

Arbeit liegt. Ueber die Entdeckung der wichtigsten Reagentien, über die Auffindung der wichtigsten Scheidungsmethoden das nachzutragen, was in dieser allgemeinen Darstellung keinen Platz finden konnte, wird die Geschichte der betreffenden Substanzen in den folgenden Theilen Gelegenheit bieten.

Quantitative Analyse.

Wir wollen dem Vorhergehenden noch Einiges über die Fortschritte der Kunst, die Bestandtheile einer Verbindung quantitativ zu bestimmen, hinzufügen, abge sondert, weil dieser Zweig der analytischen Chemie erst dann seine hauptsächlichsten Fortschritte macht, nachdem die qualitative Analyse schon ihren jetzigen Charakter angenommen hat.

Die vorstehenden Abschnitte enthalten bereits mehreres auf die quantitative Analyse Bezügliche; so diente die Cupellation schon in den früheren Zeiten zu quantitativen Bestimmungen. Wir wollen hier indeß vorzugsweise der Erkenntniß der Zusammensetzung eigentlicher chemischer Verbindungen nach Gewicht Aufmerksamkeit schenken.

Die erste Kenntniß der Zusammensetzung in dieser Beziehung geschah nicht auf analytischem Wege, sondern auf synthetischem. Die Waage wurde überhaupt in der Chemie lange nur zum Behuf der Zusammensetzung angewandt, spät erst, um die Zerlegungsproducte genauer zu ermitteln. Die erstere Anwendung fand sie schon bei den Alten; für die Zubereitung von Arzneimitteln, für die Zusammensetzung von Legirungen schrieb man damals schon bestimmte Gewichtsverhältnisse vor.

In der analytischen Chemie fand die Waage bis zu dem 17. Jahrhundert keine Anwendung, außer in der Probirkunst. Die Betrachtungsweise der Chemiker schloß damals, und lange nachher noch, viel zu wenig die Beachtung der quantitativen Verhältnisse ein, als daß man mittelst der Waage Behauptungen zu rechtfertigen oder zu widerlegen versucht hätte. In dem 17. Jahrhundert wandten einzelne Gelehrte zwar die Waage in dieser Beziehung an, ohne indeß bald Nachfolger zu finden. Rey gründete auf

Erste Beachtung der Gewichtsverhältnisse bei der Analyse.

die Beobachtung der Gewichtsverhältnisse eine Theorie über die Verkalkung der Metalle (vergl. da), van Helmont bediente sich ihrer, um seine Meinung über die Verwandlung des Wassers in vegetabilische Substanz zu rechtfertigen (vergl. I. Theil, Seite 120). Analytische Bestimmungen liegen indeß aus jener Zeit nur sehr wenige vor. Die Angaben über die Gewichtszunahme bei Verkalkung von Metallen gehören weniger hierher, weil man sie nicht als zur Kenntniß einer chemischen Verbindung gehörend ansah. Glauber machte eine der ersten Bestimmungen über die Zusammensetzung eines Salzes, indem er angab, sein sal mirabile (Glauberfals) verliere durch Erhitzen $\frac{3}{4}$ (0,75, richtig: 0,56) Wasser. — Boyle theilt einige Angaben mit, welche deutlich zeigen, wie unbeachtet seiner Zeit noch die Gewichtsverhältnisse waren; er hebt hervor, daß der Niederschlag von Silberlösung mit Kochsalz schwerer wiege als das aufgelöste Silber; ganz unbestimmt ist auch seine Angabe, daß, um den mit Kohle verpufften Salpeter wieder herzustellen, man ihm soviel Säure wieder zufügen müsse, als er durch die Verbrennung verloren habe. Sehr deutlich zeigen die Fertigkeit, welche man um das Ende des 17. Jahrhunderts in quantitativen Bestimmungen hatte, die Resultate, welche Homberg und der ältere Geoffroy über die Zusammensetzung einiger Salze berichten. Homberg untersuchte 1699, wieviel von verschiedenen Säuren zur Neutralisation einer constanten Menge Weinsteinosalzes nöthig ist, und wieviel die wohlgetrocknete Verbindung sodann wiegt, und kam zu dem Resultate, daß alle Säuren durch diese Operation das Gewicht des Weinsteinosalzes um gleichviel vermehren (vergl. das Genauere in der Geschichte der Stöchiometrie in diesem Theile). Homberg war übrigens der Erste, welcher das Concentriren einer wässerigen Säure an einer Basis anempfahl, um die Menge der in jener enthaltenen wirklichen Säure zu ermitteln; die entweichende Kohlensäure brachte er freilich nicht mit in Rechnung. St. F. Geoffroy untersuchte 1717 den Salpeter und gab seine quantitative Zusammensetzung an: die Hälfte ist Wasser, ein Viertel absorbirende Erde und das letzte Viertel Säure.

