	0,9675	59,283	63,670
5	6,5976	3,9113	59,284	63,671
Mittel	27,4334	16,2648	59,287	63,675
<i>Äpfelsäures</i>				
1	6,8730	4,2610	61,996	66,583
2	4,2635	2,6440	62,015	66,604
3	4,4305	2,7495	62,059	66,651
4	5,6490	3,5030	62,011	66,599
5	4,6820	2,9015	61,972	66,557
Mittel	25,898	16,059	62,009	66,597

im Ueberschufs vorhanden blieb. Das äpfelsaure Silberoxyd scheidet sich in diesem Fall kalk- und ammoniakfrei ab und ist nach dem fortgesetzten Auswaschen vollkommen rein.

Das äpfelsaure Silberoxyd zerlegt sich beim Erhitzen, indem es zusammenschmilzt, unter Entwicklung von Fumarsäure, Kohlensäure und Wasser, es bleibt ein lockerer kohlenfreier Silberkuchen.

Es folgen nun in tabellarischer Uebersicht die Resultate unserer Versuche:

len		Atomgewicht des		Summe der 4		Kohlenstoffatom.
Säure		Salzes		Kohlenstoffatome		
<i>Silberoxyd.</i>						
30,604	„	2091,790	„	302,745	„	75,686
30,598	„	2091,504	„	302,458	„	75,615
30,595	„	2091,511	„	302,465	„	75,616
30,605	„	2091,804	„	302,758	„	75,689
30,610	„	2091,951	„	302,905	„	75,726
30,601	„	2091,680	„	302,634	„	75,658
<i>Silberoxyd.</i>						
36,316	„	2279,390	„	302,824	„	75,706
36,312	„	2279,270	„	302,704	„	75,076
36,326	„	2279,751	„	303,185	„	75,799
36,318	„	2279,530	„	302,964	„	75,741
36,319	„	2279,505	„	302,939	„	75,735
36,318	„	2279,491	„	302,925	„	75,731
<i>Silberoxyd.</i>						
36,324	„	2279,670	„	303,104	„	75,776
36,321	„	2279,561	„	302,994	„	75,749
36,326	„	2279,751	„	303,184	„	75,796
36,330	„	2279,920	„	303,354	„	75,838
36,329	„	2279,890	„	303,325	„	75,831
36,325	„	2279,711	„	304,145	„	75,786
<i>Silberoxyd.</i>						
33,417	„	2180,141	„	303,575	„	75,894
33,396	„	2179,490	„	302,924	„	75,731
33,349	„	2177,951	„	301,385	„	75,346
33,301	„	2179,621	„	303,054	„	75,764
33,443	„	2181,011	„	304,444	„	76,111
33,403	„	2179,707	„	303,141	„	75,785

Man wird auf den ersten Blick bemerken, daß unsere Resultate, was das Verhältniß des Oxyds und der Säure betrifft, bis auf die dritte, bei den meisten selbst noch in der vierten Dezimale bei einem jeden Salz einerlei Zahl ergeben, und es konnte kaum, wie wir glauben, eine bessere Auswahl unter den Silbersalzen, als wie die gewählte, getroffen werden, da das Verhältniß des Sauerstoffs in den vier Salzen ebenso ungleich, wie das des Wasserstoffs ist; wenn durch den Wasserstoff ein Fehler hätte verursacht werden können, so konnte er der Beobachtung unmöglich entgehen.

Der Sauerstoff verhält sich in der Essigsäure, Aepfelsäure, Traubensäure und Weinsäure, wie die Zahlen 3:4:5; der Wasserstoff wie 4:6.

Von einer fremden Beimischung in diesen Salzen, wodurch das Kohlenstoffatom hätte vergrößert werden können, kann nach einer Uebereinstimmung, wie die ist, welche unsere Analysen zeigen, nicht die Rede seyn. Wir haben aber noch andere directe Beweise für ihre Richtigkeit und diese sind die Zahlen, welche Berzelius in seinen Analysen des wein- und traubensauren Bleioxyds erhalten hat, Zahlen, die wir hier folgen lassen.