Erste Beachtung
der Gewichtsverhältnisse bei der
Analyse.

Stahl's Schule legte, wie wir im I. Theile ausführlich besprochen haben, kein Gewicht auf quantitative Bestimmungen, und, mit Ausnahme ihrer letzten Anhänger, hat sie in dieser Beziehung nichts geleistet; nur hin und wieder kommt eine solche Angabe vor. So berichtet Marggraf 1749, daß zwei Unzen Silber, in Salpetersäure gelöst und mit Kochsalz gefällt,

Erste Beachtung
der Gewichtsver-
hältnisse bei der
Analyse.

einen Niederschlag geben, der getrocknet zwei Unzen, fünf Drachmen und vier Gran wiegt (richtig: zwei Unzen, fünf Drachmen und funfzehn Gran). Der Schwede Heinrich Theodor Scheffer suchte gleichfalls um 1750 ¹⁾ die quantitative Zusammensetzung einiger chemischen Verbindungen zu bestimmen, und zwar in folgender indirecten Weise. Er sagt: Wenn man 16 Loth abgeknistertes Kochsalz mit 13 Loth starker Vitriolsäure destillirt und den Rückstand glüht, so findet man ihn $19\frac{1}{2}$ Loth schwer. — Wenn man 16 Loth Kochsalz mit nur 8 Loth Vitriolsäure destillirt, so wird man finden, daß das Zurückbleibsel 18 Loth wiegt. Es sind hierbei offenbar 6 Loth Salzsäure fortgegangen ($16 + 8 - 18$), wenn aber 8 Loth Schwefelsäure 6 Loth Salzsäure austreiben, so müssen 13 Loth der ersteren $9\frac{1}{2}$ der letzteren verdrängen. Es sind also in 16 Loth Kochsalz $9\frac{1}{2}$ Loth Säure und folglich $6\frac{1}{2}$ Loth mineralisches Laugensalz (richtig: $7\frac{1}{2}$ der ersteren und $8\frac{1}{2}$ des letzteren) enthalten, dagegen in $19\frac{1}{2}$ Loth (wasserfreiem) Glaubersalz ebenso viel ($6\frac{1}{2}$) Laugensalz, aber 13 Loth Vitriolsäure (richtig: $8\frac{1}{2}$ des ersteren und 11 der letzteren) stecken. —

Analysen von
Cavendish's.

Etwas genauer als diese ersten Versuche, die Zusammensetzung einiger Salze festzustellen, sind die Beobachtungen von Cavendish (1766) über den Kohlen säuregehalt einiger Salze; doch lassen nur wenige seiner Angaben eine Vergleichung mit unseren jetzigen Kenntnissen zu, weil sie meist auf unreine Stoffe gehen, auf Varietäten desselben Salzes nach seinem verschiedenen Vorkommen, auf Salze von wechselnder Zusammensetzung, wie kohlen saures Ammoniak u. s. w. Ich gebe hier nur zwei derselben wieder; Cavendish erhielt:

aus 1000 Grains Marmor 408 fixe Luft (richtig 436)

„ „ „ Potasche 423 „ „ („ 318).

Analysen von
Bergman.

Eine genauere Kenntniß, wieviel von den Bestandtheilen in den verschiedenen chemischen Verbindungen, und namentlich in den Salzen, enthalten ist, wurde erst durch Bergman's, Wenzel's, Kirwan's und einiger gleichzeitigen Chemiker Bemühungen eingeleitet. — Bergman besonders lenkte dieser Art von Bestimmungen die allgemeynere Aufmerksam-

¹⁾ Die Zeit, wann Scheffer diese Bestimmungen gemacht hat, ist nicht genau bekannt. Er erwähnt ihrer in seinen Vorlesungen über Chemie, welche nach dem Hest von Alströmer 1775 nach Scheffer's Tode durch Bergman veröffentlicht wurden. Alströmer besuchte Scheffer's Vorträge 1750.

keit zu. Einen unsterblichen Namen hat er sich dadurch in der Geschichte der analytischen Chemie erworben, daß er zuerst es einführte, einen Bestandtheil nicht immer im isolirten Zustande bestimmen zu wollen, sondern in derjenigen, ihrer Zusammensetzung nach genau bekannten, Verbindung, welche sich am leichtesten isoliren läßt. Ueber seine Methode einen Begriff zu geben, diene die Angabe, wie er die Zusammensetzung der Kali- und Natronsalze bestimmt. Zu diesen Bestimmungen nimmt er Potasche und Soda. Diese soll man erstlich gelind glühen, um sie wasserfrei zu machen. Zweitens ein bestimmtes Gewicht davon abwägen, in ein geräumiges Glas *A* bringen und in etwas Wasser lösen. Drittens thue man in ein kleineres Glas *B* etwas von der Säure, für deren Salz man die Zusammensetzung kennen lernen will. Viertens verstopfe man *A* und *B*, und bestimme ihr Gewicht. Fünftens gieße man allmählig die Säure aus *B* in *A* und bedecke nach jedesmaligem Zugießen *A* lose mit seinem Stopfen, damit bei dem Aufbrausen keine Feuchtigkeit entweiche. Wenn die Zersetzung vollständig ist, so wiege man sechstens *A* und *B* wieder; sie werden zusammen weniger wiegen als vorher, um so viel, als in der angewandten Menge Salz Kohlensäure enthalten war. Siebentes wird diese Gewichts-differenz von der angewandten Menge kohlen-sauren Salzes abgezogen, und man erhält die Menge reinen Alkali's, die darin vorhanden war. Ahtens wird die Flüssigkeit in *A* abgedunstet und gelinde geglüht; die Menge Salz, welche man erhält, besteht aus der Menge Alkali, die durch das siebente Verfahren gefunden wurde, und aus soviel Säure, als das Salz über diese Menge Alkali wiegt.

Die unmittelbaren Resultate dieses Verfahrens werde ich unten bei der Geschichte der Verwandtschaftslehre mittheilen; ich gebe hier noch eine Zusammenstellung Bergman'scher Analysen aus den Jahren 1775 bis 1784, welche die Genauigkeit seiner Bestimmungen beurtheilen lassen; die heutigen Annahmen über die Zusammensetzung füge ich in Klammern bei.

Nach Bergman enthalten 100 Theile:

	Kry stall. Soda.	Doppeltkohlens. Kali.	Eisenvitriol.	Kupfervitriol.
Basis . .	20 (21,8)	48 (47,0)	23 (25,4)	20 (31,8)
Säure . .	16 (15,4)	20 (44,0)	39 (29,0)	40 (32,1)
Wasser . .	64 (62,8)	32 (9,0)	38 (45,6)	40 (36,1).
	Schwefels. Kali.	Salzf. Kali.	Schwefels. Natron.	Kochsalz.
Basis . .	52 (54,1)	61 (63,3)	15 (19,4)	42 (53,3)
Säure . .	40 (45,9)	31 (36,7)	27 (24,8)	52 (46,7)
Wasser . .	8	8	58 (55,8)	6

Analysen von Bergman.	Kalkspath.	Gyps.	Kohlens. Baryt.	Bittersalz.
Basis . .	55 (56,3)	32 (32,9)	65 (77,6)	19 (16,7)
Säure . .	34 (43,7)	46 (46,3)	7 (22,4)	33 (32,4)
Wasser . .	11	22 (20,8)	28	48 (50,9).