*Weinsaures Bleioxyd.*

Nro.	Salz	Bleioxyd	in 100 Theilen	
			Bleioxyd	Säure
1	„ 2,000	„ 1,25449	„ 62,7245	„ 37,2755
2	„ 2,000	„ 1,25434	„ 62,7170	„ 37,2830
3	„ 2,000	„ 1,25522	„ 62,7610	„ 37,2390
4	„ 2,8873	„ 1,81212	„ 62,7618	„ 37,2382
Mittel	„ 8,8873	„ 5,57617	„ 62,7431	„ 37,2569



Nro.	Atomgewicht des Salzes.	Summe von 4 Kohlenstoffatomen	Atomgewicht des Kohlenstoffs
1	2223,191	303,743	75,936
2	2223,460	304,012	76,003
3	2221,904	302,456	75,614
4	2221,871	302,423	75,606
Mittel	2222,531	303,082	75,771.

*Traubensaures Bleioxyd.*

Mittel aus mehreren Versuchen.

2,000 Salz gaben 1,2550 Bleioxyd, hieraus 2222,200 als Atomgewicht des Salzes, 302,842 als die Summe von 4 Kohlenstoffatomen, und 75,711 als Atomgewicht des Kohlenstoffs.

Die Resultate unserer Analysen des essigsauren, weinsauren, traubensauren und äpfelsauren Silberoxyds geben im Mittel von je fünf Versuchen folgende Verhältnisse:

	Salz	Silber	Atomgewicht	
			des Salzes	d. Kohlenstoffs
Essigsaures Silberoxyd	28,803	18,612	2091,680	75,658
Weinsaures „	16,220	9,6175	2279,491	75,731
Traubensaures „	27,4334	16,2648	2279,711	75,786
Äpfelsaures „	25,898	16,059	2179,707	75,785

Wenn man unsere Versuche einzeln unter einander vergleicht, das gefundene Atomgewicht des Kohlenstoffs nemlich aus dem einen Salz, mit dem aus den andern, so bemerkt man leicht, daß die aus einerlei Salzanalysen abgeleiteten Zahlen mit einander genauer stimmen, als die abgeleiteten Mittelzahlen aus den verschiedenen Silbersalzen.

Dieser Abweichung muß, der Natur der Sache nach, eine Ursache zu Grunde liegen, wenn die Versuche selbst als vollkommen genau angenommen werden. Diese Ursache konnte nämlich keine andere, als das specifische Gewicht

seyn, was diese verschiedenen Salze besitzen; sie waren in der Luft und nicht im luftleeren Raume gewogen worden, je nach dem Verhältniß ihrer ungleichen Dichtigkeit mußten sie ungleiche Volumina Luft aus dem Raum verdrängen. Alle diese Salze mußten beim Wiegen an Gewicht verlieren, das specifisch leichtere mehr als das specifisch schwerere Salz. Schon Clarke hat auf dieses Verhältniß bei Gewichtsbestimmungen bei Gelegenheit der Versammlung der brittischen Naturforscher in Birmingham im Jahr 1839 aufmerksam gemacht und die Versuche von Berzelius darnach berichtigt; es ist klar, daß bei Wägungen von 1—2 Grammen Substanz diese Unterschiede auf die Zahlenverhältnisse ganz ohne Einfluß sind, allein bei 20 und mehr Grammen darf eine Correction nicht vernachlässigt werden.

Die Kenntniß des specifischen Gewichts des Salzes muß dieser Correction zu Grunde gelegt werden. Wir haben die specifischen Gewichte der von uns analysirten Salze auf die Weise bestimmt, daß wir bekannte Gewichte davon in einer gesättigten Auflösung des Salzes in Wasser wogen und das specifische Gewicht dieser Auflösung mit dem von reinem Wasser verglichen.

3,1281 Grm. essigsaures Silberoxyd verdrängten 1,000 Grm. Wasser = 1 Kubikcentimeter Wasser bei 15°, 1 Kubikcentimeter Luft wiegt aber bei dieser Temperatur 0,00123 Grm. ( $\log. 0,0905137 - 2$ ), es verdrängten also 28,803 Grm. essigsaures Silberoxyd 0,0113 Grm. atmosphärische Luft. Diese 28,803 Grm. Salz wogen demnach eigentlich 28,814 Grm.; allein sein Gewicht war mit 28,803 Grm. Messinggewicht bestimmt, welche bei 7,8 spec. Gewicht 0,00455 Grm. Luft verdrängten, d. h., um so viel an Gewicht in der Luft verloren.