Ich führe hier immer die Berechnung nach der Hypothese an, daß die Chlormetalle salzsaure Salze seien, wie es die Urheber der mitzutheilenden Analysen annahmen.

Analysen von Wenzel.

Zu der Zeit, wo Bergman sich mit quantitativen Bestimmungen zu beschäftigen anfing, 1777, publicirte Wenzel Analysen von Salzen, welche mit Bergman's Angaben in keiner Weise übereinstimmten. Wenzel schlug ähnliche Verfahrensweisen ein wie Bergman; wie nahe er damit der Wahrheit kam, zeigt folgende Zusammenstellung:

	Salpeters. Natron.	Salpeters. Kali.	Salpeters. Kalk.	Salpeters. Bittererde.
Basis . .	37,5 (36,6)	48,1 (46,6)	33,8 (34,5)	28 (27,6)
Säure . .	62,5 (63,4)	51,9 (53,4)	66,2 (65,5)	72 (72,4)
	Schwefels. Kali.	Salzf. Kali.	Schwefels. Natron.	Kochsalz.
Basis . .	54,8 (54,1)	64,7 (63,3)	19,5 (19,4)	54,3 (53,3)
Säure . .	45,2 (45,9)	35,3 (36,7)	24,3 (24,8)	45,7 (46,7)
Wasser . .	—	—	55,2 (55,8)	—
	Schwefels. Zink.	Schwefels. Kalk.	Essig. Natron.	Bittersalz.
Basis . .	46,2 (50,1)	40,2 (41,5)	39,7 (38,0)	16,9 (16,7)
Säure . .	53,8 (49,9)	59,8 (58,5)	60,3 (62,0)	30,6 (32,4)
Wasser . .	—	—	—	52,5 (50,9).

Nach ihm geben weiter:

100 metallisches Blei	143,3 (146,4)	Bleivitriol
»	»	137,5 (134,2) salzf. Blei
»	»	Silber 132,5 (132,8) salzf. Silber.

Wenzel's Analysen blieben ebenso unbeachtet, wie seine auf sie gestützten theoretischen Folgerungen (vergl. Geschichte der Stöchiometrie in diesem Theile). Seinen so genauen Angaben fehlte der Glanz eines berühmten Namens, welcher die unrichtigen Resultate Bergman's überall angenommen werden ließ. Die Chemiker, welche die quantitative Zusammensetzung der Salze untersuchten, strebten nicht danach, sich zu Wenzel's Genauigkeit zu erheben, sondern verglichen ihre Resultate nur mit denen Bergman's. Unter ihnen müssen wir hier zuerst Wiegleb's erwähnen, der schon 1781 nach Bergman's oben angegebenen Verfahren controlirende Versuche anstellte. Er fand die Zusammensetzung für folgende wasserfreie Salze:

	Kohlenf. Kali.	Schwefels. Kali.	Salpeters. Kali.	Salzf. Kali.	Analysen von Wiegleb.
Basis . .	52 (68,1)	49,5 (54,1)	53,5 (46,6)	80 (63,3)	
Säure . .	48 (31,9)	50,5 (45,9)	46,5 (53,4)	20 (36,7)	

	Kohlenf. Natron.	Schwefels. Natron.	Salpeters. Natron.	Salzf. Natron.
Basis . .	64—56 (58,6)	43,6 (43,8)	41,8 (36,6)	53,2 (53,3)
Säure . .	36—44 (41,4)	56,4 (56,2)	58,2 (63,4)	46,8 (46,7).

Ehe wir weiter mit der Zusammenstellung fortfahren, welche uns die Fortschritte in der Kenntniß über die Zusammensetzung der Salze zeigt, müssen wir hier den Einfluß von Lavoisier auf die quantitative Analyse besprechen, der um jene Zeit, um 1790, Geltung gewann. Bereits in der Einleitung zum V. Zeitalter in dem I. Theile wurde hervorgehoben, welche Wichtigkeit seine Arbeiten für die Beachtung der Gewichtsverhältnisse überhaupt hatten; daß durch ihn eigentlich zuerst zur allgemeinen Anerkennung gebracht wurde, die Summe der Gewichte der Bestandtheile müsse dem Gewichte der Verbindung gleich sein, von dem Gewichte der Materie gehe durch chemische Operationen nichts verloren und werde nichts erzeugt. Wir heben dies hier nochmals hervor, weil um 1790 diese Wahrheit noch keineswegs allgemein erkannt war, wie denn z. B. Hermstädt noch 1786 eine Beobachtung publicirte, nach welcher ein Pfund Braunstein 1430 Cubikzoll Luft, Sauerstoff, beim Erhitzen abgab, ohne an Gewicht zu verlieren. — Lavoisier's quantitative Analysen gingen indeß nicht auf die Salze, deren Untersuchung die anderen gleichzeitigen Chemiker vorzugsweise beschäftigte, sondern zur Begründung der antiphlogistischen Theorie untersuchte er hauptsächlich die Zusammensetzung der Säuren, des Wassers und, größtentheils nach fremden Versuchen, die der Dryde (vergl. die Geschichte dieser im III. Theile). Einige seiner Resultate sind folgende:

Analysen von
Lavoisier.

	Kohlensäure.	Salpetersäure.	Phosphorsäure.
Kohlenstoff	28 (27,3)	Stickstoff 20,5 (26,2)	Phosphor 39,4 (44,0)
Sauerstoff	72 (72,7)	Sauerstoff 79,5 (73,8)	Sauerstoff 60,6 (56,0).

Auf dieselbe Klasse von Körpern richteten Berthollet, Fourcroy und Andere vorzugsweise damals ihre analytischen Bestrebungen.

Kehren wir jedoch zurück zu der Angabe der Verbesserungen, welche hinsichtlich der Kenntniß über die quantitative Zusammensetzung der Salze versucht wurden. In dem letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts waren in dieser Beziehung besonders Kirwan und Richter thätig. Des Ersteren Untersuchungen über die Zusammensetzung der Salze schließen sich an die

Bergman's an, und wie dieser glaubte er einen Zusammenhang zwischen den Quantitäten von Säuren und Basen, die sich neutralisiren, und der Affinität zwischen ihnen zu finden (vergl. Geschichte der Verwandtschaftslehre); des Letzteren Arbeiten setzen die Bemühungen von Wenzel fort, allgemeine Gesetze über die Proportionen der Bestandtheile in den Neutralsalzen aufzufinden (vergl. Geschichte der Stöchiometrie).

Kirwan untersuchte, namentlich 1790—1800, eine große Menge von Salzen; seine Arbeiten darüber stehen noch in Verbindung mit seinen Bemühungen, den Gehalt an wahrer Säure in den wässerigen Mineralsäuren aus dem spezifischen Gewichte bestimmen zu können.

	Soda.	Doppelkohlensf. Kali.	Schwefelsf. Natron.	Schwefelsf. Bittererde.
Basis .	60 (58,6)	41 (47,0)	43,9 (43,8)	36,7 (34,0)
Säure .	40 (41,4)	43 (44,0)	56,1 (56,2)	63,3 (66,0)
Wasser .	—	16 (9,0)	—	—

	Schwefelsf. Kali.	Salzf. Kali.	Glauberfalz.	Kochsalz.
Basis . .	54,8 (54,1)	64 (63,3)	18,5 (19,4)	53 (53,3)
Säure . .	45,2 (45,9)	36 (36,7)	23,5 (24,8)	47 (46,7)
Wasser . .	—	—	58,0 (55,8)	—

	Kohlensf. Kalkf.	Gyps.	Schwefelsf. Baryt.	Bittersalz.
Basis . .	55 (56,3)	35,2 (32,9)	67 (65,6)	17,0 (16,7)
Säure . .	45 (43,7)	50,4 (46,3)	33 (34,4)	29,3 (32,4)
Wasser . .	—	14,4 (20,8)	—	55,7 (50,9)

	Eisenvitriol.	Bleivitriol.	Kupfervitriol.	Zinkvitriol.
Basis . .	28 (25,4)	75,0 (73,6)	41,2 (31,8)	40,6 (28,1)
Säure . .	26 (29,0)	23,4 (26,4)	30,3 (32,1)	20,4 (28,0)
Wasser . .	46 (45,6)	1,6	28,5 (36,1)	39,0 (43,9).