Obige 28,814 Grm. essigsaures Silberoxyd wogen daher 28,8098 Grm. und die nach seinem Verbrennen rückbleibenden 18,612 Grm. metallisches Silber wiegen bloß 18,6113 Grm.

Von 28,8098 Silbersalz sind nach dieser Correction erhalten worden 18,6113 metallisches Silber.

Wenn man auf gleiche Art das Atomgewicht des weinsauren Silberoxyds, dessen spec. Gewicht = 3,4321, das des traubensauren Silberoxyds, sein spec. Gewicht ist = 3,7752, das des äpfelsauren Silberoxyds, mit einem spec. Gewicht = 4,0016, auf den leeren Raum reduzirt, so hat man

	Salz	Silber	Atom des Kohlenstoffs	
				Differenz v. Mittel.
Essigsaures Silberoxyd	28,8098	18,6113	75,804	— 0,050
Weinsaures „	16,223	9,6171	75,861	+ 0,007
Traubensaures „	27,438	16,2641	75,908	+ 0,054
Äpfelsaures „	25,9019	16,0596	75,843	— 0,011
Mittel der Atomgewichte des Kohlenstoffs			75,854	

Die Differenzen liegen also in der vierten Stelle oder in der zweiten Dezimale von der Atomzahl des Kohlenstoffs.

*Das Atomgewicht des Kohlenstoffs ist demnach 75,854.*

Multipliziert man das Atomgewicht des Kohlenstoffs, so wie wir es festgestellt haben, mit dem spec. Gewicht des Sauerstoffs  $75,854 \times 1,1026$ , so erhält man für das hypothetische Gewicht eines Volumens Kohlenstoffdampfes 0,83636 und addirt man hierzu 2 Vol. Sauerstoffgas . . . 2,20520

3,04156  
2

so hat man für das spec. Gewicht des kohlen-sauren Gases 1,521.

Es ist durch directe Wägung des kohlen-sauren Gases  
10 \* gefunden worden:

	spec. Gewicht der Kohlensäure	Atomgewicht. berechnet.
von Biot und Arago	1,519	— 75,530
von Berzelius u. Dulong	1,524	— 76,437
		gefunden.
Nach d. Berechnung obiger Analysen	1,521	— 75,854.

Wir betrachten es als eine neue Bürgschaft für die Richtigkeit des von uns ausgemittelten Kohlenstoffatoms, daß unsere Resultate in der Mitte liegen, zwischen den Beobachtungen von vier so ausgezeichneten Experimentatoren, und jeder Zweifel muß verschwinden, wenn man erwägt, daß mit unserer Zahl die Differenzen in den organischen Analysen ihre natürliche Erklärung finden. \*)

---

\*) *Auszug aus einem Briefe von Berzelius an Prof. Wöhler, vom 2. April 1841.* — „Baron Wrede ist mit Versuchen über das spec. „Gewicht der Gase beschäftigt. Er hat sich eigene Methoden ausgedacht, um die Gase in reinem Zustande in die Kugel gefüllt zu bekommen, welche die von mir und Dulong angewandten übertreffen. Die bis jetzt von ihm gemachten Wägungen des Kohlensäuregases stimmen mit den von Dulong und mir gemachten nahe überein. Allein er hat gefunden, daß das spec. Gewicht des Kohlensäuregases nicht bei ungleichem Druck gleich ist, es nimmt mit Verminderung des Drucks um  $\frac{1}{3}$  Atmosphärendruck ab; darunter ist es constant. Es hat also bei gewöhnlichem Druck ein so hohes specifisches Gewicht und enthält mehr als 1 Volumen Sauerstoffgas. Daraus ist es klar, daß das davon berechnete Atomgewicht des Kohlenstoffs zu hoch ist. Von seinem spec. Gewicht bei  $\frac{1}{3}$  Atmosphäre Druck berechnet, giebt es 75,7 Atomgewicht. Indessen hat er bis jetzt erst drei Wägungen gemacht, die er mehr als vorläufige Uebungsversuche betrachtet. „Ich werde morgen bei der vierten Wägung zugegen seyn“.