Kirwan erlangte in seinen Endresultaten mehr Richtigkeit, weil er eine größere Zahl von früheren Analysen zur Vergleichung benutzen konnte, was für Bergman nicht möglich gewesen war. Die Uebereinstimmung verschiedener Chemiker hinsichtlich der Zusammensetzung eines Salzes sah Kirwan für den einzigen Anhaltspunkt an, ob die letztere für richtig erkannt zu erachten sei; er benutzte nicht zur Controle seiner Analysen die Entdeckungen in der Stöchiometrie, welche Wenzel schon klar erkannt hatte. — Unter den damaligen Analytikern Englands ist noch Black hervorzuheben, der namentlich 1794 bei Gelegenheit seiner Analyse des Geyserwassers von Island mehrere quantitative Angaben publicirte; ihre Genauigkeit zeigen folgende Proben; nach seinen Versuchen

Analysen von
Kirwan.

Analysen von
Black.

bestehen 100 krystall. Soda aus 21,2 (21,8) Natron, 14,8 (15,4) Kohlenf.,
64,0 (62,8) Wasser.
enthalten 100 schwefels. Natron so viel Säure als 170 (163,5) schwefels. Baryt.
» 100 Kochsalz » » » » 235 (244,6) salzf. Silber.

In Deutschland beschäftigte sich 1790 — 1800 vorzüglich Richter mit der Analyse von Salzen, um dadurch die Gültigkeit der von Wenzel und von ihm aufgefundenen stöchiometrischen Gesetze zu bestätigen. An Genauigkeit blieb er hinter Wenzel weit zurück; indem er die Möglichkeit, aus der empirischen Ermittlung der Zusammensetzung einiger Salze die anderer vorauszubestimmen, einsah, corrigirte er hiernach jede seiner fehlerhaften Analysen nach anderen fehlerhaften, und entfernte sich so in vielen Fällen weit von der Wahrheit. Es zeigt sich dies am besten in der Äquivalententafel, die aus seinen Angaben abgeleitet ist und welche in der Geschichte der Stöchiometrie nachgesehen werden kann; ich gebe deshalb hier nur wenige seiner Analysen:

Analysen von Richter.

	Salpeters. Natron.	Salpeters. Kali.	Schwefels. Baryt.	Salpeters. Strontian.
Wassr . .	37,9 (36,6)	53,3 (46,6)	69 (65,6)	48,6 (58,6)
Säure . .	62,1 (63,4)	46,7 (53,4)	31 (34,4)	51,4 (41,4).
	Salpeters. Kalk.	Schwefels. Kalk.	Eisig. Natron.	Salpeters. Bittererde.
Wassr . .	36,1 (34,5)	44,2 (41,5)	44,6 (38,0)	30,4 (27,6)
Säure . .	63,9 (65,5)	55,8 (58,5)	55,4 (62,0)	69,6 (72,4).

Weit genauer waren die Resultate Laproth's, der behufs seiner Untersuchungen über die Constitution der Mineralien sich zuerst über die Zusammensetzung derjenigen chemischen Verbindungen unterrichten mußte, in welchen man die gewöhnlich vorkommenden Bestandtheile am passendsten abscheidet. Seiner Verdienste um die quantitative Analyse wurde schon früher (I. Theil, Seite 345 ff.) erwähnt; hier bemerke ich noch, daß es auch Laproth war, der zuerst auf die Nothwendigkeit aufmerksam machte, allen Niederschlägen einen constanten Grad der Trockenheit zu geben, am besten sie zu glühen, bevor man sie dem Gewichte nach bestimme. Auf diese Art erhielt er viel richtigere Resultate als seine Vorgänger; die ersten Bände seiner »Beiträge zur chemischen Kenntniß der Mineralkörper« (von 1795 an) enthalten viele Bestimmungen über die Zusammensetzung der wichtigsten Salze; z. B.:

Analysen von Laproth.

Analysen von
Klaproth.

	Krystall. Soda.	Salzf. Kali.	Schwefels. Baryt.	Schwefels. Strontian.
Basis . .	22 (21,8)	63,8 (63,3)	66,7 (65,6)	58 (56,4)
Säure . .	16 (15,4)	36,2 (36,7)	33,3 (34,4)	42 (43,6)
Wasser . .	62 (62,8)	—	—	—

	Schwefels. Kalk.	Gyps.	Kohlenf. Baryt.	Kohlenf. Blei.
Basis . .	42,4 (41,5)	33,0 (32,9)	78—79 (77,6)	83,67 (83,5)
Säure . .	57,6 (58,5)	45,5 (46,3)	22—21 (22,4)	16,33 (16,5)
Wasser . .	—	21,5 (20,8)	—	—

Es geben nach ihm 100 Blei 115 (107,7) Bleiorhd.

" " " " " " 133 (134,2) salzf. Blei.

" " " " " " 141 (146,4) schwefels. Blei.

und ebenso genau bestimmte er die Zusammensetzung anderer natürlich vorkommender Substanzen, z. B.:

	Zinnstein.	Eisenerhd.	Schwefel Silber.	Auripigment.
Metall . .	79,5 (78,6)	67 (69,3)	Metall . 85 (87,1)	62 (60,9)
Sauerstoff	20,5 (21,4)	33 (30,7)	Schwefel . 15 (12,9)	38 (39,1).

Analysen von
B. Rose.

Klaproth's Bemühungen, die Zusammensetzung der wichtigsten Salze genau kennen zu lernen, wurden unterstützt durch die Arbeiten seines Schülers, des jüngern Valentin Rose. Dieser ermittelte 1803—1805 das Verhältniß der Bestandtheile in vielen Salzen; er fand z. B.:

	Krystall. Soda.	Doppeltkohlenf. Natron.	Doppeltkohlenf. Kali.	Salzf. Strontian.
Basis . .	24 (21,8)	37 (37,0)	53 (47,0)	67,85 (65,5)
Säure . .	15 (15,4)	49 (52,3)	43 (44,0)	32,15 (34,5)
Wasser . .	61 (62,8)	14 (10,7)	4 (9,0)	—

	Salzf. Kali.	Salzf. Natron.	Sublmat.	Salzf. Baryt.
Basis . .	66,03 (63,3)	56,8 (53,3)	81,5 (79,9)	75,7 (73,6)
Salzsäure .	33,97 (36,7)	43,2 (46,7)	18,5 (20,1)	24,3 (26,4).

100 Silber geben nach ihm 133 (134,2) salzf. Silber.

Analysen von
Bucholz.

Auch Bucholz, der zu derselben Zeit wie Rose sich mit der quantitativen Analyse der wichtigsten Salze beschäftigte, verdient hier genannt zu werden; seine Resultate entsprechen der Wahrheit sehr nahe; er fand z. B.:

	Schwefels. Kali.	Schwefels. Baryt.	Schwefels. Natron.	Schwefels. Kalk.
Basis . .	55,7 (54,1)	67,5 (65,6)	46,5 (43,8)	43,4 (41,5)
Säure . .	43,3 (45,9)	32,5 (34,4)	53,5 (56,2)	56,6 (58,5)
Wasser . .	1,0	—	—	—

	Schwefels. Blei.	Kohlens. Baryt.	Glauberfalz.	Gyps.
Basis . .	74 (73,6)	79,7 (77,6)	20 (19,4)	33 (32,9)
Säure . .	26 (26,4)	20,0 (22,4)	23 (24,8)	43 (46,3)
Wasser . .	—	0,3	57 (55,8)	24 (20,8).

100 Silber geben nach ihm 133 1/3 (134,2) falzf. Silber.

In Frankreich zeichneten sich zu jener Zeit in der quantitativen Analyse hauptsächlich *Bauquelin* und *Proust* aus; auch ihre Analysen trugen wesentlich dazu bei, die Gesetzmäßigkeiten in der quantitativen Zusammensetzung bald erkennen zu lassen. Nach *Bauquelin*'s damaligen Untersuchungen bestehen z. B.:

Analysen von *Bauquelin*.

	Kohlens. Kali.	Doppeltkohlens. Kali.	Schwefels. Strontian.	Salzf. Strontian.
Basis . .	67 (68,1)	46 (47,0)	54 (56,4)	60,7 (65,5)
Säure . .	33 (31,9)	47 (44,0)	46 (43,6)	39,3 (34,5)
Wasser . .	—	7 (9,0)	—	—

	Halbschwefelkupfer.	Schwefel Silber.	Schwefelblei.	Auripigment.
Metall . .	78,7 (79,7)	87,3 (87,1)	86,23 (86,5)	57 (60,9)
Schwefel . .	21,3 (20,3)	12,7 (12,9)	13,77 (13,5)	43 (39,1).

Proust's Geschicklichkeit im Analysiren war es endlich, die für alle chemischen Verbindungen constante Zusammensetzung als ihren wesentlichsten Charakter darthat, und welche zeigte, daß sich dieselben Bestandtheile nur in sprungweise ändernden, nicht nach allmählig in einander übergehenden Verhältnissen verbinden. Seine Analysen umfaßten viele künstlich chemische Verbindungen, namentlich Dryde und Schweflungsstufen, und gaben ihre Zusammensetzung sehr richtig an; er fand z. B.:

Analysen von *Proust*.

	Halbschwefelkupfer.	Schwefelantimon.	Schwefelblei.	Anderthalb Schwefeleisen.	
Metall . .	78 (79,7)	75,1 (72,8)	86 (86,5)	52,64 (52,9)	
Schwefel . .	22 (20,3)	24,9 (27,2)	14 (13,5)	47,36 (47,1).	
	Zinnorydul.	Zinnoryd.	Bleioryd.	Kupferorydul.	Kupferoryd.
Metall . .	87 (83,1)	78,1—78,4 (78,6)	91 (92,8)	85,5—86,2 (88,8)	80 (79,8)
Sauerstoff	13 (16,9)	21,9—21,6 (21,4)	9 (7,2)	14,5—13,8 (11,2)	20 (20,2).
	Calomel.	Sublimat.	Einfachessigf. Kupfer.		
Dryd . .	86,94 (88,5)	80,43 (79,9)	Dryd . .	39 (39,8)	
Salzsäure .	13,06 (11,5)	19,57 (20,1)	Säure u. Wasser }	61 (60,2).	

Auf *Proust*'s Bemühungen folgte *Dalton*'s Aufstellung der atomistischen Theorie; mit ihrer Anerkennung, mit der Geltendmachung der

stöchiometrischen Gesetze durch Berzelius nimmt die quantitative Analyse eine andere Gestalt an, ihre gegenwärtige. Während zuerst sich viele Chemiker sträubten, diese Gesetze als eine Controle für die Analysen anzusehen, glaubte man später, jede Analyse nach derselben berechnen zu können. So wurde 1821 die Ansicht aufgestellt, daß jedes Mineralwasser als Ganzes nach stöchiometrischen Formeln zusammengesetzt sei. Die analytische Chemie nach der Zeit, wo die chemische Proportionslehre bearbeitet wurde, ist hier in ihren quantitativen Resultaten nicht weiter zu verfolgen; die Atomgewichtstafeln, welche in der Geschichte der Stöchiometrie enthalten sind, gestatten über ihre Fortschritte im Allgemeinen so viel Uebersicht, als der Plan dieses Buches geben kann.